

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 1/107 (лютий), 2024**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 8 від 28 лютого 2024 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарєв М. М., Ілленко В. В.**
Сучасний стан щодо забруднення ¹³⁷CS молока у населених пунктах Рівненської області та смт. Народичі Житомирської області
- 2. Кричковська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.**
Використання біологічно активних речовин у препаратах для сільського господарства

Агрономія

- 3. Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.** Наукове обґрунтування продуктивності люцерни посівної залежно від ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України
- 4. Каленська С. М., Федів Р. В.** Адаптивність вівса за змінних екологічних та технологічних чинників
- 5. Хоменко Т. О., Тонха О. Л.** Оцінка біологічної активності дерново-підзолистого ґрунту за застосування органічних технологій вирощування картоплі
- 6. Гордина Н. Ю.** Біометричні характеристики сафлору красильного (*Carthamus Tinctorius* L.) залежно від норми висіву насіння та ширини міжряддя
- 7. Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. Л., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.** Посухо- та жаростійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу
- 8. Свистунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.** Формування урожайності надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах в умовах правобережного Лісостепу України
- 9. Шкатула Ю. М., Дідик О. А.** Продуктивність ріпаку озимого в умовах ФГ «Врожайне» Вінницької області
- 10. Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.** Вплив технологічних заходів на продуктивність гречки
- 11. Ткачук О. П., Вітер Н. Г.** Оцінка сучасного агробіологічного стану полезахисних лісосмуг Лісостепу Правобережного

- 12.Бойко П. І., Коваленко Н. П.** Удосконалення технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівоzmінах в умовах зміни клімату
- 13.Андрусик П. Р., Цюк О. А.** Польова схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду сої залежно від агротехнологічних заходів вирощування

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 14.Луценко М. М., Попков В. В.** Обґрунтування базових параметрів молочної ферми на 500 корів з роботизованими системами доїння
- 15.Періг М. Д.** Вовнова продуктивність помісних овець за застосування мінерально-фітобіотичної добавки
- 16.Ковтун П. В., Мерзлов С. В.** Маса тіла *Cherax Quadricarinatus* та показники вмісту HS-груп у їх печінці за включення у раціони різних доз біомаси вермикультури

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 17.Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.** Оцінка ефективності діагностики кардіогенного набряку легень у котів
- 18.Коваленко Д. О., Малюк М. О.** Зміни морфологічних показників крові у кролів за оперативного втручання на шлунку
- 19.Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.** Мінеральний склад тіла бджіл і продуктів бджільництва за підгодівлі наноцерію діоксидом
- 20.Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.** Поширені причини абортів у корів

Лісове і садово-паркове господарство

- 21.Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.** Стратегії та методи зменшення ризику лісових пожеж та розширення шкідників
- 22.Багацька О. М., Снаровкіна О. А.** Вертикальне озеленення історичної частини міста Київ
- 23.Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.** Видове різноманіття та життєвий стан дендрофлори клінічної лікарні АТ «Українська залізниця» м. Дніпро
- 24.Шлапак В. П., Зворська Н. В.** Вплив полезахисних лісових смуг різних конструкцій на родючість та вологозабезпеченість ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу

Техніка та енергетика АПК

- 25.Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Стариш Є. А., Торчилевський Д. П., Грицун В. М., Nickel Н.** Взаємозв'язок кроку зубів та площі западин з подачею на зуб пили під час розпилювання деревини твердих листяних порід

Biology, biotechnology, ecology

1. **Kosarchuk O., Khomutinin Y., Lazarev M., Illienko V.** Current state of the ¹³⁷CS milk pollution in settlements of Rivne region and village Narodychi Zhytomyr region
2. **Krychkovska L., Bobro M., Karpushyna S., Khokhlenkova N.** Use of biologically active substances in agricultural preparations

Agronomy

3. **Hetman N., Danyliuk B.** Scientific substantiation of the productivity of sowing alfalfa depending on soil and climatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine
4. **Kalenska S., Fediv R.** Oat adaptability to environmental variables and technological factors
5. **Khomenko T., Tonkha O.** Assessment of the biological activity of derno-podzolic soil using organic technologies for potato cultivation
6. **Gordyna N.** Biometric parameters of safflower (*Carthamus tinctorius L.*) under the influence on seeding rate and row spacing
7. **Havryliuk O., Yevdokymov D., Korol I., Kushym A., Maiboroda D., Oliinyk B.** Drought-resistance elements and heat-resistance of varieties and hybrids of columnar apple trees
8. **Svystunova I., Zakhliebaiev M., Chumachenko I., Poltoretskyi S., Solomon V., Senyk I., Shuvar A.** Formation of the yield of the above-ground mass of white sweetclover in single-species and combined crops in the conditions of the right-bank Forest Steppe of Ukraine
9. **Skatula Yu., Didyk O.** Productivity of winter canola in the conditions FG «Vrozhayne» of Vinnyta region
10. **Pelech L., Onufriychuk O.** Influence of technological measures on buckwheat productivity
11. **Tkachuk O., Viter N.** Assessment of the current agrobiological state of the protected forest strips of the right bank Forest Steppe
12. **Boiko P., Kovalenko N.** Improvement of technologies for growing high-product varieties of winter wheat in scientifically based crop rotations under the conditions of climate change
13. **Andrusyk P., Tsyuk O.** Field similarity of seed and the duration of the vegetation period of soy depends on agrotechnological growing measures

Technology of production and processing of livestock products

14. **Lutsenko M., Popkov V.** Justification of the basic parameters of a dairy farm for 500 cows with robotic milking systems

- 15.Perig M.** Wool productivity of domestic sheep using a mineral-phytobiotic supplement
- 16.Kovtun P., Merzlov S.** Body weight of *Cherax Quadricarinatus* and indicators of HS-groups in their liver after inclusion of different doses of vermiculture biomass in the diets

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

- 17.Lykholat T., Grushanska N.** Evaluation of the efficiency of diagnostic cardiogenic pulmonary edema in cats
- 18.Kovalenko D., Malyuk M.** Changes in morphological parameters of blood in rabbits during gastric surgery
- 19.Nikitina L., Zasiakyn D.** Mineral composition of bees and bee products underfeeding with cerium dioxide
- 20.Nyzhnyk B., Valchuk O., Kataieva T., Dreval D., Derkach I.** Common causes of abortion in cows

Forestry and ornamental plants

- 21.Lozińska T., Zadorozhnyy A., Mamchur V.** Strategies and methods for reducing the risk of forest fires and the spread of pests
- 22.Bahatska O., Snarovkina O.** Vertical greening of the historical part of Kyiv
- 23.Ilchenko L., Mylnikova O.** The species diversity and life conditions of dendroflora of the clinical hospital of Ukrzaliznytsia JSC, Dnipro city
- 24.Shlapak V., Zvorska N.** Influence of shelterbelts of different designs on soil fertility and moisture availability in the Right-Bank Forest-Steppe

Engineering

- 25.Sirko Z., Protasov O., Okhrimenko S., Starysh E., Torchilevskiy D., Hrytsun V., Nickel H.** The relationship of the pitch of the teeth and the area of the depths with the feed to the saw tooth during cutting wood of hard leaved breeds

СУЧАСНИЙ СТАН ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ ^{137}Cs МОЛОКА У НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА СМТ. НАРОДИЧІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. В. КОСАРЧУК, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, <https://orcid.org/0000-0001-9669-1747>

E-mail: kosarchukolga@gmail.com

Ю. В. ХОМУТІНІН, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник, <https://orcid.org/0000-0002-4205-4352>

Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології Національного університету біоресурсів і природокористування України

М. М. ЛАЗАРЄВ, кандидат біологічних наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-6286-0063>

В. В. ІЛЛЕНКО, кандидат біологічних наук, старший викладач, <https://orcid.org/0000-0002-0058-0442>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.001](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.001)

Анотація. Проаналізовано основні результати вибіркового моніторингу вмісту ^{137}Cs у молоці корів особистих підсобних господарств у населеному пункті Народичі, Житомирської області та 14 населених пунктах Рівненської області. Всього у Рівненській області було відібрано і проаналізовано за 2023 рік 213 проб молока та близько 30 в смт Народичі.

Аналіз відібраних зразків молока на вміст ^{137}Cs показав, що стан із забрудненням ^{137}Cs даної продукції тваринництва має складну динаміку. Середні значення забруднення ^{137}Cs незбираного молока у більшості населених пунктах мережі моніторингу перевищують гігієнічні нормативи (ДР-2006 - 100 Бк/л). Перевищення допустимого рівня зафіксовано у 70 % відібраних проб молока. Найвище значення концентрації активності даного радіонукліду 350 Бк/л спостерігається у населеному пункті Старе Село. Спостерігали сезонну зміну питомої активності радіонукліду в молоці. У стійловий період питома активність молока за ^{137}Cs була відносно невисокою, у межах $<2 - 88$ Бк/л, тоді як у пасовищний період рівень забруднення молока за ^{137}Cs зростав до 100 - 350 Бк/л.

Дослідженнями встановлено, що за останні роки відмічається стійка тенденція до зниження радіоактивності молока. Але при відсутності проведення контрзаходів, зниження накопичення та переходу ^{137}Cs в молоко буде проходити в основному за рахунок фізичного розпаду радіонукліду. Природні процеси його абсорбції мінеральною частиною, скоріше за все вичерпали свої можливості і не будуть впливати на зменшення забруднення ним молока.

Ключові слова: ^{137}Cs , радіоактивне забруднення, моніторинг, молоко корів

Актуальність. У віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС дозові навантаження на людину визначаються переважно внутрішнім опроміненням, що є наслідком споживання забрудненої радіонуклідами сільськогосподарської продукції (Levchuk et al., 2016; Labunska I. et al., 2018). Основним шляхом забруднення продуктів харчування як рослинного, так і тваринного походження (через корми) є надходження радіонуклідів трофічними ланцюгами “грунт–рослина – тварина – продукція”.

При цьому лучні ценози виявляють здатність до формування особливо інтенсивних потоків радіонуклідів у ланці “грунт–рослина”. Дані екосистеми на сьогодні виступають одним із основних джерел опромінення населення. Їх критичність обумовлена не лише рівнями забруднення ґрунту, а й сукупністю природних умов, що визначають інтенсивність біогенної міграції радіонуклідів (Maloshtan et al., 2017).

З урахуванням того, що на забрудненій радіонуклідами території Полісся основним джерелом грубих кормів для молочної та м'ясної худоби є переважно природні луки (Prister & Sobolev, 1996).

Аналіз останніх джерел та публікацій. До цього часу забруднення молока ^{137}Cs у північних районах Полісся України залишається

актуальною проблемою. Основна частина критичної з радіологічної точки зору сільськогосподарської продукції на сьогоднішній день виробляється у приватному секторі. Залишковий, у минулі роки, принцип фінансування контрзаходів, (а на сьогоднішній час воно взагалі відсутнє), у приватних господарствах створив ситуацію, коли такі радіологічно критичні продукти як молоко та м'ясо великої рогатої худоби обумовлюють формування від 50 до 95 % внутрішньої дози опромінення населення (Гудков, 2000; Гудков, 2002; Пристер, 1999). Тому не випадково кількість населених пунктів з перевищенням ліміту річної дози опромінення досить близька до кількості пунктів, у яких середнє значення вмісту ^{137}Cs у молоці перевищує значення встановлених допустимих рівнів (ДР-2006) (Державні гігієнічні нормативи, 1997; Державні гігієнічні нормативи, 2006). Загалом для всього північного регіону України молоко, м'ясо, лісові гриби і ягоди є основними дозоутворюючими продуктами (Гудков, 2002).

Тому до цього часу однією із основних задач подолання наслідків аварії є зниження дози внутрішнього опромінення населення, яка у більшості випадків порівнянна або ж перевищує дозу зовнішнього опромінення (Пристер, 1999; Prister & Sobolev, 1996). Рішення цієї проблеми напряму пов'язане із особливостями

Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарев М. М., Ілленко В. В.

ведення сільського господарства на забруднених радіонуклідами територіях.

Мета дослідження. Отримання актуальної інформації щодо радіологічної якості продуктів, що виробляються у приватному секторі та інформування населення та органів місцевого самоврядування. Створення науково-методичних засад для виробництва радіологічно безпечної продукції сільського господарства для радіаційного захисту населення у відповідності з нормативно правовою базою України.

Матеріали та методи досліджень. Проби молока відбирались у чистий, герметичний поліетиленовий посуд відповідної місткості. Для довготривалого зберігання відібраних проб молока застосовували розчин формальдегіду.

Після транспортування проби молока ретельно перемішували, переливались у вимірювальні ємності і зважували.

Вміст ^{137}Cs у попередньо підготовлених пробах визначався на високоефективному гамма-спектрометрі з напівпровідниковим детектором із високочистого германію «GEM-30185» фірми «EG & ORTEC» США (енергетична роздільна здатність по лінії ^{60}Co 1,78 кеВ, ефективність реєстрації відносно NaI 30 %). Вимірювання проводили в поліетиленових ємностях об'ємом 130 см³. Калібрування спектрометра здійснювалось із використанням

сертифікованих еталонних матеріалів відповідно до вимог стандартизованого методу (ASTM E181-10 Standard Test, 2010).

Результати досліджень та їх обговорення. Мережа вибіркового моніторингових досліджень сформована базуючись на результатах дозиметричної паспортизації за 2012 р. та моніторингових досліджень УкрНДІСГР, що були здійсненні у 2004-2022 рр. В мережу моніторингу 2023 р. увійшли найбільш «критичні», у радіологічному відношенні, населені пункти Рокитнівського, Зарічненського, Дубровицького районів Рівненської області. Щільність забруднення ^{137}Cs території цих населених пунктів варіює в межах від 20 до 100 кБк/м². Проби відбирались у пасовищний та стійловий періоди. Варто зауважити, що всього у Рівненській області було відібрано і проаналізовано за 2023 рік 213 проб молока. Зразки незбираного молока було відібрано в особистих селянських господарствах 14 населених пунктів.

Крім того, відбір був проведений у населеному пункті Житомирської області, а саме с. Народичі Коростенського району.

Аналіз відібраних зразків молока на вміст ^{137}Cs показав, що стан із забрудненням ^{137}Cs даної продукції тваринництва має складну динаміку (Рис. 1 - 2). Середні значення забруднення ^{137}Cs незбираного

Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарев М. М., Ілленко В. В.

молока у більшості населених пунктах мережі моніторингу перевищують гігієнічні нормативи (ДР-2006 - 100 Бк/л). В цілому, перевищення допустимого рівня зафіксовано у 70 % відібраних проб молока.

Так, рівні забруднення ^{137}Cs молока у населених пунктах, у різні строки відбору (стійловий і пасовищний періоди) становили

(середнє $\pm$ STD): с. Старе Село 124 ± 58 - 206 ± 100 ; с. Дроздинь 75 ± 45 - 140 ± 50 ; с. Вежиця 86 ± 33 - 125 ± 46 ; с. Переходичі 72 ± 38 - 140 ± 42 ; с. Єльне - 31 ± 9 ; с. Познань < 7 ; с. Хміль - 61 ± 40 ; с. Березове - 23 ± 9 ; с. Лисичин - 136 ± 74 ; с. Борове 56 ± 56 ; с. Серник 23 ± 16 ; с. Кухче - 11 ± 7 ; с. В.Черемель - 188 ± 35 ; с. Будимля - 69 ± 45 ; смт. Народичі 27 ± 11 - 133 ± 86 Бк/л.

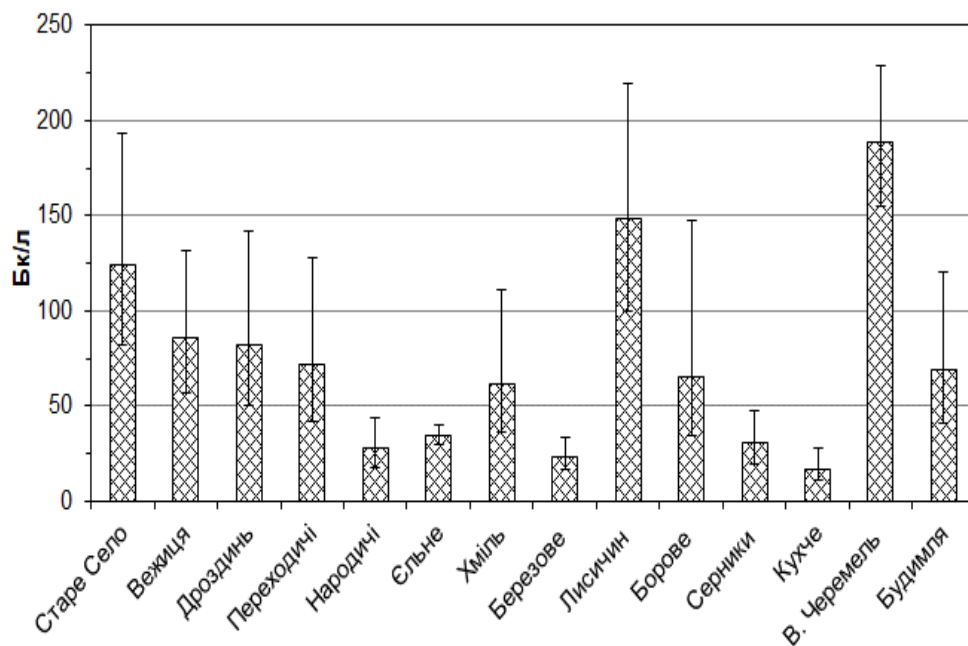


Рис. 1. Забруднення молока ^{137}Cs (Бк/л) у населених пунктах Рівненської області та смт Народичі Житомирської області навесні 2023 рік.

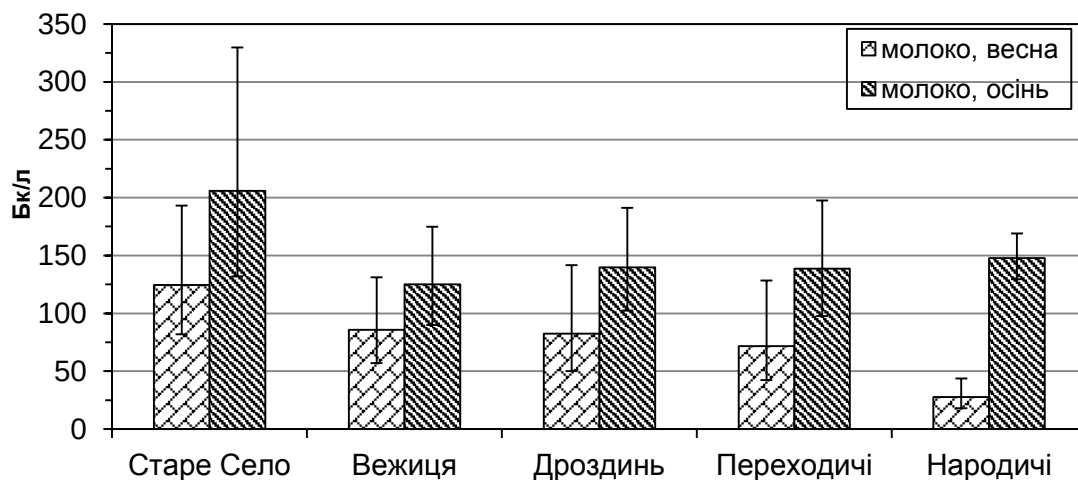


Рис. 2. Забруднення молока ^{137}Cs (Бк/л) у населених пунктах Рокитнівського району Рівненської області та смт Народичі Житомирської області на 2023 рік за різних умов утримання.

Контрзаходи, що спрямовані на зменшення вмісту ^{137}Cs у молоці, не проводяться в жодному населеному пункті.

Слід відмітити, що моніторинг забруднення ^{137}Cs молока було проведено у стійловий період, де питома активність молока за ^{137}Cs була відносно невисокою, у межах $<2 - 88$ Бк/л, тоді як у пасовищний період рівень забруднення молока за ^{137}Cs зростав до $100 - 350$ Бк/л. Не у всіх населених пунктах отримані результати відображають сезонні коливання рівнів забруднення пасовищної рослинності, що може бути обумовленим зміною місць випасу та зміною раціону тварин тому, що населення випасає худобу та здійснює заготівлю грубих кормів на природних неокультурених луках, ґрунти яких представлені рядом торф'яних і торф'яно-болотних відмін, специфічні фізико-хімічні та агрохімічні властивості яких сприяють високій міграційної здатності та біодоступності ^{137}Cs в системі «ґрунт-лучна рослинність» і, як наслідок обумовлює високий його вміст у молоці. Або ж коли висота травостою пасовища (восени) значно зменшується, тварини більше захоплюють дернину, що спричиняє зростання активності ^{137}Cs у їх раціоні та, відповідно спостерігається,

більший перехід радіонукліда в молоко. Загалом у всіх населених пунктах мережі моніторингу виявлені перевищення допустимих рівнів питомої активності ^{137}Cs у пробах молока. Найвище значення концентрації активності даного радіонукліду 350 Бк/л спостерігається у населеному пункті с. Старе Село.

Спостереження за динамікою (Рис. 3 - 4) мобільності радіоцезію за період після аварії на ЧАЕС, дозволяють стверджувати, що рівні радіоактивного забруднення молока стабілізувалися. Здійснені прогностичні оцінки (ASTM E181-10 Standard Test, 2010) вказують на те, що така радіологічна ситуація без застосування контрзаходів буде спостерігатись мінімум до 2040 року, а рівні забруднення місцевих продуктів харчування та дози внутрішнього опромінення населення будуть зменшуватись вкрай повільно, з періодом напівзменшення близько 20-30 років. У населених пунктах мережі моніторингу, без застосування контрзаходів для зменшення надходження ^{137}Cs в молоко зниження забруднення даної продукції буде проходити в основному за рахунок фізичного розпаду радіонукліду, що власне відмічається на протязі останніх років.

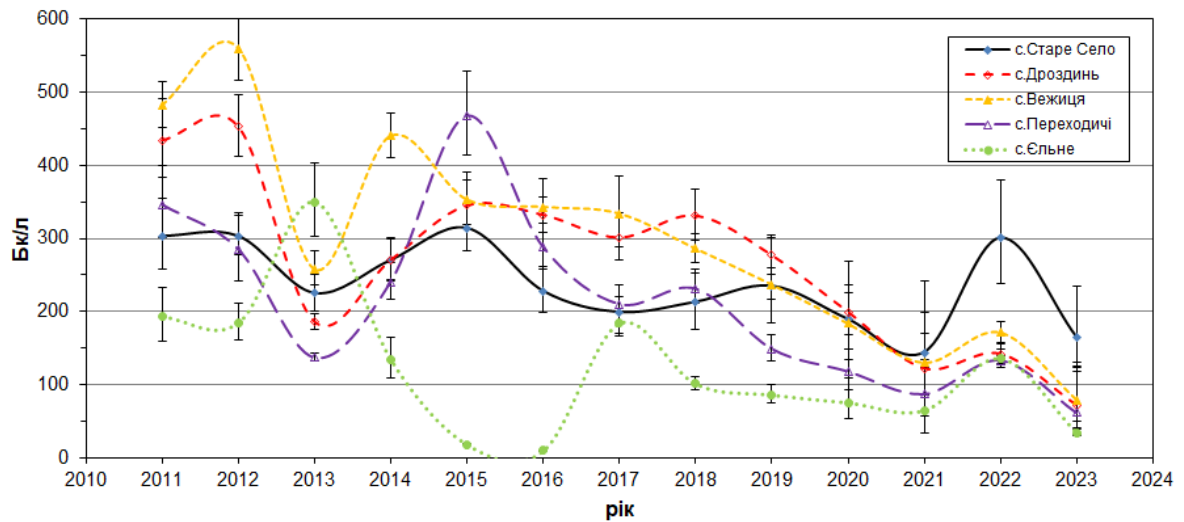


Рис. 3. Динаміка вмісту ^{137}Cs в пробах незбираного молока (Бк/л), яке вироблено в особистих підсобних господарствах «критичних» населених пунктів Рокитнівського району у період 2011-2023 рр.

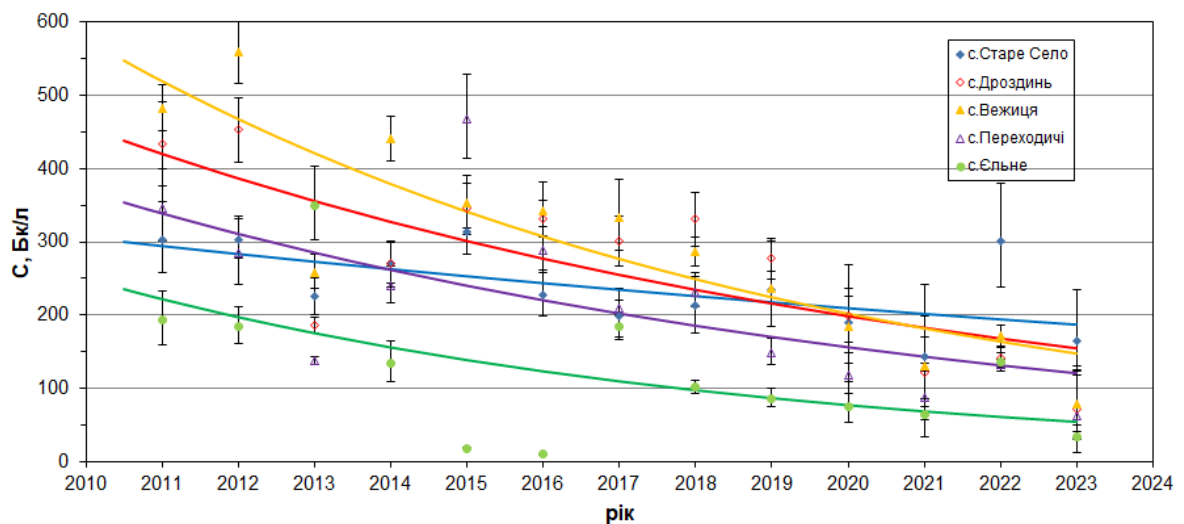


Рис. 4. Динаміка питомої активності ^{137}Cs в молоці корів в населених пунктах Рокитнівського району за моделлю $C = a \cdot \exp(-b \cdot (t - 2011))$.

Висновки і перспективи.

У критичних населених пунктах, при відсутності проведення контрзаходів, зниження накопичення та перехід радіонукліда в молоко буде проходити в основному за рахунок фізичного розпаду радіоактивного цезію. Природні процеси його абсорбції мінеральною частиною,

скоріше за все вичерпали свої можливості і не будуть впливати на зменшення забруднення ним молока.

Проведений моніторинг вмісту ^{137}Cs , протягом останніх 5 років, у молоці корів критичних населених пунктів Житомирської та Рівненської областей, показав, що значення середньорічної питомої активності

Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарев М. М., Ілленко В. В.

^{137}Cs перевищує допустимі рівні (100 Бк/л) лише на Рівненщині в селах (за зменшенням рівнів забруднення): Старе Село, Великий Черемель, Дроздинь, Лисичин, Переходичі, Вежиця [12, 13].

ПОДЯКА

Автори висловлюють подяку Національному фонду наукових

Список використаних джерел

1. Levchuk S. E., Lazarev M. M., Pavliuchenko V. V. Current state of ^{137}Cs contamination of cow milk in the northern regions of Ukraine. *Nuclear Physics and Atomic Energy*. 2016. Vol. 17, no. 1. P. 69–75. URL:

<https://doi.org/10.15407/jnpae2016.01.069>

2. Labunska I. et al. Current radiological situation in areas of Ukraine contaminated by the Chernobyl accident: Part 1. Human dietary exposure to Caesium-137 and possible mitigation measures. *Environment International*. 2018. Vol. 117. P. 250–259. URL:

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.053>.

3. Maloshtan I. et al. Assessment of radiological efficiency of countermeasures on peat-bog soils of Ukrainian Polissya. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2017. Vol. 175-176. P. 52–59. URL:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.03.026>

4. Prister B.S., Sobolev A.S. Radiological situation on the private farms after the accident at ChNPP. Proc.of intern. conf. “One decade after Chernobyl: summing up the consequences of the accident”. Vienna. 1996. P. 573-574.

5. Гудков І.М. Стратегія агропромислового виробництва продукції рослинництва і тваринництва на забруднених радіонуклідами територіях. Аграрна наука і освіта. 2000. № 1. С. 25 – 30.

6. Гудков И.Н. Общая стратегия ведения агропромышленного производства на загрязненных радионуклидами территориях. Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды: Материалы 4-ой международной научной конференции. Щучинск: ИЦ "АКВА", 2002. С. 14-15.

досліджень України за підтримку цієї роботи в рамках проекту №2022.01/0188 «Наукове обґрунтування щодо повернення виведених з обігу радіоактивно забруднених земель 2-ї зони ЧАЕС для поповнення продовольчого потенціалу України».

7. Пристер Б. С. Последствия аварии на Чернобыльской АЭС для сельского хозяйства Украины. Исследования ЦПЭР. 1999. No20. 103 с.

8. Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді». (ДР-97). Київ. Чорнобильінтерінформ, 1997. 12 с.

9. Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування та питній воді». (ДР-2006): наказ МОЗ України від 03.05.2006 р., No256.

10. Prister B.S., Sobolev A.S. Radiological situation on the private farms after the accident at ChNPP. Proc.of intern. conf. “One decade after Chernobyl: summing up the consequences of the accident”. Vienna. 1996. P. 573-574.

11. ASTM E181-10 Standard Test Methods for Detector Calibration and Analysis of Radionuclides, 2010

12. Радіоактивне забруднення ^{137}Cs молока. (n.d.). http://www.uiar.org.ua/Ukr/nine_milk.htm

13. Зиль В. Звіт про радіологічний контроль продукції в агропромисловому комплексі Рівненської області за 2018 - 2021 рік (Рівне: Центр з організації радіологічного контролю в агропромисловому комплексі Рівненської області, 2021).

Reference

1. Levchuk S. E., Lazarev M. M., Pavliuchenko V. V. (2016). Current state of ^{137}Cs contamination of cow milk in the northern regions of Ukraine. *Nuclear Physics and Atomic Energy*. Vol. 17, no. 1. P. 69–75.

Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарев М. М., Ілленко В. В.

URL:

<https://doi.org/10.15407/jnpae2016.01.069>

2. Labunska I. et al. (2018). Current radiological situation in areas of Ukraine contaminated by the Chernobyl accident: Part 1. Human dietary exposure to Caesium-137 and possible mitigation measures / *Environment International*. Vol. 117. P. 250–259. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.053>.

3. Maloshtan I. et al. (2017). Assessment of radiological efficiency of countermeasures on peat-bog soils of Ukrainian Polissya. *Journal of Environmental Radioactivity*. Vol. 175-176. P. 52–59. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.03.026>

4. Prister B.S., Sobolev A.S. (1996). Radiological situation on the private farms after the accident at ChNPP. Proc.of intern. conf. “One decade after Chernobyl: summing up the consequences of the accident”. Vienna. P. 573-574.

5. Gudkov I.M. (2000). Strategy of agro-industrial production of plant and animal products in territories contaminated with radionuclides. *Agrarian science and education*. No. 1. P. 25-30.

6. Gudkov I.N. (2002). General strategy for conducting agro-industrial production in territories contaminated with radionuclides. Problems of ecology of the agro-industrial complex and environmental protection: Proceedings of the 4th international scientific

conference - Shchuchinsk: IC "AKVA", 14-15pp.

7. Prister B.S. (1999). The consequences of the Chernobyl accident for agriculture in Ukraine. *Issledovanija CPER*. K., 103 p.

8. (1997). Permissible levels of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in food and drinking water (PL-97). State hygienic standards. K.: Chornobylinterinform, 12 p.

9. (2006). Permissible levels of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in food and drinking water (PL-2006). State hygienic standards. K.: Ministry of Health of Ukraine, 13 p.

10. Prister B.S., Sobolev A.S. (1996). Radiological situation on the private farms after the accident at ChNPP. Proc.of intern. conf. “One decade after Chernobyl: summing up the consequences of the accident”. Vienna. P. 573-574.

11. (2010). ASTM E181-10 Standard Test Methods for Detector Calibration and Analysis of Radionuclides,

12. Radioactive ^{137}Cs contamination of milk. (n.d.). http://www.uiar.org.ua/Ukr/nine_milk.htm

13. Zyl V. (2021). Report on Radiological Control of Products in the Agro-Industrial Complex of Rivne Region for 2018 - 2021 (Rivne: Center for the Organization of Radiological Control in the Agro-Industrial Complex of Rivne Region, 2021).

CURRENT STATE OF THE ^{137}Cs MILK POLLUTION IN SETTLEMENTS OF RIVNE REGION AND VILLAGE NARODYCHI ZHYTOMYR REGION

O. Kosarchuk, Y. Khomutinin, M. Lazarev, V. Illienko

Abstract. The article analyses the results of selective monitoring of ^{137}Cs content in milk from private households in the village of Narodychi, Zhytomyr region, and 14 settlements of Rivne region. A total of 213 milk samples were collected and analysed in 2023 in the Rivne region and about 30 in Narodychi.

The analysis of the milk samples for ^{137}Cs content showed that the contamination of this livestock product with ^{137}Cs has complex dynamics. In most settlements of the monitoring network, the average values of ^{137}Cs contamination in whole milk exceed the hygienic standards (PL-2006 - 100 Bq/l). 70% of milk samples recorded an exceedance of the permissible level. The highest activity concentration of this radionuclide (350 Bq/l) was observed in Stare Selo. Seasonal changes in the activity concentration of the radionuclide in milk were also observed. During the stall period, the activity concentration of milk with ^{137}Cs ranged from less than 2 to 88 Bq/l.

Косарчук О. В., Хомутінін Ю. В., Лазарєв М. М., Ілленко В. В.

However, during the grazing period, the level of milk contamination with ^{137}Cs increased to 100-350 Bq/l.

Recent studies have shown a steady decrease in milk radioactivity. Nevertheless, without countermeasures, the reduction of ^{137}Cs accumulation and transfer to milk will be mainly due to the physical decay of the radionuclide. The mineral part has likely exhausted its absorption capabilities for the natural processes, and therefore, it will not affect the reduction of milk contamination.

Key words: ^{137}Cs , radioactive contamination, monitoring, cow's milk

USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN AGRICULTURAL PREPARATIONS

L. V. KRYCHKOVSKA, Doctor of Biological Sciences, Professor
National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine

<https://orcid.org/0000-0001-7685-465X>

E-mail: krichkovskaya.kpi@gmail.com

M. A. BOBRO, Doctor of Agricultural Sciences

State Biotechnological University

<https://orcid.org/000-0004-1725-9999>

E-mail: krichkovskaya.kpi@gmail.com

S. A. KARPUSHYNA, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Uman National University of Horticulture

<https://orcid.org/0000-0001-8834-4286>

E-mail: svitkrp@gmail.com

N. V. KHOKHLENKOVA, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor

National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-1676-7591>

E-mail: hohnstsl@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.002](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.002)

Abstract. Introduction. The production and use of growth stimulants, both as single preparations and in combination with traditional organo-mineral fertilizers, is of great scientific interest and practical significance. In this connection, one of the most promising approaches to solving this problem is the development of preparations based on plant growth regulators, including both biostimulants obtained by microbiological synthesis and biostimulants obtained by chemical synthesis.

Purpose. To develop a growth-stimulating preparation using non-traditional raw materials and test it in laboratory and field conditions on pilot batches of barley and wheat seeds encapsulated with the preparation being studied, which contained the following components: sodium humate, hydrated fullerenes, an aqueous solution of shungite, microbiological carotene in a certain ratio.

Methods. Laboratory and field experiments to study the effect of the application of preparations with different components on the growth and development of barley and spring wheat were carried out on the basis of V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University at the Department of Plant Growing in 2020.

Results. The results obtained during laboratory experiments showed that the application of the preparation "Humir" had a stimulating effect on the growth of plants. Seedlings in the test variant appeared a day earlier than the control ones, and the plants of the test variant were ahead of the control ones in development. At the end, the average length of seedlings was 9.5 cm in the control, and it was 13.8 cm in the test. The average mass of seedlings was 1.6 g in the test. Thus, in the preliminary

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

laboratory experiments it has been shown that the application of the preparation at the first stages of plant growth had a stimulating effect, ensuring an increase in the length and mass of seedlings in the tests compared to the control ones.

Discussion. *Research and development of new non-traditional preparations which, along with known plant growth stimulants, increase the productivity of crops in food production were carried out. The developed preparation “Humir”, in addition to increasing the yield of grain crops, had good wettability and a film-forming effect. After spraying, it caused a creation of thin film on the surface of the leaf, which was being absorbed by the plant for several days. Because of this, “Humir” can also be successfully used to combat diseases such as powdery mildew, late blight, bacteriosis, etc.*

Key words: *growth stimulants, fullerenes, shungite, humates, carotene, biologically active substances*

Introduction. At nowadays a significant number of scientific publications and patents, both domestic and foreign, indicate a great interest and practical significance in the production and application of growth-stimulating preparations, both as single preparations and in combination with traditional organo-mineral fertilizers (in the form of bioadditives for plant growth). This makes the development of biologically active preparations for plant growth an important scientific and technical task. In this connection, one of the most promising approaches to solving this problem is the development of preparations based on plant growth regulators, including both biostimulants obtained by microbiological synthesis and biostimulants obtained by chemical synthesis (Garrett Owen & Whipker, 2019).

An optimal recipe and technology for obtaining and application encapsulated seeds based on the consumption of sequentially supplied biogenic nutrients by plants from the

multilayer shell surrounding the seed during the growing season has been developed. The method has been tested on grain seeds, including barley and spring wheat seeds, as well as on medicinal plant seeds (safflower). Wherein it was assumed that the bioadditives containing plant growth stimulants (regulators) had to be a notable impact on an intensifying plant growth.

Analysis of recent researches and publications. The most important direction of research activity of scientists and specialists in the field of agronomy is the searching and development of alternative methods of growing crops that could increase plant productivity and the quality of agricultural products without increasing the rates of fertilizer application and other means of chemicalization of agriculture (Ankita, & Debasish, 2017; Karamany, Sadak, Bakry, 2019). It is caused by the fact that the intensification of agricultural production by introducing significant doses of fertilizers does not lead to an

adequate increase in crop yields, and the application of pesticides increases the toxicity of the soil and changes the chemical composition of the crop and the content of vitamins, enzymes and other substances in the products (Ageguehu & Taye, 2003). Thus, search for new non-traditional compounds that could increase the productivity of crops in food production is a topical issue.

These are the new generation growth regulators, the so-called fertilizers based on humic acids and more. There is a lot of information in the scientific literature about the positive effect of humic substances and preparations developed on their basis on plants (Chen, Clapp, Magen, 2004). The positive effect of humic substances on the growth, development and productivity of agricultural crops there was noted.

Purpose. To develop a growth-stimulating preparation using non-traditional raw materials and test it in laboratory and field conditions on pilot batches of barley and wheat seeds encapsulated with the preparation being studied, which contained the following components: sodium humate, hydrated fullerenes, an aqueous solution of shungite, microbiological carotene in a certain ratio.

Methods. Laboratory and field experiments to study the effect of the application of preparations with different components on the growth and development of barley and spring wheat were carried out on the basis of V.

Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University at the Department of Plant Growing in 2020.

In laboratory conditions, seeds were germinated in Petri dishes and in rolls. A layer of cotton wool was placed at the bottom of the Petri dish, which was covered with gauze on top. Seeds were placed on the resulting pad. Nutrient solutions were poured under the pad (90 mL of nutrient solution per cup). This technique made it possible as following: 1) to prevent rapid evaporation of solutions, and therefore an increase in the concentration of nutrients in them; 2) the seeds were on the surface, and not in the thickness of the solution; 3) plant roots easily penetrated the cotton pad and strengthened there.

In the first stage of seed germination, Petri dishes were covered with lids on top, leaving a small hole for air penetration. When the first seedlings appeared, the covers were removed.

In the test variants, the plants were grown using a 0.1% solution of all being studied components (the optimal concentration of the solution was optimised in previous experiments), and tap water was used in the control variants. During the entire growing period, the air temperature was maintained at 21-23°C during the day and 17-18°C at night.

In the experiments, plant growth was monitored daily, the number and length of seedlings were measured, and the yield was also recorded (the green mass of the plants was cut and weighed).

The control was the germination of untreated seeds (dry control), the test samples being studied were seeds treated only with a solution of hydrated fullerenes (Baati et al., 2012; Dawid, Górny, Gburski, 2015, shungite water, the preparation "Vympel", a growth regulator based on humic substances, the preparation "Baikal", a biological product with the effective microorganisms, and the preparations being developed "Humir", which consisted of sodium humate, hydrated fullerenes, an aqueous solution of shungite in a certain ratio, and "Humir-1" with microbiological carotene added additionally to the components listed above.

Solutions of preparations being studied were prepared both using hydrated fullerenes and shungites (the distilled water was treated with

shungites for 3-5 days). Crushing of shungite up to nanoparticle sizes was carried out by the cryogenic method followed by the measurement of the particle size using a laser scattering analyzer HORIBA LA-910 (Germany). The size of the nanoparticles was 40–50 nm. The number of microelements in the new solution was determined by X-ray fluorescence analysis using ELVAX X-Ray Fluorescence Spectrometer with computer processing of the obtained results.

Results and their discussion.

Since the optimal plant density is one of the most important conditions determining the productivity of sowing, both the density of seedlings and the percentage of germinated seeds were determined in laboratory and field conditions (Table 1).

1. Density of harvest of spring wheat 2020, average indicators (550 units = 100%)

Variant	Density of seedlings, units/m ²	Percentage of germinated seeds, %
Dry control	400.8±41.7	72.8±7.9
Water with hydrated fullerene	406.2±42.5	76.5±8.5
Vympel	416.5±43.4	75.6±8.4
Baikal	437.3±45.6	79.5±8.7
Humir	450.9±44.2	81.9±8.0

Based on the experimental data obtained, the effectiveness criteria of the developed bioadditives were calculated and the effectiveness of their application was compared with similar preparations "Baikal" and "Vympel".

Fullerenes were chosen in this study to examine their effect on the stability of solutions with biologically active substances in comparison with carbon-containing water infused on shungite crushed to nanosize.

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

The introduction of hydrated fullerenes into the composition of the functional preparation produced in its greater resistance to microbiological contamination (Table 2).

2. Effectiveness of antimicrobial properties of fullerene-like structures in the samples of the functional preparation being studied

Microorganisms	Microbial load after inoculation, lg CFU/mL	The initial microbial load reduction lg			
		Hydrated fullerenes		Shungites	
		2 days	7 days	2 days	7 days
<i>Staphylococcus aureus</i>	5.00	1.2	1.8	1.6	2.5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4.99	3.15	3.5	4.02	4.30
<i>Candida albicans</i>	4.98	2.37	3.58	2.85	4.08

As evidenced by the results presented in Table 2, the colony-forming units of all microorganisms being tested shown varying degrees of decrease in the values in 7 days after inoculation when subjected by the samples of preparations being studied. This was determined by the antimicrobial action of hydrated fullerenes and shungite water, the last was also a fullerene-like structure that provided a self-preserving effect. Wherein, fullerenes caused higher antimicrobial properties against the most widespread variations of microbes.

The results of the study of absorbing properties of shungites was given in the work (Jun et al., 2018). Issues related to the interaction of fullerenes with additives added to water-soluble preparations have been remained unresolved however. The reason for this may be objective difficulties associated with the method of detecting fullerenes in solutions, including additives. The expense part in the experiment

performing is large, which makes the corresponding studies impractical. The method of detecting fullerenes in the preparations can be an option to overcome the relevant difficulties. This approach is used in the study presented here. Such method development will make it possible not only to determine the quantitative values of fullerenes, but also to substantiate the safety of the solutions being studied when using them.

Concentrated aqueous solutions of hydrated fullerene C60, abbreviated as C60FWS, are molecular-colloidal systems of spherical fractal clusters, wherein the structural unit is a strong, highly hydrophilic supramolecular complex consisting of a C60 fullerene molecule enclosed in the first hydration shell, which contains 24 water molecules (24 – hydrated C60 fullerene (C60HyFn)). The consistently first closely bound hydration shell is

Кричківська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

maintained by subsequent ordered water shells.

The size of C60HyFn corresponds to 1.6–1.8 nm. Clusters (secondary associates) of C60HyFn are formed by the fusion of their hydration shells. The sizes of such spherical clusters correspond to a number of values: 3.4; 7.1; 10.9; 14.5; 18.1; 21.8; 25.4; 28.8; 32.4; 36.0 nm.

Hydrated fullerenes create in their environment an ordered structurally heterogeneous aqueous environment, in which the direction and kinetics of chemical and biochemical processes differ from those occurring in pure (disordered) water (Kong & Zepp, 2021; Amjad Bashir et al., 2021). Aqueous solutions of hydrated fullerene C60 have a long universal list of properties even positive biological activity. Therefore, the development of experimental methods for the determination of hydrated fullerenes in solution with biological additives is a topical issue.

Acoustic emission (AE) was studied using a modern acoustic-emission complex A-Line32 for determination of the amount of fullerenes in the solution. This method was used to prove the existence of structural formations in water with hydrated fullerenes and to study the dynamics of their transformations. Acoustic emission is easily recorded when dissolving in water various salts, mixing homogeneous liquids, melting ice, proceeding chemical reactions and other similar processes (Rupal, Raval, Saraf, 2020; Teboho, Malebe, Tugizimana, 2022).

As can be seen from the data in the Table 3, the interaction of homogeneous liquids, for example, when adding 0.4 mL of different molecular state water to distilled water, is accompanied by a characteristic, strictly specific for each substance, acoustic emission (AE). This allows fruitful use of AE signals for the study of various physical and chemical processes.

3. Acoustic emission parameters when adding 0.4 mL of various water additives with different molecular structure to water

AE parameters	Water additives		
	Distilled water	Ice/melt water	Solution of hydrated fullerenes
Acoustic pulse generation duration	1.5	89	150
Sum of impulses	6	150	300
AE activity, number of impulses	up to 6	up to 200	up to 400
Amplitude, dB	35	94.5	324.5
Energy, dB	71	85	98
Signal duration, μ s	557	up to 5000	up to 10000
Rise time, μ s	102	95	84

The appearance of AE signals in melt water and a solution with hydrated

fullerenes can only be explained by structural rearrangements in them.

When using C60FWS, the recommended concentration range of hydrated fullerene C60 in the final product corresponds as follows: in water-containing products (drinking water, water for preparing food products, alcoholic drinks, soft drinks, etc.) 0.01-10 µg/L.

When treating spring wheat seeds with the preparation "Humir", which contained fullerenes or shungite water, an increase in the number of both plants per 1 m² and the number of stems collected per 1 m² was observed. The indicators of the tillering coefficient and the mass of dry plants also exceeded

those when treating seeds with the preparation "Humir".

Photosynthesis is the general function and main process of nutrition of plants as autotrophic organisms. On this basis, to increase the productivity of plants, first of all, it is increase their photosynthetic productivity, formation of a photosynthetic apparatus that is optimal in size and duration of operation and determined mainly by the area of leaves. Treatment of plants with a growth-regulating preparation in the tillering (in spring) contributed to an increase in area leaves of wheat (Table 4).

4. Spring wheat 2020, earing phase, leaf area

Variant	Σ 3 ^x leaves per 1 shoot, cm ²	The number of shoots per 1 m ²		Leaf area per 1 m ²		Leaf area per 1 hectare, m ²	
		test	control	test	control	test	control
Water with hydrated fullerene	22.66	298.64	218.64	0.67	0.49	6767.8	6017.3
Vympel	25.67	328	189.28	0.84	0.48	8422.7	8232.6
Baikal	22.76	394.4	256	0.89	0.58	8976.6	8245.5
Humir	28.95	314.4	240	0.91	0.69	9100.6	8910.2
Humir-1	24.66	386.4	240	0.96	0.5919	9529.6	9108.6

Treatment of seeds with "Humir" preparations (with and without carotene) affected wheat productivity differently during the heading phase. Almost all indicators were higher than when using "Baikal" and "Vympel" as preparations of comparison (Table 5).

In the case of seed treatment with "Vympel", a larger number of plants per 1 m² was noted than when treated with

"Baikal". Treatment only with hydrated fullerenes did not affect plant growth productivity positively. Treatment of plants with the "Humir-1" preparation, containing carotene, produced in a larger number of plants and spikelets, as well as an increase in the dry weight of plants compared to the preparation which did not contain carotene.

5. Spring wheat 2020, earing phase, mass of plants

Variant	Number per 1 m ²			Dry mass g/m ² , 1 hectare	Dry mass of 100 plants, g
	plants	spikelets	stem		
Control	248.9±23	234.4±	371.2±	348.8±	109.5±
Water with hydrated fullerene	237.2±	218.6±	298.6±	325.2±	107.0±
Vympel	266.4±	234.4±	310.4±	306.6±	115.1±
Baikal	244.4±	236.1±	364.3±	376.2±	137.0±
Humir	250.4±	240.6±	384.8±	370.9±	143.9±
Humir-1	259.0±	246.9±	386.9±	380.8±	150.9±

Unfortunately, because of weather conditions in 2019 (lack of rain), the wheat harvest was insignificant, but the seeds treated with growth-stimulating

preparations gave a higher yield, the increase in yield was 10-11% higher than in the control (Table 6).

6. Accounting for the 2020 spring wheat harvest, average indicators

Variant	Weight of plant, centner /ha	Increase in yield, %
Control	11.36±12.0	---
Water with hydrated fullerene	12.47±13.3	9.83±0.9
Vympel	13.40±14.2	11.02±2.1
Vympel-2	12.39±13.4	9.13±1.02
Baikal	12.45±12.8	8.47±0.9
Humir	12.50±11.5	10.05±1.1
Humir-1	13.56±13.1	10.59±0.9

The influence patterns of preparations established in growing

wheat were also observed in experiments on barley grown in rolls (Table 7).

7. Average indicators of the first series of experiments when growing barley in rolls

Variant	Germination energy, %	Germination , %	Seeds, %		
			swollen	rotten	abnormally germinated
Control dry	74.5	77.5	3.0	7.5	7.5
Water	87.0	79.5	4.5	8.0	5.0
Water with hydrated fullerene	65.2	69.3	6.4	10.0	20.4
Vympel	85.0	86.0	5.0	5.5	5.5
Humir	87.3	86.0	3.9	5.9	2.9/100
Humir-1	85.0	88.5	7.5	6.0	6.0/100

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

Indicators of germination energy and germination exceeded control values. In addition, under the action of the preparation "Humir" a decrease in

the number of abnormally germinated seeds was observed compared to "Humir-1".

8. Barley germination on the 10th day in rolls

Variant	Degree of germination								
	poor			medium			intensive		
	quantity		length, mm	quantity		length, mm	quantity		length, mm
	number	%		number	%		number	%	
Control dry	4	8.2	67.5	27	55.1	148.3	18	36.7	193
Water	3	6.5	74.4	23	50.0	149	20	43.5	196
Water with hydrated fullerene	2	4.8	68.2	19	45.2	146	21	50.0	200
Vympel	2	4.3	66.1	19	40.4	144	26	55.3	193
Humir	2	4.3	73.5	24	51	145	25	44.7	191
Humir-1	3	6.0	74.6	23	46	150	27	48.7	205/100

It should be noted that the preparation "Humir" had good wettability and a film-forming effect. After spraying, a thin film of the preparation which being absorbed by the plant for several days formed on the surface of the leaf. Due to this, "Humir" can be successfully used to combat diseases such as powdery mildew, late blight, bacteriosis, etc. If foci of disease occur on the leaves and stems of plants, careful treatment of the stems and leaves with the preparation ensures the fixation of fungal spores, blocking the spread of the disease.

Conclusions and perspectives

1. The laboratory experiments to evaluate the effectiveness of application of a new growth-stimulating preparation on seed germination have been carried out. As a result, it has been established that in the first stages of plant cultivation

the preparation provided a stimulating effect, ensuring an increase in the length and weight of seedlings in the test variants compared to the control ones, respectively.

2. It has been established that the introduction of fullerene or fullerene-like substances (shungite) and microbiological carotene into the growth-stimulating preparation provided a positive effect on all indicators of the growth and development of grain crops (wheat, barley).

3. A decrease in the number of rotten and abnormally germinated seeds was observed, that may indirectly indicate the bactericidal effect of the preparation being developed.

4. The presence of hydrated fullerenes in solutions made it possible to develop a preparation that did not undergo separation during storage due to

Кричковська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

the binding properties of fullerenes and provided bactericidal properties.

Список використаних джерел

1. Garrett Owen W., Whipker B. Overview of plant growth regulators for greenhouse production. *Abstracts of Michigan State University Extension*. 2019. Vol. 2. P. 245-253.

2. Ankita M., Debasish P. Novel Plant Growth Regulators and their Potential Uses in Agriculture. *International Journal of Bioresource and Stress Management*. 2017. Vol. 8. No. 6. P. 820-826. doi: 10.23910/IJBSM/2017.8.6.18330b.

3. Karamany M.F., Sadak M., Bakry A. Improving quality and quantity of mungbean plant via foliar application of plant growth regulators in sandy soil conditions. *Bulletin of the National Research Center*. 2019. Vol. 43. No. 1. P. 61-67. doi: 10.1186/s42269-019-0099-5.

4. Ageguehu G., Taye G. Plant hormone effects on growth and nutrient uptake of maize in acidic soils of the humid tropics. *SINET Ethiopian Journal of Science*. 2003. Vol. 27. P. 17-24.

5. Chen Y., Clapp C.E., Magen H. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition*. 2004. Vol. 50. No. 7. P. 1089-1095. doi: 10.1080/00380768.2004.10408579.

6. Baati T., Bourasset F., Gharbi N., Njim L., Abderrabba M., Kerkeni A., Szwarc H., Moussa F. (2012). The prolongation of the lifespan of rats by repeated oral administration of [60]fullerene. *Biomaterials*. 2012. Vol. 33. No. 19. P. 4936-4946. doi: 10.1016/j.biomaterials.2012.03.036.

7. Dawid A., Górny K., Gburski Z. The influence of distribution of hydroxyl groups on vibrational spectra of fullerene C₆₀(OH)₂₄ isomers: DFT study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2015. Vol. 136. P. 1993-1997. doi: 10.1016/j.saa.2014.08.023.

8. Jun L.Y., Feng Z.X., Anjum S.A., Xuan S.L. Application of Plant Growth Regulators to *Stipa krylovii* in the Xilin Gol Grassland. *Planta Daninha*. 2018. Vol. 36. P.

49-54. doi: 10.1590/S0100-83582018360100049.

9. Kong L., Zepp R. G. Production and consumption of reactive oxygen species by fullerenes. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2012. Vol. 31. No. 1. P. 136-43. doi: 10.1002/etc.711.

10. Amjad Bashir M., Rehim A., Raza Q.-U.-A., Muhammad Ali Raza H., Zhai L., Liu H., Wang H. Biostimulants as Plant Growth Stimulators in Modernized Agriculture and Environmental Sustainability. *Technology in Agriculture. IntechOpen*. 2021. doi: 10.5772/intechopen.98295.

11. Rupal Sh., Raval K.R. Saraf M. Biosynthesis and purification of indole-3-acetic acid by halotolerant rhizobacteria isolated from Little Runn of Kachchh. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. Vol. 23. No. 1. P. 101435-101442.

12. Teboho N., Malebe M., Tugizimana F. *Bacillus* for Plant Growth Promotion and Stress Resilience: What Have We Learned? *Plants*. 2022. Vol. 11. No. 19. P. 2482-2503. doi: 10.3390/plants11192482.

References

1. Garrett, Owen W., Whipker, B. (2019). Overview of plant growth regulators for greenhouse production. *Abstracts of Michigan State University Extension*, 2, 245-253.

2. Ankita, M., Debasish, P. (2017). Novel Plant Growth Regulators and their Potential Uses in Agriculture. *International Journal of Bioresource and Stress Management*, 8(6), 820-826. doi: [10.23910/IJBSM/2017.8.6.18330b](https://doi.org/10.23910/IJBSM/2017.8.6.18330b).

3. Karamany, M.F., Sadak, M., Bakry, A. (2019). Improving quality and quantity of mungbean plant via foliar application of plant growth regulators in sandy soil conditions. *Bulletin of the National Research Center*, 43(1), 61-67. doi: [10.1186/s42269-019-0099-5](https://doi.org/10.1186/s42269-019-0099-5).

4. Ageguehu, G., Taye, G. (2003). Plant hormone effects on growth and nutrient uptake of maize in acidic soils of the humid tropics. *SINET Ethiopian Journal of Science*, 27, 17-24.

5. Chen, Y., Clapp, C.E., Magen, H. (2004). Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of

Кричківська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

organo-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50(7), 1089-1095. doi: [10.1080/00380768.2004.10408579](https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408579).

6. Baati, T., Bourasset, F., Gharbi, N., Njim, L., Abderrabba, M., Kerkeni, A., Szwarc, H., Moussa, F. (2012). The prolongation of the lifespan of rats by repeated oral administration of [60]fullerene. *Biomaterials*, 33(19), 4936-4946. doi: [10.1016/j.biomaterials.2012.03.036](https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.03.036).

7. Dawid, A., Górny, K., Gburski, Z. (2015). The influence of distribution of hydroxyl groups on vibrational spectra of fulleranol C₆₀(OH)₂₄ isomers: DFT study. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 136, 1993-1997. doi: [10.1016/j.saa.2014.08.023](https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.08.023).

8. Jun, L.Y., Feng, Z.X., Anjum, S.A., Xuan, S.L. (2018). Application of Plant Growth Regulators to *Stipa krylovii* in the Xilin Gol Grassland. *Planta Daninha*, 36, 49-54. doi: [10.1590/S0100-83582018360100049](https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100049).

9. Kong, L., Zepp, R. G. (2012). Production and consumption of reactive

oxygen species by fullerenes. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31(1), 136-43. doi: [10.1002/etc.711](https://doi.org/10.1002/etc.711).

10. Amjad Bashir, M., Rehim, A., Raza, Q.-U.-A., Muhammad Ali Raza, H., Zhai, L., Liu, H., Wang, H. (2021). Biostimulants as Plant Growth Stimulators in Modernized Agriculture and Environmental Sustainability. *Technology in Agriculture*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.98295.

11. Rupal, Sh., Raval, K.R. Saraf, M. (2020). Biosynthesis and purification of indole-3-acetic acid by halotolerant rhizobacteria isolated from Little Runn of Kachchh. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 23(1), 101435-101442.

12. Teboho, N., Malebe, M., Tugizimana, F. (2022). Bacillus for Plant Growth Promotion and Stress Resilience: What Have We Learned? *Plants*, 11(19), 2482-2503. doi: [10.3390/plants11192482](https://doi.org/10.3390/plants11192482).

ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ПРЕПАРАТАХ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Л. В. Кричківська, М. А. Бобро, С. А. Карпушина, Н. В. Хохленкова

Анотація. *Актуальність.* Виробництво та застосування стимуляторів росту рослин, як у вигляді самостійних препаратів, так і в комплексі з традиційними органо-мінеральними добривами, має великий науковий інтерес і практичне значення. У зв'язку з цим одним із найбільш перспективних підходів до вирішення даної проблеми є розробка препаратів на основі регуляторів росту рослин, у тому числі з біостимуляторами, отриманими мікробіологічним синтезом і біостимуляторами, отриманими шляхом хімічного синтезу.

Мета. Розробити ростстимулюючий препарат з нетрадиційної сировини та випробувати його в лабораторних та польових умовах на дослідних партіях насіння ячменю та пшениці, що інкапсульовані досліджуванним препаратом, який містив наступні компоненти: гумат натрію, гідратовані фулерени, водний розчин шунгіту, каротин мікробіологічний у певному співвідношенні.

Методи. Лабораторно-польові дослідження з вивчення впливу застосування препаратів з різними компонентами на ріст і розвиток ячменю та ярової пшениці проводили на базі Харківського національного аграрного університету імені В. Докучаєва на кафедрі рослинництва у 2020 р.

Результати. Результати, отримані під час лабораторних досліджень, показали, що застосування препарату «Гумір» мало стимулюючу дію на ріст рослин. Сходи в дослідному варіанті з'явилися на добу раніше контрольних, а рослини дослідного варіанту випереджали у розвитку контрольні. У підсумку

Кричківська Л. В., Бобро М. А., Карпушина С. А., Хохленкова Н. В.

середня довжина проростків у контролі становила 9,5 см, а в дослідному варіанті – 13,8 см. Середня маса проростків у дослідному варіанті становила 1,6 г. Таким чином, у попередніх лабораторних дослідженнях показано, що застосування препарату на перших етапах росту рослин мало стимулюючу дію, забезпечуючи збільшення довжини та маси проростків у дослідних варіантах порівняно з контрольними.

Висновки та перспективи. Проведено дослідження та розробку нових нетрадиційних препаратів, які поряд із відомими стимуляторами росту рослин підвищують урожайність сільськогосподарських культур у харчовому виробництві. Розроблений препарат «Гумір», крім підвищення врожайності зернових культур, мав добру змочуваність та плівкоутворюючу дію. Після обприскування на поверхні листя утворювалася тонка плівка, яка протягом кількох днів поглиналася рослиною. Завдяки цьому «Гумір» також можна успішно застосовувати для боротьби з такими хворобами, як борошниста роса, фітофтороз, бактеріоз тощо.

Ключові слова: ростстимулятори, фулерени, шунгіт, гумати, каротин, біологічно активні речовини

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЮЦЕРНИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Н. Я. ГЕТМАН, доктор сільськогосподарських наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-6627-5256>

E-mail: nadia.getman52@gmail.com

Б. М. ДАНИЛЮК, аспірант

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: danyliukb1985@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.003](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.003)

Анотація. У статті наведено огляд літературних джерел з вивчення впливу строків сівби, мінерального фосфорно-калійного живлення, вапнування ґрунту, передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами та режимів використання люцерни посівної на продуктивність за вирощування на кормові цілі.

Серед елементів інтенсифікації вирощування люцерни посівної найбільш дієвим фактором впливу на величину і якість рослинницької продукції є удобрення. За використання яких, враховують біологічні особливості культури, циклічний її характер росту і розвитку упродовж вегетації, тривалість використання травостою та спосіб сівби.

Встановлено, що в рік сівби у рослин люцерни посівної проявляється фотоперіодична реакція на несприятливі кліматичні умови вегетаційного періоду. Зміна фотоперіоду у рослин була сигналом до проходження мікростадій росту і розвитку, яка коригувалась тривалістю дня та строками сівби незалежно від температурного режиму та вологозабезпечення.

Незалежно від географічного походження культури за два роки використання травостою та дотримання технологічних заходів вирощування (внесення вапна, фосфорно-калійних мінеральних добрив, інокуляції насіння) люцерна забезпечила найбільший вихід сирого протеїну 5,83-5,97 т/га за скошування першого укосу у фазі цвітіння, другого на початку цвітіння та третього у фазі бутонізації. Скошування трьох укосів люцерни посівної на початку фази цвітіння сприяє ефективному використанню світлового режиму вегетаційного періоду, як головного фактору підвищення продуктивності.

За інноваційних технологій вирощування в цілях підвищення врожайності культури та якісних показників сухої речовини для позакореневого підживлення використовують росторегулюючі препарати різного походження, мікродобрива та біологічні препарати для обробки насіння. Комплексне застосування даних препаратів забезпечує підвищення врожайності листостеблової маси на 16,6-18,2 %

Ключові слова: люцерна посівна, сорт, мінеральні добрива, вапнування, листостеблова маса, сирий протеїн, суха речовина.

Актуальність. Багаторічні бобові трави є одним із пріоритетних напрямків розвитку кормовиробництва та землеробства, як основи органічного виробництва рослинної сировини для заготівлі різних видів кормів. Вони за морфогенетичними ознаками виконують природоохоронну роль агроландшафтів, сприяють підвищенню родючості ґрунту та поліпшенню його структури, що є актуальним за сучасних умов розвитку сільського господарства.

У зв'язку з цим значну увагу доцільно приділяти багаторічним бобовим травам, особливо найбільш поширеній і продуктивній культурі – люцерні посівної, яка за суворого дотримання технологічних заходів вирощування спроможна максимально реалізувати генетичний потенціал упродовж тривалого використання травостою (Гетман та ін., 2021; Демидась та ін., 2013; Квітко та ін., 2014).

На даний час завдяки плідній роботі вчених-селекціонерів у Державному реєстрі сортів рослин України наявні більше 29 сортів люцерни посівної. Доцільно зазначити, що з виведенням нових сортів люцерни посівної інтенсивного типу виникає необхідність в оптимізації елементів технології вирощування культури на основі вивчення ширини міжряддя, норм висіву, строків скошування травостою на мінеральному фоні живлення в

ґрунтово-кліматичних умовах України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед різноманіття багаторічних бобових трав важливу роль відіграє люцерна посівна, яка є неперевершеною культурою з вмістом в кормовій одиниці близько 200 г перетравного протеїну та має виняткове значення в біологічному землеробстві акумулювати за допомогою бульбочок в межах 350 кг/га азоту з повітря та економити матеріальні ресурси на придбання мінеральних азотних добрив. Так, вирощування люцерни у сівозмінах замість багаторічних злакових трав, сприяє економії до 540 кг/га азоту синтетичних азотних добрив.

За біологічними особливостями люцерна посівна вимоглива до ґрунтових умов, а саме потребує внесення мінеральних та органічних добрив, а також проведення вапнування. Фосфорно-калійні мінеральні добрива вносять восени «в запас» під оранку в підвищеній дозі $P_{90-120}K_{90-120}$. При цьому фахівці рекомендують щорічно люцерну підживлювати фосфорно-калійними добривами у дозі $P_{30-60}K_{30-60}$, щоб продовжити тривалість використання травостою.

Зокрема люцерна належить до кальцефільних рослин, а тому ріст і розвиток її можливий тільки на ґрунтах з кислотністю до рН 6,5-7,5. За кислих ґрунтів та рН 5,0 бульбочкові бактерії майже не

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

розвиваються. Тому вапнування таких ґрунтів є одним із основних заходів технологічного процесу вирощування культури. Внесення вапна під зяблеву оранку з розрахунку однієї норми (3-5 т/га) за показником гідролітичної кислотності сприяє підвищенню урожайності листостеблової маси на 11,7 %. На кислих і слабокислих ґрунтах ефективно внесення вапнякових добрив з нормою 4-6 т/га. Такий захід підвищує кормову продуктивність люцерни посівної за рахунок збільшення вмісту сирого протеїну та зменшення вмісту клітковини (Петриченко та ін., 2010).

Враховуючи ці ознаки селекціонерами Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН виведено новий сорт люцерни посівної Синюха, який толерантно відноситься до кислотності ґрунту та занесений до «Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні» у 2010 році (Бугайов та ін., 2012).

Як усі бобові культури, люцерна посівна за допомогою бульбочок фіксує азот з повітря. Найбільшу біологічну активність азотфіксації вона спроможна проявляти з настанням фази бутонізації та для покращення її функціональної діяльності під час вегетації рекомендується вносити «стартові» дози мінерального азоту із розрахунку 20-40 кг/га, що сприяє підвищенню продуктивності в перший рік використання травостою.

Дослідженнями

В. І. Циганського доведено, що найвищі показники активного симбіотичного потенціалу на рівні 40,2 тис.кг.діб/га люцерна забезпечила за безпокровного способу вирощування на основі комплексного застосування елементів технології, як обробка насіння бактеріальним препаратом в поєднанні із регулятором росту рослин, вапнування ґрунту та внесення гербіциду. При цьому спостерігалось збільшення кількості біологічного фіксованого азоту рослинами люцерни від 106,6 до 307,8 кг/га (Циганський, 2015).

Перспективність вирощування люцерни посівної полягає ще в тому, що вона є одним із чинників рекультивації ґрунтів. Створений потужний травостій із одновидових або люцерно-злакових агрофітоценозів, по-перше запобігає водної, вітрової та антропогенної ерозії. По-друге, ґрунт після використання травостою збагачується органікою коренестерньових решток та поліпшуються його агрохімічні і агрофізичні властивості, що забезпечує збільшення виробництва сільськогосподарської продукції.

Окрім вищезгаданих важливих можливостей люцерни посівної необхідно відзначити, що багаторічні бобові трави відіграють важливу роль у виробництві різних видів високобілкових кормів. А тому розширення площ посіву на основі

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

наукомісткої біологізованої моделі землеробства з оптимальною структурою і збалансованим співвідношенням галузі скотарства та рослинництва, а також із застосуванням енергоощадних агротехнологій забезпечить збільшення виробництва тваринницької екологічно-безпечної продукції (Петриченко та ін., 2008; Петриченко та ін., 2020).

За результатами опрацьованих літературних джерел встановлено, що за ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України формувались сталі врожаї листостеблової маси люцерни посівної в одновидових і сумісних посівах із багаторічними злаковими травами. Так, за два роки використання травостою пасовищних трав на фоні триразового внесення за вегетацію азотних добрив із розрахунку 30 кг д.р. на фоні осіннього внесення фосфорно-калійних добрив урожай зеленої маси становив 92,2 т/га, вихід сухої речовини – 18,15, кормових одиниць – 17,05, перетравного протеїну – 2,11 т/га і обмінної енергії 197,8 ГДж (Молдаван, 2006). У 1 кг сухого корму вміст сирого протеїну становив 11,57-13,89 %, кормових одиниць – 0,76-0,84 кг, обмінної енергії – 9,34-10,11 МДж. Забезпеченість 1 кормової одиниці перетравним протеїном складала 125-170 г. Серед бобово-злакових травостоїв, за виходом поживних речовин істотно переважали люцерно-злакові, які в

середньому за три роки використання травостою забезпечили вихід кормових одиниць 5,74-6,94 та 0,94-1,04 т/га перетравного протеїну, обмінної енергії 69,3-83,1 ГДж/га. Забезпеченість 1 кормової одиниці перетравним протеїном складала 154-165 г (Молдаван, 2013).

За повідомленнями Сеника І.І. встановлено вплив способу сівби люцерно-злакових агрофітоценозів на якість сінокісного корму. Відмічена перевага роздільно-перехресної сівби, яка забезпечила вихід кормових одиниць на рівні 9,31 т/га у сорту Синюха та 8,22 т/га у сорту Серафима, обмінної енергії відповідно 118,63 та 106,25 ГДж/га. Традиційна сівба цих сумішок звичайним рядковим способом забезпечила вихід кормових одиниць у сорту Серафима на рівні 6,99 та 7,86 т/га у сорту Синюха (Сеник, 2015).

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що в рік сівби у рослин люцерни посівної зміна фотоперіоду є сигналом до проходження мікростадій росту і розвитку, яка в основному корегувалась тривалістю дня та строками сівби незалежно від температурного та водного режиму. Зокрема виявлено, що люцерна посівна в рік сівби фази початку цвітіння (код 61-62 ВВСН) досягала за тривалості світлової доби 14:53-16:12 год, тоді як за 12:48 год – фази бутонізації (код 49 ВВСН) (Гетман та ін., 2017а; Гетман та ін., 2017б).

За умов зміни клімату люцерна посівна забезпечила високі показники продуктивності за ранньовесняної сівби та тривалого використання травостою. За три роки вегетації урожай листостеблової маси культури в середньому становив 47,03 т/га, вихід сухої речовини 11,09 та 2,07 т/га сирого протеїну, валової та обмінної енергії відповідно 204,72 та 104,52 ГДж/га. За рекомендованого літнього строку сівби (20 липня) показники зменшились відповідно на 9,1; 11,5; 13,1; 12,2 та 11,7 % (Петриченко та ін., 2020). Аналогічні результати були отримані раніше вченими із Національного університету біоресурсів та природокористування України (Демидась та ін., 2010).

Аналізуючи агроєкологічні ресурси України за природньої родючості ґрунтів, умов вологозабезпечення, температурного і світлового режимів вони цілком сприятливі для максимальної реалізації біологічного потенціалу кормової продуктивності люцерни в межах 10-12 т/га кормових одиниць і 1,8-2,2 т/га перетравного протеїну. Серед елементів інтенсифікації вирощування багаторічних бобових трав, зокрема і люцерни посівної, найбільш дієвим фактором впливу на величину і якість рослинницької продукції є удобрення.

Звідси для вирішення проблеми системи удобрення багаторічних бобових трав враховують біологічні особливості культури, циклічний її

характер росту і розвитку упродовж періоду вегетації, тривалість використання травостою за безпокровного чи підпокровного способу сівби (Гетман та ін., 2017а). Наприклад, вченими доведено, що за безпокровного способу сівби, фосфорно-калійні добрива доцільно вносити один раз під зяблеву оранку у дозі $P_{120-180}K_{180-240}$, враховуючи потребу за трирічного використання травостою та вмісту поживних речовин в ґрунті. Автори рекомендують, що один з укосів люцерни посівної, потрібно проводити з настанням фази цвітіння, щоб до припинення вегетації рослини накопичили достатню кількість поживних речовин необхідних для успішної їх перезимівлі (Петриченко та ін., 2010).

Висока кормова цінність люцерни посівної поєднується і з її високою продуктивністю. Культура швидко відростає (3-4 рази упродовж вегетаційного періоду) та дає впродовж літа ніжний високобілковий зелений корм. Так, за два роки використання травостою незалежно від географічного походження сорти люцерни Унітро (Інститут зрошуваного землеробства НААН), Росана (Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН) та Банат ВС (Інститут рільництва та овочівництва, Сербія) забезпечили вихід сухої речовини на рівні 33,29-34,98 і 5,83-5,97 т/га сирого протеїну за наступного режиму використання

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

травостою – перший укіс у фазі цвітіння, другий на початку цвітіння та третій в бутонізації. Такі показники травостої формували за використання окремих елементів технології вирощування, а саме вапнування ґрунту, внесення «в запас» фосфорно-калійних мінеральних добрив ($P_{180}K_{180}$) та інокуляції насіння препаратом ризобіофіт. Найбільший вихід сирого протеїну 6,08-6,53 т/га сорти Росана, Унітро, Насолода та Банат ВС забезпечили за використання всіх укосів на початку цвітіння люцерни (Гетман, 2020; Гетман та ін., 2023).

Доведено, що постійне скошування травостою люцерни у ранні фази призводить до їх виснаження, інтенсивного випадання рослин та різкого зниження виходу поживних речовин (Русько та ін., 2002). За даними Г. П. Квітка триукісне використання травостою культури на початку фази цвітіння, забезпечує найвищі показники біоенергетичної ефективності вирощування на кормові цілі (Квітко та ін., 2010) та сприяє ефективному використанню світлового режиму вегетаційного періоду, як головного фактору підвищення продуктивності. Автор пропонує за максимального використання вегетаційного періоду з тривалістю дня 16 год перший укіс краще збирати в кінці третьої декади травня (Квітко, 2002).

Пошук шляхів збільшення кількості продукції рослинного

походження є надзвичайно актуальним. Вже більше 20 років у виробництві широко використовуються так звані росторегулюючі речовини, які впливають на найважливіші процеси у рослинному організмі, підвищують його стійкість до несприятливих умов довкілля, забезпечують збільшення врожайності та покращання якості сільськогосподарських культур та екологічно безпечні. Так, комплексне застосування обробки насіння люцерни посівної та проведення позакореневого підживлення травостоїв у фазі стеблуння та бутонізації стимуляторами росту Сапрогум, або Люцис та додаткове підживлення посіву у фазі бутонізації мікродобривом Вуксал, або Урожай бобові забезпечують підвищення врожайності зеленої маси на 16,6-18,2 % порівняно з контролем (Телекало та ін., 2020).

Оптимізація умов мінерального живлення, передпосівна обробка насіння ризобіофітом у поєднанні з емістимом С забезпечили у фазі бутонізації люцерни сорту Синюха вихід кормових одиниць 24,91-25,97 та 4,79-5,06 т/га перетравного протеїну. Вміст перетравного протеїну в одній кормовій одиниці становив 192-195 г за безпокровного способу сівки з внесенням гербіциду (Гетман та ін., 2014).

Дослідженнями встановлена висока адаптивність люцерни південного екотипу сорту Анжеліка,

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

яка формувала стабільний врожай листостеблової маси за оптимальної норми висіву (8,0 млн/га) та ширини міжряддя 12,5 см. У середньому за два роки використання травостою сорти люцерни Росана та Анжеліка забезпечили урожайність листостеблової маси 62,96-64,02 т/га, що на 6,3-7,1 % вище, ніж за міжряддя 25,0 см (Гетман та ін., 2020; Kvitko et al., 2021).

Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі опрацьованих літературних джерел було відзначено, що люцерна посівна є найбільш перспективною багаторічною бобовою культурою. Універсальність даної культури полягає в тому, що вона не тільки відіграє важливу роль у відновленні родючості ґрунтів та його структури. Вона є рослинною сировиною для отримання високобілкових кормів з вмістом перетравного протеїну в кормовій одиниці більше 192-195 г та в люцерно-злакових сумішах 154-165 г.

Список використаних джерел

1. Бугайов В.Д., Максимов А.М., Мамалига В.С. Ефективність створення високопродуктивних сортів люцерни, толерантних до кислотності ґрунтів. Фактори експериментальної еволюції організмів: *Збірник наукових праць*. 2012. С. 393-397.
2. Гетман Н. Я., Циганський В.І. Продуктивність люцерни посівної залежно від вапнування ґрунту та обробки насіння в умовах Лісостепу правобережного. *Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 3 (27). С. 137-141.
3. Гетман Н.Я., Векленко Ю.А., Ткачук Р.О. Формування екологічно стійких

Незалежно від ґрунтово-кліматичної зони походження вона спроможна забезпечити високі та сталі показники продуктивності в умовах Лісостепу правобережного на рівні 33,29-34,98 сухої речовини і 5,83-5,97 т/га сирого протеїну за скошування першого укосу у фазі цвітіння, другого на початку цвітіння та третього у фазі бутонізації.

За внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив «в запас», передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом ризобіфіт у поєднанні з ємістимом С, вапнування ґрунту, а також використання позакореневого підживлення мікродобривом по вегетації рослин забезпечують підвищення кормової продуктивності травостою люцерни посівної.

Планується вивчити накопичення поживних речовин в ґрунті за роками вегетації люцерни посівної та трансформацію азоту в рослинах та кореневій системі.

агрофітоценозів люцерни посівної залежно від умов вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 70-75.

4. Гетман Н.Я., Циганський В.І., Демидась Г.І., Квітко М.Г. Шляхи підвищення продуктивності люцерни посівної в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2017а. Вип. 83. С. 46-51.

5. Гетман Н.Я., Ткачук Р.О., Циганський В.І., Квітко М.Г. Формування травостою люцерни посівної в перший рік сівби в умовах Лісостепу правобережного. *Кормовиробництво, сучасний стан та перспективи розвитку*. *Сільське*

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

господарство ВНАУ. 2017b. № 7 (1). С. 77-84.

6. Гетман Н.Я. Сортові ресурси люцерни посівної в інтенсифікації польового кормовиробництва. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19 (4). С.51-64.

7. Гетман Н.Я., Квітко М.Г. Продуктивність люцерни посівної залежно від сортових особливостей та гідротермічних умов Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17 (2). С. 143-155.

8. Гетман Н.Я., Квітко М.Г., Циганський В.І. Люцерна посівна : монографія. ТВОРИ. 2021. 428 с.

9. Гетман Н.Я., Бурко Л.М., Свистунова І.В. Продуктивність люцерни посівної за органічного виробництва рослинної сировини в умовах зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 2 (102). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2%28102%29.2023.006/15023#DOI>: [https://doi.org/10.31548/dopovidi2\(102\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi2(102).2023.006)

10. Демидась Г.І., Івановська Р.Т., Коваленко В.П., Малинка Л.В. Показники органогенезу і продуктивність люцерни посівної залежно від строку сівби та покривної культури. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 183-188.

11. Демидась Г.І., Квітко Г.П., Ткачук О.П., Ковленко В.П., Гетман Н.Я., Демцюра Ю.В. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / за ред. Г.І. Демидася, Г.П. Квітка : посібник. ТОВ «Нілан-ЛТД». 2013. 322 с.

12. Квітко Г.П., Поліщук І.С., Протопіш І.Г., Мазур В.А., Корнійчук О.В., Гетман Н.Я., Демидась Г.І. Багаторічні трави, як природний фактор стабільного розвитку агропромислового виробництва України. *Збірник наукових праць ННЦ. Інститут землеробства НААН*. 2014. Вип. 7. С. 186-196.

13. Квітко Г.П. Продуктивність і збір поживних речовин люцерни посівної за укусами залежно від тривалості дня. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 8-10.

14. Квітко Г.П., Брунь І.М., Мазур В.А., Давимока О.В., Ломачевський С.М., Ткачук О.П., Саміляк М.В. Адаптивні енергоощадні технології вирощування багаторічних бобових трав на корм в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 78-82.

15. Kvitko M., Hetman N., Butenko A., Demydas H., Moisiienko V., Stotska S., Burko L., Onychko V. Factors of increasing alfalfa yield capacity under conditions of the forest-steppe. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32 (1). P. 59-66. DOI:10.15159/jas.21.10. (**Scopus**).

16. Молдаван Ж. А. Особливості формування пасовищних травостоїв на орних землях західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 71-78.

17. Молдаван Ж. А. Вплив складу травосумішки на якість корму пасовищних травостоїв різних строків дозрівання. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С.161-166.

18. Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / [за ред. В.Ф.Петриченка, М.К.Царенка]. Вінниця : [б.в.], 2008. 238 с.

19. Русько М.П., Аттінна Н.Ф., Маценко Т.Н. Продуктивність і хімічний склад люцерни залежно від режимів використання. *Вісник аграрної науки*. 2002. №11. С.25-27

20. Петриченко В.Ф., Квітко Г.П. Люцерна з новими якостями для культурних пасовищ. К.: Аграрна наука, 2010. 96 с.

21. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я., Циганський В.І. Люцерна посівна як стабілізуючий чинник інтенсифікації кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 19-26.

22. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я., Векленко Ю.А. Обґрунтування продуктивності люцерни посівної за тривалого використання травостою в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. С. 20-26.

23. Сенік І.І. Формування кормової продуктивності люцерново-злакової травосумішки залежно від технологічних прийомів вирощування. *Вісник ЛНАУ. Агрономія*. Львів, 2015. №19. 128-133.

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

24. Телекало Н.В., Мельник М.В. Кормова продуктивність люцерни посівної залежно від агроекологічних прийомів вирощування. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020>.

25. Циганський В. І. Удосконалення технологічних прийомів вирощування люцерни посівної на кормові цілі в умовах Лісостепу правобережного. *Автореф. дис. канд. с.-г. наук*: 06.01.12 /Вінниц.нац. аграр. ун-т. Ін-т кормів НААН України. Вінниця, 2015. 20с

References

1. Buhaiov, V. D., Maksimov, A. M., & Mamalyha, V. S. (2012). Efektyvnist stvorennia vysokoproduktyvnykh sortiv liutserny, tolerantnykh do kyslotnosti gruntiv. Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv: Zbirnyk naukovykh prats, (393-397).
2. Hetman, N. Ya., & Tsyhanskyi, V. I. (2014). Produktyvnist liutserny posivnoi zalezno vid vapnuvannia gruntu ta obrobky nasinnia v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. *Ahronomiia i biolohiia*, (3), 137-141.
3. Hetman, N. Ia., Veklenko, Yu. A., & Tkachuk, R. O. (2017). Formuvannia ekolohichno stiikykh ahrofitotsenoziv liutserny posivnoi zalezno vid umov vyroshchuvannia. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, (84), 70-75.
4. Hetman, N. Ia., Tsyhanskyi, V. I., Demydas, H. I., & Kvitko, M. H. (2017). Shliakhy pidvyshchennia produktyvnosti liutserny posivnoi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, (83), 46-51.
5. Hetman, N. Ia., Tkachuk, R. O., Tsyhanskyi, V. I., & Kvitko, M. H. (2017). Formuvannia travostoiu liutserny posivnoi v pershyi rik sivby v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. *Kormovyrobnytstvo*, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. *Sil'ske hospodarstvo VNAU*, (7)(1), 77-84.
6. Hetman, N. Ia. (2020). Sortovi resursy liutserny posivnoi v intensyfikatsii polovoho kormovyrobnytstva. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, (19)(4), 51-64.
7. Hetman, N. Ia., & Kvitko, M. H. (2020). Produktyvnist liutserny posivnoi zalezno vid sortovykh osoblyvostei ta hidrotermichnykh umov Lisostepu

pravoberezhnoho. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, (17)(2), 143-155.

8. Hetman, N. Ia., Kvitko, M. H., & Tsyhanskyi, V. I. (2021). Liutserna posivna: monohrafiia. TVORY.

9. Hetman, N. Ia., Burko, L. M., & Svystunova, I. V. (2023). Produktyvnist liutserny posivnoi za orhanichnoho vyrobnytstva roslynnoi syrovyny v umovakh zminy klimatu. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, (2)(102). Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2%28102%29.2023.006>

10. Demydas, H. I., Ivanovska, R. T., Kovalenko, V. P., & Malynka, L. V. (2010). Pokaznyky orhanohenezu i produktyvnist liutserny posivnoi zalezno vid stroku sivby ta pokryvnoi kultury. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, (66), 183-188.

11. Demydas, H. I., Kvitko, H. P., Tkachuk, O. P., Kovlenko, V. P., Hetman, N. Ia., & Demtsiura, Yu. V. (2013). Bahatorichni bobovi travy yak osnova pryrodnoi intensyfikatsii kormovyrobnytstva. *TOV «Nilan-LTD»*.

12. Kvitko, H. P., Polishchuk, I. S., Protopish, I. H., Mazur, V. A., Kornichuk, O. V., Hetman, N. Ia., & Demydas, H. I. (2014). Bahatorichni travy, yak pryrodnyi faktor stabilnoho rozvytku ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs. Instytut zemlerobstva NAAN*, (7), 186-196.

13. Kvitko, H. P. (2002). Produktyvnist i zbir pozhyvnykh rehovyn liutserny posivnoi za ukosamy zalezno vid tryvalosti dnia. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, (48), 8-10.

14. Kvitko, H. P., Brun, I. M., Mazur, V. A., Davymoka, O. V., Lomachevskyi, S. M., Tkachuk, O. P., & Samiliak, M. V. (2010). Adaptivni enerhooshchadni tekhnolohii vyroshchuvannia bahatorichnykh bobovykh trav na korm v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, (66), 78-82.

15. Kvitko, M., Hetman, N., Butenko, A., Demydas, H., Moisiienko, V., Stotska, S., Burko, L., & Onychko, V. (2021). Factors of increasing alfalfa yield capacity under conditions of the forest-steppe. *Agraarteadus*,

32(1), 59-66.
<https://doi.org/10.15159/jas.21.10>

16. Moldavan, Zh. A. (2006). Osoblyvosti formuvannia pasovyshchnykh travostoiv na ornykh zemliakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. Kormy i kormovyrobnytstvo, (58), 71-78.

17. Moldavan, Zh. A. (2013). Vplyv skladu travosumishky na yakist kormu pasovyshchnykh travostoiv riznykh strokiv dozrivannia. Kormy i kormovyrobnytstvo, (75), 161-166.

18. Petrychenko, V. F., & Tsarenko, M. K. (Eds.). (2008). Naukovi osnovy intensyfikatsii polovoho kormovyrobnytstva v Ukraini. [Vinnytsia: b.v.].

19. Rusko, M. P., Attina, N. F., & Matsenko, T. N. (2002). Produktivnist i khimichni sklad liutserny zalezno vid rezhymiv vykorystannia. Visnyk ahrarnoi nauky, (11), 25-27.

20. Petrychenko, V. F., & Kvitko, H. P. (2010). Liutserna z novymy yakostiamy dlia kulturnykh pasovyshch. Ahrarna nauka.

21. Petrychenko, V. F., Hetman, N. Ia., & Tsyhanskyi, V. I. (2018). Liutserna posivna

yak stabilizuiuchy chynnyk intensyfikatsii kormovyrobnytstva. Visnyk ahrarnoi nauky, (10), 19-26.

22. Petrychenko, V. F., Hetman, N. Ia., & Veklenko, Yu. A. (2020). Obgruntuvannia produktyvnosti liutserny posivnoi za tryvaloho vykorystannia travostoiv v umovakh zminy klimatu. Visnyk ahrarnoi nauky, (3), 20-26.

23. Senyk, I. I. (2015). Formuvannia kormovoi produktyvnosti liutsernovo-zlakovoi travosumishky zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. Visnyk LNAU. Ahronomiia, (19), 128-133.

24. Telekalo, N. V., & Melnyk, M. V. (2020). Kormova produktyvnist liutserny posivnoi zalezno vid ahroekolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020>.

25. Tsyhanskyi, V. I. (2015). Udoskonalennia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia liutserny posivnoi na kormovi tsili v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. Vinnytsia: Vinnyts.nats. ahrar. un-t. In-t kormiv NAAN Ukrainy.

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE PRODUCTIVITY OF SOWING ALFALFA DEPENDING ON SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

N. Y. Hetman, B. M. Danyliuk

Abstract. The article presents a review of literature sources on the influence of sowing dates, mineral phosphorus-potassium nutrition, soil liming, pre-sowing seed treatment with bacterial preparations and modes of use of seed alfalfa on productivity when grown for fodder purposes.

Among the elements of intensification of seed alfalfa cultivation, fertilizers are the most effective factor influencing the amount and quality of crop production. When using them, the biological characteristics of the crop, its cyclic nature of growth and development during the growing season, the duration of the grass stand use and the sowing method are taken into account.

It has been established that in the year of sowing, seed alfalfa plants show a photoperiodic response to unfavorable climatic conditions of the growing season. Changes in the photoperiod of plants were a signal for the passage of microstages of growth and development, which was adjusted by the length of the day and the timing of sowing, regardless of temperature and moisture supply.

Regardless of the geographical origin of the crop, for two years of using the grass stand and observing technological measures of cultivation (lime, phosphorus-

Гетман Н. Я., Данилюк Б. М.

potassium mineral fertilizers, seed inoculation), alfalfa provided the highest yield of crude protein of 5.83-5.97 t/ha for mowing the first mowing in the flowering phase, the second at the beginning of flowering and the third in the budding phase. Mowing of three mowing slopes of sowing alfalfa at the beginning of the flowering phase contributes to the effective use of the light regime of the growing season as the main factor in increasing productivity.

In order to increase crop yields and dry matter quality, innovative cultivation technologies use growth-regulating preparations of various origins, microfertilizers and biological preparations for seed treatment for foliar feeding. The complex application of these preparations provides an increase in the yield of leaf mass by 16.6-18.2 %.

Keywords: *sowing alfalfa, variety, mineral fertilizers, liming, leaf mass, crude protein, dry matter*

**АДАПТИВНІСТЬ ВІВСА ЗА ЗМІННИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ****С. М. КАЛЕНСЬКА**, доктор сільськогосподарських наук, професор,<https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>E-mail: svitlana.kalenska@gmail.com**Р. В. ФЕДІВ**<https://orcid.org/0009-0006-8946-358X>**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.004)

Анотація. Глобальні зміни клімату обумовлюють пришвидшення змін екологічних чинників – зростання та різкі перепади температур, нерівномірність опадів, посухи, що суттєво впливає на урожайність культур. Продовольчі системи потребують розширення біорізноманіття видів, які є поліфункціональними у використанні та достатньо толерантними до умов вирощування. Однією з таких культур є овес посівний – надзвичайно цінний в харчуванні людини та в забезпеченні кормової бази. Метою дослідження є встановлення адаптивності сортів вівса посівного за змінних умов живлення, теплового режиму та забезпечення вологою в роки проведення дослідження. Польові дослідження з сортами вівса посівного проводили впродовж 2021 – 2023 років у стаціонарному досліді кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України у відокремленому підрозділі «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Фастівський р – н, Київська обл.) на чорноземах типових мало гумусних. Сорти вівса різняться між собою щодо адаптивності, обумовленої генетичними особливостями, екологічними й технологічними чинниками вирощування. Адаптивність сортів ідентифікується через їх пластичність та стабільність. Проведено аналізування екологічних чинників – накопичення теплових одиниць, сум активних і ефективних температур, ГТК для біологічно активних мінімумів на рівні +5 °C та +10 °C. Доведено, що обґрунтованим для характеристики екологічних чинників за вирощування вівса є використання для розрахунку показників для біологічного мінімуму +5 °C. Пластичність сортів зростала за підвищення норм макроелементів, особливо в комбінації з зростаючими нормами сірки. Високо пластичними та стабільними є сорти Айворі, Зубр, Легінь Носівський – коефіцієнт пластичності дорівнює або перевищує 1 за всіх систем удобрення. Сорт Айворі є високо пластичним та стабільним і позитивно реагує на покращення умов живлення: коефіцієнт пластичності – 1,00 – 1,32, коефіцієнт стабільності 0,00 – 0,037. Низькопластичним та нестабільним є сорт Нептун за внесення майже всіх норм добрив, окрім комбінацій з сіркою. Для сорту Світанок встановлено позитивну реакцію на внесення підвищених норм внесення макроелементів в комбінації з сіркою – коефіцієнт пластичності зростав від 0,65, коефіцієнт стабільності від 0,015 в контрольному варіанті до

1,70 та 0,018, відповідно, за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45} + N_{30}$. Подібна реакція була й у сорту *Закат* – коефіцієнт зростав від 0,86 в контрольному варіанті до 1,44 за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45} + N_{30}$.

Ключові слова: сорт, овес посівний, стабільність, пластичність, теплові одиниці, активні та ефективні температури, гідротермічний коефіцієнт.

Актуальність. Забезпечення населення продуктами харчування – є глобальною планетарною проблемою, яка в свою чергу обумовлює те, що продовольча система стає основною рушійною силою зміни клімату, виснаження природних ресурсів, забруднення водних і наземних екосистем через надмірне надходження азоту та фосфору (Springmann et al., 2018; Kalenska, 2022). Глобальні зміни клімату та погоди обумовлюють пришвидшення змін екологічних чинників, які суттєво впливають на формування урожайності сільськогосподарських культур – зростання та різкі перепади температур, нерівномірність опадів, посухи (Springmann et al., 2018; Sadras et al., 2017). Основою стабільного виробництва продукції рослинництва є формування стійких до біотичних та абіотичних чинників агроценозів з високою адаптаційною здатністю рослин (Li et al., 2020; Mut et al., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продовольчі системи потребують розширення біорізноманіття видів, які є поліфункціональними у використанні та достатньо

толерантними до умов вирощування (Kalenska et al., 2019).

Однією з таких культур є овес посівний, який є надзвичайно важливим в житті людини і цінується не лише як культура, яка забезпечує кормову базу, але й як надзвичайно цінна для харчування людини (Yang et al., 2023). Овес традиційно вважається культурою північної та центральної Європи, Північної Америки. В цих регіонах найбільш сприятливі погодні умови для росту та розвитку вівса, які забезпечують реалізацію потенціалу сортів на високому рівні. Щороку в світі виробляється близько 23,1 млн тонн зерна вівса: Канада виробляє 4,24 млн. тон; Польща – 1,21 млн. тон; США – 771,4 тис. тон, Україна – біля 422 тис. тон – 14 місце в світі. Урожайність вівса в світі коливається в значному діапазоні: Ірландія–8,10 т/га; Нідерланди–5,85; Швейцарія – 5,63; Нова Зеландія–5,51; Бельгія–5,23; Люксембург та Чілі–5,16; Данія–5,02; Англія–4,97; Швеція–4,66; Франція–4,60. Середня урожайність в Україні складає 2,32 т/га. Водночас в деяких країнах Африки та Азії урожайність є низькою – 0,28–0,93 т/га, що пов'язано з нестачею вологи та

Каленська С. М., Федів Р. В.

високими температурами повітря і ґрунту в період активної вегетації рослин (World oat Production).

Адаптивний потенціал сорту відіграє важливе значення в реалізації генетичного потенціалу (Sanchez et al., 2014; Kalenska et al., 2019; Finlay, Wilkinson, 1963). Селекційні та технологічні досягнення можуть бути реалізовані у виробництві лише за високої адаптивної здатності сорту в умовах виробництва (Buerstmayr et al., 2007; May, 2015). Сорти з високим потенціалом врожайності та стійкістю до біотичних та абіотичних стресів є основою сталого виробництва вівса (Hausherr Lüder, 2018; Sadras, 2017).

Управління продуктивністю сортів вівса через удобрення, є надзвичайно актуальним з огляду на можливу багатогранність впливу препаратів на стійкість рослин до абіотичних чинників, урожайність, якість зерна (Duda et al., 2021; Brown, Zhao, Dobermann, 2021; May, 2015). Оптимальне живлення рослин вівса сприяє реалізації біологічного потенціалу сортів на більш високому рівні (Haider Rezaq Leiby Mhmood T. et al., 2021; Duda et al., 2021).

Метою дослідження є встановлення адаптивності сортів вівса посівного за змінних умов живлення, теплового режиму та

$$Y_{\max} = 3,33 \times (T_{\max} - 10) - 0,084 \times (T_{\max} - 10,0)^2 \quad (\text{формула 1})$$

якщо: $T_{\max} < 10$, то $Y_{\max} = 0,0$

забезпечення вологою в роки проведення дослідження.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження з сортами вівса посівного проводили впродовж 2021 – 2023 років у стаціонарному досліді кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України у відокремленому підрозділі «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Фастівський р – н, Київська обл.). Для досягнення поставленої мети був закладений польовий багатофакторний дослід, схема якого наведена в таблиці 5. Площа облікової ділянки 25 м² за чотириразового повторення. Дослідження проводили відповідно методик прийнятих в агрономії (Rozhkov, 2016^a; Rozhkov, 2016^b).

Для аналізування теплового режиму розраховували накопичення теплових одиниць (CHU), суми активних і ефективних температур, розраховували для двох біологічно активних температур: +5°C та +10°C.

Суму накопичення теплових одиниць розраховували відповідно методики, запропонованої Bootsma A., Brown, D. M. (Bootsma, Brown, 1995) покроково: 1) кількість теплових одиниць за день ($Y_{\max}$):

2) кількість теплових одиниць, які накопичуються вночі:

$$Y_{\min} = 1,8 \times (T_{\min} - 4,44)$$

за умови, що $T_{\min} < 4,44$, то $Y_{\min} = 0,0$

$$CHU = (Y_{\max} + Y_{\min}) / 2,0$$

Суми накопичення теплових одиниць розраховували за період від сівби до повної стиглості культури.

Для оцінки гідротермічних умов у роки проведення досліджень

$$ГТК = \frac{\sum_{t>10} 10}{\sum_{t>10} (5)}$$

де $\sum R$ – сума опадів за період з температурою понад 5°C і 10°C ; $\sum T$ – сума температур понад 5°C і 10°C за відповідний період. Проводили визначення ГТК з врахуванням біологічно активних температур $>5^{\circ}\text{C}$ і $>10^{\circ}\text{C}$.

Якщо ГТК: $< 0,4$ – дуже сильна посуха; $0,4$ до $0,5$ – сильна посуха; $0,6$ – $0,7$ – середня посуха; $0,8$ – $0,9$ – слабка посуха; $1,0$ – $1,5$ – достатньо волого; $> 1,5$ – надмірно волого.

Показники екологічної пластичності та стабільності були розраховані за методикою Еберхарта–Рассела (Eberhart, Russel, 1966; Eberhart, Russel, 1969).

Для систематизації отриманих результатів використовували рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності Si^2 : 1) $b_i < 1$, $Si^2 > 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільний; 2) $b_i < 1$, $Si^2 = 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, стабільний; 3) $b_i = 1$, $Si^2 = 0$ – добре відгукується на поліпшення

(формула 2)

3) накопичення теплових одиниць за добу:

(формула 3)

використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який розраховували за методикою Г. Т. Селянинова за формулою

(формула 4)

умов, стабільний; 4) $b_i = 1$, $Si^2 > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) $b_i > 1$, $Si^2 = 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов, стабільний; 6) $b_i > 1$, $Si^2 > 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов. При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних.

Результати дослідження та їх обговорення. Тепловий режим впродовж вегетації рослин відіграє важливу роль в рості та розвитку рослин в цілому та в процесі формування генеративних органів зокрема. Найбільш поширеними критеріями в Україні, що використовуються для характеристики регіону щодо забезпечення теплом та придатності його для вирощування певних груп культур, є сума позитивних температур, сума активних температур, сума ефективних температур, середньодобові

температури, мінімальні та максимальні температури, тощо. У той же час, в країнах Північної Америки широко використовується такий показник, як накопичення теплових одиниць, який розраховується не за середньодобовими температурами, а за добовими максимальними та мінімальними температурами з врахуванням коефіцієнтів біологічно активних температур (Bootsma, Gameda, McKenney, 2001). Надзвичайно важливим є забезпечення теплом впродовж періодів формування структурних компонентів та генеративних органів рослин. Кількісне забезпечення теплом обумовлює тривалість макростадій розвитку рослин і формування синхронно розвинутих генеративних органів, які є основними структурними компонентами урожайності (Kalenska et al., 2020).

Кількісний показник накопичення теплових одиниць для регіону традиційно враховується за вирощування теплолюбних культур. В той же час, за вирощування ранніх ярих зернових культур, зокрема вівса посівного, показник накопичених теплових одиниць впродовж макростадій розвитку, вегетаційного періоду дозволяє обґрунтувати особливості формування продуктивності вівса. Аналізування накопичення теплових одиниць свідчить, що відмінність у сумарному накопиченні за весь вегетаційний період була незначною – абсолютні показники за період березень – липень склали: 2242,8 в 2021 р., 2209,8 – в 2022 р., 2236,6 – в 2023 р.; за період квітень – липень склали: 2216,3; 2139,4; 2166,8 відповідно (табл.1). Однак подекадна різниця була суттєвою і обумовлювала різницю у тривалості макростадій і відповідно кількість сформованих генеративних органів.

1. Суми теплових одиниць (CHU)

Місяць	Декада	Рік						Середнє 2021– 2023
		2021		2022		2023		
		CHU	+/–	CHU	+/–	CHU	+/–	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Березень	3	26,5	– 29,1	70,4	14,8	69,8	14,2	55,6
	Σ	26,5	– 29,1	70,4	14,8	69,8	14,2	55,6
Квітень	1	32,5	– 5,2	44,3	6,6	36,3	– 1,4	37,7
	2	45,5	2,4	31,1	– 12,0	52,6	9,5	43,1
	3	56,0	– 22,7	93,6	14,9	86,6	7,9	78,7
	Σ	134,0	– 25,5	169,0	9,5	175,5	16,0	159,5
Травень	1	114,0	1,7	129,8	17,5	93,2	– 19,1	112,3
	2	164,3	– 6,7	155,6	– 15,4	193,2	22,2	171,0
	3	194,8	– 12,6	197,8	– 9,6	229,7	22,3	207,4
	Σ	473,1	– 17,7	483,2	– 7,6	516,1	25,3	490,8
Червень	1	199,3	– 17,7	240,8	23,8	210,8	– 6,2	217,0

Продовження табл. 1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	256,5	14,8	241,6	- 0,1	227,1	- 14,6	241,7
	3	284,7	19,3	257,9	- 7,5	253,5	- 11,9	265,4
	Σ	740,6	16,6	740,2	16,2	691,3	- 32,7	724,0
Липень	1	282,3	15,8	257,5	- 9,0	259,6	- 6,9	266,5
	2	292,6	39,8	211,3	- 41,5	254,4	1,6	252,8
	3	293,7	13,1	278,2	- 2,4	269,9	- 10,7	280,6
	Σ	868,6	68,8	747,0	- 52,8	783,9	- 15,9	799,8

Сума активних температур для різних біологічно активних температур різнилися суттєво лише в березні, квітні і першій декаді травня, а в травні, червні та липні вони були

на одному рівні (табл. 2). Таким чином для ідентифікації інтенсивності розвитку рослин вівса показник сум активних температур не є об'єктивним показником.

2. Сума активних температур¹, °C

	Декада	Рік						Середнє 2021– 2023pp.	
		2021		2022		2023			
		Біологічно активна температура							
		5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C
Березень	3	36,8	0,00	78,8	11,4	82,7	0,00	66,1	3,8
	Σ	36,8	0,00	78,8	11,4	82,7	0,00	66,1	3,8
Квітень	1	55,3	0,00	62,1	11,5	67,7	0,00	61,7	3,83
	2	83,0	0,00	64,0	64,0	88,3	0,00	78,4	21,3
	3	79,0	15,1	106,9	106,9	102,3	61,1	96,1	61,0
	Σ	217,3	15,1	233,0	182,3	258,3	61,1	236,2	86,2
Травень	1	117,4	92,9	127,6	127,6	110,0	64,5	118,3	95
	2	142,5	142,5	143,4	143,4	167,3	167,3	151,1	151,1
	3	166,5	166,5	167,4	167,4	198,6	198,6	177,5	177,5
	Σ	426,4	401,9	438,5	438,5	475,9	430,4	446,9	423,6
Червень	1	164,2	164,2	200,4	200,4	180,8	180,8	181,8	181,8
	2	202,6	202,6	203,3	203,3	191,0	191,0	199,0	199,0
	3	237,5	237,5	213,7	213,7	200,2	200,2	217,1	217,1
	Σ	604,3	604,3	617,5	617,5	572,0	572,0	597,9	597,9
Липень	1	227,9	227,9	215,1	215,1	211,7	211,7	218,2	218,2
	2	244,0	244,0	173,0	173,0	209,3	209,3	208,8	208,8
	3	241,6	241,6	232,7	232,7	215,7	215,7	230	230,0
	Σ	713,5	713,5	620,9	620,9	636,7	636,7	657,0	657,0

Примітка. ¹розраховано для біологічно активних температур 5°C і 10°C

Суму ефективних температур розраховували за двома біологічно активними температурами – 5°C і 10°C, з врахуванням того, що овес відноситься до холодостійких

культур і активно росте і розвивається за температур, які близькі або перевищують +5°C. Проведенні розрахунки показують, що суми ефективних температур розраховані

Каленська С. М., Федів Р. В.

для двох біологічних мінімумів суттєво різняться між собою (табл.3). Початок врахування ефективних температур за роками значно різнився, про що свідчать декадні дані – для + 5° в усі роки розраховували з третьої декади березня, а для + 10° в 2021 та 2023 роках – з третьої декади квітня, в 2022 році – розрахунок починали з першої декади квітня, але ці дані за першу та другу декади були мінімальними, а

основні показники також починали враховувати з третьої декади квітня. Суми ефективних температур в травні були ще незначними і в середньому за три роки склали 122,5 і 67,5 °С відповідно розраховані для біологічно активних мінімумів +5°С і + 10°С. Активне накопичення ефективних температур відбувається в червні – 447,9 і 297,9°С; липні – 502 і 347°С, розраховані для біологічно активних мінімумів відповідно +5°С і + 10°С.

3. Суми ефективних температур розраховані для біологічно активних температур 5°С і 10°, °С

Місяць	Декада	Рік						Середнє 2021– 2023pp.	
		2021		2022		2023			
		Біологічно активна температура							
		5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C
Березень	3	11,8	0,00	25,3	0,00	36,4	0,00	24,5	0
	Σ	11,8	0,00	25,3	0,00	36,4	0,00	24,5	0
Квітень	1	12,6	0,00	22,4	1,50	24,6	0,00	19,9	0,5
	2	33,0	0,00	15,2	2,00	38,3	0,00	28,8	0,67
	3	30,0	5,10	56,9	14,3	52,3	11,1	46,4	10,2
	Σ	75,6	5,10	94,5	17,8	115,2	11,1	95,1	11,3
Травень	1	67,4	21,6	77,6	28,3	60,0	14,5	68,33	21,5
	2	92,5	42,5	93,4	45,5	117,3	67,3	101,07	51,8
	3	111,5	56,5	112,4	57,4	143,6	88,6	122,5	67,5
	Σ	271,4	120,7	283,5	131,2	320,9	170,4	291,9	140,8
Червень	1	114,2	64,2	150,4	100,4	130,8	80,8	131,8	81,8
	2	152,6	102,6	153,3	103,3	141,0	91,0	149,0	99,0
	3	187,5	137,5	163,7	113,7	150,2	100,2	167,1	117,1
	Σ	454,3	304,3	467,5	317,5	422,0	272,0	447,9	297,9
Липень	1	177,9	127,9	165,1	115,1	161,7	111,7	168,2	118,2
	2	194,0	144,0	123,0	73,0	159,3	109,3	158,8	108,8
	3	186,6	131,6	177,7	122,7	160,7	105,7	175,0	120,0
	Σ	558,5	403,5	465,9	310,9	481,7	326,7	502,0	347,0

З температурним режимом і технологічною стиглістю ґрунту були пов'язані строки сівби вівса: 2021 р. – 01.04; 2022 – 05.04; 2023р. – 22.03. Суми ефективних температур, які розраховані для біологічно активної

температури вище +5°С в 2023 році були вищими починаючи з третьої декади березня і в квітні в цілому. Суми ефективних температур, розраховані для біологічно активної температури вище +10 °С були

Каленська С. М., Федів Р. В.

суттєво меншими в квітні, але в квітні відбувалося активне проростання насіння, розвиток проростків, що підтверджує високу холодостійкість вівса і необхідність розрахунку ефективних температур з врахуванням біологічно активної температури вище $+5^{\circ}\text{C}$.

Порівняльне аналізування сум температур свідчить, що найбільш об'єктивним показником, який характеризує тепловий режим для рослин, є накопичення суми теплових одиниць, які є найбільшими порівняно з сумами активних і ефективних температур розрахованих

для двох біологічно активних мінімумів (табл.4). Сума накопичення теплових одиниць за період березень – липень в середньому за 2021–2023 роки склала 2229,7; сума активних температур для біологічно активного мінімуму $+5^{\circ}\text{C}$ – 2004,2; сума активних температур для біологічно активного мінімуму $+10^{\circ}\text{C}$ – 1768,5; сума ефективних температур для біологічно активного мінімуму $+5^{\circ}\text{C}$ – 1361,5; сума ефективних температур для біологічно активного мінімуму $+10^{\circ}\text{C}$ – 797,1.

4. Тепловий режим за періоди вегетаційних років

Показник ¹	Період	Рік			Середнє 2021– 2023pp
		2021	2022	2023	
CHU	Σ за III– VI	1374,2	1462,8	1452,7	1429,9
	Σ за III– VII	2242,8	2209,8	2236,6	2229,7
	Σ за IV– VI	1347,7	1392,4	1382,9	1374,3
	Σ за IV– VII	2216,3	2139,4	2166,8	2174,2
$\Sigma \text{TA} > +5^{\circ}\text{C}$	Σ за III– VI	1284,8	1367,8	1388,9	1347,2
	Σ за III– VII	1998,3	1988,7	2025,6	2004,2
	Σ за IV– VI	1248,0	1289,0	1306,2	1281,1
	Σ за IV– VII	1961,5	1909,9	1942,9	1938,1
$\Sigma \text{TA} > +10^{\circ}\text{C}$	Σ за III– VI	1021,3	1249,7	1063,5	1111,5
	Σ за III– VII	1734,8	1870,6	1700,2	1768,5
	Σ за IV– VI	1021,3	1238,3	1063,5	1107,7
	Σ за IV– VII	1734,8	1859,2	1700,2	1764,7
$\Sigma \text{TE} > +5^{\circ}\text{C}$	Σ за III– VI	813,1	870,8	894,5	859,5
	Σ за III– VII	1371,6	1336,7	1376,2	1361,5
	Σ за IV– VI	801,3	845,5	858,1	835,0
	Σ за IV– VII	1359,8	1311,4	1339,8	1337
$\Sigma \text{TE} > +10^{\circ}\text{C}$	Σ за III– VI	430,1	466,5	453,5	450,0
	Σ за III– VII	833,6	777,4	780,2	797,1
	Σ за IV– VI	430,1	466,5	453,5	450,0
	Σ за IV– VII	833,6	777,4	780,2	797,1

Примітка. ¹CHU – теплові одиниці; ΣTA – сума активних температур; ΣTE – сума ефективних температур

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – один з найбільш поширених показників, який характеризує

забезпечення рослин теплом та вологою. За розрахунку коефіцієнта враховуються суми опадів та суми

Каленська С. М., Федів Р. В.

активних температур за певний період розвитку. Традиційно для розрахунку враховуються лише суми активних температур, які перевищують 10°C, однак за вирощування холодостійких культур ми вважаємо за доцільне враховувати суми активних температур вище 5°C. Проведені нами розрахунки гідротермічного коефіцієнта, з врахуванням сум активних температур для двох біологічних мінімумів, дозволили встановити власне різницю щодо гідротермічного коефіцієнта на початкових

мікростадіях розвитку рослин вівса впродовж березня – квітня, що відіграє важливу роль у проростанні насіння, розвитку проростків та рослин. Якщо в останній декаді березня ГТК для 5°C склало в 2021р – 0,22; 2022 р. – 0,16; 2023 р. – 3,29, то для 10°C – 0,00; 1,14; 0,00 відповідно року (табл. 5). Середнє ГТК за три роки для останньої декади березня склало 1,22 і 0,38 відповідно для +5°C і +10°C. У цілому показники за березень також відповідали цим показникам.

5. Гідротермічний коефіцієнт років проведення досліджень

Місяць	Декада	Рік						Середнє 2021– 2023рр.	
		2021		2022		2023			
		Біологічно активна температура							
		5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C	5°C	10°C
Березень	3	0,22	0,00	0,16	1,14	3,29	0,00	1,22	0,38
	Σ	0,22	0,00	0,16	1,14	3,29	0,00	1,22	0,38
Квітень	1	1,61	0,00	3,14	16,96	10,59	0,00	5,11	5,65
	2	0,64	0,00	0,58	0,58	2,75	0,00	1,32	0,19
	3	1,08	5,63	2,43	2,43	1,12	1,88	1,54	3,31
	Σ	1,04	5,63	2,11	2,70	4,16	1,88	2,44	3,40
Травень	1	1,93	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,81
	2	3,35	3,35	0,27	0,27	0,02	0,02	1,21	1,21
	3	3,87	3,87	1,16	1,16	0,07	0,07	1,70	1,70
	Σ	3,16	3,36	0,53	0,53	0,04	0,04	1,24	1,31
Червень	1	1,73	1,73	0,66	0,66	1,48	1,48	1,29	1,29
	2	1,10	1,10	0,37	0,37	0,42	0,42	0,63	0,63
	3	0,42	0,42	0,87	0,87	1,59	1,59	0,96	0,96
	Σ	1,00	1,00	0,64	0,67	1,17	1,17	0,94	0,94
Липень	1	1,28	1,28	0,09	0,09	0,37	0,37	0,58	0,58
	2	3,44	3,44	1,42	1,42	0,69	0,69	1,85	1,85
	3	0,19	0,19	0,06	0,06	1,63	1,63	0,62	0,62
	Σ	1,65	1,65	0,45	0,45	0,90	0,90	1,00	1,00

ГТК для квітня є показовим щодо абсолютних показників з врахуванням сум активних температур для двох біологічних мінімумів. В першій декаді квітня ми

змогли розрахувати ГТК, біологічно активний мінімум +5°C, для двох років – 2021 та 2023 – 1,61 і 10,59, в той час коли для + 10°C ГТК не

Каленська С. М., Федів Р. В.

розраховувався через відсутність сумарних активних температур. Власне ГТК – 10,6 і 2,75, розраховані для першої та другої декад 2023 року, з врахуванням сумарної активної температури вище +5°C, свідчать про надзвичайно сприятливі умови для початкового росту і розвитку рослин та їх кущення, що ми й фіксували в цьому році року, в той час коли ГТК для сум активних температур вище +10°C ще не розраховувались через відсутність необхідних температур. Отримані розрахунки ГТК, свідчать про більш обґрунтоване використання для характеристики умов для росту та розвитку холодостійких культур сумарних активних температур з біологічно активним мінімумом +5°C в період наростання сумарних температур

Адаптивність сортів вівса посівного є генетичною особливістю,

яка може змінюватись залежно від екологічних та технологічних чинників. Ефективність добрив в значній мірі визначалися тепловим режимом вегетаційних років. Нами були розраховані коефіцієнти пластичності сортів залежно від умов року та системи удобрення через які була встановлена адаптивність сортів вівса.

За значення коефіцієнта пластичності вище 1 вважається, що сорт є високо пластичним за конкретних умов вирощування – в умовах проведення дослідження це живлення та погодні умови. Діапазон зміни коефіцієнта пластичності різнився суттєво як в межах сорту, залежно від системи удобрення, так і між сортами, в межах однакової системи удобрення залежно від погодних умов. Загальний діапазон зміни коефіцієнта пластичності склав 0,53 – 1,70 (табл. 6).

6. Коефіцієнт пластичності 1 (bi) сортів вівса посівного залежно від погодних умов та удобрення, в середньому по досліді

Норма добрив ² фактор В	Сорт фактор А						
	Нептун	Легінь Носівський	Світанок	Закат	Зубр	Альбатрос	Айворі
Контроль	0,59	0,76	0,65	0,86	1,00	0,88	1,00
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	0,55	1,38	0,74	0,66	1,37	0,93	1,04
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀	0,70	1,25	0,78	0,73	1,35	0,58	1,08
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + N ₃₀	0,79	1,20	0,59	1,01	1,21	0,72	1,27
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	1,00	1,01	0,69	0,90	1,00	0,79	1,18
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ S _{11,25} + N ₃₀	0,66	1,34	0,53	0,80	1,17	0,98	0,96
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ S _{22,5} + N ₃₀	0,67	1,16	1,39	0,95	1,00	1,19	1,00
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ S _{33,75} + N ₃₀	1,21	1,07	1,62	1,12	0,92	1,03	1,24
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ S ₄₅ + N ₃₀	1,17	1,27	1,70	1,44	0,96	0,88	1,32

Примітки:¹ Коефіцієнт пластичності розрахований для урожайності вівса за 2021,2022,2023 роки за методикою Eberhart,S.A., Russel,W.A.,1966; ² Підживлення N₃₀ проводили у мікростадії розвитку BBCH 31– 32;

Низькопластичним та нестабільним виявився сорт Нептун в контрольному варіанті, та за внесення майже всіх досліджуваних норм внесення добрив, окрім варіантів де вносились сірка. Серед досліджуваних сортів високо пластичними та стабільними сортами виявилися сорти Айворі, Зубр, Легінь Носівський – коефіцієнт пластичності дорівнював або перевищував 1 за всіх систем удобрення. Сорт Айворі в цілому є високо пластичним та стабільним і позитивно реагує на покращення умов живлення, що проявляється як через урожайність, коефіцієнт пластичності – 1,00 – 1,32, коефіцієнт стабільності 0,00 – 0,037 (табл.7).

За вирощування вівса існує практика внесення помірних доз мінеральних добрив, що лімітує як

абсолютний рівень урожайності так і стабільність валового виробництва зерна. Отримані нами дані свідчать, що сорти вівса позитивно реагують на зростаючі норми внесення макроелементів і сірки. Так, коефіцієнт пластичності сорту Нептун зростав з 0,59 до 1,00 за внесення $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$ BBCH 31–32 і до 1,21 за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}S_{33,75} + N_{30}$ BBCH 31–32.

Сорт Світанок суттєво різнився від усіх сортів щодо чітко встановленої реакції на внесення підвищених норм внесення макроелементів в комбінації з сіркою – коефіцієнт пластичності зростав від 0,65, коефіцієнт стабільності від 0,015 в контрольному варіанті до 1,70 та 0,018, відповідно, за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45} + N_{30}$.

7. Коефіцієнт стабільності (σd^2) сортів сортів вівса посівного залежно від погодних умов та удобрення, в середньому по досліді

Норма добрив ² фактор В	Сорт фактор А						
	Нептун	Легінь Носівський	Світанок	Закат	Зубр	Альбатро с	Айворі
Контроль	0,001	0,001	0,015	0,018	0,016	0,006	0,000
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	0,019	0,017	0,000	0,000	0,015	0,007	0,037
$N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$	0,025	0,035	0,001	0,001	0,045	0,000	0,017
$N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}$	0,000	0,050	0,000	0,001	0,060	0,054	0,002
$N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$	0,004	0,012	0,000	0,023	0,001	0,022	0,000
$N_{30}P_{30}K_{30}S_{11,25} + N_{30}$	0,014	0,000	0,195	0,000	0,016	0,024	0,000
$N_{60}P_{60}K_{60}S_{22,5} + N_{30}$	0,008	0,002	0,045	0,000	0,002	0,047	0,002
$N_{90}P_{90}K_{90}S_{33,75} + N_{30}$	0,006	0,003	0,009	0,005	0,010	0,009	0,000
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45} + N_{30}$	0,005	0,000	0,018	0,005	0,009	0,009	0,005

Примітки:¹ Коефіцієнт стабільності розрахований для урожайності вівса за 2021,2022,2023 роки за методикою Eberhart,S.A., Russel,W.A.,1966; ² Підживлення N_{30} проводили у мікростадії розвитку BBCH 31–32;

Подібна реакція була також у сорту Закат – коефіцієнт зростав від 0,86 в контрольному варіанті до 1,44 за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}+N_{30}$. Пластичність сортів зростала за підвищених норм внесення макроелементів і особливо за комбінації з зростаючими нормами сірки.

Висновки і перспективи.

Сорти вівса різняться між собою щодо адаптивності, що обумовлено генетичними особливостями та екологічними й технологічними чинниками вирощування. Адаптивність сортів чітко ідентифікується через їх пластичність та стабільність.

Більш обґрунтованим для характеристики екологічних чинників (тепловий режим та режим забезпечення вологою) вирощування вівса є використання для розрахунку показників теплових одиниць, сум активних і ефективних температур, ГТК біологічно активний мінімум на рівні $+5^{\circ}\text{C}$. Роки різнилися за екологічними параметрами, що суттєво впливало на ріст і розвиток рослин і сприяло визначенню адаптивності сортів.

Reference

1. Bootsma A., Brown, D. M. (1995). Risk analyses of crop heat units available for corn and other warm-season crops in Ontario. *Agric. & Agri-Food Canada*, Research Branch, Centre for Land and Biological Resources Research, Ottawa, Tech. Bull.1995-1E. 83 pp. (CLBRR Contrib. No. 94-01).
2. Bootsma A., Gameda S. McKenney D.W. (2001). Adaptation of agricultural

Пластичність сортів зростає за підвищених норм внесення макроелементів, особливо за комбінації з сіркою. Високопластичними та стабільними є сорти Айворі, Зубр, Легінь Носівський – коефіцієнт пластичності дорівнює або перевищує 1 за всіх систем удобрення. Сорт Айворі є високопластичним та стабільним і позитивно реагує на покращення умов живлення: коефіцієнт пластичності складає 1,00 – 1,32, коефіцієнт стабільності 0,00 – 0,037. Низькопластичним та нестабільним є сорт Нептун за внесення майже всіх норм добрив, окрім комбінацій з сіркою. Для сорту Світанок чітко встановлено реакцію на внесення підвищених норм внесення макроелементів в комбінації з сіркою – коефіцієнт пластичності зростав від 0,65, коефіцієнт стабільності від 0,015 в контрольному варіанті відповідно до 1,70 та 0,018, за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}+N_{30}$. Подібна реакція була також у сорту Закат – коефіцієнт пластичності зростав від 0,86 в контрольному варіанті до 1,44 за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}+N_{30}$.

production to climate change in Atlantic Canada. Final Report for Climate Change Action Fund Project A214. *Agriculture and Agri-Food Canada*, Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Ottawa. 30.

3. Brown, P. H., Zhao, F. J., and Dobermann, A. (2021). What is a plant nutrient? Changing definitions to advance science and innovation in plant nutrition. *X-MOL* [preprint] doi:10.1007/s11104-021-05171-w

4. Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., & Zechner, E. (2007). Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. *Field Crops Research*, 101, 343–351. doi: 10.1016/j.fcr.2006.12.011
5. Duda, M., Tritean, N., Racz, I., Kadar, R., Russu, F., Fitiu, A., & Muntean, E. (2021). Yield Performance of Spring Oats Varieties as a Response to Fertilization and Sowing Distance. *Agronomy*, 11(5), Article 815. doi: 10.3390/agronomy11050815
6. Eberhart, S.A., Russel, W.G. Yield and stability for a 10–line diallel of single cross and double cross maize hybrids. *Crop Sci.* 1969. N 9/3. P. 357–361.
7. Eberhart, S.A., Russel, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6. № 1. 34–40.
8. Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.* 1963. N 14. P. 742–754.
9. Haider Rezaq Leiby Mhmood T. Al –Jayashi Mohammed Radwan Mahmoud (2021). Effect Agricultural Sulfur and Nitrogen on Growth and Yield tressed Oat (*Avena sativa* L.). *Annals of R.S.C.B.*, 25(1), 6073–6079.
10. Hausherr Lüder, R.-M., Qin, R., Richner, W., Stamp, P., & Noulas, C. (2018). Spatial variability of selected soil properties and its impact on the grain yield of oats (*Avena sativa* L.) in small fields. *Journal of Plant Nutrition*, 41, 2446–2469. doi: 10.1080/01904167.2018.1527935
11. Kalenska S., Yeremenko O., Novictska N., Yunyk A., Honchar L., Cherniy V., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Scherbakova O., Rigenko A. (2019). Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian Journal of Ecology*. № 9 (1). 19–24
12. Kalenska, S. (2022). Food security and innovation solutions in crop production. *Plant and Soil Science*, 13(2), 14–26. doi: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26
13. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N., Garbar, L. Stolyarchuk, T., Kalenskyi, V., Shytiy, O. (2020). Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American journal of Plant Science*. V.11.No.8. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.118095>.
14. Li, R., Zhang, Z., Tang, W., Huang, Y., Coulter, J. A., & Nan, Z. (2020). Common vetch cultivars improve yield of oat row intercropping on the Qinghai-Tibetan plateau by optimizing photosynthetic performance. *European Journal of Agronomy*, 117, Article 126088. doi: 10.1016/j.eja.2020.126088
15. May, W., Mohr R.M., Guy P. Lafond G.P., Johnston A.M., Stevenson C.F. (2015). Effect of nitrogen, seeding date and cultivar on oat quality and yield in the eastern Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*. 84(4):1025–1036. <https://doi.org/10.4141/P04-044>
16. Mut, Z., Akay, H., Doğanay, Ö., & Köse, E. (2018). Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(1), 269–281.
17. Rozhkov, A. O. (Ed). (2016). *Research case in agronomy. Book 1: Theoretical aspects of the research case*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
18. Rozhkov, A. O. (Ed). (2016). *Research case in agronomy. Book 2: Statistical processing of the results of agronomic research*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
19. Sadras, V. O., Mahadevan, M., & Zwer, P. K. (2017). Oat phenotypes for drought adaptation and yield potential. *Field Crops Research*, 212, 135–144. doi: 10.1016/j.fcr.2017.07.014
20. Sanchez, M. J. Rubiales, D., Flores, F., Emeran, A.A., Shtaya, Y., M.J., Sillero, J.C., Allagui, M.B., Prats, E.(2014). Adaptation of oat (*Avena sativa*) cultivars to autumn sowings in Mediterranean environments. *Field Crops Research*. Vol.156. 111–122. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.10.018>
21. Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S.J., Herrero, M., Carlson, K.M., Jonell, M., Troell, M., De Clerck F., Gordon, L.J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H.C.J., Tilman, D., Rockström, J., Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within

Каленська С. М., Федів Р. В.

environmental limits, *Nature*, № 562 (7728), 519 – 525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>

22. World Oat Production by country. Retrieved from <https://www.atlasbig.com/en-us/countries-oat-production>

23. Yang, Z., Xie, C., Bao, Y., Liu, F., Wang, H., & Wang, Y. (2023). Oat: Current state and challenges in plant-based food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 56–71. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.02.017>

OAT ADAPTABILITY TO ENVIRONMENTAL VARIABLES AND TECHNOLOGICAL FACTORS

S. M. Kalenska, R. V. Fediv

Abstract. Global climate changes cause the acceleration of environmental factors changes - temperature, unevenness of precipitation, drought, which has a significant effect on the yield. Food systems need expanded species biodiversity that are multifunctional in use and sufficiently tolerant to growing conditions. One of these cultures is oats which extremely valuable in human nutrition and provision fodder base. The purpose of the research is to establish the adaptability of oat varieties sowing under variable conditions of nutrition, thermal regime and moisture supply during the years of research. Field research with oat varieties was conducted during 2021-2023 in the stationary experiment of the Plant Breeding Department of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in a separate subdivision "Agronomic Research Station" (Pshenychne village, Fastivskyi district, Kyiv region) on typical low humus chernozems. Varieties of oats vary in terms of adaptability due to genetic and environmental characteristics and technological factors of cultivation. The analysis of environmental factors was carried out - thermal units accumulation, sums of active and effective temperatures, GTK for biologically active minima at the level +5C and +10C. It is proved that the ecological factors characteristic for growing oats are used for calculation indicators for the biological minimum of +5C. Sums of thermal accumulation units for the period March - July on average for the years 2021 - 2023 was 2229.7; active temperatures for a biologically active minimum of +5C – 2004.2; active temperatures for biologically active minimum +10C–1768.5; effective temperatures for a biologically active minimum of +5C–1361.5; effective temperatures for the biologically active minimum +10C–797.1C. The adaptability of varieties was identified through their plasticity and stability. The plasticity of the varieties increased with an increase of macronutrients in combination with sulfur. Highly plastic and stable varieties are Ivory, Zubr, Legin Nosivskyi - the coefficient of plasticity is equal or exceeds 1 for all fertilizing systems. The Ivory variety is high plastic and stable and responds positively to improvement of nutrition conditions: coefficient of plasticity - 1.00 - 1.32, coefficient of stability - 0.00 - 0.037. The Neptune variety is low-plastic and unstable for almost every rates of fertilizers, except for combinations with sulfur. For the Svitanok variety was established a positive reaction to increasing the rates of macroelements in combination with sulfur - the plasticity coefficient increased from 0.65, the stability coefficient from 0.015 in the control variant to 1.70 and 0.018, respectively, for the introduction $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}+N_{30}$. There was a similar reaction for the Zakat variety - coefficient increased from 0.86 in the control version to 1.44 with applying $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}+N_{30}$.

Каленська С. М., Федів Р. В.

Keywords: *sort; sowing oats; stability; plasticity; thermal units; active and effective temperatures; hydrothermal coefficient*

ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ГРУНТУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

Т. О. ХОМЕНКО, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-4095-3706>

E-mail: volyata@gmail.com

О. Л. ТОНХА, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-0677-5494>

E-mail: Oksana16095@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.005](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.005)

Анотація. Екологічний стан агроєкосистем та здоров'я ґрунту визначається рівнем його біологічної активності. Одним з основних елементів біологізації сучасного землеробства є застосування біодобрих, основу яких складають живі культури і продукти метаболізму мікроорганізмів. Мета досліджень полягала у оцінці біорізноманіття мікробного комплексу та біологічної активності дерново-підзолистого ґрунту за застосування біодеструктору Екостерн в органічній технології вирощування картоплі в умовах Західного Полісся. В роботі використовували лабораторні, математико-статистичні методи, числовий індекс активності та біорізноманітності ґрунтових мікроорганізмів розраховували з використанням технології Biotrex. Було встановлено, що застосування біодеструктора Екостерн сприяло зростанню індексу екофізіологічного біорізноманіття, що позитивно сприятиме процесам керованої деградації органічних решток, гумусотворенню, збільшенню доступності поживних речовин у ґрунті. Рівень показника був в діапазоні від очікуваного до високого біорізноманіття. Біодеструктор Екостерн мав позитивний вплив на чисельність вільноживучих діазотрофів, які здатні фіксувати атмосферний азот на 41-192 %, недотрофів на 72-181 % і мікроорганізмів, які використовують органічні форми азоту на 16-36 %. Показник біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів та загальна кількість бактерій у фазу сходів на 30% знижувалась, що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів за впливу біодеструктора.

Біодеструктор Екостерн є класичним заходом для стимулювання біорізноманіття та пригнічення розвитку патогенів за органічної технології вирощування картоплі на дерново-підзолистих ґрунтах в умовах Західного Полісся. Перспективним напрямом дослідження є подальший розвиток використання біостимуляторів позакоренево для підвищення біологічної активності ґрунту і продуктивності картоплі.

Ключові слова: ґрунт, картопля, біодеструктор, біологічна активність, біорізноманіття, органічна технологія

Актуальність. Інтенсивне агровиробництво (обробіток ґрунту, удобрення, пестициди, регулятори та стимулятори росту рослин, тощо) призводить до зниження продуктивності земельних ресурсів, розвитку деградаційних процесів в ґрунтах, порушення структурно-функціональних зв'язків між окремими об'єктами агроєкосистеми. Під впливом цих процесів структура мікробіоти ґрунту трансформується в часі, на це накладається сезонна динаміка та сукцесійні зміни кількісного та якісного складу, спрямованості та інтенсивності мікробних процесів (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019).

Трендом останніх років за дослідженнями Wang та ін. (2023) є екологізація землеробства, яка передбачає заборону застосування мінеральних добрив та хімічних засобів, раціональне використання природних ресурсів. При цьому відбувається відновлення біологічної активності ґрунту, збільшення вмісту органічної речовини, азоту і фосфору (Wang et al., 2023). Потреба культур в елементах живлення забезпечується завдяки ґрунтовій родючості та використанню мікробіологічних препаратів, стимуляторів росту.

При цьому важливо оцінити біологічну активність ґрунту за органічних технологій вирощування картоплі та підібрати заходи із забезпечення формування максимальної біопродуктивності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ґрунт є основним самовідновлюваним ресурсом, в якому формується біологічне різноманіття живих організмів. За дбайливого і оптимізованого використання якого можна без зайвих витрат збільшити врожайність і поліпшити якість вирощеної продукції (Van der Heijden, Bardgett, van Straalen, 2008).

Важливою складовою ґрунту, яка сприяє формуванню його врожайності та здоров'я є мікроорганізми. Ґрунтова мікробіота відіграє фундаментальну роль у постачанні екосистеми і є відповідальною за виконання багатьох важливих функцій, таких як вивільнення поживних речовин з органічної речовини ґрунту, формування та підтримання структури ґрунту, вплив на хімізм та родючість ґрунту (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019; Wang et al., 2023; Писаренко, Тараненко, Тараненко, 2013). Мікробні угруповання ґрунту є складними системами взаємодіючих організмів, надзвичайно різноманітними і численними за кількістю видів, функціональною складовою та екологічною роллю у навколишньому природному середовищі (Raaijmakers et al., 2009).

За впливу природних та антропогенних чинників ґрунтовий мікробіом постійно знаходиться в динаміці, в наслідок чого

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

відбувається зміна біорізноманіття, його структури, швидкості та вектор біохімічних процесів, які вони здійснюють. Використання земель як сільськогосподарських угідь супроводжується багаторазовими механічними обробками та проходами важкої енергонасиченої техніки, водно-хімічними меліораціями та іншими техногенними навантаженнями, що призводять до фізичної деградації — переуцільнення ґрунту, а це спричиняє порушення у роботі ґрунтових мікроорганізмів (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012).

Для підтримки біологічної активності ґрунту, яка є визначальним показником екологічного стану агроєкосистем активно впроваджуються елементи біологізації, серед яких внесення органічних добрив, застосування сидератів, підбір сівозмін та внесення біопрепаратів на основі мікроорганізмів (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012; Гадзало та ін., 2017; Patyka, Kolodjashnyi, Borko, 2016). Одним з основних елементів біологізації сучасного землеробства є застосування біодобрив, основу яких складають живі культури і продукти метаболізму мікроорганізмів. Вони екологічно безпечні, оскільки створені на основі мікроорганізмів і виділені із природних об'єктів (Гончар & Патика, 2022).

На сьогодні в Україні розроблено широкий спектр біологічних

препаратів на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії, зростає кількість пропонованих біологічних препаратів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту, захист від шкідників та отримання високих врожаїв (Кіроянц, 2019; Патика, 1996; Сметанко, Бурикіна, Кривенко 2018; Erdemci, 2021).

Дослідженнями Гончар та ін. показано позитивний вплив бактерій *Bacillus subtilis* на фотосинтетичний апарат пшениці озимої, стимуляцію системи життєдіяльності рослин, виявляють фосфатазну активність, фіксують азот атмосфери, покращують фітосанітарні умови вирощування і гальмують розвиток фітопатогенних мікроорганізмів (Гончар & Патика, 2022).

У наукових працях О. В. Сметанко (2018) представлено, що застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє зниженню норм мінеральних добрив, зростанню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції (Сметанко, Бурикіна, Кривенко, 2018).

Робота С. Ф. Козар (2005) демонструє дані щодо збільшення популяції основних екологічно-трофічних груп мікроорганізмів та поліпшення поживного режиму ґрунту внаслідок використання біологічних препаратів у технології вирощування зернових культур

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

(Козар, 2005). Біологічні препарати містять живі бактерії, які здатні розмножуватися в ґрунті та на коренях рослин, поліпшують їх ріст і розвиток, підвищують врожайність та якість зерна (Berendsen, Pieterse, Bakker, 2012; Чайковська, 2007; Yang et al., 2020; Erdemci., 2021; Vessey, 2003; Волкогон та ін., 2012; Екостерн класичний – деструктор стерні).

Застосування корисного фітомікробіому у ґрунт за дослідженням Yang et al. (2020) призвело до підвищення врожайності пшениці та дало можливість зменшити кількість хімічних добрив, підвищити доступність фосфору та калію в ґрунті (Yang, et al., 2020). У науковій роботі Erdemci (2021) продемонстрував, що інокуляція насіння пшениці корисними штамми мікроорганізмів призвела до покращення росту і збільшення врожайності. Також за використання біодобрив отримано зменшення патогенної мікрофлори в посівах рису, пшениці та кукурудзи (Erdemci, 2021). Тим не менш за дослідженнями Vessey (2003), незважаючи на те, що екзогенні мікробні інокуляції збільшували вміст поживних речовин в ґрунті до 90 днів, їх сприятливий вплив може зменшитися з часом (Vessey, 2003).

Як відомо, біологічний потенціал сільськогосподарських культур оптимально реалізовується залежно від того, наскільки задовольняється її потреби в елементах живлення, теплі,

волозі тощо. З огляду на погіршення клімату в останні роки, для підвищення продуктивності зернових та інших культур необхідно розробити такі прийоми, які б давали змогу підвищувати інтенсивність технологій вирощування відповідно до вимог культури з врахуванням ґрунтових і погодно-кліматичних умов (Волкогон, та ін., 2010).

Отже, зважаючи на актуальність і нагальність питання збереження здоров'я ґрунту, оптимізації ґрунтових процесів, підтримки ґрунтового біорізноманіття в представлений роботі було досліджено вплив біодеструктора Екостерн класичний в органічній технології вирощування картоплі в умовах Західного Полісся на числовий індекс активності та біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводилися в умовах Західного Полісся на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту картоплярства НААН України на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, сорт картоплі – Партнер. Досліди були закладені в короткоротаційній сівозміні з такою послідовністю: вико-вівсяна суміш – гірчиця біла на сидерат – картопля, попередник картоплі гірчиця біла на сидерат. Варіанти згідно плану дослідів:

1. Без біодеструктора Екостерн;

2. Біодеструктор Екостерн в дозі 1,2 л/га.

Біодеструктор вносили по сидерату (гірчиця біла) з наступною його заробкою.

Екостерн® класичний – це концентрований препарат, який призначений для розкладання післяжнивних решток сільськогосподарських культур, оздоровлення ґрунту та попередження його деградації. До складу входять мікрорганізми: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus* гриби *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*. Загальне число життєздатних клітин в препараті $2,5 \times 10^9$ КУО/см³ [21].

Об'єкт дослідження – показники біологічної активності та чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів дерново-підзолистого супіщаного ґрунту.

Числовий індекс активності та біорізноманітності ґрунтових мікроорганізмів розраховували використовуючи технологію Biotrex з використанням системи BIOLOG. Вона пропонує всебічне уявлення про мікробну продуктивність ґрунту шляхом вимірювання біохімічних процесів використовуючи мікропланшети EcoPlate, які складаються з 32 лунок, 31 з яких містить різний набір органічних речовини, джерел вуглецю і 1 - воду. Після 48 годин інкубації фіолетове забарвлення в лунках вказує на

інтенсивність процесів метаболізму у кожній лунці (BIOTREX: New biological indicator).

Загальну чисельність ґрунтових мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали за загальноприйнятими методами (РМ.УЛ.5.4–23 Визначення чисельності еколого-трофічних груп, ДСТУ ISO 14240–2:2003 Якість ґрунту, 2003). Так, амоніфікуючі бактерії ураховували на м'ясопептонному агарі (МПА), спороутворювальні бактерії – на МПА з сушлом після прогріву при 75°C протягом 20 хвилин, бактерії, що використовують мінеральний азот – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), *Azotobacter* – на середовищі Федорова за методом обростання грудочок ґрунту, мікроміцети – на середовищі Чапека, оліготрофні мікроорганізми – на голодному агарі (ГА).

Результати дослідження. Індекс Biotrex є показником як активності, так і біорізноманіття мікробіому. Інтерпретація індексу здійснюється разом з екофізіологічним індексом біорізноманіття. Для кожного показника Biotrex існує очікуваний діапазон біорізноманіття – бали мікробної ефективності: 410,000-500,000 – дуже високий, 320,000 - 410,000 – високий, 260,000-320,000 – помірний, 200,000-260,000 – низький, 140,000-200,000 – дуже низький. Індекс екофізіологічного різноманіття характеризує рівномірність використання

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

субстрату з лунок пластини мікроорганізмами, він походить від відомого індексу Шеннона. Чим вище число, тим рівномірніше субстрати споживаються мікробіомом. Максимальний індекс 10, але це неможливо в природному ґрунті, оскільки це ідеальне використання всіх субстратів. Якщо субстрат (ґрунт) не використовується, індекс дорівнюватиме 0 (стерильний ґрунт). Загальний науковий консенсус полягає в тому, що чим більший індекс різноманітності, тим стабільнішим, стійкішим та

здоровішим є мікробіом ґрунту. Згідно результатів тесту Biotrex було відмічено збільшення біорізноманіття ґрунтів за застосування препарату Екостерн. У зразках ґрунту №1 без Екостерну індекс екофізіологічного різноманіття становив 6,84, тоді як з біодеструктором (зразок №2) – 7,23 (рис.1.). Це підтверджує позитивний вплив біодеструктора на ґрунтове біорізноманіття, яке стимулюватиме розкладання рослинних решток, активізуватиме гумусотворення та сприятиме накопичуванню поживних речовин в ґрунті.



Рис. 1. Індекс екофізіологічного біорізноманіття

Оцінка Biotrex 31, презентує міру мікробної активності ґрунту, отриманої на основі аналітичних результатів. Ця шкала продуктивності (рис.2.) була встановлена на основі

аналізу понад 20 000 зразків ґрунту. Впроваджено систему інтерпретації з кольоровим кодуванням, щоб результати були легко зрозумілими.

BIOTREX Score scale

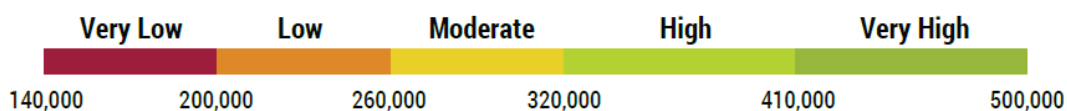


Рис 2. Шкала Biotrex 31

Дуже високий показник Biotrex (410 000 - 500 000), чудовий стан ґрунту.

Високий показник Biotrex (320 000 - 410 000), ґрунт має здоровий баланс мікробної активності.

Помірний показник Biotrex (260 000 - 320 000), ґрунт знаходиться на середньому рівні здоров'я, сигналізуючи про необхідності відновлювальних робіт для покращення.

Низький показник Biotrex (200 000 - 260 000), низька мікробна активність, тип ґрунту, який часто зустрічається в інтенсивному сільському господарстві, знаходиться під загрозою подальшої деградації.

Дуже низький показник Biotrex (140 000 - 200 000), ґрунту з бідним ґрунтовим біорізноманіттям

мікроорганізмів, представляє складний сценарій, який вимагає довгострокових регенеративних підходів.

Згідно оцінки Biotrex помітно, що застосування біодеструктора знизило біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів, показник за дії біодеструктора знизився на 69,373 бали порівняно з контролем (рис.3.), що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів під впливом біодеструктора Екостерн.



Рис. 3. Графік ґрунтової мікробної ефективності (Biotrex індекс)

Для кожного показника Biotrex існує діапазон показників біорізноманіття:

1. Очікуване біорізноманіття;
2. Неочікувано високе біорізноманіття;
3. Неочікувано низьке біорізноманіття.

На підставі отриманих результатів було розраховано діапазон біорізноманіття, за внесення біодеструктора Екостерн спостерігалася тенденція до зростання від діапазону очікуваного біорізноманіття до високого біорізноманіття (рис. 4.).

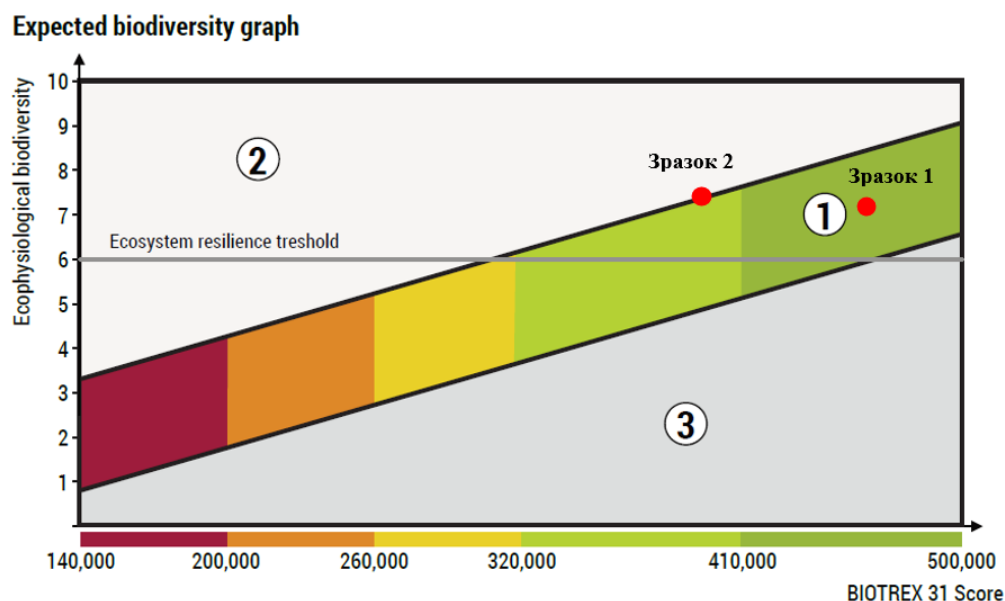


Рис.4. Графік очікуваного біорізноманіття

Чисельність мікроорганізмів (показник біогенності ґрунту) суттєво змінюється під впливом навколишнього середовища упродовж незначних проміжків часу в залежності від його температури, вологості, стану рослинного покриву тощо. Склад і кількість мікроорганізмів тісно пов'язані із середовищем їх існування та глибиною досліджуваного шару ґрунту (Тонха, Балаєв, Піковська, 2019; Patyka et al., 2019; Wang et al., 2023; Van der Heijden et al., 2023; Писаренко, Тараненко, Тараненко, 2023).

Оцінка і прогнозування біологічного стану ґрунту являє одну з провідних частин аналізу родючості.

Чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті за використання біодеструктора наведено у табл.1.

Аналізуючи динаміку чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті необхідно зазначити, що для загальної кількості бактерій, спороутворюючих найвищі значення на 33-92 % отримано у фазу сходів порівняно з цвітінням і досяганням. Решта показників (чисельність *Azotobacter*, оліготрофів, педотрофів, амоніфікуючих, амілолітичних) мали найвищі значення у фазу цвітіння.

1. Зміна чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті за використання біодеструктора (середнє за 2021-2023 рр.), млн. КУО в 1 г а.с.г.

Показники	Варіант	Стадія розвитку картоплі		
		сходи	цвітіння	достигання
Загальна кількість бактерій	1	23,12±1,15	11,29±0,89	10,96±0,56
	2	16,13±1,03	12,38±0,73	12,11±0,64
Спороутворюючі	1	0,77±0,09	0,51±0,07	0,34±0,04
	2	0,72±0,11	0,54±0,04	0,38±0,04
<i>Azotobacter</i>	1	0,52±0,09	1,11±0,23	1,23±0,18
	2	1,53±0,14	2,3±0,18	1,68±0,14
Оліготрофи	1	22,94±0,43	36,09±0,43	18,75±0,28
	2	16,15±0,23	17,42±0,24	27,29±0,3
Педотрофи	1	12,46±0,23	12,84±0,21	19,01±0,28
	2	21,51±0,31	35,64±0,43	18,06±0,34
Амоніфікуючі	1	3,42±0,28	10,84±0,09	12,7±0,28
	2	3,42±0,19	14,67±0,28	14,69±0,23
Амілолітичні	1	9,95±0,34	14,49±0,31	3,83±0,41
	2	5,89±0,26	12,31±0,14	6,66±0,18

Бактерії *Azotobacter* є вільноживучими діазотрофами, які здатні фіксувати атмосферний азот, але зазвичай не вступають в симбіотичні відносини з рослинами (Кордулян, Гунчак, Соломійчук, 2019). Використання біодеструктора Екостерн (варіант 2) мало достовірний вплив на чисельність *Azotobacter*, підвищення порівняно з варіантом без біодеструктора у фазу сходів картоплі становило 192 %, цвітіння 107 та 41 % достигання.

Чисельність педотрофів у дерново-підзолистому ґрунті за використання біодеструктора збільшувалась у фазу сходів на 72; цвітіння 181 %; у фазу достигання різниця між варіантами не перевищувала 5 %. Зростання кількості амоніфікуючих становило 16-36 %, амілолітичні тільки у фазу достигання (72 %).

Висновки та перспективи.

Спираючись на результати дослідження встановлено, що застосування біодеструктора Екостерн сприяло зростанню індексу екофізіологічного біорізноманіття, що позитивно сприятиме процесам керованої деструкції органічних решток, гумусоутворенню, вивільненню поживних речовин у ґрунт. Показник біологічної активності ґрунтових мікроорганізмів у дерново-підзолистому ґрунті за дії біодеструктора знизився на 69,373 бали та загальної кількості бактерій у фазу сходів на 30 % порівняно до контролю, що може пояснюватися зменшенням активності патогенних мікроорганізмів. За дії біодеструктора спостерігалася тенденція до зростання від діапазону очікуваного біорізноманіття до високого біорізноманіття.

Застосування біодеструктора Екостерн сприяло підвищенню чисельності вільноживучих діазотрофів, які здатні фіксувати атмосферний азот на 41-192 %, педотрофів на 72-181 % і мікроорганізмів, які використовують органічні форми азоту на 16-36 %.

Список використаних джерел

1. Тонха О.Л., Балаєв А.Д., Піковська О.В. Мікробіологічна оцінка чорнозему реградованого за різних систем удобрення. Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство», [S.I.], v. 10, n. 2, p. 54–61, лип. 2019.

2. Patyka N.V., Sinchenko V.N., Honchar A.N., Patyka T.I. Features of the formation of the structural and functional composition of the microbiome of chernozem virgin in the Steppe of Ukraine/ N.V.Patyka, Mikrobiolohichni Zhurnal Volume 81, 2019, Issue 4. P. 90–106.

3. Wang, Wancai, Yuanying Peng, Yazhen Chen, Shilong Lei, Xiaojun Wang, Taimoor H. Farooq, Xiaocui Liang, Chao Zhang, Wende Yan, and Xiaoyong Chen. 2023. "Ecological Stoichiometry and Stock Distribution of C, N, and P in Three Forest Types in a Karst Region of China." *Plants* 12: 2503. <https://doi.org/10.3390/plants12132503>.

4. Van der Heijden M.G.A., Bardgett R.D., van Straalen N.M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecol. Lett.* 2008. №11(3). P. 296–310.

5. Писаренко П. В., Тараненко С. В., Тараненко А. О. Вибір, обґрунтування та характеристика індикаторів біологічного різноманіття ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. 1: 20-23

6. Raaijmakers J.M., Paulitz T.C., Steinberg C., Alabouvette C., Moëne-Loccoz Y. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant Soil*. 2009. 321. P. 341–361.

7. Berendsen R.L., Pieterse C.M.J., Bakker P.A.H.M. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends Plant Sci.* 2012. 17, N8. P. 478–486.

Перспективним напрямом дослідження є подальший розвиток використання біостимуляторів позакоренево для підвищення біологічної активності ґрунту і продуктивності картоплі.

8. Гадзало Я.М., Пати́ка М.В., Зари́шняк А.С., Пати́ка Т.І. Агроекологічна інженерія в біоконтролі ризосфери рослин та формуванні здоров'я ґрунту *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т. 79. № 4 С. 88-109.

9. Patyka N.V., Kolodjashnyi A.Yu., Borko Yu.P. Evaluation of metagenome and detection of the functionally significant polymorphisms of procaryotes of soil with using the method of pyrosequencing. "Microbial Biodiversity: current problems and solutions". *Materials of Intern. Scientific-practical. Conf. Astana*, 2016. P. 96-101.

10. Гончар А. М., Пати́ка М. В. Вплив бактерій *Bacillus subtilis* на стан і активність фотосинтетичного апарату рослин пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 36. С. 28–35.

11. Кіро́янц М. О. Формування мікробного комплексу чорнозему типового в агрофітоценозі ячменю ярого за різних систем землеробства. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2019. № 30. С. 39-48.

12. Пати́ка В.П. Напрямки і координація наукових досліджень з ґрунтової мікробіології. *Вісник аграрних наук*. 1996. №6. С. 5–10.

13. Сметанко О.В., Бурикіна С.І., Кривенко А.І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №8 (785). Ст. 33-37.

14. Козар С.Ф. Біологічна ефективність комплексного застосування мікробних препаратів. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. Чернівці*. 2005. Вип. 1-2. С. 86-94.

Хоменко Т. О., Тонха О. Л.

15. Повх О.В. Стан мікробіоценозу дерново-підзолистого супіщаного ґрунту під впливом органічних добрив та мікробіологічних препаратів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. Вип. 3. С. 61–64.

16. Чайковська В. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2007. № 1. С. 75–81.

17. Yang WL, Gong T, Wang JW, Li GJ, Liu YY, Zhen J, et al. Effects of compound microbial fertilizer on soil characteristics and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). *Soil Sci Plant Nutr.* 2020;20(4):2740–8. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00340-9>.

18. Erdemci I. Effects of seed microbial inoculant on growth, yield, and nutrition of durum wheat (*Triticum durum* L). *Commun Soil Sci Plant Anal.* 2021;52(7):792–801. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1869764>.

19. Vessey JK. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil.* 2003;255(2):571–86. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.

20. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. Вокогона В. В.. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.

21. Екостерн класичний – деструктор стерні. Режим доступу: URL: <https://btu-center.com/promisloviy-sektor/roslinnitstvo/b-odestruktori/ekostern/>.

22. BIOTREX: New biological indicator for soil health. Режим доступу: <https://biotrex.eu/>

23. РМ.УЛ.5.4–23 Визначення чисельності еколого–трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів.

24. ДСТУ ISO 14240–2:2003 Якість ґрунту. Визначення ґрунтової мікробної біомаси. Частина 2. Фумігаційно–екстракційний метод.

25. Кордулян Ю. В., Гунчак М. В., Соломійчук М. П. Вплив біопрепаратів на показники урожайності та рентабельності картоплі. *Картоплярство*. 2019. Вип.44. С. 151–159.

26. Kass D. L., Drosdoff M., Alexander M. (1971). Nitrogen Fixation by *Azotobacter*

paspali in Association with Bahiagrass (*Paspalum notatum*). *Soil Science Society of America Journal* (35): 286–289.

27. Хоменко Т.О., Тонха О.Л., Піковська О.В. Вплив біопрепаратів на мікробіологічну активність дерново-підзолистого ґрунту за вирощування картоплі столової. *Рослинництво та ґрунтознавство*. Том 13. 31. 2022.

References

1. Tonkha, O. L., Balaev, A. D., & Pikovska, O. V. (2019). Microbiological evaluation of the chernozem regraded by different fertilizer systems. *Plant and soil science*, 10(2), 54–61. <https://doi.org/10.31548/agr2019.02.054>.

2. Patyka, N. V., Tonkha, O. L., Sinchenko, V. N., Honchar, V. N., & Patyka, T. I. (2019a). Features of the Formation of the Structural and Functional Composition of the Microbiome of Chernozem Virgin in the Steppe of Ukraine. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 81(4), 90–106. <https://doi.org/10.15407/microbiolj81.04.090>.

3. Wang, W., Peng, Y., Chen, Y., Lei, S., Wang, X., Farooq, T. H., Liang, X., Zhang, C., Yan, W., & Chen, X. (2023). Ecological Stoichiometry and Stock Distribution of C, N, and P in Three Forest Types in a Karst Region of China. *Plants*, 12(13), 2503. <https://doi.org/10.3390/plants12132503>.

4. van der Heijden, M. G. A., Bardgett, R. D., & van Straalen, N. M. (2008). The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11(3), 296–310. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01139.

5. Pysarenko, P. V., Taranenko, S. V., & Taranenko, A. O. (2013). Vybir, obgruntuvannia ta kharakterystyka indykatoriv biolohichnoho riznomanittia gruntu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (1), 20–23. doi:10.31210/visnyk2013.01.04.

6. Raaijmakers, J. M., Paulitz, T. C., Steinberg, C., Alabouvette, C., & Moënne-Loccoz, Y. (2008). The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1–2), 341–361. doi:10.1007/s11104-008-9568-6.

7. Dayo-Olagbende, Gabriel Olufemi, Solomon Alaba Adejoro, Babatunde Sunday

Ewulo, and Moses Adeyemi Awodun (2019) Effects of Oxidation-Reduction Potentials on Soil Microbes. *Agricultura*, no. 1-2 35–42. <http://dx.doi.org/10.18690/agricultura.16.1-2.35-42.2019>.

8. Cheng, C., D. Zhao, D. Lv, S. Li, and G. Du. Comparative study on microbial community structure across orchard soil, cropland soil, and unused soil. *Soil and Water Research*, 12, No. 4 (October 9, 2017): 237–45. <http://dx.doi.org/10.17221/177/2016-swr>.

9. Patyka N.V., Kolodjashnyi A.Yu., Borko Yu.P. Evaluation of metagenome and detection of the functionally significant polymorphisms of procaryotes of soil with using the method of pyrosequencing. "Microbial Biodiversity: current problems and solutions". *Materials of Intern. Scientific-practical. Conf. Astana*, 2016. P. 96-101.

10. Honchar A., Tonkha O., Patyka N., Lykholat Y., Patyka T. Morphological and physiological-biochemical variability of isolates of spore-forming bacteria selected from the agrocenosis of winter wheat. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. №12(4). C. 588–593. DOI: <https://doi.org/10.15421/022180>.

11. Kirovants, M., Patyka, T., & Patyka, M. (2020). Phylogenetic analysis of dominant microorganisms of the genera *Bacillus* and *Phyllobacterium* isolated from the rhizosphere of spring barley. *Bulletin of Agrarian Science*, 98(5), 48-53.

12. Patyka, V. P. (1996). Directions and coordination of scientific research on soil microbiology. *Bulletin of Agrarian Science*, (6), 5-9.

13. Smetanko, O. V., Burykina, S. I., & Kryvenko, A. I. (2018). The influence of elements of biologization of the cultivation of winter wheat on different backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*, (8), 33-37.

14. Povh, O. V., & Merlenko, I. M. (2013). The state of microbiocenosis of sod-podzolic sandy soil under the influence of organic fertilizers and microbiological preparations. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University*. Series: Agronomy and biology, (3), 61-64.

15. Yang, WL, Gong, T, Wang, JW, Li, GJ, Liu, YY, Zhen, J, et al. (2020) Effects of compound microbial fertilizer on soil characteristics and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). *Soil Sci Plant Nutr.*; 20(4):2740–8. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00340-9>.

16. Erdemci, I. (2021) Effects of seed microbial inoculant on growth, yield, nutrition of durum wheat (*Triticum durum* L). *Commun Soil Sci Plant Anal.*;52(7):792–801. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1869764>.

17. Vessey, JK. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*. 2003; 255(2): 571–86. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>.

18. Chung, Y. Anny, and Jennifer A. Rudgers. "Plant–soil feedbacks promote negative frequency dependence in the coexistence of two aridland grasses." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283, no. 1835 (July 27, 2016): 20160608. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0608>.

19. DSTU 4287:2004. (2005). Soil quality. Sampling of samples. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine.

20. Products catalog. Living Earth. (2022). Retrieved from <https://zhyvazemlia.com/ua/td0017067-m-kohelp-mycohelp-kompleksniy-b-opreparat-z-r-stimulyuyuchoyu-ta-antifungalnoyud-yu-fasuvannya-0-5-ua>.

21. Regoplant. (2021) Agrobiotech. Mode of access to the resource. Retrieved from <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/regoplant>.

22. RM.UL.5.4–23 Determination of the number of eco-trophic groups of soil microorganisms.

23. DSTU ISO 14240–2:2003 Soil quality. Determination of soil microbial biomass. Part 2. Fumigation and extraction method.

24. Kordulyan, Yu.V., Gunchak, M.V., Solomiychuk, M.P. (2019) The effect of biological preparations on the productivity and profitability of potatoes. *Potato farming*. 2019. Issue 44. P. 151-159.

ASSESSMENT OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF DERNO-PODZOLIC SOIL USING ORGANIC TECHNOLOGIES FOR POTATO CULTIVATION**T. Khomenko, O. Tonkha**

Abstract. *The ecological state of agroecosystems and soil health is determined by the level of its biological activity. One of the main elements of the biologization of modern agriculture is the use of biofertilizers, which are based on live cultures and metabolic products of microorganisms. The aim of the research was to assess the microbial complex biodiversity and the biological activity of Podzolic soil using the bio-destructor Ecostern in organic potato cultivation under the conditions of Western Polissia. The study employed laboratory, mathematical-statistical methods, and the numerical index of activity and biodiversity of soil microorganisms was evaluated using Biotrex technology. It was established that the use of the Ekostern biodestructor contributed to the growth of the ecophysiological biodiversity index, which will positively contribute to the processes of controlled destruction of organic residues, humus formation, and increase the availability of nutrients in the soil. The level of the indicator was in the range from expected to high biodiversity. Biodestructor Ekostern had a positive effect on the number of free-living diazotrophs, which are able to fix atmospheric nitrogen by 41-192%, pedotrophs by 72-181%, and microorganisms that use organic forms of nitrogen by 16-36%. The indicator of the biological activity of soil microorganisms and the total number of bacteria during the seedling phase decreased by 30%, which can be explained by the reduction in the activity of pathogenic microorganisms under the influence of the bio-destructor.*

Biodestructor Ecostern is a classic measure for stimulating biodiversity and suppressing the development of pathogens in organic potato cultivation on Podzolic soils in the conditions of Western Polissia. A promising direction for research is the further development of the use of foliar biostimulants to enhance soil biological activity and potato productivity.

Key words: soil, potato, biodestructor, biological activity, biodiversity, organic technology

**БІОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ САФЛОРУ КРАСИЛЬНОГО
(CARTHAMUS TINCTORIUS L.) ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ
НАСІННЯ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДДЯ****Н. Ю. ГОРДИНА**, аспірант, <http://orcid.org/0009-0003-8124-5295>E-mail: g8natag3@gmail.com*Національний університет біоресурсів і природокористування України,*
[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.006)

Анотація. Мета. Встановити особливості формування біометричних показників сортів сафлору красильного залежно від впливу елементів технології вирощування – ширини міжряддя та норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження виконувались протягом 2021-2023 років в умовах «Агрономічної дослідної станції» НУБіП України на чорноземах типових малогуmusних. Схема трифакторного польового дослідження передбачала вивчення впливу таких факторів, як: фактор А – сорт: “Добриня”, “Сонячний”; фактор В – ширина міжряддя: 19, 38 та 57 см; фактор С – норма висіву: 100, 200 та 300 тис. схожих насінин/га. **Результати.** Встановлено, що міжряддя з шириною 19 см та норма висіву насіння 300 тис. шт./га сприяли формуванню кращої висоти рослин сафлору красильного, ніж на варіантах із шириною міжряддя 38 та 57 см, при цьому рослини за таких умов надмірно не переростали. Кількість кошиків була більшою за вирощування сафлору красильного обох сортів з шириною міжряддя 38 см, водночас у сорту Добриня в середньому на рослину сформовано 20,2-22,2 шт. кошиків, а за аналогічної ширини міжряддя у сорту Сонячний – 19,2-22,1 шт. Маса тисячі насінин була більшою за ширини міжряддя 57 см: у сорту Добриня в середньому становила 47,7 г, у сорту Сонячний – 49,2 г. У сорту Добриня кількість насінин за норми висіву 100 тис. шт./га та ширини міжряддя 19 см була 450,9 шт., а у сорту Сонячний 100 тис. шт./га та ширини міжряддя 38 см – 455,4 шт. На цих же варіантах дослідження маса насіння з рослини становила 20,6 та 21,1 г/рослину, що відповідало кращим показникам в розрізі варіантів.

Висновки. Формування висоти рослин, кількості кошиків та маси 1000 насінин залежить відк ширини міжряддя в межах 53,2-68,9 %, а сортові особливості визначають межі відхилень ознак на 13-29,8 %. При цьому норма висіву незначно впливала на досліджувані показники. На відміну від цих ознак, кількість насінин з рослини та маса насіння з рослини суттєво залежить саме від норми висіву сафлору красильного (на рівні 71,3-78,7 %), тоді як ширина міжряддя впливає лише на 14,6-22,6 %, а сорт не має значного впливу на ці ознаки.

Ключові слова: сафлор красильний, норма висіву насіння, ширина міжряддя, висота рослин, кількість кошиків, маса 1000 насінин, кількість насінин, маса насіння

Вступ. Сафлор красильний (*Carthamus tinctorius* L.) – олійна

Гордина Н. Ю.

культура, що належить до родини Айстрових (*Asteraceae*) та має високий генетичний потенціал стійкості до несприятливих умов вирощування: посухи, засолення (Farooq & Siddique, 2022; Mosupriemang et al., 2022). Первинним центром походження культури вважається Афганістан та Ефіопія, широкого поширення вона набула в Китаї, Індії, Середній Азії, Єгипті (Dajue & Mündel, 1996), і лише наприкінці XVIII століття сафлор з'явився в Україні (Ушкаренко та ін., 2014).

Важливість вирощування олійних культур важко переоцінити. В загальносвітовому масштабі вони вирощуються на площах понад 1,5 млн га. Проте в Україні домінуючими культурами залишаються соняшник та ріпак, а сафлор належить до малопоширених видів (Каленська et al., 2021; Kalenska, 2022).

На даний час сафлор красильний досить широко застосовується в харчовій, медичній, парфумерній, паливній галузях (La Bella et al., 2019). Також актуальним є його використання в кормовиробництві (Ekin, 2005). Макуха використовується як гарний концентрований корм для тварин або добриво (Каленська та ін., 2021).

Пелюстки сафлору красильного застосовуються як компонент для виробництва біологічних активних добавок (Єфімова, 2023) та для лікування гіпертонії, ішемічної

хвороби серця, ревматоїдного артрити, остеопорозу (More et al., 2005; Zhou et al., 2023). Такі гарні лікувальні властивості пов'язані, перш за все, з наявністю вітаміну Е, що сприяє ефективному очищенню організму від вільних радикалів (що спричиняють старіння клітин та порушення їх структури), нормалізації кровообігу та зменшенню запалення та подразнення шкіри (Punjanon et al., 2004; Zhou et al., 2023). Сафлор також здавна використовується як сировина для виробництва червоного барвника (картаміну) (Dajue & Mündel, 1996).

За смаком олія сафлору красильного подібна до соняшникової, якщо її видобувають з ядра, адже у насінні міститься до 37 % жиру. Коли ж отримують олію з необрушеного насіння, то вона має гіркуватий присмак, тоді її використовують для переробки в різні лако-фарбові вироби (Ahmed et al., 2022; Willer et al., 2020).

Серед нових напрямків виробництва біопалив олійні культури є першочерговим джерелом для створення біодизеля, 95 % якого отримується з різноманітних рослинних олій. Завдяки можливості простої переробки необрушеного насіння сафлор є перспективною культурою для виробництва цього типу біопалива (Каленська та ін., 2021; Wang et al., 2023).

Агротехнічні заходи догляду за посівами суттєво впливають на рівень

Гордина Н. Ю.

урожайності сафлору. Дослідження, проведені в умовах Інституту олійних культур, засвідчили, що запізнення з сівбою на 20 діб від оптимальних строків призводить до зменшення врожаю на 0,3 т/га (Ведмедева та ін., 2022).

Для сафлору красильного вибір ширини міжрядь виявляється важливим аспектом. Дослідження показують, що при сівбі з шириною міжрядь 70 см можна досягти збільшення врожаю на 0,4 т/га, порівняно з посівом за ширини міжрядь 15 см (Ушкаренко та ін., 2014). Інші дослідження вказують на те, що оптимальною для сафлору є ширина міжрядь 45 см (Ведмедева та ін., 2022).

Загалом же раціональним підходом до розміщення рослин в просторі вважається, коли на один погонний метр припадає 4-5 рослин за ширини міжрядь 45 см і 6-7 рослин – за ширини міжрядь 60-70 см (Ушкаренко et al, 2014). Інші джерела рекомендують норму висіву 270 тис./га рослин з шириною міжрядь 45 см і 220 тис./га з шириною міжрядь 70 см, в той час як для інтервалу 15 см вона становить 290 тис./га (Ведмедева та ін., 2022). Також широкорядні способи посіву рекомендується використовувати при значній засміченості ґрунту камінням та кореневищами бур'янів, що суттєво спрощує застосування міжрядних обробітків ґрунту.

Отже, для оптимального формування структурних елементів рослин сафлору красильного, що сприятимуть отриманню високої урожайності, технологія його вирощування повинна передбачати оптимізацію елементів методики вирощування задля напрацювання сортової технології вирощування (Emongor, 2010; Deviren & Aydin, 2023). При цьому важливими є питання встановлення біологічних особливостей реакції на варіювання ознак структури посівів (норми висіву рослин та ширини міжрядь).

Мета досліджень – установити особливості формування біометричних ознак сортів сафлору красильного залежно від впливу агротехнічних заходів вирощування – ширини міжрядь та норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконувались протягом 2021-2023 років в умовах ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція” (с. Пшеничне, Білоцерківського району, Київської області) на чорноземах типових малогумусних.

В шарі ґрунту 0-20 см загального азоту міститься від 0,27 до 0,31 %, загального фосфору від 0,15 до 0,25 % і калію від 2,3 до 2,5 %. Вміст рухомого фосфору становить 3,3-3,4 мг, а обмінного калію – 9,8-10,3 мг на 100 г ґрунту.

Гордина Н. Ю.

Дослідження проводилися шляхом закладання трифакторного польового досліду за схемою:

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Умовні позначення варіантів
Добриня	19	100	C1
		200	C2
		300	C3
	38	100	C4
		200	C5
		300	C6
	57	100	C7
		200	C8
		300	C9
Сонячний	19	100	C10
		200	C11
		300	C12
	38	100	C13
		200	C14
		300	C15
	57	100	C16
		200	C17
		300	C18

Дослід закладався у чотирикратному повторенні. Загальна площа елементарної ділянки становила 60 м², облікової – 50 м². Агротехніка вирощування сафлору красильного від типової відрізнялась варіантами, які досліджували.

За показниками коефіцієнта суттєвості елементів погоди в червні 2021 р. були відхилення, що істотно відрізнялися від середніх, тоді як в липні та серпні – наближені до екстремальних. У травні 2022 року погодні умови за температурою повітря були такими, що істотно відрізнялися від середніх, та спостерігалась суттєва нестача опадів. У червні відхилення за температурою повітря мали

екстремальні значення, в умовах липня – суттєво відрізнялись від середніх, а в умовах серпня – аналогічно мали екстремальні значення. У червні та липні дефіцит опадів був екстремальним, а в серпні суттєво відрізнявся від середніх показників.

Загалом погодні умови в період вегетації сафлору красильного були сприятливими для росту і розвитку рослин. Проте нерівномірний розподіл опадів у роки досліджень позначився на формуванні біометричних показників рослин.

Визначення елементів структури посівів сафлору красильного здійснювали відповідно до «Методики Державного

Гордина Н. Ю.

сортів випробування сільськогосподарських культур». Дослідження проводили відповідно до наукових методик в рослинництві, статистичне аналізування виконували відповідно до рекомендацій (Ермантраут та ін., 2014; Рожков та ін., 2023; Присяжнюк та ін., 2016).

Результати досліджень.

Біометричні показники сафлору красильного, в середньому за 2021-2023 роки досліджень, дозволяють проаналізувати особливості формування структурних показників урожайності (табл.1). Висота рослин

сафлору красильного формувалась виключно з огляду на норму висіву і ширину міжрядь. Так, міжряддя з шириною 19 см забезпечували утворення більш високорослих рослин, а тому і усереднені дані теж свідчать про високу конкурентну боротьбу рослин обох сортів сафлору красильного на таких варіантах досліду. Вирощування рослин з густотою 300 тис шт./га сприяло формуванню більшої висоти і на варіантах міжрядь 38 та 57 см, однак рослини за таких умов надмірно не переростали.

1. Біометричні показники сафлору красильного, середнє за 2021-2023 рр.

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Висота рослин, см	Кількість кошиків на рослину, шт.	Маса 1000 насінин, г	Кількість насінин, шт./роsl.	Маса насіння, г/роsl.
Добриня	19	100	118,8	18,0	45,6	450,9	20,6
		200	119,4	16,7	46,6	270,0	12,6
		300	123,0	16,3	44,5	207,2	9,2
	38	100	109,6	22,2	50,0	410,9	20,5
		200	106,2	20,2	44,9	299,6	13,5
		300	109,9	20,7	47,8	195,4	9,3
	57	100	94,4	20,5	47,6	341,7	16,3
		200	108,0	18,9	47,1	223,2	10,5
		300	102,0	17,8	48,5	134,5	6,5
Сонячний	19	100	115,8	9,6	47,1	437,3	20,6
		200	114,3	7,8	41,9	299,9	12,6
		300	112,2	7,8	40,0	228,0	9,1
	38	100	111,3	22,1	46,2	455,4	21,1
		200	107,8	19,2	45,6	304,7	13,9
		300	105,7	19,5	48,9	198,9	9,7
	57	100	98,8	16,6	52,2	285,4	14,9
		200	100,7	14,0	49,4	212,1	10,5
		300	105,9	13,2	45,9	137,9	6,3
НІР _{0,05}	-	-	4,8	2,3	3,5	11	2,6

У той же час насінницькі параметри посівів – кількість

кошиків – була кращою за вирощування сафлору красильного обох сортів з шириною міжрядь 38 см,

Гордина Н. Ю.

при цьому у сорту Добриня в середньому на рослину сформовано 20,2-22,2 шт. кошиків, а за аналогічної ширини міжрядь у сорту Сонячний – 19,2-22,1 шт. Маса тисячі насінин була більшою за ширини міжрядь 57 см: у сорту Добриня в середньому 4 – 7,7 г; у сорту Сонячний – 49,2 г.

Такі показники рослин, як кількість насінин з рослини та маса насінин з рослини, досить сильно залежать від зміни інших елементів структури і кращі значення в розрізі досліджуваних сортів були отримані при нормі висіву 100 тис. шт./га і ширині міжрядь 19 та 38 см. Так, у сорту Добриня кількість насінин з нормою висіву 100 тис. шт./га та шириною міжрядь 19 см була 450,9 шт., а у сорту Сонячний при нормі 100 тис. шт./га та ширині міжрядь 38 см – 455,4 шт. При цих же варіантах дослідів маса насіння з рослини становила 20,6 та

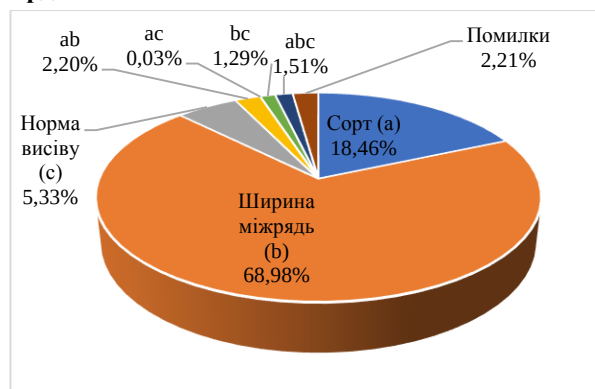
21,1 г/рослину, що відповідало кращим показникам в розрізі варіантів.

Важливо також оцінити вклад впливу факторів в формування досліджуваних нами біометричних ознак сафлору красильного (рис. 1).

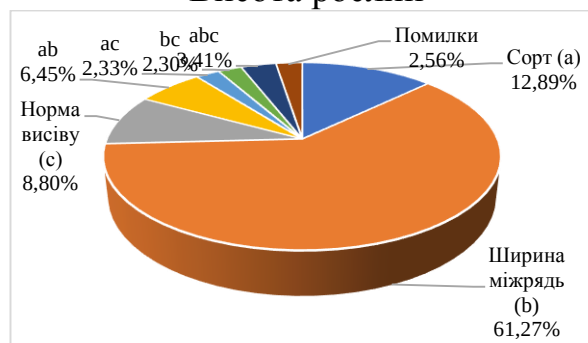
Як бачимо з результатів дослідження впливу факторів на формування висоти рослин, кількості кошиків та маси 1000 насінин впливав показник ширини міжрядь в межах 53,2-68,9 %, тоді як сортові особливості визначали межі відхилень ознак на 13-29,8 %. При цьому норма висіву незначним чином впливала на досліджувані показники.

На відміну від цих ознак, кількість насінин з рослини та маса насіння з рослини суттєво залежать саме від норми висіву сафлору красильного (на рівні 71,3-78,7 %), тоді як ширина міжрядь впливає лише на 14,6-22,6 %, а сорт не має значної дії на ці ознаки.

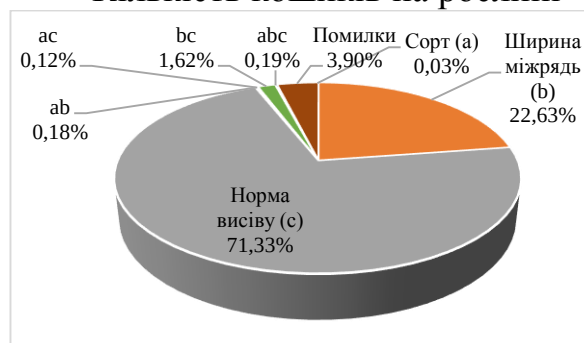
Гордина Н. Ю.



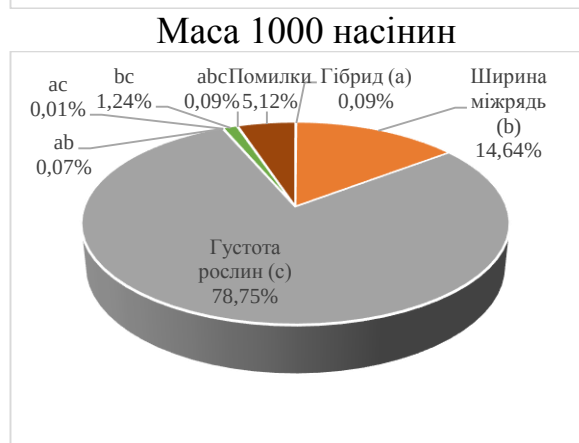
Висота рослин



Кількість кошиків на рослині



Кількість насінин з рослини



Маса насіння з рослини

Рис. 1. Часка впливу факторів на формування біометричних ознак сафлору красильного

Розглянемо питання визначення кластеризації біометричних показників сафлору красильного з погляду їх групування під впливом різних факторів дослідження (рис. 2).

Так, дослідження, проведені з визначення дистанцій Евклідових

відстаней методом найближчого сусіда, дозволили виділити нам такі кластери: перший (C1, C13, C10, C4), другий (C2, C5, C14, C11, C16), третій (C3, C6, C15, C8, C17, C12) та окремо розташовані варіанти дослідження C9 та C18.

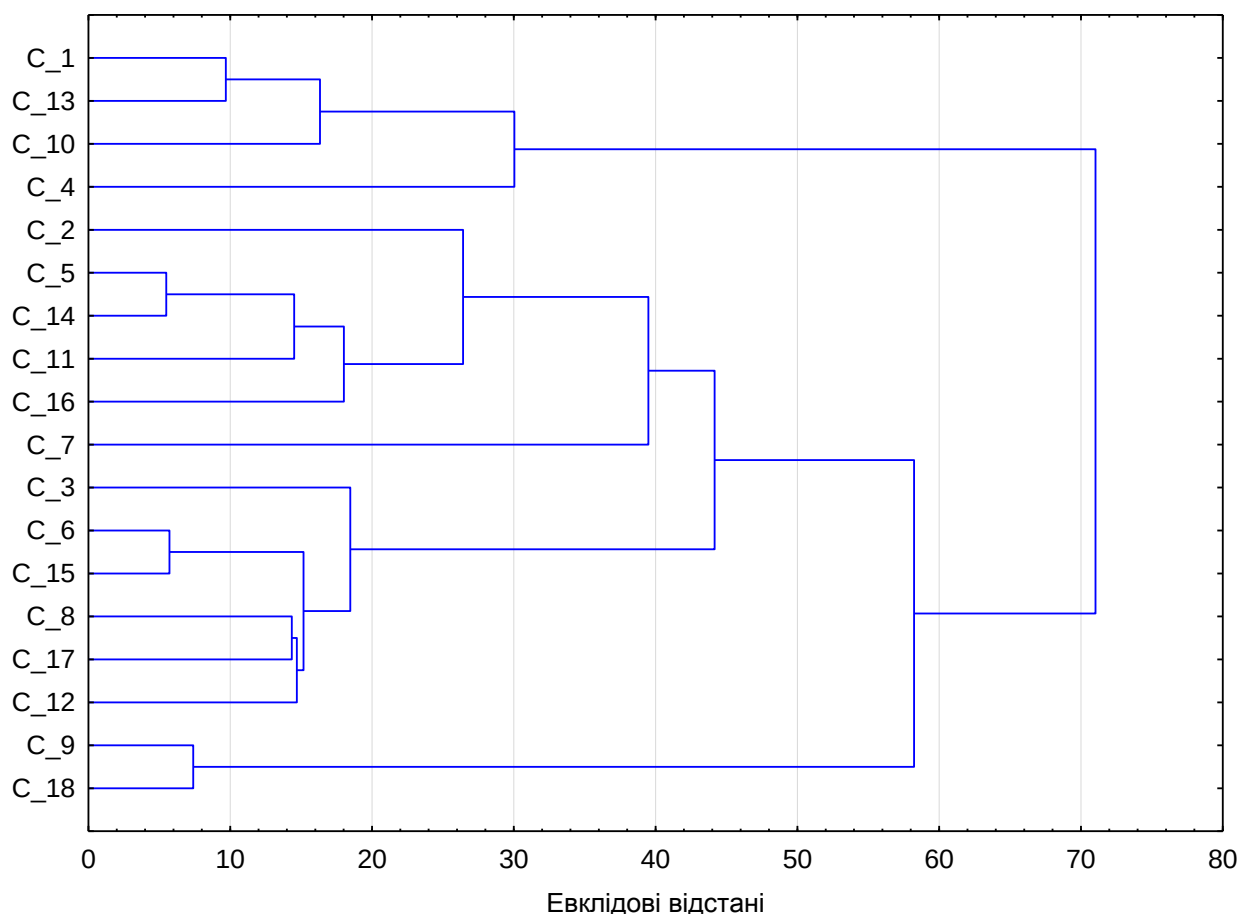


Рис. 2. Групування варіантів дослідів методом найближчого сусіда за Евклідовими відстанями

До першого кластеру входять усі варіанти вирощування сафлору красильного з шириною міжрядь 19 та 38 см та нормою висіву в 100 тис. шт./га. До другого кластеру переважно належать варіанти дослідів, в яких вирощували сорти сафлору з нормою висіву 200 тис. шт./га за аналогічної ширини міжрядь. При цьому доволі близький за реакцією варіант вирощування сорту Сонячний за норми 100 тис. шт./га та ширини міжрядь 57 см. Також дотичним до кластеру (подібним в нормі реакції, але не повністю тотожним) є варіант вирощування сорту Добрия з аналогічними показниками.

Окрім того, нами було встановлено, що подібними, за проявом формування біометричних показників сафлору, є варіанти з нормою висіву 300 тис. шт./га за вирощування обох сортів з шириною міжрядь 19 та 38 см, а також нормою висіву 200 тис. шт./га та шириною міжрядь 58 см. Водночас найбільш висока норма висіву (300 тис. шт./га) та ширина міжрядь (58 см) впливають на досліджувані сорти аналогічно за особливостями прояву біометричних ознак.

Висновки. Встановлено, що міжряддя з шириною 19 см і нормою висіву 300 тис. шт./га сприяло формуванню кращої висоти рослин

Гордина Н. Ю.

сафлору красильного, ніж на варіантах міжрядь 38 та 57 см, однак рослини за таких умов надмірно не переростали.

Досліджено, що кількість кошиків була кращою за вирощування сафлору красильного обох сортів з шириною міжрядь 38 см, при цьому в сорту Добриня в середньому на рослину сформовано 20,2-22,2 шт. кошиків, а за аналогічної ширини міжрядь у сорту Сонячний – 19,2-22,1 шт. Маса тисячі насінин була більшою за ширини міжрядь 57 см: у сорту Добриня в середньому становила 47,7 г, у сорту Сонячний – 49,2 г.

Визначено, що у сорту Добриня кількість насінин з нормою висіву 100 тис. шт./га та шириною міжрядь 19 см становила 450,9 шт., а у сорту Сонячний при нормі 100 тис. шт./га та ширині міжрядь 38 см – 455,4 шт. При цих же варіантах досліду маса насіння з рослини становила 20,6 та 21,1 г/рослину, що відповідало кращим показникам в розрізі варіантів.

Досліджено, що на формування висоти рослин, кількості кошиків та

маси 1000 насінин впливає показник ширини міжрядь в межах 53,2-68,9 %, тоді як сортові особливості визначали межі відхилень ознак на 13-29,8 %. За таких умов густота посівів незначно впливала на досліджувані показники. На відміну від цих ознак, кількість насінин з рослини та маса насіння з рослини суттєво залежить саме від густоти посівів сафлору красильного (на рівні 71,3-78,7 %), тоді як ширина міжрядь впливає лише на 14,6-22,6 %, а сорт не має значної дії на ці ознаки.

Формування висоти рослин, кількості кошиків та маси 1000 насінин залежить від ширини міжряддя в межах 53,2-68,9 %, а сортові особливості визначають межі відхилень ознак на 13-29,8 %. При цьому норма висіву незначно впливала на досліджувані показники. На відміну від цих ознак, кількість насінин з рослини та маса насіння з рослини суттєво залежить саме від норми висіву сафлору красильного (на рівні 71,3-78,7 %), тоді як ширина міжрядь впливає лише на 14,6-22,6 %, а сорт не має значного впливу на ці ознаки.

Список використаних джерел

1. Ahmed A.M. Yassein, Ahmed E.A. Khalaf, Adel A.A. Mohdaly and Mohamed H.H. Roby (2022) Selections of donors depending on agronomic traits, seed yield components, and fatty acid profile for genetic improvement of *Carthamus* using stepwise multiple regression. *OCL*, Volume 27, 2020 <https://doi.org/10.1051/ocl/2021041>
2. Dajue, L. and Mündel, H.H. (1996) Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting

the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. 7th Edition, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic, Rome, p.83

3. Deviren H., Aydın H. (2023) Production and physicochemical properties of safflower seed oil extracted using different methods and its conversion to biodiesel. *FUEL*, Volume 343 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128001>

Гордина Н. Ю.

4. Ekin Z. (2005) Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Utilization: A Global View. *Journal of Agronomy*, 4 (2) p.83-87 <https://doi.org/10.3923/ja.2005.83.87>
5. Emongor V. (2010) Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9: 299-306
6. Farooq M., Siddique K. (2022). Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food, November, 29, 2022, p.683-731
7. Kalenska, S. (2022). Food security and innovation solutions in crop production. *Plant and Soil Science*. 13(2).14-26. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(2\).2022.14-26](https://doi.org/10.31548/agr.13(2).2022.14-26)
8. La Bella S., Tuttolomondo T., Lazzeri L., Matteo R., Leto C., Licata M. (2019) An Agronomic Evaluation of New Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Germplasm for Seed and Oil Yields under Mediterranean Climate Conditions. *Agronomy* 2019, 9(8) <https://doi.org/10.3390/agronomy9080468>
9. More S.D., Raghavaiah C.V., Hangarge D.S., Joshi B.M., Dhawan A.S. (2005) In: VIth International Safflower Conference (Ed. Esendal E.), Istanbul, Turkey, 6-10 June 2005, pp. 180-186
10. Mosupiemang M., Emongor V., Malambane G. (2022) A Review of Drought Tolerance in Safflower. *International Journal of Plant & Soil Science*, Volume 34, Issue 10, Page 140-149 <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i1030930>
11. Punjanon T., Arpornsuwan T., Klinkusoom N. (2004) The pharmacological properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Bull Health Sci Technol*;7:51
12. Wang J., Sun H., Devanesan S., Alsahi M., Anderson A., Freedom D., Praveenkumar TR. (2023) Performance and emission characteristics of safflower oil biodiesel blended with nanoparticles and hydrogen on diesel engines of road and bridge machinery. *FUEL*, Volume 352 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128946>
13. Willer H., Travnicek J., Schlatter B. (2020) Current status of organic oilseeds worldwide. *Statistical update*. OCL 27(62):6. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020048>
14. Zhou Y., Jiang H., Huang X., Rao Ke, Wang Di, Wu Q., Zhang P., Pei J. (2023) Indistinct assessment of the quality of traditional Chinese medicine in precision medicine exempling as safflower. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, Volume 227 <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2023.115277>
15. Ведмедєва К. В., Поляков О. І., Леус Т. В., Алієва О. Ю., Нікітенко О. В. (2022) Сафлор: монографія, Київ: Аграрна наука, 160 с.
16. Ермантраут Е.Р., Гопцій Т.І., Каленська С.М., Криворученко Р.В., Тупчинова Н.П., Присяжнюк О.І. (2014). Методика селекційного експерименту (у рослинництві) Харків: Видавництво Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. 2014. 229 с.
17. Єфімова В.Г. (2023) Дослідження фізико-хімічних характеристик біологічно активної добавки з насіння сафлору. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, Том 34 (73) № 1 2023 <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/36>
18. Каленська С.М., Рахметов Д.Б., Єременко О.А., Макаревичене В., Новицька Н.В., Юник А.В., Гарбар Л.А., Антал Т.В., Гончар Л.М., Мазуренко Б.О., Гордина Н. (2021). Біологічна сировина для виробництва паливно – мастильних матеріалів. К.: 2021, 256 с.
19. Рожков А.О., Безпалько В.В., Деревянко І.О., Огурцов Є.М., Воропай Ю.В. (2023) Основи наукових досліджень в агрономії: методичні вказівки для самостійного вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 201 «Агрономія»; уклад.: Харків, ДБТУ. 2023, 27 с.
20. Присяжнюк О. І., Каражбей Г. М., Лещук Н. В. та ін. (2016) Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 10 : методичні вказівки. Київ : Нілан-ЛТД, 54 с.
21. Ушкаренко В.О., Федорчук М.І., Федорчук В.Г., Філіпов Є.Г. (2014) Сафлор красивий – перспективна культура для півдня України: монографія, Херсон: 174 с.

Reference

1. Ahmed, A.M., Yassein, Ahmed, E.A., Khalaf, Adel, A.A., Mohdaly, & Mohamed H.H. Roby (2022). Selections of donors depending on agronomic traits, seed yield components, and fatty acid profile for genetic improvement of *Carthamus* using stepwise multiple regression. *OCL*, 27, 2020. doi: 10.1051/ocl/2021041.
2. Dajue, L., Mündel, H.H. (1996). Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. (7th Edition). Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic. 83.
3. Deviren H., Aydın, H. (2023). Production and physicochemical properties of safflower seed oil extracted using different methods and its conversion to biodiesel. *FUEL*, 343. doi: 10.1016/j.fuel.2023.128001.
4. Ekin, Z. (2005). Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Utilization: A Global View. *Journal of Agronomy*, 4(2), 83-87. doi: 10.3923/ja.2005.83.87.
5. Emongor, V. (2010). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the Underutilized and Neglected Crop: A Review. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9, 299-306.
6. Farooq, M., Siddique, K. (2022). Neglected and Underutilized Crops: Future Smart Food, November, 29, 683-731.
7. Kalenska, S. (2022). Food security and innovation solutions in crop production. *Plant and Soil Science*, 13(2), 14-26. doi:10.31548/agr.13(2).2022.14-26.
8. La Bella, S., Tuttolomondo, T., Lazzeri, L., Matteo, R., Leto, C., & Licata, M. (2019). An Agronomic Evaluation of New Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Germplasm for Seed and Oil Yields under Mediterranean Climate Conditions. *Agronomy*, 9(8). doi: 10.3390/agronomy9080468.
9. More, S.D., Raghavaiah, C.V., Hangarge, D.S., Joshi, B.M., & Dhawan, A.S. (2005). In *VIIth International Safflower Conference (Ed. Esendal E.)* (pp. 180-186). Turkey: Istanbul.
10. Mosupiemang, M., Emongor, V., Malambane, G. (2022). A Review of Drought Tolerance in Safflower. *International Journal of Plant & Soil Science*, Vol. 34, Iss. 10, P. 140-149. doi: 10.9734/ijpss/2022/v34i1030930.
11. Punjanon, T., Arpornsuwan, T., Klinkusoom, N. (2004). The pharmacological properties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Bull Health Sci Technol*. 7:51.
12. Wang, J., Sun, H., Devanesan, S., Alsahi, M., Anderson, A., Freedon, D., & Praveenkumar, T. R. (2023). Performance and emission characteristics of safflower oil biodiesel blended with nanoparticles and hydrogen on diesel engines of road and bridge machinery. *FUEL*, 352. doi: 10.1016/j.fuel.2023.128946.
13. Willer, H., Travnicek, J., Schlatter, B. (2020). Current status of organic oilseeds worldwide. *Statistical update*. *OCL* 27(62):6. doi: 10.1051/ocl/2020048.
14. Zhou, Y., Jiang, H., Huang, X., Rao Ke, Wang Di, Wu Q., Zhang P., & Pei J. (2023). Indistinct assessment of the quality of traditional Chinese medicine in precision medicine exemplifying as safflower. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 227. doi: 10.1016/j.jpba.2023.115277.
15. Vedmedieva, K.V., Poliakov, O.I., Leus, T.V., Aliieva, O. Yu., & Nikitenko, O. V. (2022). Saflor. 160 p. Kyiv: Agrarian Sciences [in Ukrainian].
16. Ermantraut, E.R., Hoptsi, T.I., Kalenska, S.M., Kryvoruchenko, R.V., Tupchynova, N.P., & Prysiazniuk, O.I. (2014). Metodyka selektsiinoho eksperymentu (v roslynnytstvi) Kharkiv: Vydavn. Khark. nats. ahrar. un-t im. V.V. Dokuchaieva. 229 [in Ukrainian].
17. Yefimova, V.H. (2023). Doslidzhennia fizyko-khimichnykh kharakterystyk biolohichno aktyvnoi dobavky z nasinnia safloru. *Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernads'koho. Tekhnichni nauky*. Vol. 34 (73). №1. doi: 10.32782/2663-5941/2023.1/36 [in Ukrainian].
18. Kalenska, S.M., Rakhmetov, D.B., Yeremenko, O.A., Makareviciene, V., Novytska, N.V., Yynyk, A.V., Harbar, L.A., Antal, T.V., Honchar, L.M., Mazurenko, B.O., & Hordyna, N. (2021). Biolohichna syrovyna dlia vyrobnytstva palyvno-mastylnykh materialiv. (p. 256.). Kyiv: 2021 [in Ukrainian].
19. Rozhkov, A.O., Bezpalko, V.V. (Eds.). (2023). Osnovy naukovykh doslidzhen

Гордина Н. Ю.

v ahronomii: metodychni vkazivky dlia samostiinoho vyvchennia dystsypliny dlia zdobuvachiv pershoho (bakalavrs'koho) rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 201 «Ahronomiya». (27 p.). Kharkiv: DBTU [in Ukrainian].

20. Prisyazhniuk, O. I., Karazhbei, H. M., & Leshchuk N. V. (2016). Statystychnyi

analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 10: metodychni vkazivky. (p. 54). Kyiv : Nilan-LTD [in Ukrainian].

21. Ushkarenko, V.O., Fedorchuk, M.I., Fedorchuk, V.H., & Filipov, Ye.H. (2014). Saflor krasylnyi – perspektyvna kultura dlia pivdnia Ukrainy. (p. 174). Kherson [in Ukrainian].

BIOMETRIC PARAMETERS OF SAFFLOWER (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) UNDER THE INFLUENCE OF SEEDING RATE AND ROW SPACING

N. Y. Gordyna

Abstract. *The aim of the present work was to establish the peculiarities of the formation of biometric parameters of safflower varieties depending on the influence of the elements of cultivation technology – the seeding rate and the row spacing in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. Methods. This study was conducted in the field of the Agronomic Research Station of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in the years 2021-2023 on typical low-humus soils. The scheme of the three-factor field experiment was made to study the influence of the following factors: factor A – varieties “Dobrynia” and “Soniachnyi”, factor B – row spacing: 19, 38 and 57 cm, factor C – seeding rate: 100, 200 and 300 thousand seeds/ha. Results. It is established that the row spacing of 19 cm and a seeding rate of 300 thousand seeds/ha contributed to the formation of a better height of safflower plants than on the variants with a row spacing of 38 and 57 cm, while the plants did not overgrow under such conditions. It was investigated that the number of heads was higher in both varieties with the row spacing of 38 cm, at the same time the average number of heads of the variety “Dobrynia” was made 20,2-22,2, and of the variety “Soniachnyi” – 19,2-22,1. The mass of 1000 seeds was higher with a row spacing of 57 cm, and for “Dobrynia” variety in average it was made 47,7 g, for “Soniachnyi” variety – 49,2 g. For “Dobrynia” variety the number of seeds per plant under the seeding rate of 100 thousand seeds/ha and row spacing of 19 cm was made 450,9 and for “Soniachnyi” variety the number of seeds per plant under the seeding rate of 100 thousand seeds/ha and row spacing of 38 cm was made 455,4. On the same variants of the experiment, the seed weight per plant was made 20,6 and 21,1 g/plant, which corresponded to the best indicators in context of the variants. Conclusions. It has been studied that the formation of plant height, the number of heads and the mass of 1000 seeds is influenced by the row spacing in the range of 53.2-68.9%, and varietal peculiarities determine the limits of deviations of the characteristics by 13-29.8%. At the same time, the seeding rate had a slight effect on the studied indicators. In contrast to these characteristics, the number of seeds per plant and the weight of seeds per plant significantly depend on the seeding rate of safflower (at the level of 71.3-78.7%), while the row spacing affects only 14.6-22.6 %, and the variety has no significant effect on these parameters.*

Гордина Н. Ю.

Keywords: *safflower dye, seed sowing rate, row width, plant height, number of baskets, weight of 1000 seeds, number of seeds, weight of seeds*

ПОСУХО- ТА ЖАРОСТІЙКІСТЬ СОРТІВ ТА ГІБРИДІВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ

О. С. ГАВРИЛЮК, доктор філософії з садівництва та виноградарства (PhD),

Д. С. ЄВДОКИМОВ*, магістр

І. С. КОРОЛЬ*, магістр

А. В. КУШИМ*, магістр

Д.С. МАЙБОРОДА*, магістр

Б. І. ОЛІЙНИК*, магістр

E-mail: o.havryliuk@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.007)

Анотація. *Останнім часом спостерігається непередбачуваність клімату, що призводить до зростання як сили, так і частоти впливу стресорів довкілля на плодові рослини. В результаті цього погіршується їхній фізіологічний стан та зменшується стійкість до негативних біотичних та абіотичних чинників. Мета досліджень полягала у визначенні посухостійкості та жаростійкості сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу у Лісостепу України. У ході проведення досліджень проводили оцінку загального стану рослин, фіксували дати початку фенологічних фаз, визначали оводненість тканин, водний дефіцит, водоутримувальну здатність листя. У результаті спостережень робимо висновок, що у всіх рослин сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу добрий та відмінний загальний стан, що дозволяє рекомендувати їх для вирощування у даній зоні.*

Ключові слова: *яблуня, садівництво, стійкість, волога, оводненість тканин, водний дефіцит, водоутримувальна здатність*

Актуальність. Нестабільність клімату, яка спостерігається останнім часом, спричиняє збільшення сили і частоти впливу стресорів довкілля на плодові рослини (Wilson et al., 2021). У результаті погіршується їх фізіологічний стан, знижується стійкість до несприятливих біотичних та абіотичних чинників (Havryliuk et

al., 2022; Havryliuk, Kondratenko, Mazur, 2022).

Впровадження в Україні нових інтенсивних технологій у садівництві неможливе без урахування взаємозв'язку ґрунтово-кліматичних і агробіологічних чинників та економічних процесів у галузі (Андрусик, Китаєв, Лушпіган, 2008; Криворученко, 2014; Wilson et al.,

* Науковий керівник – доктор філософії (PhD), асистент кафедри садівництва ім. В.Л. Симиренка Гаврилюк О.С.

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

2021). Актуальним є пошук найбільш сприятливих регіонів і зон для окремих культур, сортів та підщеп (Кондратенко & Гаврилюк, 2020; Криворученко, 2023). Використання у міських насадженнях дерев і кущів, біологічні та екологічні якості яких відповідають умовам району зростання, значно підвищує стійкість, довговічність і декоративність рослин.

Природні умови території навчальної лабораторії «Плодоовочевий сад» розташованого у Лісостепу України, сприятливі для розвитку плідництва, проте негативним чинником літнього періоду для зростання плодових культур є посуха, як атмосферна так і ґрунтова, нестійкий режим природного зволоження та нерівномірний розподіл опадів у період вегетації (Криворученко, 2023). Однією із головних причин зниження якостей і передчасного старіння садових насаджень є їх недостатня стійкість до посухи (Криворученко, 2014; Кривошапка & Сердюк, 2019). У зв'язку з цим при інтродукційному дослідженні та селекції плодових рослин необхідно визначити їх посухостійкість.

За дефіциту вологи у ґрунті у плодових рослин відбувається погіршення якості плодів, зниження або втрата урожаю (Navryliuk et al., 2023). Одним із способів боротьби із засухою є підвищення

посухостійкості рослин — сформованої у процесі еволюції чи природного добору здатності рослинного організму пристосовуватися до дії посухи (рости, розвиватися та відтворюватися). Мінливість реакції на брак вологи варіює у великому діапазоні, особливо при щепленні на слаборослі карликові підщепи із поверхневою кореневою системою. На сьогодні в навчальній лабораторії існує проблема із поливом ділянок, деякі з них поливають частково, інші взагалі залишаються без поливу, тому необхідним є залучення до колекцій посухостійких сортів яблунь. Тривале збезводнення ділянок, на яких зростають яблуні, зберігаючи при цьому високий рівень продуктивності, призводить до збільшення осипання плодів та погіршення їх якості.

Посухостійкість — важлива біологічна особливість рослин, яка полягає в їх здатності витримувати втрату вологи і перегрівання. Деякі рослини витримують посуху, але не мають вираженої фізіологічної здатності витримувати збезводнення клітин (Кривошапка & Сердюк, 2019). Такі рослини мають морфолого-біологічні особливості, котрі дають їм змогу уникати впливу посухи, наприклад, потужну кореневу систему, здатність скидати листя, зменшуючи тим самим витрати води на транспірацію. Ознакою найбільшої посухостійкості є висока

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

продуктивність рослин в умовах недостатнього водопостачання та підвищення температури повітря. Передчасне засихання листя та їх осипання в літній період у посуху призводить до порушення процесів асиміляції CO_2 , унаслідок цього зменшується накопичення запасних поживних речовин, призупиняється формування плодових бруньок, знижується зимостійкість дерев. Дефіцит вологи в рослинах впливає на такі процеси, як поглинання води, кореневий тиск, фотосинтез, транспірація, ріст та розвиток, тому вивчення водно-фізичних властивостей має важливе значення для оцінки посухостійкості. Пристосованість яблуні до порушень водного режиму забезпечується складними фізіологічними механізмами, які можна визначити лише за тривалого вивчення. Достовірно швидко оцінити посухостійкість сортів яблуні можна за лабораторного визначення цієї властивості.

Важливим показником при оцінці фізіологічної посухостійкості яблуні є обводненість тканин, що зумовлено значенням водного режиму для життя рослин (Лагутенко та ін., 2022). Усі метаболічні реакції в клітині відбуваються у водних розчинах. Зменшення кількості води у тканинах нижче за оптимум на період більше ніж 10 днів спричиняє незворотні структурно-функціональні зміни в органах, тканинах і

субклітинних компонентах. Тривалий брак води погіршує функціональний стан дерев яблуні та ефективність роботи фотосинтетичного апарату, знижує потенціал їх урожайності. Відновлення потенційної продуктивності у поточному році до попереднього рівня не відбувається навіть за оптимального водозабезпечення дерев яблуні у подальшому. Вони підтримують оптимальний вміст внутрішньотканинної та внутрішньоклітинної води за рахунок репродуктивної сфери, скидаючи квітки, зав'язі, плоди. Тому при оцінці стійкості сортів яблуні до посухи обов'язково враховують здатність дерев підтримувати обводненість тканин листків на рівні, достатньому для безперебійного функціонування фотосинтетичного апарату

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За висновками О.М. Корміліцина (2011), недостатньо посухостійкі види характеризуються меншою здатністю під час посухи зберігати сталість обводненості тканин, тому що з настанням посухи віддача води клітинами посилюється, що призводить до порушення процесів обміну. Вивчення ним водного режиму молодих рослин різних сортів яблунь показало, що саджанці більшості посухостійких сортів мають більшу водоутримувальну

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

здатність порівняно з менш посухостійкими сортами.

На думку А.І Ліщука (1978), при оцінюванні стійкості рослин до посухи методично правильніше визначити водоутримувальну здатність як час, протягом якого листки віддають певну кількість води при в'яненні. Відновлення тургору за однакового збезводнення дає змогу об'єктивніше порівнювати листки різних за стійкістю видів.

У Лісостепу України спостерігаються весняні приморозки, волога погода у травні-червні, яка спричиняє розвиток парші, висока температура повітря та брак вологи — у другій половині вегетації, коли відбувається ріст і досягання плодів та розпочинається процес підготування дерев до зими. Тому актуальною проблемою за таких умов є створення сортів з високою посухостійкістю.

Мета дослідження — визначити посухостійкість сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу у Лісостепу України, обводненість тканин, водоутримувальну здатність, загальний дефіцит води у листках та їх тургорисцентність.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження виконувались упродовж 2022–2023 років у навчальній лабораторії «Плодоовочевий сад» при Національному університеті біоресурсів і природокористування України. Ця лабораторія розташована

на північній частині Лісостепу України, де переважає помірно-континентальний клімат. Цей тип клімату характеризується помірною м'якістю та забезпечує достатню кількість опадів протягом вегетаційного періоду.

Об'єкт дослідження – 9 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу української та закордонної селекції, а саме: Сорти ('Болеро', 'Спарта', 'Фаворит', 'Білосніжка') та гібриди ('Дюймовочка', 11/2(2), Михайлівське 9/110, 11/15(2) та 9/78 Вікторія). Насадження висаджено за схемою садіння 1,20×0,50 на середньорослій підщепі 54-118.

Предмет досліджень – рівень посухо- та жаростійкості рослин.

Закладання дослідів, обліки і спостереження проводили відповідно до «Методики проведення польових досліджень з плодовими культурами» (Кондратенко, & Бублик, 1996) та «Методики державного випробування...» (Методика державного випробування, 2005).

Для аналізу метеорологічних умов були використані дані з метеостанції НЛ "Плодоовочевий сад". Відзначення особливостей фенологічних фаз здійснювали відповідно до методики Т. Є. Кондратенко (Кондратенко, 2000).

Оцінку загального стану рослин яблуні проводять восени, до початку листопаду, шляхом візуального огляду кожного облікового дерева.

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

Під час цього огляду враховують такі фактори, як ступінь зимових пошкоджень, інтенсивність процесів відновлення, загальний приріст та стан листя. Загальний стан оцінюється на балах:

9 - відмінний: дерево здорове, ріст спостерігається на всіх верхівкових гілках, крона облиствлена добре, приріст виразно високий;

7 - добрий: загальний стан дерева є задовільним, ріст спостерігається на всіх верхівкових гілках, крона нормально облиствлена, приріст помірний; можлива наявність слабких механічних або морозових пошкоджень, які незначно впливають на рослину;

5 - задовільний: дерево значно ослаблене внаслідок зимових морозів та механічних пошкоджень, відзначаються втрати до 30 % гілок; приріст обмежений та слабкий;

3 - слабкий: стан дерева є вкрай слабким, воно хворе, втратило велику частину крони, деревини гілок коричневі, кора серйозно пошкоджена опіками та морозовими ушкодженнями; приріст слабкий і обмежений на окремих гілках;

1 - дуже слабкий: дерево майже на межі загибелі через механічні або важкі зимові пошкодження.

Фіксація дати початку фенофаз фактично здійснюється наступним чином:

- Початок розпукування бруньок визначається за наявністю перших

розкритих бруньок, з кінчиками зелених листочків на верхівках.

- Початок цвітіння констатується, коли на деревах розкривається 5-10 % квіток.

- Кінець цвітіння визначається, коли відцвіло 90 % квіток, і приблизно 75 % квіток втратили свої пелюстки.

- Достигання плодів визначається тоді, коли плоди (ягоди) сорту досягли стиглості для збору. Вони мають характерний для сорту смак, кольорову гаму, аромат, легко відокремлюються від плодових утворень та включають в себе побурілі насіння та певну кількість крохмалю. Дату збору плодів багатозборових культур визначають наскільки можливо першого збирання. Для позначення дати завершення їхнього достигання використовується дата останнього збору.

За сукупністю ознак, що характеризують реакцію сортів на посушливі умови, випробувані сорти класифікуються у групи відповідно до їх стійкості з відповідними оцінками в балах:

1 — сорти, які не виявляють стійкості до посухи, проявляючи відсутність приросту пагонів, жовтіння листків, їх в'янення та сильне опадання зав'язей;

3 — сорти, які виявляють слабку стійкість до посухи, характеризуючись відсутністю приросту пагонів, жовтіння листків,

їх в'янення та помірним опаданням зав'язей та плодів;

5 — сорти, що мають середню стійкість до посухи, з незначним приростом пагонів, помірним жовтінням листків, та помірним опаданням зав'язей та плодів;

7 — сорти, які виявляють стійкість до посухи, з нормальним приростом і забарвленням листків, та незначним опаданням зав'язей та плодів;

9 — сорти, які проявляють велику стійкість до посухи, не виявляючи ознак впливу посухи.

$$B = \frac{(b - c)}{(b - a)} 100,$$

де: а — маса порожнього бюкса (г),

б — маса бюкса з сирою наважкою (г),

с — маса бюкса з сухою наважкою (г).

Визначення водного дефіциту.

Листки (по 3-5 штук, повторність дворазова) з оновленими зрізами черешків зважують і поміщають черешками в колбу з водою для

$$ПВ = \frac{M2 - M1}{M3 - M} 100,$$

де: М — маса сухої наважки,

М 1 — маса води перед насиченням,

М2 — маса води після повного насичення,

М3 — маса листків після повного насичення водою.

Визначення водоутримувальної здатності листя. Листки (3-10

Визначення оводненості

тканин. Для визначення загального вмісту води у листках використовують такий метод: 5-10 листків поміщають у металеві бюкси (повторний експеримент проводять двічі) і сушать в термостаті при температурі 105 °С до того моменту, коли маса зразка не змінюється (до досягнення постійної маси). Загальний вміст води (В) в відсотках від сирої маси зразка обчислюють за допомогою такої формули:

насичення. Колби ставлять в кристалізатор з водою і накривають таким же кристалізатором для створення повітряної камери. Після 24- годинного насичення черешки листя підсушують фільтрувальним папером і листки зважують.

Водний дефіцит (ВД) в листках (у відсотках від загального вмісту води в стані повного насичення) обчислюється за формулою:

штук, в залежності від величини, в 2-кратній повторності) зважують, а потім поміщають на решітках в термостат з постійною температурою (23 °С) і вологістю повітря. Через 2, 4 і 6 годин проводять повторні зважування для визначення втрати води.

Водоутримувальна здатність тим вища, чим менша втрата води (ПВ)

листя за певний час; вона визначається за формулою:

$$ПВ = \frac{B}{A} 100,$$

Для оцінки стійкості до впливу високої температури проводять наступний експеримент: зразки, що складаються з п'яти листків кожен, піддають впливу водяної бані з температурою 60 °С протягом 10 хвилин. Після цього листки охолоджують і опускають на 10 хвилин у 0,1 Н розчин соляної кислоти. Ступінь пошкодження тканин листя, виражений у відсотках від загальної площі, служить показником стійкості зразка до тепла:

- Дуже високий рівень стійкості означає, що листя не має ознак пошкодження після впливу температури 60 °С.

- Високий рівень стійкості вказує на те, що пошкоджується 20 % поверхні всіх листків після впливу температури 60 °С.

- Середній рівень стійкості означає, що пошкоджується до 80 % поверхні всіх листків при температурі 55 °С, і вони гинуть після впливу 60 °С.

- Низький рівень стійкості вказує на те, що листки можуть витримувати температуру 50 °С, але гинуть при 60 °С.

- Дуже низький рівень стійкості означає, що листки гинуть при температурі 50 °С.

У процесі статистичної обробки результатів польових і лабораторних

вимірювань використовували дисперсійний і кореляційний аналіз з використанням інструментів програми Excel.

Результати досліджень. У життєвому та річному циклах рослин немає важливих чи неважливих періодів. Розвиток рослини відбувається безперервно й зовнішні чинники кожного періоду впливають на нього. Проведення фізіологічних досліджень дає змогу виділити найадаптованіші сорти для культивування за певних кліматичних умов та надалі вдосконалити технологію їх вирощування, що не тільки сприятиме подоланню рослинами високого стресового навантаження, а й поліпшенню якості врожаю. В умовах сучасного глобального потепління добір сортів, посухостійких і високоврожайних незалежно від температури й вологості повітря, стає дедалі актуальнішим. Дослідження посухостійкості забезпечує можливості для об'єктивного оцінювання значення сортів, дає змогу виділити ті з них, що можуть бути використані як цінні донори для селекції нових сортів з високим рівнем екологічної адаптивності, сприяє раціональному розміщенню ягідних культур за вирощування в різних умовах. Одним із

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

фізіологічних механізмів забезпечення високої посухостійкості є здатність рослин утримувати залишкову кількість води після зав'ядання. Дослідити цю властивість дає змогу лабораторне визначення водоутримувальної здатності листків.

Оцінювання загального стану рослин.

Загальний стан рослин характеризує адаптаційну здатність сорту. Багаторічними дослідженнями встановлено, що існує пряма залежність стану рослин від зимо- та посухостійкості, відновлювальної

здатності, стійкості до шкідників і хвороб. Усі ці особливості підсумовуються у показнику загального стану рослин, тому він свідчить про ступінь придатності сорту для вирощування у певній ґрунтово-кліматичній зоні.

У результаті спостережень робимо висновок, що у всіх рослин сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу добрий та відмінний загальний стан, що дозволяє рекомендувати їх для вирощування у даній зоні (табл. 1).

1. Загальний стан рослин, 2023 р.

Сорт	Оцінка, бал
Білосніжка	9,0
Болеро	9,0
Спарта	8,7
Фаворит	9,0
Михайлівське 9/110	7,9
Дюймовочка	7,7
9/78 Вікторія	8,5
11/1 (2)	7,8
11/15 (2)	7,9

Феноритміка.

Фенологічні спостереження – це спостереження за термінами і тривалістю ключових етапів розвитку рослин, відомих як фенофази. Вони є важливою складовою вивчення сортів рослин з погляду їхнього виробничого використання. Багато питань, пов'язаних з розміщенням рослин у насадженнях, їхнього догляду та вибором батьківських рослин для схрещувань, вирішуються з урахуванням календарних термінів фенофаз.

Дослідники приділяють основну увагу вивченню сезонного розвитку різних сортів рослин і їхнім вимогам до середовища. Також вони намагаються встановити кількісні відносини між середовищем і розвитком рослин. Аналіз термінів, коли фенофази відбуваються в залежності від метеорологічних умов, допомагає визначити, які сорти потребують певних температур, світла, вологості та інших зовнішніх факторів на різних стадіях вегетаційного періоду.

Фенологічні спостереження проводяться, оглядаючи рослини різних сортів у одному з повторень сортовивчення. Ведуть обліки залежно від типу культури, починаючи з першого, другого або третього вегетаційного періоду після садіння і продовжують їх протягом випробування сорту (6–8 років у випадку плодкових культур). Спостереження розпочинаються рано навесні, приблизно за тиждень до початку активної вегетації рослин, і завершуються восени, після листопаду. Під час цих спостережень реєструють календарні дати найважливіших фенологічних подій протягом щорічного циклу рослин, таких як відкриття бруньок (початок вегетації), початок і закінчення цвітіння, закінчення приросту пагонів, дозрівання плодів, початок і закінчення опадання листя.

Для визначення дати відкриття бруньок проводяться спостереження для кожного сорту через день. Щодо термінів цвітіння, вони фіксуються щодня, а щодо термінів дозрівання плодів – через день. Відзначення кінця росту пагонів, початку і завершення листопаду здійснюється один раз у 5 днів.

У весняний період, коли середня добова температура повітря

коливається від 13 до 18 °С, настає етап розкриття бруньок. За позитивних температур розпочинається процес відкриття оболонки бруньок, які служили захистом під час зими. Також на цьому етапі розпочинається ріст листя, що поступово виходить з-під брунькових оболонки. Ця фаза відома як "поява зеленого конуса". Цей період активного росту характеризується розвитком центральних пагонів, які перетворюються на нові гілки. Крім того, на бруньках можна помітити виникнення кінчиків бутонів, часто з рожевим відтінком. У випадку ростових бруньок, етап "рожевого конуса" виникає трохи пізніше, ніж у бруньках, які розвиватимуться у квітки. Фазу розкриття бруньок завершує формування розеток молодого листя та виходження бутонів на поверхню. Зазвичай цей етап триває приблизно 5-10 днів.

Ми виконували фенологічні спостереження для вивчення початку росту різних сортів яблуні на території НЛ «Плодоовочевий сад» протягом двох років – 2022 та 2023 років. Дані результати спостережень представлені в таблиці 2.

2. Характеристика початку вегетації сортів яблуні, 2022 та 2023 роки

Сорт	Початок сокоруху		Набубнявіння бруньок		Розпускання квіткових бруньок		Розпускання листових бруньок		Розгортання листків	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Білосніжка	26.03	23.03	05.04	01.04	15.04	10.04	11.04	08.04	25.04	20.04

Болеро	25.03	22.03	04.04	01.04	14.04	09.04	10.04	07.04	24.04	19.04
Спарта	26.03	24.03	05.04	01.04	15.04	10.04	11.04	07.04	24.04	19.04
Фаворит	25.03	22.03	04.04	01.04	14.04	9.04	10.04	07.04	25.04	20.04
Михайлівське 9/110	31.03	27.03	07.04	05.04	17.04	14.04	15.04	13.04	27.04	25.04
Дюймовочка	05.04	31.03	13.04	08.04	17.04	14.04	14.04	12.04	25.04	22.04
9/78 Вікторія	10.04	02.04	15.04	12.04	23.04	20.04	21.04	18.04	26.04	24.04
11/1 (2)	31.03	27.03	07.04	05.04	17.04	14.04	15.04	13.04	27.04	24.04
11/15 (2)	29.03	25.03	04.04	01.04	12.04	09.04	10.04	07.04	23.04	19.04

У результаті наших досліджень було виявлено, що фенологічні явища спостерігаються в різні періоди календарного року між двома вказаними роками. Це обумовлено впливом погодних та кліматичних умов, які є характерними для кожного конкретного року.



Рис. 1. Фенофаза «Розовий бутон»

Наприклад, у 2022 році виявлено, що початок сокоруху в усіх сортів яблуні, які були вивчені, припав на початок третьої декади березня (між 25.03 і 10.04). Сорти 'Болеро' та 'Фаворит' були серед перших, які відзначилися початком сокоруху вже 25.03, в той час як у сортів 'Білосніжка' та 'Спарта' цей процес

був трохи відстрочений. Найпізніше сокорух відзначили у гібрида '9/78 Вікторія', і він розпочався 10.04.

У 2023 році було зафіксовано, що початок сокоруху тих самих сортів яблуні стався на 3–4 дні раніше в порівнянні з 2022 роком. Головним чином це припадало на третю декаду березня, в період від 22.03 до 04.04.

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

Сорт 'Болеро' був першим, де сокорух почався вже 22.03, тоді як найпізніший початок цього процесу був відзначений у гібрида '9/78 Вікторія' - 02.04. У інших сортах та гібридах сокорух розпочався серед третьої декади березня.

Фаза цвітіння складається з трьох послідовних етапів: початковий, коли розкривається приблизно 25 % бутонів; масовий,

коли відкривається до 75 % бутонів; заключний, коли 25 % квітів втрачають свої пелюстки. У Вінницькій області феномен цвітіння фруктових рослин найчастіше спостерігається у другій або третій декаді квітня, або на початку травня, коли середня добова температура повітря становить 10–12°C і триває від 10 до 16 днів.

3. Характеристика фази квітування сортів яблуні, 2022 та 2023 роки

Сорт	Початок квітування		Повне квітування		Кінець квітування		Тривалість квітування, діб	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Білосніжка	25.04	23.04	01.05	29.04	12.05	10.05	17	17
Болеро	28.04	27.04	01.05	02.05	12.05	12.05	14	15
Спарта	29.04	27.04	01.05	02.05	13.05	12.05	14	15
Фаворит	28.04	27.04	01.05	02.05	12.05	12.05	14	15
Михайлівське 9/110	30.04	29.04	03.05	03.05	13.05	12.05	13	13
Дюймовочка	01.05	28.04	05.05	02.05	12.05	10.05	12	12
9/78 Вікторія	01.05	28.04	07.05	03.05	14.05	13.05	14	15
11/1 (2)	01.05	28.04	07.05	03.05	14.05	11.05	10	10
11/15 (2)	29.04	27.04	04.05	01.05	10.05	07.05	9	9

У 2022 році сорт 'Білосніжка' виділився тим, що почав квітування першим - 25.04. Щодо інших сортів

яблунь у тому році, то вони розпочали процес квітування в період з 28.04 по 01.05.



Рисунок 2. Фенофаза повного квітування

У 2023 році початок квітування сортів яблуні було зафіксовано всередині третьої декади квітня. Спочатку квітування розпочали сорти Білосніжка, Болеро, Спарта, Фаворит – 23.04–27.04.

Повне квітування сортів яблуні в 2022 та 2023 роках відбулося через 5–6 днів після початку цього процесу (у 2022 році з 1 по 7 травня, а в 2023 році з 29 квітня по 03 травня). Тривалість

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

квітування у досліджуваних сортів коливалась 9–17 діб.

Збирання плодів та їх досягання відбулося з інтервалом від 5 до 13 днів в залежності від сорту (див.

таблицю 3). Першими плоди почали дозрівати у сорту ‘Болеро’ в 2022 році 29.08, а найпізніше гібриди 9/78 Вікторія, 11/1 (2), 11/15 (2) – 11.09.

4. Характеристика фази досягання плодів сортів яблуні, 2022 та 2023 роки

Сорт	Початок досягання		Кінець збирання плодів	
	2022	2023	2022	2023
Білосніжка	30.08	26.08	18.09	20.09
Болеро	29.08	25.08	17.09	19.09
Спарта	01.09	28.08	19.09	21.09
Фаворит	30.08	26.08	18.09	20.09
Михайлівське 9/110	9.09	06.09	04.10	02.10
Дюймовочка	10.09	06.09	03.10	01.10
9/78 Вікторія	11.09	07.09	04.10	02.10
11/1 (2)	11.09	09.09	30.09	28.09
11/15 (2)	11.09	07.09	02.10	30.09

Тому, кінець збирання плодів у сорту ‘Болеро’ відбувся 17 вересня. По інших сортах яблунь кінець збору плодів був в різні дати. Кінець збирання Найпізніше збирання плодів відбулося у гібридів Михайлівське 9/110 та 9/78 Вікторія – відповідно 3–4 жовтня.

У 2023 році досягання плодів яблуні настало на 2–4 дні раніше, ніж у 2022 році. Крім того, цього року збирання плодів розпочалося на декілька днів раніше, ніж у 2022 році.

Найшвидше плоди яблуні сорту ‘Болеро’ стали дозрівати 29 серпня, і їх збирання закінчили 17 вересня.

Початок опадання листків сортів яблуні у наших дослідів у 2022 році відбувся у першій декаді жовтня. Першими почали опадати листки сорту ‘Болеро’. На наступний день почали опадати листки сортів Білосніжка, Спарта, Фаворит. Останніми почали опадати листки у гібридів 9/78 Вікторія, 11/1 (2).

5. Характеристика фази закінчення вегетації сортів сортів яблуні, 2022 рік.

Сорт	Початок опадання листя	Кінець опадання листя
	2022	2022
Білосніжка	05.10	16.11
Болеро	01.10	11.11
Спарта	08.10	17.11
Фаворит	05.10	16.11
Михайлівське 9/110	06.10	14.11
Дюймовочка	04.10	14.11

9/78 Вікторія	06.10	14.11
11/1 (2)	06.10	14.11
11/15 (2)	07.10	15.11

Кінець опадання листя у 2022 році припав на другу декаду листопада (11.11–17.11). Першими опали листки у сорту ‘Болеро’ (11.11).

Дослідження посухо- та жаростійкості

Більшість плодових рослин вологолюбні, але навіть у порівняно посухостійких культур (персик, абрикоса, агрус, порічки) окремі сорти дуже різняться за посухостійкістю. Посухостійкість сорту зумовлена біологічною здатністю рослин економно витрачати запас ґрунтової вологи, видом підщепи та її здатністю використовувати вологу з глибоких шарів ґрунту, віком насаджень, урожайністю, ґрунтовими умовами тощо.

При нестачі вологи в ґрунті у плодових рослин припиняється ріст пагонів, в’януть, всихають і обпадають листя та плоди, знижується закладання генеративних бруньок, а, отже, і врожаю, як у рік посухи, так і наступного року. Різко знижується й якість плодів.

Пошкодження листків ґрунтовою посухою починається біля основи пагонів і поширюється догори. Листки, пошкоджені повітряною посухою, всихають з країв або на всій площі пластинок. Сухе повітря підвищеної температури спричинює появу на листках плям запалу — темно- або світло-бурих місць з відмерлими клітинами. При цьому, насамперед, пошкоджуються молоді верхні листки на пагоні. Середні та нижні листки пошкоджуються з навітряного боку крони і ті, що більше піддаються безпосередній дії сонячних променів.

Визначення водного дефіциту та оводненості тканин

Важливим показником, що характеризує стабільність водного гомеостазу під час дії посухи, є водний дефіцит листків. У розрізі досліджуваних сортів показник водного дефіциту не перевищує 13,8 %, що підтверджує досить високу посухостійкість рослин яблуні (Рисунок 3).

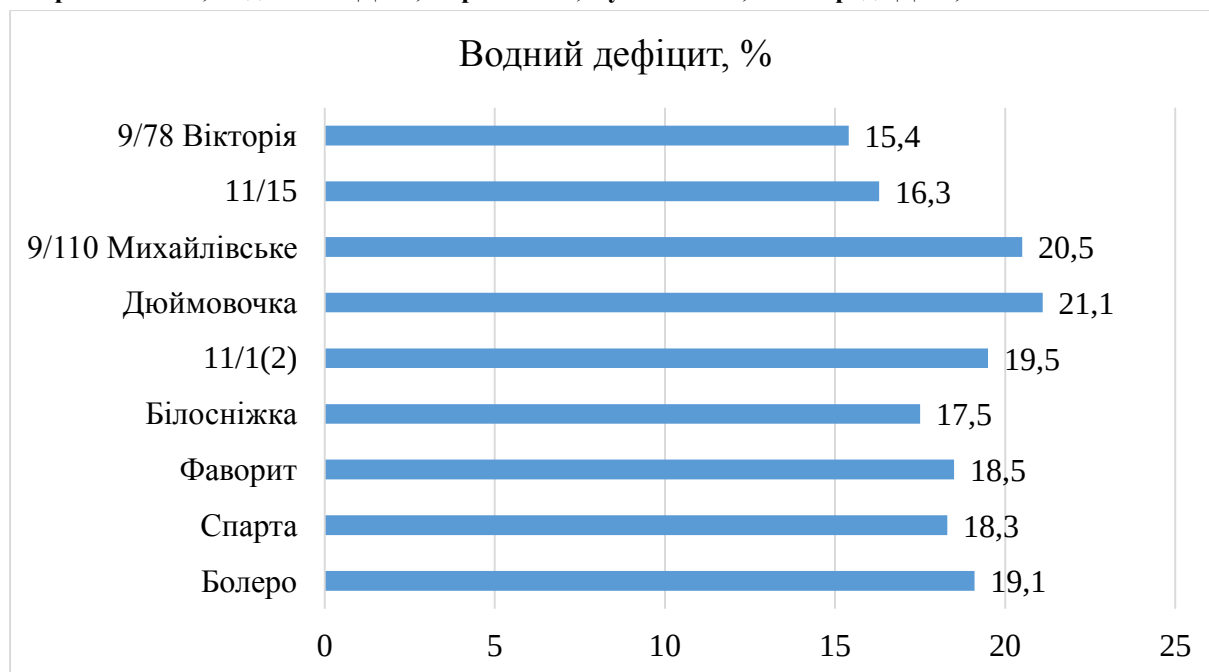


Рисунок 3. Водний дефіцит листків колоноподібної яблуні, %



Рисунок 4. Зразки поміщено у кристалізатор для насичення

Найменшим дефіцитом води характеризуються гібриди 9/78 Вікторія (15,4 %) та 11/1 (2) (16,3 %),

найбільшим – Дюймовочка (21,1) та Михайлівське 9/110 (20,5 %), що вказує на дещо нижчий їх адаптивний потенціал за умов посухи.

Важливим елементом оцінки фізіологічного стану рослин у період дефіциту води є їхня здатність підтримувати оптимальний рівень оводненості тканин листків. Зменшення кількості води в тканинах рослини на період більш ніж 10 діб може призвести до незворотніх процесів, як-от зменшення приростів пагонів та коренів, передчасне в'янення листків і навіть їхнє всихання та опадання, зменшення кількості запасних поживних речовин і порушення асиміляції CO_2 .



Рисунок 5.
Зважування
після
висушування



Рисунок 6. Зразки після повного
висушування

Рівень оводненості листків досліджуваних сортів знаходився в

межах від 58,76 % (11/1(2)) до 68,91 % (Дюймовочка) (рисунок 7).



Рисунок 7. Оводненість тканин листків, % ($HP_{05} = 3,234$)

Дисперсійний аналіз отриманих даних свідчить, що істотно вищий рівень оводненості мають гібриди Дюймовочка (68,91%) та 9/78 Вікторія (65,77%), найнижчий – у гібрида 11/1(2) (58,76%), а також у

сортів Болеро (60,86%) та Фаворит (61,21%).

Визначення водоутримувальної здатності

У життєвому та річному циклах рослин не існує визначених етапів,

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

які можна було б вважати важливими чи неважливими. Ріст рослин відбувається постійно, і зовнішні фактори впливають на нього протягом всього періоду росту. Проведення фізіологічних досліджень дозволяє виділити найбільш придатні сорти для вирощування в конкретних кліматичних умовах і подальшого вдосконалення технології їх культивування. Це не лише сприяє подоланню високого стресу для рослин, але також покращує якість врожаю. З урахуванням сучасних глобальних змін клімату, вибір сортів, які володіють якісною врожайністю та вологостійкістю, незалежно від температури та вологості повітря, стає дедалі більш актуальним.



Рисунок 8. Розміщуємо зразки у термостаті

Дослідження посухостійкості забезпечує можливість для об'єктивного оцінювання значення сортів, дає змогу виділити ті з них, що можуть бути використані як цінні донори для селекції нових сортів з високим рівнем екологічної адаптивності, сприяє раціональному розміщенню ягідних культур за вирощування в різних умовах.

Один з фізіологічних механізмів, який допомагає рослинам виживати в умовах посухи, полягає в їх здатності зберігати певну кількість води після того, як вона здається вже висохлою. Цей аспект можна вивчати шляхом лабораторного визначення здатності листків утримувати воду.

Коефіцієнт утримання води листя є ключовим показником, який

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

часто вважають основним при оцінці стійкості рослин до посухи. Аналіз змін втрати води протягом років показав незначні коливання, тому для отримання більш загальної карти було обчислено середні значення

(див. Таблиця 6). Зазначені показники водоутримувальної здатності вказують на відмінності в інтенсивності втрати води між різними досліджуваними сортами.

6. Водоутримувальна здатність сортів сортів яблуні, 2023 рік.

	Утрати води за експозицію, %			
	2 год	4 год	6 год	24 год
Болеро	15,21360 ^a	27,7962 ^a	33,43830 ^a	56,7888 ^{bcd}
Спарта	15,64615 ^a	26,5502 ^{ab}	32,06290 ^{ab}	60,8412 ^a
Фаворит	13,08169 ^{ab}	25,8681 ^b	31,49350 ^b	58,4115 ^b
Білосніжка	11,50958 ^{bc}	22,99330 ^c	28,40870 ^c	56,4682 ^{cd}
11/1(2)	12,14174 ^{bc}	25,9838 ^b	31,63840 ^b	55,6700 ^{dc}
Дюймовочка	12,53315 ^b	23,9119 ^{bc}	29,0576 ^c	60,9381 ^a
9/110 Михайлівське	11,63032 ^{bc}	20,6748 ^d	26,23100 ^d	57,7257 ^{bc}
11/15	10,50106 ^c	20,21390 ^d	25,85630 ^d	57,3915 ^{bc}
9/78 Вікторія	11,86785 ^{bc}	22,84450 ^c	28,19020 ^c	61,6771 ^a

Примітка. Різними літерами позначено істотну різницю на 95 рівні.

Дослідження динаміки змін водоутримувальної здатності засвідчило, що найінтенсивніше листки втрачали воду в перші 2 години після початкового зважування. Найбільшу втрату води зафіксовано в сортів Спарта (15,65%), Болеро (15,21%) та Фаворит (13,08%), найменшу у гібрида 11/15.

За 4-годинну експозицію листки найменше води втрачали втрачали гібриди 11/15 (20,21 %) та 9/110 Михайлівське (20,67 %), найбільше – Болеро (27,80 %) та Спарта (26,55 %).

За 6-годинну експозицію листки найменше води втрачали втрачали сорт Білосніжка (28,41), гібриди 11/15 (20,21 %) та 9/110 Михайлівське

(20,67 %), найбільше – Болеро (27,80 %) та Спарта (32,06 %).

Оскільки посуха може бути досить тривалою, то важливим показником да під час дослідження посухостійкості сорту є визначення втрати води після добової експозиції. На основі отриманих даних, передусім слід відзначити гібрид 11/1(2), який у середньому втратив 55,67 % води, що свідчить про його високий рівень адаптивності до умов посухи. Нижчим показником водоутримувальної здатності характеризуються сорти Білосніжка (56,46 %) та Болеро (56,79 %). Найменш посухостійкими виявилися Спарта, Дюймовочка та 9/78 Вікторія, у яких у середньому за роки

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

досліджень зафіксовано найвищі добові втрати води (відповідно 60,84; 60,93 та 61,68 %).

У результаті лабораторних досліджень водно-фізичних властивостей листків встановлено, що за вологоутримувальною здатністю більшість досліджуваних сортів мають високу та середню стійкість.

Оцінювання жаростійкості

Важливою господарською характеристикою сортів яблуні є жаростійкість. Неможливо мати чітке уявлення про адаптивність яблуні до посушливих умов без урахування її жаростійкості. Згідно досліджень

Д. Г. Макарової, Д. Ф. Проценка та С. М. Чухіля, високий рівень жаростійкості яблуні споріднений із функціональною стійкістю пластидного комплексу листя. Відповідно фотосинтетичний апарат високожаростійких сортів яблуні за спекотної погоди функціонує ефективніше та забезпечує вищу продуктивність дерев (Макарова, 2011; Чухіль, Китаєв, Чиж, 2007).

У 2023 р. максимальна температура повітря в день відбору проб становила 27 °С. За ступенем жаростійкості сорти та гібриди відносимо до високо- та дуже високо жаростійких (табл. 7).

7. Ступінь жаростійкості, 2023 р.

	Ступінь жаростійкості
Болеро	Високий
Спарта	Дуже високий
Фаворит	Дуже високий
Білосніжка	Високий
11/1(2)	Дуже високий
Дюймовочка	Високий
9/110 Михайлівське	Дуже високий
11/15	Дуже високий
9/78 Вікторія	Дуже високий



Рис. 7. Визначення рівня стійкості до високих температур

До високо жаростійких відносимо сорти Болеро, Білосніжка та гібрид Дюймовочка. Дещо кращий рівень жаростійкості спостерігали у сортів Спарта, Фаворит та гібридів 9/110 Михайлівське, 11/15, 9/78 Вікторія. Листки цих варіантів оцінили як – дуже жаростійкі Площа ушкодження їх листового апарату становила 1–5 % (низький ступінь пошкодження).

Висновки і перспективи. В результаті спостережень робимо висновок, що у всіх рослин сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу добрий та відмінний загальний стан, що дозволяє рекомендувати їх для вирощування у даній зоні. Початок сокоруху в усіх сортів яблуні, які були вивчені, припав на початок третьої декади березня Найменшим дефіцитом вологи характеризуються гібриди 9/78 Вікторія (15,4 %) та 11/1 (2) (16,3 %), найбільшим – Дюймовочка (21,1) та Михайлівське 9/110 (20,5 %), що вказує на дещо нижчий їх адаптивний потенціал за умов посухи. Дисперсійний аналіз отриманих даних свідчить, що істотно вищий рівень оводненості мають гібриди Дюймовочка (68,91 %) та 9/78 Вікторія (65,77 %), найнижчий – у гібрида 11/1(2) (58,76 %), а також у

сортів Болеро (60,86 %) та Фаворит (61,21 %). У результаті лабораторних досліджень водно-фізичних властивостей листків встановлено, що за вологоутримувальною здатністю більшість досліджуваних сортів мають високу та середню стійкість. На основі отриманих даних, передусім слід відзначити гібрид 11/1(2), який у середньому втратив 55,67 % води, що свідчить про його високий рівень адаптивності до умов посухи. Нижчим показником водоутримувальної здатності характеризуються сорти Білосніжка (56,46 %) та Болеро (56,79 %). Найменш посухостійкими виявилися Спарта, Дюймовочка та 9/78 Вікторія, у яких у середньому за роки досліджень зафіксовано найвищі добові втрати води (відповідно 60,84; 60,93 та 61,68 %). До високо жаростійких відносимо сорти Болеро, Білосніжка та гібрид Дюймовочка. Дещо кращий рівень жаростійкості спостерігали у сортів Спарта, Фаворит та гібридів 9/110 Михайлівське, 11/15, 9/78 Вікторія. Листки цих варіантів оцінили як – дуже жаростійкі Площа ушкодження їх листового апарату становила 1–5 % (низький ступінь пошкодження).

Список використаних джерел

1. Андрусик Ю. Ю., Китаєв О. І., Лушпіган О. П. Посухо- та жаростійкість

сортів малини в Північному Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного*

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

університету, 2008. Вип. 67, Ч. 1. С. 146–151.

2. Кондратенко Т.Є. Практикум з помології. Київ. 2000. 152 с.

3. Кондратенко Т.Є., Гаврилюк О.С.. Для рекордних врожаїв. Садівництво по-українськи, 2020. №1. 90–94 с. URL: <https://agrotimes.ua/article/dlya-rekordnyh-vrozhayiv/>

4. Кондратенко, П. В., Бублик, М. О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. *Аграрна наука*, 1996. 95 с.

5. Криворученко З. Р. Тенденції та можливі наслідки глобальних та регіональних змін клімату. *Електронний журнал «Державне управління: удосконалення та розвиток»*. № 9. 2014. URL:

<http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=754>

6. Кривошопка В.А., Сердюк О.В. Посухостійкість сортів і гібридів ожини (*Rubus subg. Eubatus Focke*) в Лісостепу України. Досягнення та концептуальні напрями вирощування малопоширених плодово-ягідних культур та переробка їх сировини: збірник матеріалів Першої Всеукраїнської науковопрактичної конференції, м. Київ, 19 грудня 2018 р. м. Київ, 2019. С. 78–81.

7. Лагутенко, О. Т., Настека, Т. М., Шевченко, В. Г., Кривошопка, В. А., Дутова, Г. А. Комплексна оцінка посухостійкості сортів агрусу в умовах північного лісостепу України. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2022. Вип. №5(44). С. 213–217. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.32>

8. Макарова, Д. Г. Адаптивність і продуктивність сорто-підщепних комбінацій яблуні в умовах Правобережної підзони Західного Лісостепу України. Дис. канд. с.-г. наук за спеціальністю 06.01.07 – плодівництво. Київ, 2011. 196 с.

9. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні / [Гол. ред. В.В. Волкодав] // Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. Алефа, 2005. 2(2)

10. Чухіль, С. М., Китаєв, О. І., Чиж, О. Д. Вивчення елементів посухостійкості клонових підщеп та сорто-підщепних

комбінувань яблуні. *Садівництво*, 2007. Вип. 60. С. 227–238.

11. Havryliuk, O. S., Shevchuk, N. V., Mazur V. M. Якісні показники однорічних саджанців яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2023. № 5/105. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.005)

12. Havryliuk, O., Bondarenko, Y., Boichuk, H., Petrenko, D. Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2022. 0(1(95)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.010>

13. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, V. Морозостійкість яблуні колоноподібного типу методом прямого проморожування. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2022. 0(6(100)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.00>

14. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, V., Petrenko, D. Якість пилку та добір запилювачів сортів яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2023. 0(1(101)). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.005)

15. Wilson, L., New, S., Daron, J., Golding, N. Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. 2021. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2021/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82.pdf

References

1. Andrusyk, Yu.Iu., Kytaiev, O.I., & Lushpihan, O.P. (2008). Resistance to Drought and Heat in Raspberry Varieties in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Collection of Scientific Papers of Uman State Agrarian University*, 67(1), 146–151.

2. Kondratenko, T., & Havryliuk, O. (2020). For Record Harvests. Gardening the Ukrainian Way, №1, 90–94. URL: <https://agrotimes.ua/article/dlya-rekordnyh-vrozhayiv/>

3. Kondratenko, T., (2000). Pomology Workshop. Kyiv 152 p.

4. Kondratenko, P.V., & Bublyk, M.O. (1996). Methodology of Conducting Field

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

Research on Fruit Crops. Agricultural Science, 95.

5. Kryvoruchenko, Z.R. (2014). Trends and Possible Consequences of Global and Regional Climate Changes. Electronic Journal 'Public Administration: Improvement and Development', № 9. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=754>

6. Kryvoshapka, V.A., & Serdyuk, O.V. (2018). Drought Resistance of Blackberry Varieties and Hybrids (*Rubus* subg. *Eubatus* Focke) in the Forest-Steppe of Ukraine. Achievements and Conceptual Directions in Cultivation of Rare Fruit and Berry Crops and Processing of their Raw Materials: Collection of Materials of the First All-Ukrainian Scientific-Practical Conference, Kyiv, December 19, 2018, pp. 78–81.

7. Lahutenko, O.T., Nasteka, T.M., Shevchenko, V.G., Kryvoshapka, V.A., & Dutova, G.A. (2022). Comprehensive Assessment of Drought Resistance of Currant Varieties in the Conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine. Environmental Sciences: Scientific-Practical Journal, No. 5(44), 213–217. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.32>

8. Makarova, D.H. (2011). Adaptability and Productivity of Apple Variety-Rootstock Combinations in the Conditions of the Right-Bank Subzone of the Western Forest-Steppe of Ukraine. Daria Georgiivna Makarova // : Ph.D. thesis in Agricultural Sciences, specialty 06.01.07 – Pomology. Kyiv. P.196

9. Methodology for State Testing of Plant Varieties for Suitability for Distribution in Ukraine / [Chief Editor V.V. Volkodav] // Protection of Plant Variety Rights: Official Bulletin Alefa. 2005. 2(2).

10. Chukhil, S.M., Kytaiiev, O.I., Chyzh, O.D. (2007). Study of Drought Resistance

Elements in Clonal Rootstocks and Apple Variety-Rootstock Combinations. *Horticulture*, 60, 227–238.

11. Havryliuk, O.S., Shevchuk, N.V., & Mazur B.M. (2023). Quality indicators of one-year columnar apple seedlings. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 0(5(105)). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.005)

12. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., & Petrenko, D. (2023). Pollen quality and selection of pollinators of cultivars of columnar type apple. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 0(1(101)). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.005)

13. Havryliuk, O., Kondratenko, T., & Mazur, B. (2022). Frost resistance of the columnar apple tree the method of direct freezing. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 0(6(100)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.00>

14. Havryliuk, O., Bondarenko, Y., Boichuk, H., & Petrenko, D. (2022). Formation of productivity of apple varieties in kyiv. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 0(1(95)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.010>

15. Wilson, L., New, S., Daron, J., & Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2021/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82.pdf

DROUGHT-RESISTANCE ELEMENTS AND HEAT-RESISTANCE OF VARIETIES AND HYBRIDS OF COLUMNAR APPLE TREES

O. Havryliuk, D. Yevdokymov, I. Korol, A. Kushym, D. Maiboroda, B. Oliinyk

Abstract. The recent climate instability has led to an increase in the strength and frequency of environmental stressors affecting fruit plants. As a result, their physiological condition deteriorates, and their resistance to adverse biotic and abiotic factors decreases. The aim of the research was to determine the drought and heat resistance of varieties and hybrids of columnar apple trees in the Forest-Steppe region

Гаврилюк О. С., Євдокимов Д. С., Король І. С., Кушим А. В., Майборода Д. С., Олійник Б. І.

of Ukraine. During the studies, the overall condition of the plants was assessed, the dates of the onset of phenological phases were recorded, tissue hydration, water deficit, and water-holding capacity of the leaves were determined. Based on the observations, we conclude that all varieties and hybrids of columnar apple trees exhibit good to excellent overall condition, making them suitable for cultivation in this zone.

Keywords: *apple tree, horticulture, resistance, moisture, tissue hydration, water deficit, water-holding capacity*

Свистунова І. В., Захлєбасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сеник І. І.,
Шувар А. М.

УДК 633.37:631.559:631.584

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ НАДЗЕМНОЇ МАСИ БУРКУНУ БІЛОГО В ОДНОВИДОВИХ ТА СУМІСНИХ ПОСІВАХ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І. В. СВИСТУНОВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<http://orcid.org/0000-0001-8922-1261>

E-mail: irinasv@ukr.net

М. В. ЗАХЛЄБАЄВ, кандидат сільськогосподарських наук

І. П. ЧУМАЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-2816-5195>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

С. П. ПОЛТОРЕЦЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук, професор

<http://orcid.org/0000-0003-3334-0880>

Уманський національний університет садівництва

В. В. СОЛОМОН, кандидат ветеринарних наук, доцент

<http://orcid.org/0000-0003-2757-9668>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

І. І. СЕНИК, доктор сільськогосподарських наук,

<https://orcid.org/0000-0003-3249-2065>

А. М. ШУВАР, доктор сільськогосподарських наук,

<https://orcid.org/0000-0002-6016-0896>

Західноукраїнський національний університет

[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.008](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.008)

***Анотація.** В умовах кліматичних змін важливою умовою ведення стійкого польового кормовиробництва є використання видів, що характеризуються підвищеною стійкістю до стресових гідротермічних факторів. До таких культур відноситься буркун білий (*Melilotus albus*), посіви якого формують високу та стабільну врожайність за будь-яких погодних умов. У кормовиробництві ця культура може бути використана для заготівлі сіна, сінажу, а також згодовуватись у вигляді зеленого та пасовищного корму. Попри високу кормову та агротехнічну цінність буркуну білого, наявної нині наукової інформації щодо технологічних особливостей його вирощування на корм у змішаних посівах зі злаковими культурами недостатньо. Метою досліджень було встановити особливості формування урожайності вегетативної маси буркуну білого в одновидових та бінарних посівах зі злаковими компонентами залежно від технологічних прийомів вирощування. Дослідження проводили впродовж 2015-2017 рр. на дослідних полях кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» на чорноземі типовому малогумусному. Встановлено, що максимальну*

Свистунова І. В., Захлебасв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сеник І. І., Шувар А. М.

врожайність зеленого корму забезпечувала технологічна модель, яка передбачала вирощування бінарних посівів буркуну білого із суданською травою за норми висіву бобової культури 16 кг/га та внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 51,5 т/га, що перевищувало контроль (одновидовий посів буркуну білого з нормою висіву 16 кг/га) на 13,4 т/га. Зазначений варіант характеризувався також найвищою інтенсивністю наростання надземної маси вже від тридцятої доби після сходів та найкращою облиственістю рослин в період укісної стиглості – 39,73-41,17 % або 10,80-13,97 т/га. Найменший приріст врожаю за такої взаємодії факторів забезпечував бобово-злаковий фітоценоз з просом – 5,4 т/га.

Ключові слова: бобово-злакові посіви, урожайність вегетативної маси, добовий приріст, структура врожаю

Актуальність. Ефективним способом формування потужної кормової бази та зниження собівартості продукції тваринництва є вирощування багаторічних бобових трав, які характеризуються високою кормовою та агрономічною цінністю. Введення їх в сівозміну сприяє включенню в біологічний кругообіг атмосферного азоту повітря, зниженню екологічного навантаження на навколишнє середовище та одержанню дешевого рослинного білку за невисоких норм високовартісних азотних мінеральних добрив (Vlaschuk et al., 2015; Husiev & Paniukova, 2007; Petrychenko, Antypova, Tsurkan 2019; Sowa-Borowies, Jarecki, Dżugan, 2022). Однак, не всі культури та їх сорти здатні формувати високу та стабільну врожайність за будь-яких гідротермічних ресурсів. Тому в умовах кліматичних змін важливою умовою ведення стійкого польового кормовиробництва є використання таких видів та сортів, яким характерна підвищена стійкість до

стресових погодних умов. До таких культур відноситься буркун білий (*Melilotus albus*) – цінна кормова, медоносна та фітомеліоративна рослина, яка характеризується високою екологічною пластичністю та ефективним використанням агрокліматичних ресурсів. У кормовиробництві буркун білий може бути використаний для заготівлі сіна, сінажу, а також згодовуватись у вигляді зеленого та пасовищного корму (Vlaschuk et al., 2015; Avetisyan et al. 2020).

Вегетативна маса цієї культури багата на кальцій, фосфор, каротин, вітаміни, біологічно активні речовини та містить 0,18-0,24 кормових одиниць, кожна з яких забезпечена до 190 г перетравленого протеїну. Завдяки активному виділенню нектару навіть за сухої погоди кожен гектар насінників буркуну білого забезпечує одержання 500-600 кг високоякісного меду (Vlaschuk et al., 2015; Demydas & Zakhliebaiev, 2015; Kvitko, Mazur, Korniiichuk, 2008).

Культури характерні цінні агротехнічні особливості – глибоко проникаючі в ґрунт корені здатні своїми виділеннями розчиняти, засвоювати важкорозчинні поживні речовини із нижніх горизонтів ґрунту та переміщувати їх з нижніх шарів у верхні. Серед бобових трав буркун білий є найбільш придатним для вирощування на карбонатно-солонцюватих ґрунтах. За дворічного використання він залишає після себе з поживними рештками до 12 т сухої речовини, в тому числі 230 кг азоту, 60 фосфору, 130 калію, 45 магнію та 112 кг кальцію, у зв'язку з чим є добрим попередником для всіх культур (Zakhliebaiev, 2018; Dashkevich et al., 2018; Kazarina et al., 2023; Sowa, Jarecki, Dżugan, 2018).

Однак, не зважаючи на високу кормову та агротехнічну цінність буркуну білого, на сьогодні недостатньо наявної наукової інформації, щодо особливостей його вирощування на корм у сумісних посівах зі злаковими культурами на корм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, вирощування змішаних посівів бобово-злакових культур дозволяє отримувати корм, що більш відповідає фізіологічним потребам тварин та забезпечує оптимальне цукро-протеїнове співвідношення (Hetman & Zlotenko, 2011; Petrychenko & Hetman, 2017; Annaeva et al., 2020b). Із цінних бобових трав у травосумішах

використовують також буркун білий, який вирощують сумісно з різними однорічними та багаторічними злаковими компонентами: стоголосом безостим, кукурудзою, просом, суданською травою, сорго, могомаром, вівсом, житом озимим та іншими культурами. За вирощування таких травосумішей дослідники відмічають підвищення валового врожаю вегетативної маси, збільшення виходу з одного гектару перетравного протеїну та кращу забезпеченість ним кормових одиниць. Наприклад, при вирощуванні сумісних посівів буркуну білого з кукурудзою урожайність досягала 41,8 т/га, тоді як одновидові посіви кукурудзи формували лише 39,6 т/га. При цьому, бобово-злакова суміш забезпечувала вихід 7,45 т/га кормових одиниць та 0,46 т/га перетравного протеїну, в той час як чистий посів кукурудзи – 7,12 та 0,39 т/га відповідно (Demydas & Zakhliebaiev, 2015; Zakhliebaiev, 2018).

При розробці агротехніки вирощування змішаних посівів важливе значення має знання закономірностей росту і розвитку їх компонентів та взаємовплив культур у травосуміші в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, що істотно обумовлює кормову цінність таких посівів та ефективність використання кормової площі (Annaeva et al., 2020a; Sowa-Borowiec, Jarecki, Dżugan, 2022; Tenikecier & Ates, 2020). Разом з тим,

Свистунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

наукових даних щодо технологічних особливостей вирощування буркуну білого в змішаних посівах зі злаковими культурами в умовах Правобережного Лісостепу на сьогодні є недостатньо.

Метою досліджень було встановити особливості формування урожайності вегетативної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах зі злаковими компонентами залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2015-2017 рр. на дослідному полі кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології в умовах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» [1].

Польовий експеримент закладали за схемою: фактор А – травосумішки: 1 – буркун білий (контроль), 2 – буркун білий + кукурудза, 3 – буркун білий + просо, 4 – буркун білий + суданська трава, 5 – буркун білий + сорго; фактор В – норма висіву буркуну білого: 1 – 16 кг/га (контроль), 2 – 18 кг/га, 3 – 20 кг/га, 4 – 22 кг/га; фактор С – удобрення: без внесення добрив (контроль), $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$.

У досліді використовували буркун білий дворічний сорту Еней, гібрид кукурудзи – Кадр 267 МВ

(ФАО 260), сорт проса – Козацьке, гібрид сорго – Довіста, сорт суданської трави – Білявка. Норма висіву злакового компоненту у складі бінарних злаково-бобових травосумішей становила 70 % від повної: просо – 2,25 млн схожих насінин на 1 га (20 кг/га), кукурудза – 60 тис. схожих насінин на 1 га (20 кг/га), суданська трава – 1,5 млн схожих насінин на 1 га (15 кг/га), сорго – 0,375 млн схожих насінин на 1 га (15 кг/га). Фосфорно-калійні добрива вносили у формі простого суперфосфату (19,5 %) і хлористого калію (56 %) восени під основний обробіток ґрунту, азотні добрива у формі аміачної селітри (34,5 %) вносили навесні під передпосівну культивуацію. Площа облікової ділянки – 25 м², повторення – чотириразове.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний, у шарі 0-20 см якого міститься 0,2-0,32 % загального азоту, 0,15-0,25 % фосфору та 2,3-2,5 % калію. Вміст рухомого фосфору (за Мачигінім) – 40-55 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 150-165 мг/кг ґрунту, легкогідролізованого азоту за Корнфільдом – 140-160 мг/кг ґрунту, рН сольової витяжки – 6,7-7,0.

Погодні умови впродовж періоду досліджень характеризувались істотною відмінністю як за роками, так і відносно середньої багаторічної норми. Екстремальним за гідротермічними умовами були 2015

Свистунова І. В., Захлебасв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

та 2017 роки, які характеризувались значними підвищеннями температури повітря під час вегетації рослин на фоні тривалих бездощових періодів. Ріст і розвиток рослин у 2016 та 2018 роках проходив в умовах, наближених до багаторічних значень за основними параметрами погоди.

Структуру врожаю визначали методом відбору пробних снопів з трьох повторень [1], урожайність –

зважуванням урожаю з усієї ділянки [1].

Результати дослідження та їх обговорення. Результати проведених досліджень свідчать про значний вплив на формування рівня врожайності вегетативної маси досліджуваних посівів складу травосумішки, масової частки в них насіння буркуну білого та мінерального удобрення (табл. 1).

1. Урожайність надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах, середнє за 2015–2017 рр., т/га

Культура, травосуміш	Удобрєння	Норма висіву буркуну білого, кг/га			
		16	18	20	22
Буркун білий	без добрив	38,1	35,8	34,3	32,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	44,6	42,2	40,0	38,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	45,8	43,7	40,7	38,7
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	47,3	45,2	42,3	40,9
Буркун білий + кукурудза	без добрив	37,8	36,0	34,3	32,1
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	42,2	40,9	38,7	36,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	43,5	42,1	38,8	36,9
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	44,8	43,4	40,4	38,6
Буркун білий + просо	без добрив	35,1	33,2	29,9	28,1
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	38,7	36,9	34,5	32,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	41,1	39,2	35,8	33,9
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	43,5	41,0	37,2	35,2
Буркун білий + суданська трава	без добрив	41,2	38,8	36,1	33,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	47,6	44,6	41,7	39,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,5	47,0	43,4	41,3
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	51,5	48,7	45,5	43,4
Буркун білий + сорго	без добрив	39,7	37,6	34,5	32,0
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	44,3	43,0	39,3	36,9
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	45,6	44,7	40,6	38,3
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	46,9	45,7	43,3	41,1
НІР ₀₅	для травосумішей – 0,9; для удобрення – 0,8; для норм висіву – 0,8; загальна – 3,2.				

Встановлено, що зі збільшенням норми висіву бобового компоненту урожай надземної маси знижувався як

в одновидових, так і в сумісних його посівах зі злаковими культурами незалежно від норми внесення

Свистунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

мінеральних добрив. Зростання норми висіву буркуну від 16 до 22 кг/га знижувало його врожайність за сівби в чистому посіві без мінерального удобрення на 5,6 т/га, за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – на 6,4 т/га, що свідчить про негативну реакцію компонентів агрофітоценозу на щільне розміщення рослин на площі та зниження їх життєздатності.

Серед варіантів травосумішей найбільшу врожайність за норми висіву буркуну білого 16 кг/га формували змішані бінарні посіви бобового компоненту з суданською травою та сорго, які залежно від рівня мінерального удобрення забезпечували приріст врожаю на рівні 3,1-13,4 та 1,6-8,8 т/га, відповідно. Максимальна врожайність сумісних посівів з суданською травою була обумовлена біологічними особливостями останньої, її вищою конкурентоздатністю та інтенсивним кушінням.

На ділянках змішаних посівів буркуну білого з кукурудзою рівень врожайності без внесення добрив був нижчим за абсолютний контроль на 0,3 т/га, однак за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – перевищував його на 6,7 т/га.

Найнижчий рівень врожаю формували бінарні посіви буркуну білого з просом – 35,1-43,5 т/га. За відсутності удобрення такі посіви формували урожайність на 3,0 т/га меншу ніж на контрольному варіанті, проте навіть за внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$

урожайність зростала на 0,6 т/га, а за внесення максимальної норми на рівні $N_{60}P_{90}K_{90}$ – приріст урожаю становив 5,4 т/га. При такій комбінації видів у складі бінарної суміші рослини проса характеризувались уповільненими темпами росту на початку вегетації, внаслідок чого в подальшому вони дещо пригнічувались бобовим компонентом, що загалом призводило до зниження продуктивності сумісного посіву.

Максимальну врожайність вегетативної маси у досліді формували сумісні посіви буркуну білого із суданською травою за норми висіву бобової культури 16 кг/га та внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 51,5 т/га, що перевищувало контроль на 13,4 т/га. Приріст урожайності на аналогічному варіанті бінарної суміші із сорго становив 8,8 т/га. Найменший приріст за такої взаємодії факторів забезпечував бобово-злаковий фітоценоз з просом – 5,4 т/га. Приріст надземної маси в посівах буркуну білого становив 9,2 т/га.

На рівень врожайності посівів істотно впливали норми внесення мінеральних добрив. Максимальні обсяги наростання вегетативної маси як в одновидових посівах буркуну білого, так і в сумісних його посівах зі злаковим компонентом за всіх норм висіву бобового компоненту були отримані за умови внесення найвищої норми мінеральних добрив – $N_{60}P_{90}K_{90}$. На вказаному варіанті

Свиштунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

удобрєння приріст урожаю, порівняно до контролю, в посівах буркуну білого коливався в межах 2,8-9,2 т/га залежно від норми висіву культури. Така закономірність вказує на позитивну роль азотних добрив, особливо для злакових компонентів,

та фосфорно-калійних, переважно, для бобової культури.

Фактори, що були поставлені на вивчення впливали не лише на зальну врожайність посівів, але й на динаміку наростання вегетативної маси (табл. 2).

2. Динаміка наростання надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах за норми висіву 16 кг/га, середнє за 2015–2017 рр., т/га

Культура, травосуміш	Удобрєння	Період після настання фенологічної фази «сходи», діб			
		30	40	50	80
Буркун білий	без добрив	9,8	14,8	19,2	30,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10,6	16,2	20,3	34,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,9	16,5	21,0	35,5
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	11,5	16,9	21,6	36,7
Буркун білий + кукурудза	без добрив	9,5	15,0	19,9	30,5
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10,4	16,5	21,7	33,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,1	17,1	22,3	34,2
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	11,7	18,0	23,2	35,4
Буркун білий + просо	без добрив	8,5	14,1	20,1	28,9
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	9,3	15,2	21,4	30,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,4	16,6	23,3	33,1
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	11,4	17,2	24,0	35,3
Буркун білий + суданська трава	без добрив	10,6	16,9	22,1	33,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,6	19,3	25,2	38,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,2	19,7	25,8	39,7
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	12,8	20,6	26,9	40,8
Буркун білий + сорго	без добрив	10,4	17,4	22,1	32,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	11,0	18,5	24,0	35,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,7	18,8	24,3	36,8
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	12,1	19,4	24,8	38,0
НІР ₀₅	для травосумішей	0,33	0,36	0,38	0,40
	для удобрєння	0,25	0,30	0,32	0,36

Встановлено, що за сівби з нормою висіву бобового компоненту 16 кг/га на 30 добу після сходів досліджувані посіви нагромаджували від 8,5 до 12,8 т/га вегетативної маси. Найменш продуктивними серед них

були неудобрєні ділянки бінарних посівів буркуну білого з просом та кукурудзою – відповідно, 8,5 та 9,5 т/га. Завдяки внесенню мінеральних добрив приріст вегетативної маси становив 5,5-

Свиштунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

18,8 %. Максимальний урожай вегетативної маси в зазначений період отримано на варіантах сумісного вирощування буркуну білого із суданською травою – 10,6-12,8 т/га.

На 40 добу після появи повних сходів приріст вегетативної маси досягав 32-40,5 % та складав 14,8-20,6 т/га. Найменш врожайними за рівнем формування зеленого корму були одновидові посіви бобового компоненту та його змішані агрофітоценози з просом та кукурудзою за відсутності удобрення – відповідно, 14,8, 14,1 та 15,0 т/га. Максимальну урожайність на даному етапі розвитку посівів отримано з бінарних посівів бобової культури із сорго та суданською травою – 19,4 та 20,6 т/га за внесення повного мінерального удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$.

Внесення мінеральних добрив забезпечувало приріст вегетативної маси на варіантах дослідів у межах 6-18 %. Подібна тенденція щодо приросту надземної маси під впливом мінерального удобрення збереглася і на 50 добу після сходів досліджуваних культур та становила 5,5-17,8 %. У середньому за 10 діб вегетації приріст надземної біомаси складав 20,2-29,9 %. Найбільшу вегетативну масу серед усіх варіантів дослідів відмічено за сумісного вирощування бобової культури із суданською травою – 26,9 т/га.

До настання укісної стиглості посівів найвищу врожайність вегетативної маси отримано на варіанті сумісного вирощування буркуну білого із суданською травою – 33,7- 40,8 т/га. На ділянках зазначеної травосуміш приріст зеленої маси за період від 50 до 80 доби коливався в межах 30-41,1 %. При цьому, внесення мінеральних добрив забезпечило приріст вегетативної маси на рівні 6,2-18,1 %.

Чинники, що були поставлені на вивчення впливали не лише на формування загального рівня врожайності вегетативної маси та інтенсивність її наростання, але й на структуру рослин в травостоях (табл. 3).

Встановлено, що за норми висіву бобового компоненту 16 кг/га, яка забезпечувала найвищу врожайність посівів, в структурі вегетативної маси одновидового посіву буркуну білого частка листя становила 41,3-42,9 % або 15,74-20,29 т/га. Внесення мінеральних добрив, у зв'язку з покращенням умов для росту та розвитку рослин і формуванням більш потужного їх листкового апарату підвищувало облиственість рослин на 1,1-1,6 %. При цьому, частка стебел зі збільшенням норми мінерального удобрення знижувалась. У середньому відсоток стебел в структурі надземної біомаси становив 56,07-57,88 % або 22,06-26,53 т/га.

Свистунова І. В., Захлебасв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

Оскільки для рослин буркуну білого характерний досить тривалий період цвітіння, незначна частина суцвіть також була складовою

структури урожаю. В одновидовому посіві буркуну їх частка становила 0,6-1,1 % або 0,30-0,48 т/га та зростала зі збільшенням норми добрив.

3. Структура урожаю надземної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах за норми висіву 16 кг/га, середнє за 2015-2017 рр.

Культура, травосуміш	Удобрєння	Структурні елементи урожаю					
		листя		стебло		суцвіття	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
Буркун білий (контроль)	без добрив	15,74	41,32	22,06	57,88	0,30	0,80
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	18,91	42,42	25,29	56,68	0,40	0,90
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,56	42,71	28,80	56,32	0,44	0,97
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	20,29	42,92	26,53	56,07	0,48	1,01
Буркун білий + кукурудза	без добрив	11,30	40,23	16,62	59,07	0,19	0,70
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	12,69	40,81	18,18	58,48	0,23	0,71
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,17	41,35	18,47	57,85	0,25	0,80
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	13,84	41,71	19,08	57,46	0,28	0,83
Буркун білий + просо	без добрив	9,48	38,72	14,91	60,88	0,11	0,40
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10,44	39,13	16,11	60,27	0,15	0,60
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,08	39,31	16,93	60,07	0,18	0,62
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	11,98	39,82	17,91	59,48	0,21	0,70
Буркун білий + суданська трава	без добрив	10,80	39,73	16,24	59,67	0,17	0,60
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	12,57	40,31	18,42	59,04	0,20	0,65
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,15	40,62	19,02	58,68	0,23	0,70
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	13,97	41,17	19,78	58,10	0,25	0,73
Буркун білий + сорго	без добрив	11,50	39,12	17,70	60,18	0,21	0,70
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	12,81	39,45	19,46	59,78	0,24	0,77
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,22	39,73	19,82	59,47	0,26	0,80
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	13,81	39,93	20,51	59,21	0,28	0,86

У структурі кормової маси досліджуваних бінарних травосумішок буркуну білого з однорічними злаковими культурами частка листя становила 38,72-41,71 % або 10,7-21,2 т/га і найвищою була за змішаної сівби з суданською травою – 39,73-41,17 % або 10,80-13,97 т/га. Як і за одновидової сівби бобової

культури збільшення мінерального живлення підвищувало облиственість рослин – на 0,4-1,3 %. За сумісного вирощування вміст стебел у травостої становив в межах 57,6-60,88 % або 16,11-20,51 т/га. Зі збільшенням рівня удобрення частка стебел знижувалась. Найбільший їх вміст відзначено за сумісного вирощування

Свистунова І. В., Захлебасв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

буркуну білого із просом (59,67-60,88 %). Частка суцвіть в урожаї травосумішок становила 0,4-1,1 % або 0,11-0,28 т/га. Внесення мінеральних добрив обумовлювало підвищення вмісту суцвіть на 0,1-0,3 %.

Висновки і перспективи. Обсяг наростання вегетативної маси буркуну білого в одновидових та сумісних посівах істотно обумовлюється нормою його висіву, видом злакового компоненту та мінеральним удобренням. Максимальну врожайність зеленого корму забезпечувала технологічна

модель, яка передбачала вирощування бінарних посівів буркуну білого із суданською травою за норми висіву бобової культури 16 кг/га та внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 51,5 т/га, що перевищувало контроль на 13,4 т/га. Зазначений варіант характеризувався і найкращою облиственістю рослин – 39,73-41,17 % або 10,80-13,97 т/га. Найменший приріст надземної маси за такої взаємодії факторів забезпечував бобово-злаковий фітоценоз з просом – 5,4 т/га.

References

1. Babych A.O. (1994) Methods of conducting experiments on fodder production. Vinnytsia, 96 p.
2. Vlaschuk A. M., Prischepo M. M., Konaschuk O. P., Kolpakova A.S. (2015). A melilot is white one-year is a perspective green crop. *Agronom*, 3(49), 216-218.
3. Hetman N. Ya., Zlotenko O. Yu. (2011) The formation of productivity with mixtures of annual crops depending on the rate of sowing and the level of mineral nutrition in the conditions of the Western Forest Steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. Vyp. 68. S. 23-24
4. Husiev M. H., Paniukova O. O. (2007) The influence of growing conditions on the productivity of perennial legumes in the Southern Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. Vyp. 7. S. 88–91.
5. Demydas H. I., Zakhliebaiev M. V. (2015) The value of the white grunt in fodder production. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*. Vyp. 210. S. 18-21.
6. Zakhliebaiev M. V. (2018) Productivity of the white gorse in single-species and combined crops with cereal crops depending on mineral nutrition and sowing rates on chernozems typical in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. Vyp.2 (72). URL: <http://www.nbu.gov.ua/ejournals/>

Nd/2011_4/11ksm.pdf. (date of application: 16.11.2023).

7. Kvitko H. P., Mazur V. A., Korniiichuk O. V. (2008) Bioenergetic evaluation of technologies for growing white mullet for fodder in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. Vyp. 62. S. 133–139.
8. Petrychenko V. F., Hetman N. Ya. (2017) Factors increasing the productivity of agrophytocenoses of perennial legumes in the conditions of the right-bank forest-steppe. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. Vyp. 84. S. 3-9.
9. Annaeva M. I., Toreev F. N., Yakubov M. M., Allashov B. D., Mavlonova N., Tursoatov S. (2020). Agrotechnology of Melilotus albus cultivation in saline area. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 614, No. 1, p. 012170). IOP Publishing.
10. Avetisyan A. T., Baykalova L. P., Artemyev O. S., Martynova O. V. (2020). Productivity and feed value of sparsely distributed annual crops. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 548, No. 7, p. 072047). IOP Publishing
11. Dashkevich S., Filippova N., Utebayev M., Abdullaev K. (2018) Assessing the Influence of the Initial Forms of Melilot on the Quality of Fodder Mass in the Conditions of Northern Kazakhstan. *J. Pharm. Sci. Res.* 2018, 10, 2564–2567.

Свистунова І. В., Захлебасв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сенік І. І., Шувар А. М.

12. Kazarina A. V., Marunova L. K., Atakova E. A., Abramenko I. S. (2023). Ecological plasticity and adaptive potential of annual form of white sweet clover (*Melilotus albus* M.). In E3S Web of Conferences (Vol. 411, p. 02045). EDP Sciences.

13. Petrychenko V. F., Antypova L. K., Tsurkan N. V. (2019). Influence of hydrothermal conditions on the productivity of perennial grasses in South Steppe of Ukraine. Feeds and Feed Production, (88), 27-36.

14. Sowa P., Jarecki W., Dżugan M. Nostrzyk (*Melilotus*) – Zapomniana roślina o dużym znaczeniu gospodarczym (Sweet clover (*Melilotus*) – A forgotten plant with a large economic importance). Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 2018, 593, 73–85

15. Sowa-Borowiec P., Jarecki W., Dżugan M. (2022) The Effect of Sowing Density and Different Harvesting Stages on Yield and Some Forage Quality Characters of

the White Sweet Clover (*Melilotus albus*). Agriculture. 2022; 12(5):575. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050575>

16. Sowa-Borowiec P., Jarecki W., Dżugan M. (2022). The effect of sowing density and different harvesting stages on yield and some forage quality characters of the white sweet clover (*Melilotus albus*). Agriculture, 12(5), 575.

17. Tenikecier H., Ates E. (2020) Determination of seeding rate in the blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) for forage yield and some quality features under subtropical conditions. Turk. J. Field Crops. 25, 161–167.

18. Annaeva M., Toreev F., Yakubov M., Allashov B., Mavlonova N., Tursoatov S. (2020). Agrotechnology of *Melilotus albus* cultivation in saline area. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. United Kingdom. 614(1): 012170. doi:10.1088/1755-1315/614/1/012170

FORMATION OF THE YIELD OF THE ABOVE-GROUND MASS OF WHITE SWEETCLOVER IN SINGLE-SPECIES AND COMBINED CROPS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

I. V. Svystunova, M. V. Zakhliebaiev, I. P. Chumachenko, S. P. Poltoretskyi, V. V. Solomon, I. I. Senyk, A. M. Shuvar

Abstract. In the conditions of climatic changes, an important condition for sustainable field fodder production is the use of species with increased resistance to stressful hydrothermal factors. Such crops include the white sweetclover burdock (*Melilotus albus*), the crops of which form a high and stable yield under any weather conditions. In fodder production, the crop can be used for harvesting hay, silage, and also fed as green and pasture fodder. Despite the high fodder and agrotechnical value of white sweetclover gorse, currently available scientific information on the technological features of growing it for fodder in mixed crops with cereal crops is insufficient. The purpose of the research was to establish the peculiarities of the formation of the productivity of the vegetative mass of *Melilotus albus* in single-species and binary crops with cereal components, depending on the technological methods of cultivation. The research was conducted during 2015-2017 at the experimental fields of the Department of Fodder Production, Land Reclamation and Meteorology in the conditions of the SS NULES of Ukraine "Agronomic Research Station" on typical low-humus black soil. It was established that the maximum yield of green fodder was provided by the technological model, which provided for the cultivation of binary crops of *Melilotus albus* with Sudanese grass at the rate of sowing of leguminous crops of 16

Свистунова І. В., Захлебасєв М. В., Чумаченко І. П., Полторецький С. П., Соломон В. В., Сеник І. І.,
Шувар А. М.

*kg/ha and the application of $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 51.5 t/ha, which exceeded the control (single-species sowing of *Melilotus albus* with a seeding rate of 16 kg/ha) by 13.4 t/ha. This variant had the highest intensity of growth of fodder mass already from the thirtieth day after germination and the best foliage of fodder mass in the period of cutting ripeness – 39.73-41.17 % or 10.80-13.97 t/ha. The smallest increase under such an interaction of factors was provided by leguminous-cereal phytocenosis with millet – 5.4 t/ha.*

Keywords: *leguminous and cereal crops, yield of vegetative mass, daily growth, yield structure*

**ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ
ФГ «ВРОЖАЙНЕ» ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Ю. М. ШКАТУЛА, кандидат сільськогосподарських наук, в. о. зав. кафедри
землеробства ґрунтознавства та агрохімії;

О. А. ДІДИК, магістр

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: skatulaurij@gmail.com

E-mail: Fg_dim@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.009](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.009)

Анотація. У статті наведено заходи щодо удосконалення інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого з високим рівнем адаптивності для конкретних умов вирощування при застосуванні система удобрення; опрацьовано останні дослідження та публікації; об'єктивно оцінено важливість та актуальність дослідження питання оптимізації головних елементів живлення з метою досягнення високих показників продуктивності ріпаку озимого. Проаналізовано результати вивчення впливу різних норм мінеральних добрив на формування врожайності насіння високопродуктивного вітчизняного гібриду озимого ріпаку Халк. Установлено, що мінеральні добрива на сьогоднішній день є основою для інтенсивних технологій і відіграють найбільш значущу частину у витратній структурі технології вирощування ріпаку озимого. У сучасних важких економічних умовах особливо потрібно приділяти внесенню фосфорних добрив, адже забезпечення ґрунтів України фосфорними добривами не перевищує 10% від їхньої потреби, що становить загрозу деградації ґрунтового покриву та зменшенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Встановлено, що ріпак озимий особливо вибагливий до рівня азотного живлення. Найвищу ефективність має застосування азотних добрив у ґрунт у формі КАС. Позакореневе підживлення, ефективне лише для усунення дефіциту поживних речовин у рослині. Основним прийомом забезпечення рослин мікроелементами може бути позакореневе підживлення яке покращує доступність елементів живлення, зменшує витрати на підживлення. Рекомендується в осінній період до посіву ріпаку озимого внести комплексні мінеральні добрива SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ у весняний період по мерзлоталому ґрунті + мікродобриво АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га у фазу утворення стебла + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації озимого ріпаку, що дозволить отримати урожайність насіння ріпаку озимого на рівні 3,94 т/га.

Ключові слова: озимий ріпак, агроценоз, технологія, мінеральні добрива, насіння, урожайність

Актуальність. Озимий ріпак – відноситься до олійних культур, що вирощується в багатьох країнах в умовах помірного клімату. Це джерело високоякісної олії, яке використовується в різних галузях промисловості, таких як технічна, харчова та миловарна. Тому розробка новітніх досліджень щодо покращення елементів інтенсивної технології вирощування озимого ріпаку не втрачає своєї актуальності (Мацера, 2019).

Насіння ріпаку, містить 35-45 % слабовисихаючої олії, 20-26 % білка та 17-18 % вуглеводів, має перевагу на продовольчому ринку порівняно з іншими олійними культурами поступаючись на світовому олійному ринку пальмовій та соєвій олій (Мазур & Мацера, 2019; Matser, 2020). Ріпак озимий доволі затребувана та ліквідна культура як в Україні, так і в світі. Останніми роками ріпак користується попитом через виробництво біодизелю з нього, особливо в країнах ЄС. Вирощують також на зелений корм, а макуху (після пропарювання) згодуюють худобі (Культура ріпак озимий).

Згідно з даними Інформаційно-аналітичного статистичного звіту USDA «Oilseeds: World Markets and Trade» за червень 2023 р. відмічено що до трійки лідерів із виробництва насіння ріпаку входять країни ЄС, Канада та Китай. За прогнозами в 23/24 МР (маркетинговому році) країни ЄС вироблять 10,31 млн т

ріпакової олії та 13,99 млн т шроту (Кернасюк, 2018).

Науковці О. С. Забарний, О. С. Дем'янюк, в своїй науковій праці відмічають, що згідно з даними Міністерства аграрної політики та продовольства України у 2022 р. було зібрано 3,1 млн т насіння ріпаку (Забарний & Дем'янюк, 2018). На сьогоднішній день потенційний рівень врожайності насіння сортів та гібридів ріпаку озимого повністю не реалізовується, так урожайність насіння ріпаку в Україні в середньому становить 1,73 т/га, а в окремих господарствах 3,0-3,5 т/га. Для Європейських країн врожайність ріпаку 3,5-4,0 т/га є звичною (Гамаюнова & Гаро, 2017).

У сфері підвищення продуктивності озимого ріпаку, найбільш важливі три основні напрями: нові селекційні розробки, перехід на сучасні агротехнології, які адаптовані до ґрунтово-кліматичних особливостей регіону і економічно обґрунтована організація виробництва. При вирощуванні ріпаку озимого велика увага приділяється науково-обґрунтованому застосуванню мінеральних добрив які не лише підвищують врожайність, але й покращують вміст олії, якісні показники насіння, стійкість рослин до хвороб, сприяють їх швидкому росту та розвитку, підвищують ефективність використання вологи тощо.

Сучасна концепція раціонального застосування мінеральних добрив у контексті стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва має брати до уваги економічні, соціальні та екологічні складові. На ефективність добрив впливає форма добрива, дози, строки і способи внесення, ґрунтово-кліматичні умови, кількість вологи в кореневмісному шарі ґрунту та інші фактори. Також існує зростаюча потреба у мінеральних добривах через інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва та зростання їхньої ціни.

Створення і удосконалення інтенсивних технологій вирощування ріпаку озимого, з високим рівнем адаптивності для конкретних умов вирощування, враховуючи значні зміни клімату – досить важливе питання для агропромислового виробництва України і вимагає невідкладного вирішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні олійні культури традиційно вважаються однією із важливих експортних груп сільськогосподарської продукції та є стратегічно важливими продуктами, що забезпечують економічну й продовольчу безпеку країни. Ріпак, сьогодні, є однією із основних олійних культур, що дозволяє отримувати стабільні врожаї а частка прибутку від реалізації його насіння та складових переробки постійно

збільшується (Kononenko, Voitovska, Tretiakova, 2020; Кононенко, Панфілова, Манзій, 2022).

Завдяки науковим працям та практичним рекомендаціям вченими П. Вишнівський, Г. Гринишин, Д. Ковальчук, В. Коваль, В. Лихочвор, А. Панфілова, Г. Шьонбергер, О. Маслак та інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування ріпаку в Україні.

Ріпаківництво ще недостатньо досліджена галузь в аграрному виробництві, проте Україна володіє значною кількістю переваг для успішного вирощування ріпаку озимого – родючі ґрунти, сприятливі погодно-кліматичні умови, наявність сучасної сільськогосподарської техніки, високий потенціал урожайності даної культури (Забарний, 2023).

Підвищення продуктивності ріпаку озимого є найбільш важливим критерієм при його вирощуванні. Належна при цьому увага приділяється підбору генотипу, ефективності технології вирощування, біологічному рівню заходів захисту від хвороб, шкідників та бур'янів, технічному забезпеченню якісного виконання всіх агротехнологічних заходів. Важливою ланкою інтенсифікації вирощування ріпаку озимого є підвищення ефективності застосування мінеральних добрив. Причому не збільшення доз їх внесення, а підвищення ефективності

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

завдяки оптимальному вмісту макро і мікроелементів в їх складі, доступності рослинам, раціональному застосуванню, що забезпечуватиме повнішу реалізацію генетичного потенціалу гібридів ріпаку озимого в умовах певного регіону. Добрива повинні застосовуватися диференційовано з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей сучасних високопродуктивних гібридів культури та потреб в поживних речовинах.

Ряд науковців Г. М. Господаренко, І. В. Прокопчук, В. І. Невлад., В. П. Бойко в своїй науковій праці відмічають, що оптимізація економічно виправданих доз мінеральних добрив є одним з важливих напрямків виходу сільського господарства України з кризового стану. Складність розрахунку економічної ефективності полягає у диспаритеті та нестабільності цін на мінеральні добрива і вирощену продукцію рослинництва, а також неможливості врахувати післядію добрив (Господаренко та ін., 2020). В теперішній час, мінеральні добрива є основним чинником підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. При цьому виробник зацікавлений не в одержанні максимальних показників урожаю, а такого, який забезпечує найкращі економічні показники

(Ходаківська, Корчинська, Матвієнко, 2017; Мартиненко, 2017).

Мінеральні добрива на сьогоднішній день є основою для інтенсивних технологій і відіграють найбільш значущу частину у витратній структурі технології вирощування ріпаку озимого. У дослідженні Христенко А. О. (Христенко, 2019), відмічається, що завдяки регулярного внесення мінеральних добрив, ґрунти мають підвищений чи високий вміст поживних речовин. У сучасних важких економічних умовах особливо потрібно приділяти внесенню фосфорних добрив, адже забезпечення ґрунтів України фосфорними добривами не перевищує 10 % від їхньої потреби, що становить загрозу деградації ґрунтового покриву та зменшенню продуктивності сільськогосподарських культур.

Встановлено, що ріпак озимий особливо вибагливий до рівня азотного живлення. За дефіциту азоту рослини набувають світло-зеленого забарвлення, а згодом жовкнуть. Найвищу ефективність має застосування азотних добрив у ґрунт (Fordoński et al., 2015).

Вегетативна маса озимого ріпаку інтенсивно зростає протягом 2-3 тижнів після відновлення вегетації, і в цей період потрібна найбільша кількість азоту. Майже 80-90 % азоту вводиться під час перших двох підживлень. Високі вимоги до азоту

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

залишаються і під час росту генеративних органів та формування насіння, що робить підживлення в фазі цвітіння важливим. Ефективність азотних мінеральних добрив зменшується при відсутності фосфорних і калійних добрив. Основним азотним добривом є карбамітно-аміачна суміш або аміачна селітра

В осінній період ріпак озимий не потребує великої кількості азоту, тому восени під сівбу ріпаку озимого вносять його не більше 25 % від загальної потреби. Решту кількість азоту вносять у весняне підживлення. Рідкі азотні добрива, внесені навесні на 10-16 % менш ефективні, ніж тверді. Азот нітратної групи аміачної селітри засвоюється ріпаком в 1,8–2 рази краще, ніж амонійний (Деребон, Малик, Овдійчук, 2019; Пророченко, 2018). Калійні добрива сприяють утворенню та накопиченню вуглеводів у тканинах, що підвищує морозостійкість рослин. Вуглеводи також збільшують осмотичний тиск у клітинах кореневої системи, поліпшуючи засвоєння води та елементів живлення. Вони збільшують стійкість до вилягання, захищають від хвороб, підвищують зимостійкість, а також збільшують кількість та масу насіння на рослині. Ріпак відноситься до рослин, що потребують калію.

Основним прийомом забезпечення рослин мікроелементами може бути

позакореневе підживлення, яке покращує доступність елементів живлення, зменшує витрати на підживлення, зменшує стікання добрив. Без мікроелементів принципово неможливе повноцінне засвоєння основних добрив (азотних, фосфорних і калійних) рослинами, окрім цього їх нестача порушує обмін речовин та перебіг фізіологічних процесів у рослині. Мікроелементи сприяють синтезу в рослинах повного спектру ферментів, які дають змогу інтенсивніше використовувати енергію, воду та мікроелементи. Обприскування посівів ріпаку озимого рекомендується проводити двічі-тричі: на початку вегетації, коли рослини висотою 10-15 см, та у фазі бутонізації, не рекомендується використовувати позакореневе підживлення під час цвітіння.

Як бачимо з огляду літературних джерел, питання формування урожайності насіння ріпаку озимого, структурних елементів врожайності під впливом мінеральних добрив, застосування їх різних норм і форм внесення вивчені ще недостатньо і часто є суперечливими.

Мета дослідження полягає у визначенні оптимальної норми внесення мінеральних добрив для підвищення продуктивності озимого ріпаку та поліпшення якості насіння в умовах Вінницької області.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на базі ФГ «Врожайне»

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

Жмеринського району Вінницької області.

Ґрунти господарства – сірі лісові опідзолені та сірі лісові суглинкові, мають малий вміст гумусу від 0,8 до 1,8 %. Це пояснює той факт, що без додаткових зусиль та витрат на мінеральні добрива на даних землях неможливо отримувати значні врожаї насіння ріпаку озимого.

Висівали гібрид озимого ріпаку Халк (ВНІС). Посів проводили широкорядним способом, з міжряддям 45 см, на заплановану густоту стеблостою 500 тис. шт/га. Попередник – ячмінь озимий. Технологія вирощування ріпаку озимого відповідала рекомендованій для зони Лісостепу. Експериментальні дослідження проводили згідно з вимогами методики досліджень (Ермантраут, та ін., 2018; Стеченко & Чмир 2007).

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень забезпечували сприятливі умови для формування урожайності насіння озимого ріпаку.

Гібрид озимого ріпаку Халк (ВНІС). Класичний ранньостиглий гібрид. Вегетаційний період 295-300 днів. Маса 1000 насінин 4,7-5,6 г. Вміст олії 48,4 %. Висота рослини 180 см. Середня врожайність 5,0 т/га. Норма висіву 350 - 500 тис. насінин/га.

SUPERFOSFAT Makosh – комплексне мінеральне добриво від польського виробника Luvena, яке

імпортує в Україну компанія Макош (Makosh). Склад мінерального добрива: п'ятиокис фосфору (P_2O_5), загальний – 18,5 %; оксид кальцію (CaO), розчинний у воді – 31 %; триоксид сірки (SO_3), загальний – 30 %; бор (B) – 0,2 %; цинк (Zn), загальний – 0,2 %. Норми застосування мінеральних добрив: 120-250 кг/га.

КАС – карбамідно-аміачна суміш. Це суміш водних розчинів аміачної селітри і карбаміду (в співвідношенні 35,4 % карбаміду, 44,3 % селітри, 19,4 % води, 0,5 % аміачної води). Азотне добриво містить слідуєчі форми азоту: нітратну – забезпечує миттєве дію; амонійну – в процесі нітрифікації переходить в нітратну форму; амідну – в результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів переходить в амонійну форму, а потім в нітратну. КАС забезпечує пролонговане живлення рослин азотом.

Мікродобриво: АміноАлексін. Виробник – Bioiberica. Містить вільні амінокислоти. Забезпечує рослинам комплексний захист від хвороб та несприятливих факторів довкілля, як добриво пролонгованої дії. Вміст діючої речовини P_2O_5 (оксид фосфору) – 30%; K_2O (оксид калію) – 20 %; вільні L- α -амінокислоти – 4 %. Норма внесення 1,5 л/га у фазу розвитку ріпаку озимого 4-6 листків.

Вуксал Мікроплант – водорозчинний комплекс

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

мікроелементів, Aglukon Німеччина. Комплексне листкове добриво – суспензія з високим вмістом мікроелементів. Додатково містить магній, калій і азот для попередження дисбалансу живлення рослин і посилення інтенсивності фотосинтезу.

Результати дослідження та їх обговорення. Одним із важливих елементів технології вирощування озимого ріпаку є оптимізація системи удобрення. Саме добрива – один із найбільш ефективних засобів підвищення урожайності культури. Проте для реалізації максимального потенціалу продуктивності необхідна раціональна система удобрення, яка б належним чином задовольняла вимоги ріпаку озимого до умов вирощування.

Для створення найбільш сприятливих умов для росту та розвитку рослин ріпаку озимого, необхідно забезпечити її посіви доступними формами азоту протягом усього вегетаційного періоду. Проте надмірне внесення азотних добрив восени може призвести до значного зниження зимостійкості та надмірного росту рослин. Зимою значна частина азоту, що не використалася, може вимиватися у глибші шари ґрунту, що зменшує ефективність його застосування. Тому для оптимального забезпечення рослин азотом протягом вегетації, добрива вносять частинами на кількох етапах.

Для вирощування озимого ріпаку використовують інтенсивну технологію, яка передбачає внесення комплексних добрив, значної кількості азоту і мікроелементів. Вирощування ріпаку озимого з використанням сучасних інтенсивних технологій потребує застосування синтетичних мінеральних добрив, які здатні забруднювати рослинницьку продукцію, ґрунти, водойми. Тому в останні роки у світовому сільському господарстві сформувався новий напрям біологізації рослинництва й землеробства, який складається з розробки та впровадження зональних альтернативних екологічно-безпечних систем.

Вплив мінеральних добрив на кількість рослин озимого ріпаку шт./м² виявилась залежним від умов вирощування та погодних умов. Дослідження показали, що на ділянках без внесення мінеральних добрив кількість рослин ріпаку була найменша на рівні 36 шт/м², тоді як на ділянках де до посіву вносився суперфосфат (P₃₇Ca₆₂S₆₀B_{0,4}Zn_{0,4}) кількість рослин становила 43 шт/м², що на 7 шт/м² більше ніж на контрольних ділянках. На ділянках де в осінній період до посіву вносився суперфосфат а у весняний період де по мерзлоталому ґрунті вносився КАС₆₄ кількість рослин була в межах 45 шт/м². Суттєве збільшення рослин озимого ріпаку можна пояснити оптимальним надходженням всіх макроелементів, особливо азоту в

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

наслідок чого підсилювся ріст і розвиток ріпаку (Табл. 1).

1. Вплив мінеральних добрив на кількість рослин та висоту озимого ріпаку (середнє 2022-2023 рр)

№	Варіант внесення	Кількість рослин, шт./м ²	+/- до контролю	Висота рослин, см	+/- до контролю, %
1.	Контроль (без добрив)	36	-	126	-
2.	Фон – SUPERFOSFAT Makosh (P ₃₇ Ca ₆₂ S ₆₀ B _{0,4} Zn _{0,4})	43	+ 7	148	+ 22
3.	Фон + KAC ₆₄	45	+ 9	163	+ 37
4.	Фон + KAC ₆₄ + АміноАлексін	46	+ 10	170	+ 44
5.	Фон + KAC ₆₄ + АміноАлексін + Вуксал Мікроплант	46	+ 10	174	+ 48

Внаслідок внесення мінеральних добрив змінювалась висота рослин ріпаку в середньому за роки досліджень зростала від 148 до 174 см із збільшенням норми внесення азотних добрив і мікродобрив. Найменші показники висоти рослин ріпаку озимого відмічені на контрольних ділянках, без внесення мінеральних добрив – 126 см. Найвищі показники висоти рослин озимого ріпаку були відмічені на ділянках де крім комплексних мінеральних добрив вносились азотні і в період вегетації ріпаку проводилось листове обприскування мікродобривами які відрізнялись за вмістом та формами мікроелементів. Так, на ділянках де вносились SUPERFOSFAT Makosh (P₃₇Ca₆₂S₆₀B_{0,4}Zn_{0,4}) + KAC₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га висота рослин озимого ріпаку

була в межах 170 см, що більше за висоту рослин на контролі на 44 см. На ділянках де вносились мінеральні добрива SUPERFOSFAT Makosh (P₃₇Ca₆₂S₆₀B_{0,4}Zn_{0,4}) + KAC₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації висота рослин була найвищою на рівні 174 см, що більше за контрольні ділянки на 48 см (Табл. 1).

Аналіз структурних показників врожаю ріпаку озимого показав, що елементи продуктивності залежать від густоти стояння рослин перед збиранням з одиниці площі. Формування кількості стручків на рослині піддавалось впливу досліджуваних чинників, при цьому зростання відбувалось в середньому на 1- 4 стручків, зі збільшенням норми добрива.

Застосування азотних добрив сприяє також збільшенню кількості стручків, а отже і насіння на рослині. Так, у варіанті з внесенням фону SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) на одній рослині нараховували 109 стручків. Кількість стручків на рослині у варіанті з внесенням SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + KAC_{64} склала 127 шт./росл., що на 38 стручки більше, ніж в контролі. Найбільша середня кількість стручків на рослині – 137 шт. була відмічена у варіанті SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + KAC_{64} + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га, що більше на 48 шт/росл. (Табл. 2).

Таким чином відмічено, що застосування мінеральних добрив приводить до збільшення кількості стручків ріпаку озимого.

Вегетативна маса озимого ріпаку інтенсивно наростає впродовж 2-3 тижнів після відновлення вегетації (розпочинає вегетацію за

температури 1-3° С) і в цей період потрібно найбільше азоту. Тому майже 80-90 % азоту вноситься в перші два підживлення. Підвищені вимоги до забезпечення азотом є також під час росту генеративних органів і формування насіння. Тому важливим є підживлення у фазі бутонізація.

Маса 1000 насінин – це один із головних структурних елементів, від якого залежить врожай культури та вихід кондиційного насіння. Маса 1000 насінин в середньому по гібриду озимого ріпаку на контрольних ділянках становила 3,9 г, за внесення мінеральних добрив даний показник змінювався в сторону збільшення. Так, на ділянках де вносились SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + KAC_{64} + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації маса 1000 насінин була в межах 5,4 г, що більше за показники на контрольних ділянках на 1,5 г (Табл. 2).

2. Вплив мінеральних добрив на елементи структури врожаю ріпаку озимого (середнє 2022-2023 рр.)

№	Варіант внесення	Кількість стручків, шт./росл.	+/- до контролю	Маса 1000 насінин, г	+/- до контролю, %
1.	Контроль (без добрив)	89	-	3,9	-
2.	Фон – SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$)	109	+ 20	4,4	+ 0,5
3.	Фон + KAC_{64}	127	+ 38	4,8	+ 0,9
4.	Фон + KAC_{64} + АміноАлексін	135	+ 46	5,2	+ 1,3
5.	Фон + KAC_{64} + АміноАлексін + Вуксал Мікроплант	137	+ 48	5,4	+ 1,5

З результатів досліджень можна зробити висновок, що застосування мінеральних добрив на посівах ріпаку суттєво впливає на елементи структури урожаю озимого ріпаку.

Основним параметром, що визначає ефективність вирощування рослин ріпаку є врожай. Важливим аспектом досліду є можливість визначення рівня впливу окремих структурних показників на врожайність насіння.

Е результаті досліджень впливу мінеральних добрив на врожайність озимого ріпаку та біохімічні показники відмічена слідує закономірність. Так, при внесенні комплексного мінерального добрива

SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) урожайність насіння ріпаку становила в середньому за два роки досліджень була на рівні 2,37 т/га. Найвища урожайність насіння озимого ріпаку була відмічена на ділянках де перед посівом культури та в період відновлення вегетації вносили мінеральні добрива в слідує нормх SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4} Zn_{0,4}$) + KAC_{64} + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації озимого ріпаку – урожайність насіння ріпаку становила 3,94 т/га, що більше на 2,38 т/га у порівнянні з контролем (Табл. 3).

3. Вплив мінеральних добрив на урожайність насіння ріпаку озимого

№	Варіант внесення	Урожайність, т/га			± до контролю, %
		2022 р	2023 р	середнє	
1.	Контроль (без добрив)	1,60	1,51	1,56	-
2.	Фон – SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$)	2,30	2,44	2,37	+ 0,81
3.	Фон + KAC_{64}	3,07	3,20	3,14	+ 1,58
4.	Фон + KAC_{64} + АміноАлексін	3,36	3,67	3,52	+ 1,96
5.	Фон + KAC_{64} + АміноАлексін + Вуксал Мікроплант	3,84	4,03	3,94	+ 2,38
Нір _{0,05}		0,58	0,59		

Отримані дані свідчать про те, що реакція ріпаку на зміну мінерального живлення виявляється вже з фази розетки. У подальші фази розвитку рослин надбавка від внесення мінеральних добрив істотно

зростає, досягаючи максимуму у фазу повної стиглості.

Таким чином, застосування мінеральних добрив у посівах озимого ріпаку сприяло покращенню елементів структури урожаю,

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

значному збільшенню врожайності насіння даної культури.

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. На ділянках де вносились SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га висота рослин озимого ріпаку була в межах 170 см, що більше за висоту рослин на контролі на 44 см. На ділянках де вносились мінеральні добрива SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації висота рослин була найвищою на рівні 174 см, що більше за контрольні ділянки на 48 см.

2. Найбільша середня кількість стручків на рослині – 137 шт. була відмічена у варіанті за внесення мінеральних добрив SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га, що більше на 48 шт/роsl.

Список використаних джерел

1. Мацера О. О. Дослідження формування показників економічної ефективності вирощування ріпаку озимого залежно від елементів технології. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 14. С. 106–117.
2. Мазур В. А., Мацера О. О. Аналіз зміни якісних показників насіння озимого ріпаку залежно від строків посіву та системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 12. С. 5–17.
3. Matsera O. O. Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing

3. Маса 1000 насінин в середньому по гібриду озимого ріпаку на контрольних ділянках становила 3,9 г, за внесення мінеральних добрив даний показник змінювався в сторону збільшення. Так, на ділянках де вносились SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації маса 1000 насінин була в межах 5,4 г, що більше за показники на контрольних ділянках на 1,5 г.

4. Найвища урожайність насіння озимого ріпаку була відмічена на ділянках де перед посівом культури та в період відновлення вегетації вносили мінеральні добрива в слідуючих нормах SUPERFOSFAT Makosh ($P_{37}Ca_{62}S_{60}B_{0,4}Zn_{0,4}$) + КАС₆₄ + АміноАлексін, в нормі внесення 1,0 л/га + Вуксал Мікроплант 1,5 л/га у фазу бутонізації озимого ріпаку – урожайність насіння ріпаку становила 3,94 т/га, що більше на 2,38 т/га у порівнянні з контролем.

date. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 16. С. 108–118.

4. Культура ріпак озимий (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/ripak-ozimiy>.

5. Кернасюк Ю. Ринок ріпаку: основні тренди й тенденції. Агробізнес сьогодні. 2018. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11295-rynok-ripaku-osnovni-trendy-itendentsii.html>.

6. Забарний О. С., Дем'янюк О. С. Оцінка стану та перспективи розвитку ріпаківництва в Україні й світі.

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

Агроекологічний журнал. 2023. № 2. С. 83–90.

7. Гамаюнова В. В., Гаро І. М. Урожайність і якість насіння ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту, строку та способу сівби в умовах Лісостепу України. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. Вип. 1(43). С. 31–36.

8. Kononenko L. M., Voitovska V. I., Tretiakova S. O. Prospects for growing uncommon oilseeds in the right-bank forest-steppe of Ukraine. Innovative development of science and education: Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. ISGT Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 12–20.

9. Кононенко Л. М. Панфілова А. В. Манзій О. П. Вміст хімічних складових та продуктивність ріпаку озимого залежно від сортових особливостей у Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. Вип. 100. Част. 1. С. 231–241.

10. Забарний О. С. Вплив норм висіву на формування продуктивності агроценозів ріпаку озимого (*Brassica napus* L. Oleifera). *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 128–135.

11. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Невлад В. І., Бойко В. П. Баланс калію у ґрунті та ефективність калійдефіцитної системи удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 42–46.

12. Ходаківська О. В. Корчинська С. Г., Матвієнко А. П. Еколого-економічні аспекти відтворення родючості ґрунтів. *Землеробство*. 2017. №1. С. 16–22.

13. Мартиненко В. М. Вплив систем удобрення і обробітку чорнозему типового на його родючість та продуктивність короткоротаційної сівозміни: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2017. 20 с

14. Христенко А. О. Проблеми ефективності точного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 6. С. 18–21.

15. Fordoński G., Pszczółkowska A., Krzebietke S., Olszewski J., Okorski A. Yield and mineral composition of seeds of leguminous plants and grain of spring wheat as

well as their residual effect on the yield and chemical composition of winter oilseed rape seeds. *J. Elem.* 2015. Vol. 20(4). P. 827–838.

16. Деробон І. Ю., Малик К. В., Овдійчук В. П. Якість ріпаку озимого залежно від удобрення. *Сільське господарство сьогодні* (збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених, збірник І. ЖНАЕУ, 2019. С. 129–130.

17. Пророченко Т. І. Урожайність ріпаку ярого залежно від застосування в удобрення різних форм азотних добрив. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2018. Вип. 286. С. 74–79.

18. Ермантраут Е. Р., та ін. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2018. 103 с

19. Стеченко Д. М., Чмир О. С. Методологія наукових досліджень. Київ: «Знання», 2007. 317 с.

References

1. Matsera O. O. (2019). Research formation of indicators of economic efficiency of winter rapeseed cultivation depending on the elements of technology. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo - Agriculture and forestry*. 14. 106–117. [in Ukrainian].

2. Mazur V. A., Matsera O. O. (2019). Analysis of changes in the quality indicators of winter rape seeds depending on the terms of sowing and fertilisation system. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo. Agriculture and forestry*. 12. 5–17. [in Ukrainian].

3. Matsera O. O. (2020). Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. *Agriculture and forestry*. 16. 108–118. [in English].

4. Winter rape culture (features of cultivation and storage). URL: <https://agrariirazom.com.ua/culture/ripak-ozimiy> (data zvernennia 12.12.23 p) [in Ukrainian].

5. Kernasiuk Yu. (2018). Apeseed market: Main trends and tendencies. *Ahrobiznes sohodni. Agribusiness today*. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11295-rynok-ripaku-osno-vni>

Шкатула Ю. М., Дідик О. А.

trendy-itendentsii.html. (data zvernennia 29.11.23 p) [in Ukrainian].

6. Zabarnyi O. S., Demianiuk O. S. (2023). Assessment of the state and prospects of rapeseed production in Ukraine and the world. *Agroecological Journal*. 2. 83–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283700> [in Ukrainian].

7. Hamaiunova V. V., Haro I. M. (2017). Yield and quality of winter rape seeds depending on soil tillage, and method of sowing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Dnipro State Agrarian and Economic University*. 1(43). 31–36. [in Ukrainian].

8. Kononenko L. M., Voitovska V. I., Tretiakova S. O. (2020). Prospects for growing uncommon oilseeds in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Innovative development of science and education: Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference*. ISGT Publishing House. Athens, Greece, P. 12–20. [in Ukrainian].

9. Kononenko L. M., Panfilova A. V., Manzii O. P. (2022). Content of chemical components and productivity of winter rape depending on varietal in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*. 100. 1. 231–241. [in Ukrainian].

10. Zabarnyi O. S. (2023). Influence of sowing rates on the formation of productivity of agroecosystems of winter rape (*Brassica napus* L. Oleifera). *Agroecological Journal*. 3. 128–135. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287771> [in Ukrainian].

11. Hospodarenko H. M., Prokopchuk I. V., Nevlad V. I., Boiko V. P. (2020). Potassium balance in the soil and the effectiveness of potassium deficiency fertilisation system. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*. 2. 42–46. [in Ukrainian].

12. Khodakivska O. V., Korchynska S. H., Matviienko A. P. (2017). *Ekoloho-ekonomichni aspekty vidtvorennia rodiuchosti gruntiv*. *Zemlerobstvo. Agriculture*. 1. 16–22. [in Ukrainian].

13. Martynenko V. M. (2017). Influence of fertilisation and cultivation systems of typical chernozem on its fertility and productivity of short-rotation crop rotation: PhD thesis: 06.01.04. Kharkiv, 20 [in Ukrainian].

14. Khrystenko A. O. (2019). Problems of efficiency of precision agriculture. *Visnyk ahrarnoi nauky - Bulletin of Agrarian Science*. 6. 18–21. [in Ukrainian].

15. Fordoński G., Pszczółkowska A., Krzbiećka S., Olszewski J., Okorski A. Yield and mineral composition of seeds of leguminous plants and grain of spring wheat as well as their residual effect on the yield and chemical composition of winter oilseed rape seeds. *J. Elem.* 2015. Vol. 20(4). P. 827–838. [in English].

16. Derebon I. Yu., Malyk K. V., Ovdiihuk V. P. (2019). Quality of winter rape depending on fertilisation. *Agriculture of the present (collection of abstracts of the All-Ukrainian scientific and practical conference of scientific and pedagogical workers, doctoral students, postgraduate students and young scientists)*. 1. 129–130. [in Ukrainian].

17. Prorochenko T. I. (2018) Yield of spring rape depending on the use of different forms of nitrogen fertilisers in fertilisation. *Naukovyi zhurnal «Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo» - Scientific journal «Plant and soil science»*. 286. 74–79. [in Ukrainian].

18. Ermantraut E. R., et al. (2018). *Methods of scientific research in agronomy: a textbook*. Bila Tserkva : Bilotserkivdruk, 103. [in Ukrainian].

19. Stechenko D. M., Chmyr O. S. (2007). *Methodology of scientific research*. Kyiv: «Znannia», 317. [in Ukrainian].

**PRODUCTIVITY OF WINTER CANOLA IN THE CONDITIONS
FG «VROZHAYNE» OF VINNYTA REGION****Yu. M. Skatula, O. A. Didyk**

Abstract. *The article provides measures to improve the intensive technology of growing winter rapeseed with a high level of adaptability for specific growing conditions when using a fertilizer system; the latest research and publications were elaborated; objectively assessed the importance and relevance of the study of the optimization of the main nutrients in order to achieve high performance indicators of winter rapeseed. The results of the study of the effect of different rates of mineral fertilizers on the formation of seed yield of the highly productive domestic winter rapeseed hybrid Hulk were analyzed. It has been established that mineral fertilizers are currently the basis for intensive technologies and play the most significant part in the cost structure of winter rapeseed cultivation technology. In today's difficult economic conditions, it is especially necessary to pay attention to the application of phosphorus fertilizers, because the provision of the soils of Ukraine with phosphorus fertilizers does not exceed 10% of their need, which poses a threat of soil degradation and a decrease in the productivity of agricultural crops.*

It has been established that winter rapeseed is particularly picky about the level of nitrogen nutrition. The highest efficiency is the application of nitrogen fertilizers to the soil in the form of KAS. Foliar feeding, effective only to eliminate nutrient deficiencies in the plant. The main method of providing plants with trace elements can be foliar feeding, which improves the availability of nutrients and reduces feeding costs. It is recommended to apply complex mineral fertilizers SUPERFOSFAT Makosh (P37Ca62S60B0,4Zn0.4) + KAC64 in spring on frozen soil + microfertilizer AminoAlexin, at the rate of 1,0 l/ha in the stem formation phase + Vuksal Microplant 1,5 l/ha in the budding phase of winter rape, which will allow to obtain the yield of winter rape seeds at the level of 3,94 t/ha.

Key words: *winter rape, agrocenosis, technology, mineral fertilizers, seeds, productivity*

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГРЕЧКИ**Л.В. ПЕЛЕХ**, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач**О. М. ОНУФРІЙЧУК**, магістр*Вінницький національний аграрний університет*

E-mail: gogoluda69@gmail.com

E-mail: oleksandr_onufrijchuk@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.010](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.010)

Анотація. Україна має сприятливі кліматичні та ґрунтові умови для вирощування різноманітних нішевих культур, у тому числі гречки, яка користуються великим попитом на ринку України та інших країнах. У статті наведено заходи щодо удосконалення технології вирощування гречки з високим рівнем адаптивності для конкретних умов вирощування при біологізації технологічних заходів, опрацьовано останні дослідження та публікації; об'єктивно оцінено важливість та актуальність дослідження питання контролювання бур'янової рослинності при проведенні ранньовесняної і передпосівної культивуації та боронування легкими боронами у фазі 1-2 листків гречки, які ефективно зменшують рівень забур'яненості в посівах гречки на початкових етапах росту і розвитку культурних рослин, адже сходи рослин гречки є менш конкурентноздатними по відношенню до бур'янів; оптимізації головних елементів живлення при обробці насіння гречки до посіву мікробіологічними препаратами які покращують морфобіологічні показники культурних рослин і в подальшому впливають на формування врожайності насіння гречки при вирощуванні її в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Правобережного. Проаналізовано результати вивчення впливу різних препаративних форм обробки насіння гречки біологічними препаратами на формування врожайності насіння гречки високопродуктивного вітчизняного сорту Антарія. Визначено, що застосування різних способів обробки насіння гречки за інокуляції та обробки біостимуляторами перед сівбою є дієвим технологічним заходом, що дає суттєво підвищити продуктивність агроценозів гречки з найменшими енергетичними затратами. У результаті проведення агротехнічних заходів було відмічено, що проведення ранньовесняної і передпосівної культивуації + боронування у фазі 1–2 листків на посівах гречки сорту Антарія суттєво приводила до загибелі бур'янів. На ділянках де крім агротехнічних заходів проводилась інокуляція Діазофітом та біостимулятором Біокомплекс БТУ, кількість бур'янів зменшилась на 34%, в порівнянні з ділянками де насіння гречки оброблялось мікробіологічними препаратами і проводилась ранньовесняна і передпосівна культивуації. Для ефективного контролювання бур'янів в агроценозах гречки слід провести ранньовесняну і передпосівну культивуації + боронування у фазі 1–2 листків гречки. Перед посівом насіння гречки слід обробляти мікробіологічним препаратом Діазофіт + біостимулятор Біокомплекс БТУ (100 мл. + 150 мл на гектарну норму насіння). Дані заходи

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

сприятимуть зменшенню бур'янів до 36% та можливість отримати врожайність зерна гречки на рівні 1,54 т/га.

Ключові слова: гречка, агроценоз, агротехнічні заходи, бур'яни, мікробіологічні препарати, урожайність

Актуальність. Серед зернових культур важливе місце в Україні, займає гречка. Гречка – цінна продовольча культура, оскільки її зерно містить 10–15 % білка, до 70 % вуглеводів, 2–3 % жирів, амінокислоти, мікроелементи, вітаміни та ін., що й зумовлює його унікальні харчові, лікувальні і дієтичні якості (Мащенко, Гайденок, Мащенко 2018).

Гречка є цінним медоносом і має важливе агротехнічне значення. Коренева система гречки сприяє зниженню щільності та підвищенню пористості ґрунту, покращенню родючості ґрунту. У сівозміні гречка є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур.

Ряд вчених В. В. Волкогон, А. С. Заришняк, І. В. Гринник, у своїй науковій праці відмічають застосування біологічних препаратів у технології вирощування гречки, які останніми роками є об'єктами досліджень, як високо активні біологічні речовини, що сприяють підвищенню врожайності зернових культур на 10-15 % (Волкогон та ін. 2011). Використання мікроорганізмів, що сприяють підвищенню надходження біологічного азоту до сільськогосподарських культур, є альтернативним, екологічно безпечним способом поліпшення

азотного живлення рослин. Це особливо важливо для гречки посівної, адже із зерна якої виготовляють продукти дитячого та дієтичного харчування. Тому гречка повинна вирощуватись в екологічно безпечній ґрунтово-кліматичній зоні із застосуванням спеціально розробленої технології вирощування (Сучек, 2017).

Сучасний рівень виробництва гречки не задовольняє потреб ринку, тому збільшення його об'ємів в нових умовах господарювання набуває особливої актуальності.

Вирішальне значення для формування високої та стабільної врожайності зерна гречки належить ефективним технологічним прийомам, що цілеспрямовано діють на функціонування агроценозу, процеси онтогенезу рослин гречки забезпечуючи максимальний та стабільний продукційний процес. Розробка шляхів створення оптимальних умов для отримання максимально можливої продуктивності гречки і відповідної якості зерна, зокрема удосконалення існуючих технологій вирощування та впровадження нових дієвих агрозаходів з урахуванням гідротермічних умов Вінницької області є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Завдяки науковим працям та практичним рекомендаціям вченими О.С. Алексеєвою, Л.К. Тараненко, В.І. Троценко, В.М. Клюс, І.І. Кацов, І.М. Страхоліс, А.В. Рарок та інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування гречки в Україні.

Гречка – важлива круп'яна культура в народному господарстві, яка надзвичайно сприйнятлива для пристосування культура майже в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Гречка – одна з найцінніших круп'яних культур. Крупа з гречки смачна, поживна і є не тільки визнаною українською національною стравою, а й широко використовується як дієтичний лікувальний продукт, а також як корм у тваринництві. Продукція з гречки вирізняється екологічною чистотою і низькими капіталовкладеннями у виробництво, що набуває особливого значення в сучасному світі (Averchev & Fesenko, 2019).

Зерно гречки відрізняється оптимально збалансованим біохімічним складом, високою харчовою й енергетичною цінністю і вважається одним із кращих дієтичних продуктів і компонентів харчування з високими споживними властивостями (Войтовська та ін., 2021). Підвищений попит на гречку зумовлений унікальними поживними і лікувально-дієтичними властивостями продукції, здатністю

знижувати радіаційний фон, покращувати роботу систем травлення та кровоносної системи людини.

У світі гречка вважається малопоширеною зерновою культурою. Найбільшу площу посівів під гречкою (1584 тис. га) займає Китай (близько 75-80 %), далі йдуть: Росія, Україна, Японія, Канада, США, Бразилія та країни колишньої Югославії. У Західній Європі безумовним лідером є Франція, де під посівами гречки зайнято відносно невеликі площі (31,9 тис. га), але отримано найвищу врожайність – 3,5 т/га. В інших країнах Євразії гречку висівають на невеликих площах, які статистика часто не обліковує (Маслак, 2023).

За інформацією Мінагрополітики України, у 2022 році гречкою було засіяно 114,6 тисяч гектарів. Урожай зерна гречки становив майже 160 тисяч тонн. Внутрішнє споживання цієї крупи в Україні становить понад 110 тисяч тонн щорічно (Чи вистачить Україні гречки, 2023).

У порівнянні з другими зерновими та круп'яними культурами, гречка не формує високої врожайності. За середнім показником врожайності гречки в Україні наразі лідирує Черкащина – 2,0 т/га, слідом йдуть господарства Київської (1,84 т/га) та Хмельницької (1,8 т/га) областей. За валовим збором гречки з обмолочених 16 тис. га лідирують

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

Сумська (3,8 тис. тонн), Київська (3,6 тис. тонн) та Вінницька (3,2 тис. тонн) області (Офіційний сайт Держкомстату України, 2023). Гречка набуває з кожним роком все більшої популярності, як на світовому так і вітчизняному ринку та має сталу тенденцію до зростання.

Проблема збільшення виробництва зерна гречки, як надзвичайно цінної круп'яної культури, залишається в Україні головною. Нестійкі врожаї цієї культури пояснюються тим, що з одного боку, вона різко реагує на зміну погодних умов, з іншого – недостатня увага приділяється технології її вирощування.

Бур'яни залишаються суттєвим фактором, що обмежує рівень біокліматичного та сортового потенціалу урожайності гречки в сучасних умовах. Високоєфективний у боротьбі з бур'янами є передпосівний обробіток ґрунту, який проводиться по мірі стиглості ґрунту і проростання бур'янів. Щоб спровокувати проростання великої кількості насіння бур'янів при значному підвищенні температури, необхідно в слід за першою весняною культивацією під посів пізніх культур провести прикочування. При цьому зберігається волога, підвищується температура ґрунту на 1-3 °С, покращуються умови для більш швидкого переміщення вологи до насіння і кращого його контакту з

ґрунтом (Мащенко & Семеняка, 2018).

Після сівби гречки сходи з'являються на 8-10 день, зерно виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту. Щоб знищити бур'яни, проводять легке боронування. При утворенні кірки слід провести коткування площі. В подальшому, щоб не допустити пригнічення гречки бур'янами в період від появи сходів до зімкнення в міжряддях, проводять дво- і триразове розпушування ґрунту (Тригуб & Ляшенко, 2013). Шляхом правильного встановлення строків і кратності боронування посіви гречки можна очистити від бур'янів на 77-90 % і таким чином добитися підвищення врожайності зерна майже на 31 % (Ткаліч та ін., 2019).

Сьогодні людство усвідомлює зростаючу агроекологічну загрозу, яка відбувається внаслідок інтенсифікації сільського господарства. Це стимулювало розробку альтернативних методів сільськогосподарського виробництва. Одним із шляхів розв'язання проблеми біологізації – розроблення технології вирощування за використання мікробіологічних препаратів. Наукою розроблено й впроваджуються біологічні препарати на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії. Застосування їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє застосуванню менших норм

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

мінеральних добрив, зростанню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції (Волкогон, Токмакова, Чайковська, 2006).

Впровадження біологічних технологій дозволяє зменшити виробничі витрати на вирощування сільськогосподарської продукції, підвищити її рівень рентабельності та конкурентоспроможності (Чобаль, 2018). На сучасному етапі наукою розроблено й впроваджуються біологічні препарати на основі корисних мікроорганізмів з різними механізмами дії. Застосування їх у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє зниженню норм мінеральних добрив, зростанню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції (Корнійчук та ін., 2015). Використання мікробних препаратів забезпечує постачання рослинами корисних мікроорганізмів в потрібній кількості, у потрібний час. Фізіологічно активні речовини бактеріального походження, або іншими словами, своєрідні регулятори росту, що входять до складу мікробних препаратів активно впливають на розвиток кореневої системи, формування значної адсорбуючої поверхні, що в цілому сприяє зростанню ступеня використання добрив інокульованими рослинами.

Дослідження проведені науковцями А. М. Шувар, Н. М. Рудавська, Л. Л. Беген та ін.,

відмічено, що найвищі показники врожайності зерна гречки сорту Антарія – 1,39 т/га отримали за комплексної обробки насіння гречки перед сівбою біопрепаратами планриз (1,5 л/т) + діазофіт (150 мл гектарна норма) + фосформобілізатор (150 мл гектарна норма). Приріст до контролю (без обробки) становив 0,33 т/га (Шувар та ін., 2019).

Дослідження проведені Сучек М. М., також підтвердили ефективність застосування біопрепаратів при вирощування гречки. Так, сорт гречки Антарія мала найвищу врожайність у варіантах з комплексною обробкою посівів Кладостимом за передпосівної обробки насіння біопрепаратами, а саме: Мікрогуміном – 2,36-2,38 т/га, Флавобактерином – 2,30-2,33, Поліміксобактерином – 2,00-2,10 т/га. Додаткова врожайності була у межах 0,10-0,58 т/га, 12-33 % порівняно з контролем (Сучек, 2017).

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про високу ефективність проведення агротехнічних заходів які сприяють зменшенню кількості бур'янів в посівах гречки, біологізації технологічних заходів. Тому при вирощуванні гречки потрібно більш широко використовувати біологічні заходи які сприяють підвищенню рівня урожайності її зерна: використання сучасних сортів гречки, біологічних препаратів, що сприятиме формуванню стійких агроєкосистем.

Мета дослідження полягала у вивченні особливостей рослин гречки за обробки насіння перед посівом біологічними препаратами, контролювання бур'янів за допомогою агротехнічних заходів в умовах Вінницької області.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на базі ФГ ФГ «Зоря Василівки» смт. Тиврів Вінницького району Вінницької області.

Грунтовий покрив представлений в основному такими типами ґрунтів: ясно-сірі, сірі лісові, темно-сірі опідзолені.

За вмістом гумусу належать до малогумусних. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної. По забезпеченню NPK відноситься до середньо-забезпечених. Середній вміст гумусу в ясно-сірих та сірих опідзолених ґрунтах – 1,85 %, темно-сірих опідзолених – 2,77 %.

У дослідах попередником гречки була пшениця озима. Після збирання озимини стерню лушили дисковими лушильниками ЛДГ-10 на глибину 6–8 см, а після відростання бур'янів обробіток поля здійснювали плоскорізними знаряддями на 10–12 см. Через 10–15 діб після останнього лушіння проводили оранку на 20–22 см.

Весняний обробіток ґрунту розпочинали з культивації. Добрива (N₄₅P₄₅) вносили під передпосівну культивацію, яку виконували культиватором КПС-4 в агрегаті з

боронами, на глибину 6–8 см. В другому з варіантів досліду проводили ранньовесняну і передпосівну культивація + боронування легкими боронами у фазі 1–2 листків гречки, щоб з'ясувати доцільність боронування. Суцільну сівбу гречки з міжряддями 15 см виконували зерною сівалкою СЗ-3,6, Норма висіву: 4,0 млн схожих насінин/га. Глибина загортання насіння 4-5 см. Сівбу проводили у другій декаді травня.

Експериментальні дослідження проводили згідно з вимогами методики досліджень (Стеченко & Чмир, 2007; Волкогон, 2006).

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень забезпечували сприятливі умови для формування урожайності насіння гречки.

Сорт гречки Антарія ср. Оригінація – ІЗ УААН ТОВ „Антарія”.

Діазофіт (ризоагрин) – мікробіологічний препарат для фіксації азоту з ґрунтового повітря на озимих культурах, створений на основі бактерій *Agrobacterium radiobacter*. Механізм дії: збагачує ґрунт азотом, пригнічує ріст фітопатогенних грибів, утворює біологічно активні речовини (вітаміни групи В, ауксини). Витрата препарату – 100 мл на гектарну норму насіння, розведення у воді з розрахунку 2,5 л суспензії. Виробник препаратів – Інститут

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

сільськогосподарської мікробіології НААН України.

Біокомплекс БТУ гречка містить біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій, гібереліни, мікроелементи, нікотинову та пантотенову кислоти, піридоксин, ферменти, фунгіцидні та бактерицидні речовини, біотин, цитокініни та ін. Комплексне рідке добриво включає легкогідролізований азот та безхлорний калій, які розчинені в нейтралізованих гумітах торфу. Витрата препарату – 150 мл на гектарну норму насіння.

Результати дослідження та їх обговорення. Вінницька область є одним із пріоритетних зерновиробничих регіонів України. Основними конкурентними перевагами продукції галузі на зовнішніх ринках зерна є висока його якість, низька ціна та відносно стабільний рівень виробництва. Вінницька область має сприятливі природно-кліматичні умови, достатні трудові ресурси для значного нарощування виробництва зерна гречки. Ринок зерна в регіоні характеризується високою нестабільністю, яка викликана особливостями попиту та пропозиції на зерно гречки.

У теперішній період господарювання є добре відпрацьовані елементи технології для кожної ґрунтово-кліматичної зони України. Їхнє чітке виконання

дозволяє отримувати високі рівні врожаїв усіх культур, зокрема гречки. Разом з тим більшість агротехнологічних заходів є високо інтенсивними та витратними, що пов'язано зі зниженням родючості ґрунтів, їхнім збідненням на вміст гумусу, елементів живлення, засміченням насінням бур'янів тощо.

Для поліпшення росту, розвитку рослин та підвищення їх продуктивності у виробництві, крім інших агротехнічних прийомів оптимізації продукційного процесу сільськогосподарських культур, застосовуються біологічні препарати. Найперспективнішими є комплексні мікробні препарати, створені на основі двох чи більшої кількості мікроорганізмів, які спричиняють синергічну стимулюючу дію на ріст, розвиток і продуктивність рослин (Волкогон, Токмакова, Чайковська, 2006).

У формуванні забур'яненості посівів гречки важливу роль відіграють метеорологічні фактори, які в 2022–2023 рр. були типовими для клімату зони Лісостепу і характеризувалися контрастністю температурного режиму та нерівномірним розподілом опадів за місяцями, що зумовило низку особливостей у технології вирощування культури. Найсприятливішим для вирощування культури був вегетаційний період 2023 року.

Гречка – це культура із середньою конкурентоспроможністю щодо бур'янів. Передпосівний обробіток ґрунту слід розпочинати коли верхній шар ґрунту досягне фізичної стиглості. Основним завданням культивуацій є зменшення рівня забур'яненості поля та заробка мінеральних добрив. Першу культивуацію на глибину 10–12 см проводять через 10–15 днів після закриття вологи, а через два тижні поле культивують вдруге на глибину 8–10 см.

За появи значної кількості бур'янів, особливо злакових, у період після сходів ефективним є післясходове боронування у фазі першого справжнього листка гречки. Найбільшу шкоду бур'яни завдають на ранніх фазах розвитку рослин. Тому треба ефективно контролювати бур'яни саме в цей період, тоді у гречки буде час наростити достатню біомасу, яка надалі пригнічуватиме їх ріст.

У результаті проведення агротехнічних заходів було відмічено, що проведення ранньовесняної і передпосівної культивуації + боронування у фазі 1–2 листків на

посівах гречки сорту Антарія суттєво приводила до загибелі бур'янів. На ділянках де крім агротехнічних заходів проводилась інокуляція Діазофітом та Біокомплексом БТУ, кількість бур'янів зменшилась на 34 %, в порівнянні з ділянками де насіння гречки оброблялось мікробіологічними препаратами і проводилась ранньовесняна і передпосівна культивуації. Найкращі показники контролювання бур'янів було відмічено на ділянках де насіння гречки одночасно оброблялось інокулянтом Діазофіт та біостимулятором Біокомплекс БТУ і крім загальноприйнятих агротехнічних заходів додатково проводилось боронування легкими боронами у фазі 1-2 листків гречки. Даний додатковий агротехнічний захід, проведення боронування сприяв загибелі бур'янів на посівах гречки сорту Антарія на 35 %, відповідно облік кількості бур'янів нараховував 28 шт./м², тоді як на ділянках де проводили лише дві культивуації кількість бур'янів була в межах 43 шт./м², що більше на 15 шт./м² (Табл. 1).

1. Вплив агротехнічних заходів і мікробіологічних препаратів на забур'яненість посівів сорту гречки Антарія (середнє за 2022-2023 р.р.)

Назва варіанта		Кількість бур'янів, шт./м ²	Загибель бур'янів, %
Агротехнічні заходи	Біологічні препарати		
Ранньовесняна і передпосівна культивуації	Контроль (обробка водою)	45	-
	Діазофіт	44	-
	Біокомплекс БТУ	44	-
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	43	-

Ранньовесняна і передпосівна культивування + боронування у фазі 1-2 листків	Контроль (обробка водою)	31	31
	Діазофіт	29	34
	Біокомплекс БТУ	29	34
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	28	35

Таким чином, в результаті проведення комплексної обробки насіння гречки біологічними препаратами перед посівом, а також проведення боронування легкими бородами у фазу гречки 1-2 листків сприяв значному зменшенню кількості бур'янової рослинності в агроценозах гречки, руйнування ґрунтової кірки та збереженню ґрунтової вологи, що в подальшому вплинуло на розвиток потужної кореневої системи, прискореному розвитку та росту рослин гречки, ранньому початку фази цвітіння і плодоношення. В подальшому рослини гречки конкуруючи з бур'янами сильно пригнічували їх.

Лімітуючі фактори абіотичного середовища змінюють габітус рослин вже на початку росту і розвитку рослин гречки, що в подальшому позначається на елементах структури продуктивності. Потенційна продуктивність гречки великою мірою характеризується кількісними показниками органів рослини, здатністю реагувати на певні стани у відповідь на зміни умов довкілля.

Збільшення висоти рослин гречки сорту Антарія за дії мікробних препаратів, а також зменшення бур'янової рослинності в результаті проведення боронування у фазу 1-2

листіків гречки – одна з ознак позитивного впливу обробітків на умови росту і розвитку рослин гречки.

На ділянках де проводилась ранньовесняна і передпосівна культивування і насіння гречки перед посівом оброблялось мікробіологічними препаратами відмічено вплив даних заходів на висоту рослин гречки, кількість суцвіть та зерен на одній рослині. Так, висота рослин за використання мікробного препарату Діазофіт збільшується на 6,1 см, за комплексного застосування мікробних препаратів – на 12,8 см. На ділянках де додатково проводилось боронування у фазі 1-2 листків гречки і насіння оброблялось мікробним препаратом Діазофіт висота рослин гречки сягала 86,8 см, що вище за контрольні ділянка на 8,8 см. Найвищі показники висоти гречки сорту Антарія відмічені на ділянках де насіння гречки оброблялось комплексно мікробіологічними препаратами Діазофіт + Біокомплекс БТУ, висота сягала 95,1 см.

Для рослин гречки характерна властивість реагувати збільшенням вегетативної маси та посиленням ростових процесів на сприятливі умови росту. Аналіз структури

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

урожаю гречки свідчить про збільшення кількості суцвіть (8,3-10,3 шт.) і зерен на одній рослині (57,0-68,5 шт.) за передпосівної обробки біопрепаратами. Так, на контрольних ділянках де висівався сорт гречки Антарія кількість суцвіть була в межах 6,9-7,2 шт, відповідно кількість зерен на одній рослині 46,5-47,3 шт. Найвищі показники кількості суцвіть і зерен на одній рослині гречки

відмічені на ділянках де проводились агротехнічні заходи по знищенню бур'янів (ранньовесняна і передпосівна культивування + боронування у фазі 1-2 листків гречки і комплексна обробка насіння гречки перед посівом біопрепаратами Діазофіт + Біокомплекс БТУ, кількість суцвіть була в кількості 10,3 шт. кількість зерен на 1-й рослині 68,5 шт. (Табл. 2).

2. Характеристика морфобіологічних показників рослин сорту гречки Антарія (середнє за 2022-2023 р.р.)

Назва варіанта		Висота рослин, см	Кількість суцвіть, шт.	Кількість зерен на 1-й рослині
Агротехнічні заходи	Біологічні препарати			
Ранньовесняна і передпосівна культивування	Контроль (обробка водою)	77,4	6,9	46,5
	Діазофіт	83,5	8,3	57,0
	Біокомплекс БТУ	83,8	8,4	57,8
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	90,2	9,5	66,4
Ранньовесняна і передпосівна культивування + боронування у фазі 1–2 листків	Контроль (обробка водою)	78,0	7,2	47,3
	Діазофіт	86,8	8,7	57,9
	Біокомплекс БТУ	87,0	9,0	58,7
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	95,1	10,3	68,5

Основним показником ефективності вирощування гречки є її продуктивність. Невисоку врожайність даної культури слід пов'язувати з особливостями її будови, запилення квіток, погодних умов від яких залежить чисельність комах-запилювачів. Одночасно з формуванням генеративних органів у рослин гречки продовжується ріст вегетативних органів, внаслідок чого виникає значна потреба в поживних

речовинах і як наслідок зерно не виповнюється.

Слід відмітити, що проблеми підвищення урожайності зерна гречки також вирішуються сортовими особливостями і технологічними прийомами, зокрема проведенню у весняний період агротехнічних заходів які сприяють зменшенню бур'янів у посівах гречки, застосуванням мікробіологічних препаратів та біостимуляторів все більше стають невід'ємними

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

елементами біологічних технологій вирощування круп'яних культур.

За обробки насіння сорту гречки Антарія перед сівбою мікробіологічним препаратом Діазофіт у нормі 150 мл перевищення врожайності зерна гречки у відношенні до контролю складало 21,78–24,17 %, за сумісної обробки насіння гречки препаратами Діазофіт

в нормі 150 мл і Біокомплекс БТУ в нормі 150 мл відповідно прибавка врожаю насіння гречки до контроль була в межах 0,43-0,45 т/га. Урожайність зерна в середньому за два роки досліджень був в межах 1,22-1,36 т/га (Табл. 3.). Суттєвої різниці у формуванні врожаю між варіантами досліду відмічено не були.

3. Урожайність зерна гречки залежно від технологічних заходів

Назва варіанта		Урожайність зерна, т/га			Приріст до контролю	
Агротехнічні заходи	Біологічні препарати	2022 р	2023 р	середнє	т/га	%
Ранньовесняна і передпосівна культивування	Контроль (обробка водою)	0,72	0,86	0,79	-	-
	Діазофіт	0,95	1,06	1,01	+0,22	21,78
	Біокомплекс БТУ	0,96	1,07	1,02	+0,23	22,55
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	1,1	1,25	1,22	+0,43	35,25
Ранньовесняна і передпосівна культивування + боронування у фазі 1–2 листків	Контроль (обробка водою)	0,88	0,93	0,91	-	-
	Діазофіт	1,15	1,24	1,20	+0,29	24,17
	Біокомплекс БТУ	1,18	1,26	1,22	+0,31	25,41
	Діазофіт + Біокомплекс БТУ	1,30	1,41	1,36	+0,45	33,09
НІР ₀₅		0,20	0,21			

Таким чином, у результаті проведення комплексної обробки насіння сорту гречки Антарія біологічними препаратами перед посівом, а також проведення культивування і боронування легкими боронами у фазу гречки 1-2 листків сприяв значному зменшенню кількості бур'янової рослинності в агроценозах гречки, що в подальшому вплинуло на ріст і розвиток рослин гречки, а в подальшому на урожайність зерна гречки.

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Найкращі показники контролювання бур'янів було відмічено на ділянках де насіння гречки одночасно оброблялось інокулянтном Діазофіт та біостимулятором Біокомплекс БТУ і крім загальноприйнятих агротехнічних заходів додатково проводилось боронування легкими боронами у фазі 1-2 листків гречки. Даний додатковий агротехнічний захід, проведення боронування

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

сприяв загибелі бур'янів на посівах гречки сорту Антарія на 35%, відповідно облік кількості бур'янів нараховував 28 шт./м², тоді як на ділянках де проводили лише дві культивування кількість бур'янів була в межах 43 шт./м², що більше на 15 шт./м².

2. Висота рослин за використання мікробного препарату Діазофіт збільшується на 6,1 см, за комплексного застосування мікробних препаратів – на 12,8 см. На ділянках де додатково проводилось боронування у фазі 1-2 листків гречки і насіння оброблялось мікробним препаратом Діазофіт висота рослин гречки сягала 86,8 см, що вище за контрольні ділянка на 8,8 см.

3. Найвищі показники кількості суцвіть і зерен на одній рослині гречки відмічені на ділянках де проводились агротехнічні заходи по знищенню бур'янів (ранньовесняна і

передпосівна культивування + боронування у фазі 1-2 листків гречки і комплексна обробка насіння гречки перед посівом біопрепаратами Діазофіт + Біокомплекс БТУ, кількість суцвіть була в кількості 10,3 шт., кількість зерен на 1-й рослині 68,5 шт.

4. За обробки насіння сорту гречки Антарія перед сівбою мікробіологічним препаратом Діазофіт у нормі 150 мл перевищення врожайності зерна гречки у відношенні до контролю складало 21,78–24,17 %, за сумісної обробки насіння гречки препаратами Діазофіт в нормі 150 мл і Біокомплекс БТУ в нормі 150 мл відповідно прибавка врожаю насіння гречки до контролю була в межах 0,43-0,45 т/га. Урожайність зерна в середньому за два роки досліджень був в межах 1,22-1,36 т/га.

Список використаних джерел

1. Машенко Ю., Гайдено О., Машенко С. Сівба гречки. Основні акценти. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 7 (374). С. 76–78.

2. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гринник І. В., та ін. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К.: Аграрна наука, 2011. 156 с.

3. Сучек М. М. Екологічно безпечні елементи технології вирощування гречки в умовах Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 68–72.

4. Oleksander Averchev, Hanna Fesenko. Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and eastern europe and Ukraine. *Baltic*

Journal of Economic Studies. 2019. Vol 5, № 5. P. 213–221.

5. Войтовська В. І., Євчук Я. В., Третякова С. О., Свідельська Н. М. Перспективи використання нішевих культур у виробництві безглютенової продукції. World science: problems, prospects and innovations : abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Toronto : Perfect Publishing, 2021. P. 424–434.

6. Маслак О. Український ринок гречки URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/2640-ukrainskyi-rynokhrechky.html> (дата звернення 16.12.2023).

7. Чи вистачить Україні гречки у 2023 році — пояснюють фермери <https://suspilne.media/491548-ci-vistacit->

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

ukraini-grecki-u-2023-roci-poasnuutfier meri/ (дата звернення 22.12.2023).

8. Офіційний сайт Держкомстату України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 20.12.2023).

9. Машченко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України : моногр. Київ : «Аграрна наука», 2018. 184 с.

10. Тригуб О. В., Ляшенко В. В. Взаємозв'язок елементів архітектури рослин з урожайними характеристиками у сортозразків гречки звичайної (*Fagorugum Esculentum* Moench.). *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 49–55.

11. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Ткаліч Ю. І., та ін. Вживаність рослин та урожайність зерна гречки залежно від агротехнічних заходів вирощування. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 267–277.

12. Волкогон В. В., Токмакова М. Н., Чайковська В. О. Мікробні препарати на основі фосфатмобілізувальних мікроорганізмів. В кн.: Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2006. С. 123–152.

13. Чобаль Л. Ю. Формування інтегрованих маркетингових комунікацій підприємництва в сфері сільського аграрного туризму. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2018. № 2. С. 88–92.

14. Корнійчук та ін. Застосування добрив та біопрепаратів у технології вирощування гречки. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 80. С. 104–107.

15. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Беген Л. Л., та ін.. Вплив біопрепаратів для обробки насіння за органічної технології вирощування гречки. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 184–194.

16. Сучек М. М. Екологічно безпечні елементи технології вирощування гречки в умовах Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 68–72.

17. Ермантраут Е. Р., та ін. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. Біла Церква : Білоцерківдрук, 2018. 103 с.

18. Стеченко Д. М., Чмир О. С. Методологія наукових досліджень. Київ: «Знання», 2007. 317 с.

19. Волкогон В. В. Мікробні препарати у землеробстві: теорія і практика. К. Аграрна наука, 2006. 311 с.

References

1. Mashchenko Yu., Haidenko O., Mashchenko S. (2018). Buckwheat sowing. Main accents. *Ahrobiznez sohodni*. 7 (374). 76–78. [in Ukrainian].

2. Volkohon V. V., Zaryshniak A. S., Hrynnyk I. V., та ін. (2011). Methodology and practice of using microbial preparations in technologies for growing agricultural crops. K.: *Ahrarna nauka*, 156. [in Ukrainian].

3. Suchek M. M. (2017). Ecologically safe elements of buckwheat cultivation technology in the conditions of Podillia. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 1. 68–72. [in Ukrainian].

4. Oleksander Averchev, Hanna Fesenko (2019). Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and eastern europe and Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. V5, 5. 213–221. [in English].

5. Voitovska V. I., Yevchuk Ya. V., Tretiakova S. O., Svidelska N. M. (2021). Prospects for the use of niche cultures in the production of gluten-free products. *World science: problems, prospects and innovations: abstracts of the 5th International scientific and practical conference*. Toronto: Perfect Publishing, 424–434. [in English].

6. Maslak O. Ukrainian buckwheat market. URL: <http://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/2640-ukrainskyirynokhrechky.html> (data zvernennia 16.12.2023). [in Ukrainian].

7. <https://suspilne.media/491548-ci-vistacit-ukraini-grecki-u-2023-roci-poasnuutfier-meri/> (data zvernennia 22.12.2023). [in Ukrainian].

8. The official website of the Derzhkomstat of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (data zvernennia 20.12.2023). [in Ukrainian].

9. Mashchenko Yu. V., Semeniaka I. M. (2018). Improved technology of growing buckwheat in the conditions of the Northern

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

Steppe of Ukraine: monogr. Kyiv : «Ahrarna nauka», 184. [in Ukrainian].

10. Tryhub O. V., Liashenko V. V. (2013). The relationship between elements of plant architecture and yield characteristics in varieties of common buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench.). Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. 3. 49–55. [in Ukrainian].

11. Tkalich I. D., Hyrka A. D., Tkalich Yu. I., ta in. (2019). Plant survival and buckwheat grain yield depending on agrotechnical cultivation measures. Zernovi kultury. 3. 2. 267–277. [in Ukrainian].

12. Volkohon V. V., Tokmakova M. N., Chaikovska V. O. (2006). Microbial preparations based on phosphate-mobilizing microorganisms. In the book: Microbial preparations in agriculture. Theory and practice. Kyiv : Ahrarna nauka, 123–152. [in Ukrainian].

13. Chobal L. Yu. (2018). Formation of integrated marketing communications of entrepreneurship in the field of rural agrarian tourism. Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini. 2. 88–92. [in Ukrainian].

14. Kornichuk ta in. (2015). Application of fertilizers and biopreparations in buckwheat growing technology. Kormy i kormovyrobnytstvo. 80. 104–107. [in Ukrainian].

15. Shuvar A. M., Rudavska N. M., Behen L. L., ta in. (2019). The influence of biological preparations for seed treatment under the organic technology of buckwheat cultivation. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnnytstvo. 66. 184–194. [in Ukrainian].

16. Suchek M. M. (2017). Ecologically safe elements of buckwheat growing technology in the conditions of Podillia. Ahroekolohichnyi zhurnal. 1. 68–72. [in Ukrainian].

17. Ermantraut E. R., ta in. (2018). Methods of scientific research in agronomy: a textbook. Bila Tserkva : Bilotserkivdruk, 103. [in Ukrainian].

18. Stechenko D. M., Chmyr O. S. (2007). Methodology of scientific research. Kyiv: «Znannia», 317. [in Ukrainian].

19. Volkohon V. V. (2006). Microbial preparations in agriculture: theory and practice. K. Ahrarna nauka, 311. [in Ukrainian].

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MEASURES ON BUCKWHEAT PRODUCTIVITY

L.V. Pelech, O.M. Onufriychuk

Abstract. Ukraine has favorable climatic and soil conditions for the cultivation of various niche crops, including buckwheat, which is in great demand on the market of Ukraine and other countries. The article provides measures to improve the technology of growing buckwheat with a high level of adaptability for specific growing conditions during the biologicalization of technological measures, the latest research and publications are elaborated; objectively assessed the importance and relevance of research on the issue of controlling weed vegetation during early spring and pre-sowing cultivation and harrowing with light harrows in phase 1-2 buckwheat leaves, which effectively reduce the level of weediness in buckwheat crops at the initial stages of growth and development of cultivated plants, because the sprouts of buckwheat plants are less competitive with weeds; optimization of the main nutrients during the treatment of buckwheat seeds before sowing with microbiological preparations that improve the morphobiological indicators of cultivated plants and subsequently affect the formation of the yield of buckwheat seeds when growing it in the soil and climatic conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe. The results of the study of the influence of various preparative forms of processing buckwheat seeds with biological preparations on the formation of the yield of buckwheat seeds of the highly productive

Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М.

domestic variety Antaria were analyzed. It was determined that the use of various methods of processing buckwheat seeds by inoculation and treatment with biostimulants before sowing is an effective technological measure that allows to significantly increase the productivity of buckwheat agroecosystems with the lowest energy costs. As a result of agrotechnical measures, it was noted that early spring and pre-sowing cultivation + harrowing in the phase of 1-2 leaves on crops of Antaria buckwheat significantly led to the death of weeds. In areas where, in addition to agrotechnical measures, inoculation with Diazophyte and biostimulant Biocomplex of BTU was carried out, the number of weeds decreased by 34%, compared to areas where buckwheat seeds were treated with microbiological preparations and early spring and pre-sowing cultivation was carried out. To effectively control weeds in buckwheat agroecosystems, early spring and pre-sowing cultivation + harrowing should be carried out in the phase of 1–2 buckwheat leaves. Before sowing, buckwheat seeds should be treated with the microbiological preparation Diazofit + biostimulant Biocomplex BTU (100 ml. + 150 ml per hectare rate of seeds). These measures will contribute to the reduction of weeds by up to 36% and the possibility of obtaining a yield of buckwheat grain at the level of 1.54 t/ha.

Key words: buckwheat, agroecosystem, agrotechnical measures, weeds, microbiological preparations, productivity

**ОЦІНКА СУЧАСНОГО АГРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ
ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО****О. П. ТКАЧУК**, доктор сільськогосподарських наук, професор**Н. Г. ВІТЕР**, асистент*Вінницький національний аграрний університет*

E-mail: tkachukop@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.011](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.011)

Анотація. *Значний вік полезахисних лісосмуг, заходи інтенсивного землеробства та глобальне потепління призводять до погіршення умов їх функціонування і пригнічення. Мета дослідження – проаналізувати сучасні агробіологічні особливості полезахисних лісосмуг Лісостепу правобережного в умовах інтенсивного землеробства та глобального потепління.*

Дослідження проводили у межах 25 лісосмуг на визначених тест-полігонах довжиною по 100 м у чотирьох повтореннях. Визначали кількість рядів дерев у кожній лісосмузі, віддаль дерев між рядами та у рядах, ширину і висоту лісосмуги, обхват стовбура дерев на висоті 1,3 м, поширення хвороб та шкідників на листі дерев.

Кількість рядів дерев у полезахисних лісосмугах змінювалась від трьох до дев'яти. Основні лісосмуги мали 5-9 рядів дерев, а додаткові – 3-4 ряди; продувні – 4-5 рядів, а щільні – 9 рядів. Віддаль дерев між рядами у різних полезахисних лісосмугах становила 1,0-3,5 м. Більшу ширину міжрядь мали додаткові полезахисні лісосмуги, порівняно з основними, у 1.5-3 рази. У рядах полезахисних лісосмуг дерева висаджувались на віддалі 1,0-2.0 м. Більш розріджено були створені продувні лісосмуги, а більш густо – щільні. Різниця між віддаллю дерев у рядах основних та додаткових полезахисних лісосмуг одних і тих же конструкцій не було виявлено. Найбільше зрідження дерев у рядах полезахисних лісосмуг, порівняно із проєктованим висаджуванням, виявлене у щільній основній лісосмузі – 70 % та продувній основній лісосмузі – 60%. У решти лісосмугах зрідження дерев у рядах також було значним і склало 50%. Ширина полезахисних лісосмуг варіювала від 7 до 20 м. Найширшими були щільні полезахисні лісосмуги, а найвузшими – продувні. Найбільше хвороб та шкідників було виявлено на клені звичайному щільної лісосмуги. Розвивалася хвороба борошниста роса на 30% листя та виявлено грубе поїдання 45 % листової поверхні. Найбільша кількість дерев із засихаючими верхівками та бічними гілками була виявлена у основній продувній лісосмузі: 20 % дерев ясену звичайного та 37 % дерев клену звичайного, а також у 15 % дерев ясену звичайного основної ажурної лісосмуги.

Ключові слова: *полезахисні лісосмуги, екологічний стан, умови функціонування*

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

Актуальність. За останнє століття загальносвітові показники підвищення температури становлять $0,74^{\circ}\text{C}$, що призвело до посух, скорочення морозного періоду, збільшення кількості та інтенсивності літніх високих температур, зростання частоти виявів екстремальних кліматичних явищ. Наукові дослідження свідчать, що зростання середньорічної температури повітря на 1°C може призвести до переміщення на північ широтних меж кліматичних зон у межах України на 160 км. Статистичні дані за останні роки підтвердили тенденцію прискорення розвитку глобального потепління (Гладун Г., Гладун Ю., Юхновський, 2013).

Наслідком змін клімату в Україні є зростання частки опадів зливого характеру, що підвищує ризики вияву водної ерозії на тлі прогнозованого зростання посівних площ просапних культур (кукурудза, соняшник). Посилення вітрового режиму підвищує ризики дефляції ґрунтів. Зміни клімату, підвищення температури, посилення вітрового режиму спричиняють дефіцит вологи та непродуктивного її випаровування. Саме створення системи полезахисних насаджень вважається одним із ефективних напрямів у комплексі заходів з адаптації землеробства до змін клімату (Лукіша, 2013а).

Полезахисні смуги по межах полів входять до системи захисного

лісорозведення, що є основою агролісомеліорації. В умовах глобального потепління клімату розглядаються можливості зменшення впливу парникового ефекту та суховіїв шляхом збільшення лісових насаджень та збільшення площі полезахисних смуг (Лукіша, 2013b).

Полезахисні смуги є штучними насадженнями, що розділяють землі сільськогосподарського призначення і одночасно виконують ґрунтозахисні, водоохоронні та кліматорегулюючі функції. Вони формувались в Україні як елемент комплексу агротехнічних заходів для збереження і промислового вирощування сільськогосподарських культур на масивах ріллі (Ткачук & Вітер, 2022а).

Формування полезахисних лісосмуг запобігає переміщенню повітряних мас у зимовий та весняно-зимовий період, які є одною з основних причин ерозії ґрунту – процесу вивітрювання верхнього родючого шару ґрунту та нерівномірного його перерозподілу. Відсутність полезахисних смуг наносить великої шкоди озимим культурам внаслідок нерівномірного розподілу сніжного покриву та виморожування центральних частин поля взимку (Ткачук & Вітер, 2022b).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Полезахисні лісосмуги, будучи частиною природної сфери територіальних екосистем,

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

виконують ряд найважливіших, унікальних еколого-економічних і соціальних функцій. Вони впливають на водообмін і стан екосистем, запобігають водній і вітровій ерозії ґрунтів, перешкоджають утворенню ярів і зсувів, закріплюють піщані арени і регулюють рівень ґрунтових вод, зберігають ландшафти, виконують поліфункціональну роль у поліпшенні довкілля, сприяють отриманню гарантованих врожаїв сільськогосподарської продукції, підвищенні родючості ґрунтів (Лукіша, 2018).

Загальнодержавною програмою формування національної екологічної мережі України передбачено створення 174 тис. га полезахисних лісових смуг. Але в умовах сьогодення їх площа не збільшується, а зменшується і викликає занепокоєння у фахівців. За останні 10 років створено таку кількість полезахисних лісосмуг, як всього за рік у 1980-ті роки. Таке катастрофічне зменшення посадки негативно впливає на кількість лісосмуг, які вже передані в використання. Їх чисельність зменшилась порівняно з 1990 роком на 90 % (Фурдичко & Стадник, 2008).

За офіційними даними статистики сьогодні в Україні нараховується біля 446 тис. га полезахисних лісових смуг. Найбільші площі полезахисних смуг у Запорізькій (51,9 тис. га), Одеській (50 тис. га) і Дніпропетровській (42,5

тис. га), а у Чернівецькій, Рівненській областях їх дуже мало. Реальна площа полезахисних лісосмуг становить приблизно 350 тис. га, а для досягнення нормативних показників необхідно відтворити 700 тис. га. Один кілометр полезахисної лісосмути захищають 20-30 га ріллі, що забезпечує підвищення ефективності використання цих угідь та знижує собівартість продукції рослинництва. Тому відновлення лісових насаджень має важливе сільськогосподарське значення (Клименко, Ткачук, Панкова, 2021).

Полезахисні смуги в Україні знаходяться в занедбаному стані і це призводить до неможливості виконання своїх захисних функцій. Зокрема через неналежний їх стан з сільськогосподарського обробітку випадають смуги поля шириною до 3 метрів, які безпосередньо прилягають до лісонасаджень. При проведенні реконструкції лісосмуг ці частини поля можна повернути до використання за прямим призначенням (Дудяк, Пічура, Потравка, 2019).

На сьогоднішній день полезахисні смуги залишаються нічийним майном, тому що їхні поточні балансоутримувачі невідомі. При проведенні земельної реформи паї перейшли у приватну власність селян, а лісосмути, які фактично розміщені на них і є державною власністю. Правова колізія є у тому, що полезахисні лісонасадження є

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

землями сільськогосподарського призначення, але не є сільськогосподарськими угіддями. Більша частина полезахисних смуг в Україні була створена у 1950-70 роках. Вони перебували в колгоспах на балансі господарства, на них йшли амортизаційні відрахування, за них господарства утримували фахівців по догляду за лісосмугами. На сьогоднішній день приватний власник не зацікавлений у догляді за лісосмугами. Як результат, кількість полезахисних смуг різко скорочується. Причин скорочення є декілька: незаконна вирубка, зменшення кількості тих, які створюються і передаються в експлуатацію (Максименко, 2009).

Для того щоб стабілізувати кількість полезахисних лісосмуг і зупинити їх зменшення чи зникнення, потрібно передавати в експлуатацію близько 4 тис. га і створити приблизно 6-7 тис. га нових щорічно (Юхновський, 2005).

У непереданих у власність на постійне користування полезахисних смуг (близько 318 тис. га) догляд, охорона та відтворення не здійснюється. Відсутність санітарних рубок та догляду призвело до підняття кореневої та насінневої порослі, різко збільшилася кількість шкідників (гризунів). Наслідком зрідження насаджень самовільними вирубками прогресують процеси ущільнення та деградації ґрунтів, збільшується порослева і чагарникова

рослинність. Досить часто полезахисні смуги стають розсадниками бур'янів, місцем випасання худоби, звалищ сміття та знищуються від пожеж під час спалювання стерні (Біла, 2016).

Зокрема, належним чином недоглянуті полезахисні лісосмуги втрачають свої продувні (вітроломні) і водорегулюючі властивості внаслідок порушення їх конструкції. Повітряні потоки не проходять крізь них, тому гинуть деревно-чагарникові насадження. Вітер видуває родючий шар ґрунту з окремих ділянок поля і переносить його в зайвій кількості на межі полезахисних насаджень. Виникає ще одна несприятлива проблема, а саме: в одних ділянках поля виникає надлишок вологи, а в іншій – нестача (Петрович, 2014).

В умовах глобальної зміни клімату ефективно виконання лісосмугами природоохоронних функцій ще більше сповільнюється. Погіршуються їх агробіологічні і екологічні умови функціонування. Тому актуальною проблемою, що потребує вирішення, є вивчення особливостей їх розвитку за таких екстремальних умов для повноцінного виконання ними ґрунтозахисних функцій.

Мета дослідження.

Проаналізувати сучасні агробіологічні особливості полезахисних лісосмуг Лісостепу правобережного в умовах

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

інтенсивного землеробства та глобального потепління.

Матеріали і методи дослідження. Польові спостереження проводилися упродовж 2022-2023 рр. у межах Вінницького району Вінницької області на чорноземних ґрунтах. Було опрацьована близько 25 полезахисних лісосмуг, що відрізнялися між собою за конструкцією: продувна, ажурна, щільна, а також за розміщенням відносно переважаючих вітрів: основна та додаткова.

Дослідження проводили на визначених тест-полігонах у межах кожної лісосмуги довжиною по 100 м у чотирьох повтореннях. Визначали кількість рядів дерев у кожній лісосмузі, віддаль дерев між рядами та у рядах, ширину і висоту лісосмуги, обхват стовбура дерев на

висоті 1,3 м, поширення хвороб та шкідників на листі дерев. Для цього використовували стандартизовані методики (Площі пробні лісовпорядні, 2006). Проводили кореляційно-регресійні математичні обчислення отриманих результатів.

Результати дослідження та їх обговорення. Спостереження за метричними параметрами полезахисних лісосмуг Лісостепу правобережного у розрізі продувної, ажурної та щільної конструкцій показали, що найбільше рядів дерев було виявлено у щільних лісосмугах – 9. В ажурній основній лісосмузі рядів дерев було 7, а у додатковій – 3 ряди і це було найменше зі всіх досліджених лісосмуг. Продувна основна полезахисна лісосмуга мала 5 рядів дерев, а додаткова – 4 ряди (табл. 1.).

1. Метричні параметри будови полезахисних лісосмуг Лісостепу правобережного, 2022-2023 рр.

Параметри лісосмуг	Конструкція лісосмуг				
	Продувна		Ажурна		Щільна
Вид лісосмуги за напрямом до переважаючих вітрів	Основна	Додаткова	Основна	Додаткова	Основна
Кількість рядів дерев, шт.	5	4	7	3	9
Віддаль дерев між рядами, проєктована / фактична, м	1,0 / 1,0	3,0 / 3,0	2,2 / 2,2	3,5 / 3,5	2,5 / 2,5
Віддаль дерев у ряді, проєктована / фактична, м	2,0 / 5,0	2,0 / 4,0	1,5 / 3,0	1,5 / 3,0	1,0 / 3,0
Ширина лісосмуги, м	7	12	15	9	20
Висота лісосмуги, м	15	14	14	14	14
Обхват стовбура на висоті 1,3 м, см	1,7	1,5	1,7	1,3	1,4

Побудовані 60-70 років тому назад полезахисні лісосмуги можуть мати певні відмінності у віддалі дерев

як у ряду, так і між рядами. Тому ми проводили порівняння віддалей між деревами на момент створення

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

полезахисних лісосмуг та на теперішній час, виділяючи віддалі проєктовані та фактичні.

Спостереження за віддаллю між рядами дерев полезахисних лісосмуг показали, що проєктовані віддалі співпадають з фактичними. Тобто ряди дерев проглядаються повністю. Зокрема віддаль між рядами дерев у основних продувних лісосмугах була найменша порівняно з усіма дослідженими видами полезахисних лісосмуг і становила 1,0 м. В той час як у продувних додаткових полезахисних лісосмугах віддаль між рядами дерев була набагато більша і складала 3,0 м.

Ажурні основні полезахисні лісосмуги мали віддаль дерев між рядами 2,2 м, а додаткові – 3,5 м. Така віддаль рядів була найбільша серед усіх досліджуваних лісосмуг. У щільній полезахисній лісосмузі віддаль рядів дерев складала 2,5 м.

Віддаль дерев у рядах полезахисних лісосмуг на період створення та фактично мала значні відмінності. Зокрема у продувній основній полезахисній лісосмузі проєктована віддаль дерев у рядах складала 2,0 м, а фактично становить 5,0 м. Тобто із п'яти висаджених дерев збереглись лише два. Це складає 60 % зрідження дерев у ряду. У продувних додаткових полезахисних лісосмугах проєктована віддаль між деревами у рядах становила 2,0 м, а фактична склала 4,0 м. Тобто з п'яти висаджених дерев

збереглись лише 2,5 дерева. Відсоток зрідження дерев склав 50%.

В ажурних основних та додаткових полезахисних лісосмугах проєктована та фактична віддаль дерев у рядах була однаковою та становила відповідно 1,5 м та 3,0 м. Зрідження дерев склало також 50%. У щільній полезахисній лісосмузі проєктована віддаль дерев у рядах становила 1,0 м, а фактична – 3,0 м. Тобто на кожних 10 висаджених дерев збереглись лише 3. Зрідження дерев у рядах щільних полезахисних лісосмуг становить 70 %.

Таким чином нашими дослідженнями встановлено, що найбільше зрідження дерев у рядах полезахисних лісосмуг виявлене у щільній основній лісосмузі – 70 % та продувній основній лісосмузі – 60 %. У решти лісосмугах зрідження дерев у рядах також було значним і склало 50 %.

Також нами виявлено математичну кореляційну залежність між проєктованою та фактичною віддаллю дерев у рядах полезахисних лісосмуг. Коефіцієнт кореляції становить 0,8018. Це вказує на сильний прямий зв'язок між збільшенням щільності висаджування дерев у полезахисних лісосмугах та зростанням їх зрідження через конкуренцію за екологічні фактори навколишнього середовища: світло, вологу, поживні речовини та інші.

Встановлена залежність описується рівнянням регресії,

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

представленим на рис. 1. Коефіцієнт регресії $R^2 = 0,6429$ вказує, що зрідження дерев у рядах

полезахисних лісосмуг на 64% залежить від їх щільності при закладанні лісосмуг.

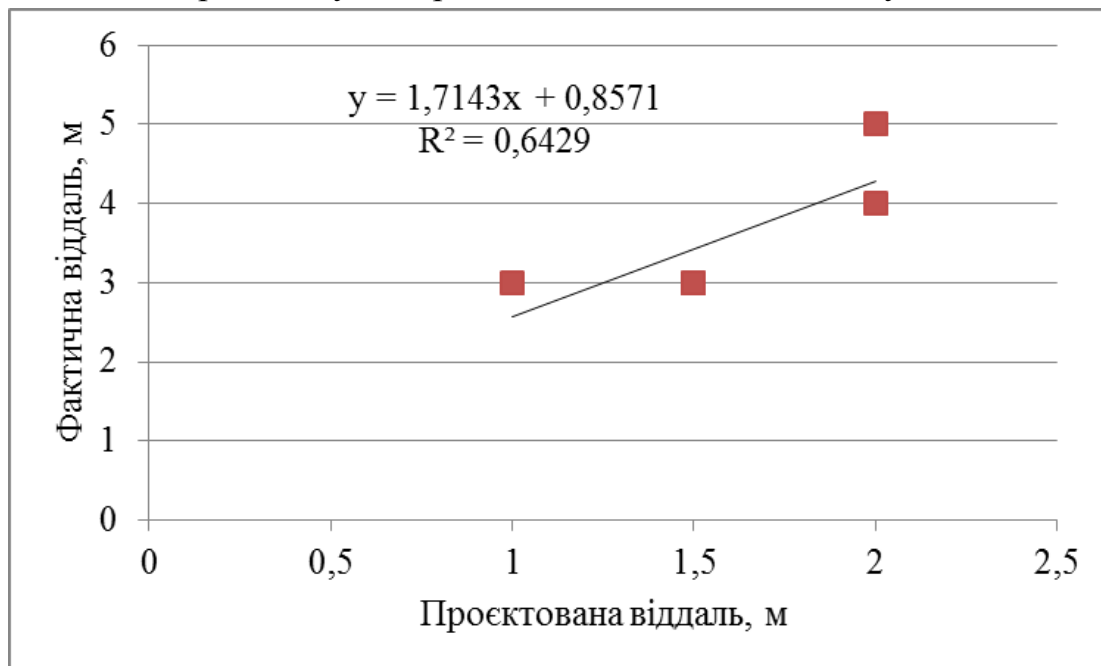


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність та рівняння регресії між проектованою та фактичною віддаллю дерев у полезахисних лісосмугах

Ширина продуквної основної полезахисної лісосмуги була найменша зі всіх досліджуваних і становила 7 м. Ширина додаткової продуквної полезахисної лісосмуги була на 5 м більша і становила 12 м. Основна ажурна полезахисна лісосмуга мала ширину 15 м, а додаткова – 9 м. Найширшою була щільна полезахисна лісосмуга – 20 м.

Висота усіх досліджуваних полезахисних лісосмуг була приблизно однакова і становила 14-15 м. Найбільший обхват стовбура мали дерева основних продуквної та ажурної полезахисних лісосмуг – по 1,7 м. обхват стовбура продуквної додаткової лісосмуги склав 1,5 м,

додаткової ажурної – 1,3 м і був найменшим, а щільної – 1,4 м.

Також нами виявлено математичну кореляційну залежність між фактичною віддаллю дерев у рядах полезахисних лісосмуг та обхватом стовбура дерев на висоті 1,3 м. Коефіцієнт кореляції становить 0,5313. Це вказує на середній прямий зв'язок між збільшенням віддалі розміщення дерев у полезахисних лісосмугах та зростанням їх довжини обхвату стовбура.

Встановлена залежність описується рівнянням регресії, представленим на рис. 2. Коефіцієнт регресії $R^2 = 0,2822$ вказує, що довжина обхвату стовбура дерев у рядах полезахисних лісосмуг на 28%

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

залежить від їх щільності при закладанні лісосмуг.

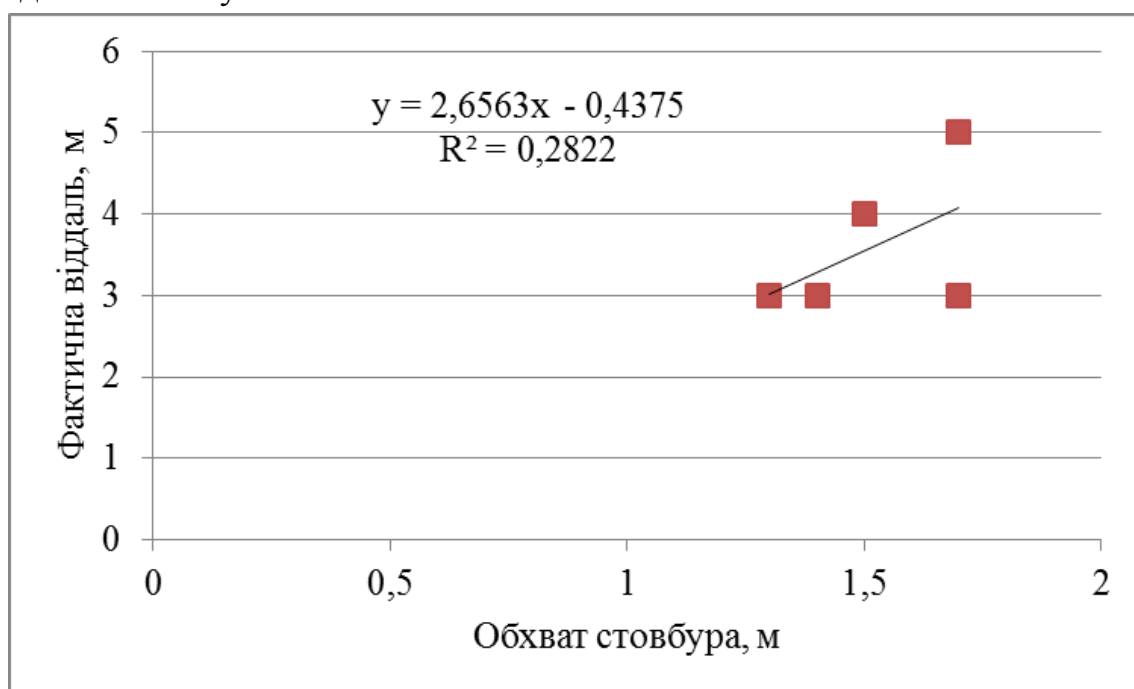


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність та рівняння регресії між фактичною віддаллю дерев у полезахисних лісосмугах та обхватом стовбура дерев

Отже, нашими дослідженнями встановлено, що основний чинник, що впливає на збереження дерев полезахисних лісосмуг, є їх щільність посадки: чим гущіша посадка – тим більше зрідження.

Нами проводилось визначення поширення хвороб та шкідників у посадках полезахисних лісосмуг. Зокрема серед хвороб листя нами виявлено поширення борошнистої роси на клені звичайному на основній щільній лісосмузі з ураженням 30 % поверхні листової пластинки. Також борошниста роса була виявлена на листі клену звичайного основної продувної лісосмуги з ураженням 6 % листової пластинки. На інших

деревних породах та видах лісосмуг хвороб не було виявлено (табл. 2).

Найбільше дерев клену звичайного було уражено борошнистою росою в основній продувній лісосмузі – 60 %. У щільній основній полезахисній лісосмузі було уражено 25 % дерев клену звичайного, переважно молодого віку.

Прояв шкідників виявлявся у вигляді суцільного грубого та крайового об'їдання листової пластинки. Таким чином було пошкоджено близько 45 % листової пластинки клену звичайного щільної лісосмуги; 12 % листової пластинки грабу звичайного додаткової ажурної; 10 % листової пластинки крайового об'їдання ясену

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

звичайного основної ажурної та 8 % листової пластинки ясену звичайного додаткової продувної лісосмуги. Також було виявлено пошкодження

листя ясену звичайного попелицею у вигляді гофрованого листа з часткою ураження 5 % основної продувної лісосмуги.

2. Поширення хвороб та шкідників полезахисних лісосмуг Лісостепу правобережного, 2022-2023 рр.

Параметри лісосмуг	Конструкція лісосмуг				
	Продувна		Ажурна		Щільна
Вид лісосмуги за напрямом до переважаючих вітрів	Основна	Додаткова	Основна	Додаткова	Основна
Поширення хвороб дерев залежно від породи на стовбурі і листі, % поверхні стовбура і листка кожної породи	6 – борошниста роса клен звичайний	-	-	-	30 – борошниста роса клен звичайний
Частка дерев, уражених хворобами по кожній породи, %	60 – борошниста роса клен звичайний	-	-	-	25 – борошниста роса клен звичайний
Поширення шкідників стовбура і листків залежно від породи, % від усіх дерев кожної породи. Види шкідників і розмір нанесеної шкоди, %	5 – попелиця ясен звичайний	8 – грубе об'їдання листя ясен звичайний	10 – крайове об'їдання листя ясен звичайний	12 – грубе об'їдання граб звичайний	45 – суцільне грубе об'їдання клен звичайний

Висновки і перспективи.

Кількість рядів дерев у полезахисних лісосмугах змінювалась від трьох до дев'яти. Основні лісосмуги мали 5-9 рядів дерев, а додаткові – 3-4 ряди; продувні – 4-5 рядів, а щільні – 9 рядів. Віддаль дерев між рядами у різних полезахисних лісосмугах становила 1,0-3,5 м. Більшу ширину міжрядь мали додаткові полезахисні лісосмуги, порівняно з основними, у 1.5-3 рази. У рядах полезахисних лісосмуг дерева висаджувались на віддалі 1,0-2.0 м. Більш розріджено

були створені продувні лісосмуги, а більш густо – щільні. Різниці між віддаллю дерев у рядах основних та додаткових полезахисних лісосмуг одних і тих же конструкцій не було виявлено. Найбільше зрідження дерев у рядах полезахисних лісосмуг, порівняно із проєктованим висаджуванням, виявлене у щільній основній лісосмузі – 70 % та продувній основній лісосмузі – 60 %. У решті лісосмугах зрідження дерев у рядах також було значним і склало 50 %. Ширина полезахисних лісосмуг

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

варіювала від 7 до 20 м. Найширшими були щільні полезахисні лісосмуги, а найвужчими – продувні. Найбільше хвороб та шкідників було виявлено на клені звичайному щільної лісосмуги. Розвивалася хвороба борошниста роса на 30 % листя та виявлено грубе поїдання 45 % листової поверхні.

Список використаних джерел

1. Гладун Г.Б., Гладун Ю.Г., Юхновський В.Ю. Оптимізація лісомеліоративного комплексу на адаптивно-ландшафтній основі. *Науковий вісник НУБіП*. 2013. Вип. 187 (2). С. 104–111.

2. Лукіша В.В. Проблеми полезахисних лісосмуг в агроландшафтах України в контексті змін клімату. *Екологічні науки*. 2013а. № 2 (25). С. 64–68.

3. Лукіша В.В. Екологічні функції полезахисних насаджень. *Екологічні науки*. 2013б. № 1. С. 56–64.

4. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Біологічні аспекти функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 1. С. 101–107. DOI: 10.33730/2310–4678.1.2022.255218

5. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 2 (96). URL:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/download/16044/14408> (дата звернення 10.01.2023).

6. Лукіша В.В. Структура фітоценозів полезахисних лісосмуг в Лівобережному Лісостепу. *Екологічні науки*. 2018. № 3 (22). С. 57–63.

7. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Лісові меліорації як основний фактор стабілізації степових екосистем. *Екологія та ноосферологія*. 2008. Т. 19. № 3–4. С. 13–24.

8. Клименко М.О., Ткачук О.П., Панкова С.О. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Лісостепу Правобережного.

Найбільша кількість дерев із засихаючими верхівками та бічними гілками була виявлена у основній продувній лісосмузі: 20 % дерев ясену звичайного та 37 % дерев клену звичайного, а також у 15 % дерев ясену звичайного основної ажурної лісосмуги.

Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 1 (20). С. 179–194. DOI:10.37128/2707-5826-2021-14

9. Дудяк Н.В., Пічура В.І., Потравка Л.О. Еколого-економічні аспекти лісорозведення в Україні в контексті сталого землекористування. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2019. № 2. С. 49–63.

10. Максименко Н.В. Агроекологічне значення тривалого існування системи лісосмуг. *Наукові праці Уманського університету садівництва*. 2009. Вип. 71. С. 229–232.

11. Юхновський В.Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. Київ: Інститут аграрної економіки, 2005. 273 с.

12. Біла Ю.М. Захисне лісорозведення в агроландшафтах південно-східної частини Байрачного степу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.3. С. 15–21.

13. Петрович О.З. Полезахисні лісосмуги в контексті впровадження концепції екосистемних послуг. *Екосистеми, їх оптимізація та охорона*. 2014. Вип. 11. С. 42–49.

14. СОУ 02.02-37-476. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. Чинний від 01.05.2007. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

References

1. Hladun, H.B., Hladun, Yu.H., Yukhnovskyi, V.Iu. (2013). Optimization of forest reclamation complex on an adaptive-landscape basis. *Naukovyi visnyk NUBiP*, 187 (2), 104–111.

2. Lukisha, V.V. (2013a). Problems of field protective forest belts in agrolandscapes of Ukraine in the context of climate change. *Ekologichni nauky*, 2 (25), 56–64.

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

3. Lukisha, V.V. (2013b). Ecological functions of field protective forest plantations. *Ekologichni nauky*, 1, 56-64.
4. Tkachuk O.P., Viter N.H. (2022). Biological aspects of the functioning of field protection forest strips in the conditions of climate change. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 1, 101–107. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2022.255218
5. Tkachuk O.P., Viter N.H. (2022). Ecological problems of the functioning of field protection forest strips in conditions of climate change. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny*, 2 (96). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/download/16044/14408>
6. Lukisha V.V. (2018). Structure of phytocenoses of field protection forest strips in Livoberezhny Forest Steppe. *Ekologichni nauky*, 3 (22), 57–63.
7. Furdychko, O.I., Stadnik, A.P. (2008). Forest reclamation as a major factor in stabilizing steppe ecosystems. *Ekolohiia ta noosferolohiia*, 19, 3 (4), 13-24.
8. Klymenko M.O., Tkachuk O.P., Pankova S.O. (2021). Ecological problems of the functioning of field protection forest strips in the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe. *Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 1 (20), 179–194. DOI:10.37128/2707-5826-2021-14
9. Dudiak, N.V., Pichura, V.I., Potravka, L.O. (2019). Ecological and economic aspects of afforestation in Ukraine in the context of sustainable land use. *Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel*, 2, 49-63.
10. Maksymenko, N.V. (2009). Agroecological significance of the long-term existence of the forest belt system. *Naukovi pratsi Umanskoho un-tu sadivnytstva*, 71, 229-232.
11. Yukhnovskyi, V.Iu. (2005). Forest agrarian landscapes of plain Ukraine: optimization, standards, ecological aspects. Kyiv: Instytut ahrarnoi ekonomiky, 273.
12. Bila, Yu.M. (2016). Protective afforestation in agrolandscapes of the south-eastern part of the Bayrach steppe. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 26.3, 15-21.
13. Petrovych O.Z. (2014). Forest protection forest strips in the context of implementing the concept of ecosystem services. *Ekosystemy, yikh optymizatsyya ta okhorona*, 11, 42–49.
14. SOU 02.02-37-476. Secondary school 02.02-37-476. Trial plots are forest-managed. Laying method. Chynnyy vid 01.05.2007. Kyiv: Minahropolityky Ukrayiny, 2006, 32.

ASSESSMENT OF THE CURRENT AGROBIOLOGICAL STATE OF THE PROTECTED FOREST STRIPS OF THE RIGHT BANK FOREST STEPPE

O. P. Tkachuk, N. G. Viter

Abstract. *The significant age of field-protective forest strips, measures of intensive agriculture and global warming lead to deterioration of their functioning conditions and oppression. The purpose of the research is to analyze the modern agrobiological features of the forest protection strips of the Right-Bank Forest Steppe under conditions of intensive agriculture and global warming.*

The research was conducted within 25 forest strips on designated test sites 100 m long in four repetitions. The number of rows of trees in each forest strip, the distance of trees between rows and within rows, the width and height of the forest strip, the girth of the tree trunk at a height of 1.3 m, the spread of diseases and pests on tree leaves were determined.

Observations of the metric parameters of the protective forest strips of the right-bank forest-steppe in the section of blown, openwork and dense structures showed that the most rows of trees were found in dense forest strips - 9. There were 7 rows of trees in the openwork main forest strip, and 3 rows in the additional one, and this was the

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

smallest of of all investigated forest strips. The blowing main field protective forest strip had 5 rows of trees, and the additional one had 4 rows.

Observations of the distance between the rows of trees of the field protection forest strips showed that the projected distances coincide with the actual ones. That is, rows of trees can be seen completely. In particular, the distance between the rows of trees in the main blowing forest strips was the smallest compared to all the studied types of field protection forest strips and was 1.0 m. While in the blowing additional field protection forest strips, the distance between the rows of trees was much larger and amounted to 3.0 m.

Openwork main field protection forest strips had a distance of trees between rows of 2.2 m, and additional ones - 3.5 m. This distance of rows was the largest among all the studied forest strips. In a dense field protection forest strip, the distance between rows of trees was 2.5 m.

The distance of trees in the rows of field protection forest strips during the period of creation and in fact had significant differences. In particular, the projected distance of trees in the rows was 2.0 m, but in fact it is 5.0 m in the main field protection forest strip, which means that only two of the five planted trees survived. This is 60% thinning of the trees in the row. In the blowing additional field protection forest strips, the projected distance between the trees in the rows was 2.0 m, and the actual distance was 4.0 m. That is, only 2.5 trees survived out of five planted trees. The percentage of thinning of trees was 50%.

In openwork main and additional field protection forest strips, the projected and actual spacing of trees in rows was the same and amounted to 1.5 m and 3.0 m, respectively. The thinning of trees was also 50%. In the dense field protection forest strip, the projected distance of trees in the rows was 1.0 m, and the actual distance was 3.0 m. That is, only 3 were preserved for every 10 planted trees. The thinning of trees in the rows of dense field protection forest strips is 70%.

Thus, our research established that the greatest thinning of trees in the rows of field protection forest strips was found in the dense main forest strip - 70% and the blowing main forest strip - 60%. In the remaining forest strips, thinning of trees in rows was also significant and amounted to 50%.

The width of the blown main field protective forest strip was the smallest of all the studied and was 7 m. The width of the additional blown field protective forest strip was 5 m larger and was 12 m. The main openwork field protective forest strip was 15 m wide, and the additional one was 9 m wide. The dense forest strip was the widest. - 20 m.

The height of all investigated field protection forest strips was approximately the same and amounted to 14-15 m. The trees of the main blowing and openwork field protection forest strips had the largest trunk girth - 1.7 m each. The trunk girth of the blowing additional forest strip was 1.5 m, of the additional openwork - 1.3 m and was the smallest, and the densest - 1.4 m.

We determined the distribution of diseases and pests in the plantings of field protection forest strips. In particular, among leaf diseases, we found the spread of powdery mildew on common maple in the main dense forest strip with damage to 30%

Ткачук О. П., Вітер Н. Г.

of the leaf blade surface. Also, powdery mildew was detected on the leaves of the ordinary maple of the main blown forest strip with damage to 6% of the leaf plate.

Most common maple trees were affected by powdery mildew in the main forest strip - 60%. In the dense main field protection forest strip, 25% of ordinary maple trees, mostly of young age, were affected.

Manifestation of pests was manifested in the form of continuous rough and marginal eating of the leaf plate. In this way, about 45% of the leaf plate of the maple of the ordinary dense forest strip was damaged; 12% of the sheet plate of ordinary hornbeam with additional tracery; 10% of the leaf plate of the edge eating of the common ash of the main openwork and 8% of the leaf plate of the common ash of the additional blowing forest strip. It was also found that the leaves of common ash were damaged by aphids in the form of corrugated leaves with a damage percentage of 5% of the main blown forest strip.

The number of rows of trees in the field protection forest strips varied from three to nine. The main forest strips had 5-9 rows of trees, and additional - 3-4 rows; blowing - 4-5 rows, and dense - 9 rows. The distance of trees between rows in different field protection forest strips was 1.0-3.5 m. Additional field protection forest strips had a greater width between rows, compared to the main ones, by 1.5-3 times. Trees were planted in the rows of field protection forest strips at a distance of 1.0-2.0 m. Blowing forest strips were created more sparsely, and dense ones were created more densely. There was no difference between the distance of trees from the main and additional field protection forest strips of the same structures. The greatest thinning of trees in the rows of the field protection forest strips, compared to the planned planting, was found in the dense main forest strip - 70% and the blowing main forest strip - 60%. In the remaining forest strips, thinning of trees in rows was also significant and amounted to 50%. The width of the field protection forest strips varied from 7 to 20 m. The widest were the dense field protection forest strips, and the narrowest were the blowing ones. The greatest number of diseases and pests was detected on the ordinary maple of the dense forest belt. Powdery mildew disease developed on 30% of the leaves, and rough eating of 45% of the leaf surface was detected. The largest number of trees with drying tops and side branches was found in the main blowing forest strip: 20% of common ash trees and 37% of common maple trees, as well as in 15% of common ash trees in the main openwork forest strip.

Key words: field protection forest strips, ecological condition, operating conditions

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНИХ СІВОЗМІНАХ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

П. І. БОЙКО, доктор сільськогосподарських наук, професор
<http://orcid.org/0000-0001-7064-3958>

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»

Н. П. КОВАЛЕНКО, доктор історичних наук, старший науковий співробітник
<http://orcid.org/0000-0002-0996-0732>

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

E-mail: BoikoNP@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.012)

Анотація. Встановлено, що для сталого забезпечення потреб у продовольчому зерні, вирішальна роль належить удосконаленню технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівозмінах, актуальність впровадження яких викликана змінами клімату. З'ясовано, що при вирішенні зазначеної проблеми вагоме значення приділено створенню нових сортів пшениці озимої з високим генетичним потенціалом продуктивності та якості, стабільною стійкістю до хвороб, шкідників, несприятливих чинників довкілля. Важливу роль відіграє застосування науково обґрунтованих насінницьких сівозмін з ефективним насиченням, розміщенням та співвідношенням культур, які належать до різних за біологічними властивостями груп. Визначено, що в умовах зміни клімату у насінницьких сівозмінах необхідно дотримуватись сортової агротехніки, використовувати оптимальні норми внесення органічних та мінеральних добрив, сидератів, післяжнивних і післяукісних посівів, засобів захисту рослин, а також застосовувати диференційований обробіток ґрунту.

Ключові слова: удосконалення, технології вирощування, сорти, сівозміни, пшениця озима, наукове обґрунтування, зміни клімату

Актуальність. Збільшення населення планети та зростання продовольчих потреб людства вимагають подальшого підвищення урожайності та якості зернової продукції (Демиденко та ін., 2019). Тому для забезпечення стабільного і розширеного відтворення виробництва зерна вагоме значення має удосконалення технологій

вирощування зернових культур, у тому числі стратегічно важливої пшениці озимої (Юркевич та ін., 2021). Вирішальна роль у виконанні цього завдання належить створенню нових сортів пшениці озимої з високим генетичним потенціалом продуктивності та якості, стабільною стійкістю до хвороб і шкідників, а також несприятливих чинників

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

довкілля – посухи та приморозків (Моргун, Рибалка, Дубровна, 2021). Крім того, великого значення набуває застосування науково обґрунтованих насінницьких сівозмін з ефективним насиченням, розміщенням та співвідношенням культур із врахуванням ґрунтово-кліматичних умов і спеціалізації господарств (Юркевич, Коваленко, Бакума, 2011). У насінницьких сівозмінах необхідно використовувати оптимальні норми внесення органічних та мінеральних добрив, сидератів, післяжнивних і післяукісних посівів, а також застосовувати диференційований обробіток ґрунту (Коваленко, 2014). Удосконалення технологій вирощування пшениці озимої для сталого забезпечення потреб у продовольчому зерні актуалізується в умовах зміни клімату та з урахуванням глобальних викликів і загроз сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поглиблене дослідження комплексного науково-технологічного напрямку, яке полягає в поєднанні селекції та насінництва пшениці озимої з вирощуванням у науково обґрунтованих сівозмінах для різних ґрунтово-кліматичних умов, всебічно не здійснювалось. Водночас у наукових публікаціях висвітлено окремі напрями дослідження. Зокрема, інформація про ефективне вирощування пшениці озимої у сівозмінах, застосування науково обґрунтованих систем

землеробства наводиться у монографіях (Демиденко та ін., 2019; Юркевич та ін., 2021; Юркевич, Коваленко, Бакума, 2011; Коваленко, 2014). Наукові досягнення та інноваційні розроблення у напрямі генетичного поліпшення пшениці озимої наведено у наукових статтях (Моргун, Рибалка, Дубровна, 2021; Моргун, 2015; Моргун, 2020). Проте, особливості удосконалення технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівозмінах в умовах зміни клімату та з урахуванням глобальних викликів і загроз сьогодення потребують подальшого дослідження та аналізування.

Мета дослідження полягає у встановленні, узагальненні та систематизації науково обґрунтованих заходів для удосконалення технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої: сортових технологій та насінницьких сівозмін у різних ґрунтово-кліматичних умовах України – Степу, Лісостепу та Поліссі з урахуванням глобальних викликів і загроз сьогодення.

Матеріали і методи дослідження. Методологічною основою є принципи достовірності та об'єктивності. Для досягнення мети використано загальнонаукові й міждисциплінарні методи дослідження. Завдяки порівняльному аналізу та розрахунково-

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

конструктивному методу виявлено напрями удосконалення технологій вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівоzmінах, які знаходяться у різних ґрунтово-кліматичних умовах, що забезпечить потреби у продовольчому зерні з урахуванням зміни клімату та інших викликів і загроз сьогодення. Завдяки абстрактно-логічному методу сформульовано висновки та запропоновано низку адаптаційних заходів щодо подолання негативного впливу кліматичних змін та інших негативних чинників.

Результати дослідження та їх обговорення. Динамічне зростання населення планети, яке упродовж 1950–2022 рр. збільшилось у понад 3 рази, а у 2050 р. за прогнозами ООН підвищиться до 9,7 млрд осіб, є однією із світових тенденцій, що

зумовлює постійне збільшення споживання продовольства (рис. 1) (Official website of the United Nations). Водночас, поряд із розвитком деградації ґрунтів, у майбутньому площа ріллі на 1 особу буде зменшуватись (Official website of the Food). Це призведе до значного зростання попиту на продукти харчування, у тому числі і на зернову продукцію стратегічно важливої культури – пшениці озимої.

Так, із збільшенням кількості населення планети, стабільно зростає світове споживання зерна, що є одним із чинників підвищення обсягів його виробництва та експорту. Зокрема, упродовж 2008–2022 рр. спостерігається тенденція щодо підвищення світового виробництва зерна на 32 % та світового експорту зерна на 76 % (рис. 2) (Official website of the Food).

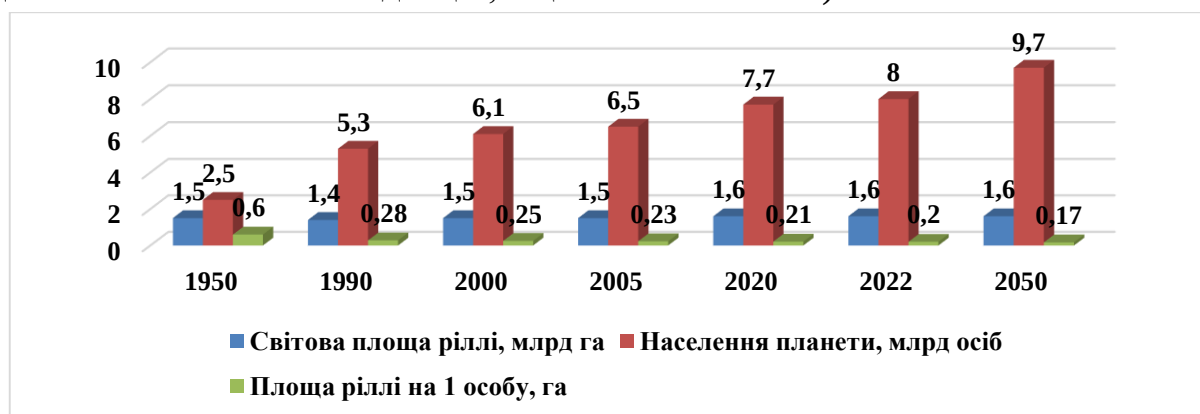


Рис. 1. Динаміка забезпечення населення планети ріллею, 1950–2050 рр., власний дизайн на основі даних [8; 9]

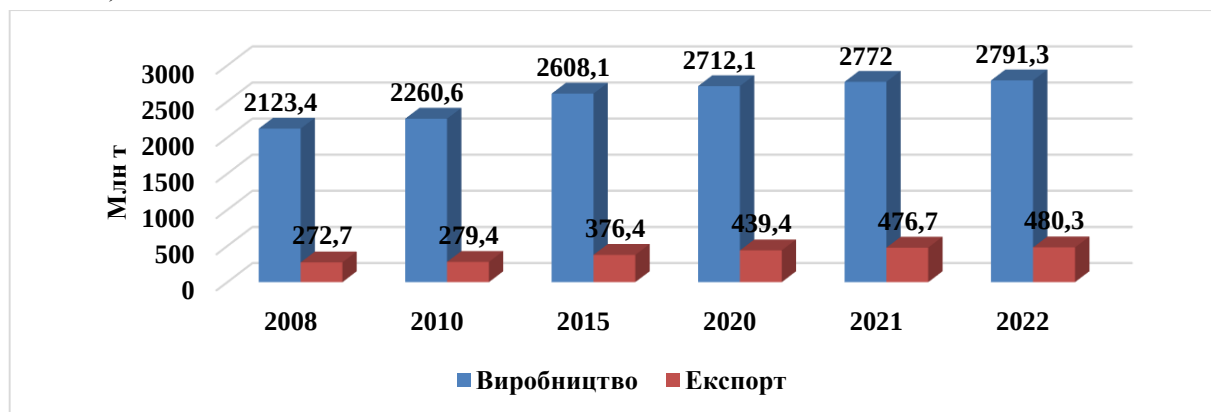


Рис. 2. Динаміка світового виробництва та експорту зерна, 2008–2022 рр., власний дизайн на основі даних [9]

Аналіз структури світового виробництва зерна у 2022 р. засвідчує, що найбільша його частка належить чотирьом провідним зерновим культурам: кукурудзі – 42 %, пшениці – 28 %, рису – 18 %, ячменю – 6 % та іншим зерновим – 6 % (рис. 3) (Official website of the Food). В Україні найбільша частка виробництва зерна дещо укрупнена і належить трьом провідним зерновим культурам: кукурудзі – 49 %, пшениці – 38 %, ячменю – 10 % та іншим зерновим – 3 % (рис. 4) (Державної служби статистики).

Упродовж 1991–2021 рр. українські аграрії розробили і впровадили інноваційні технології вирощування зернових культур, які

поряд із деяким зростанням посівних площ, забезпечили підвищення національного виробництва зерна пшениці на 52 % (рис. 5) (Державної служби статистики). Проте, у 2022 р. її посівні площі зменшились на 33 %, що негативно вплинуло на виробництво зернової продукції. Зокрема, пшениці зібрали лише 20,7 млн т з урожайністю 3,93 т/га. Це значно нижчі показники за декілька останніх років, на які негативно вплинуло зменшення посівних площ, нестача і високі ціни на паливе, мінеральні добрива та засоби захисту рослин, які спричинив повномасштабний збройний напад РФ, а також негативні прояви кліматичних змін.

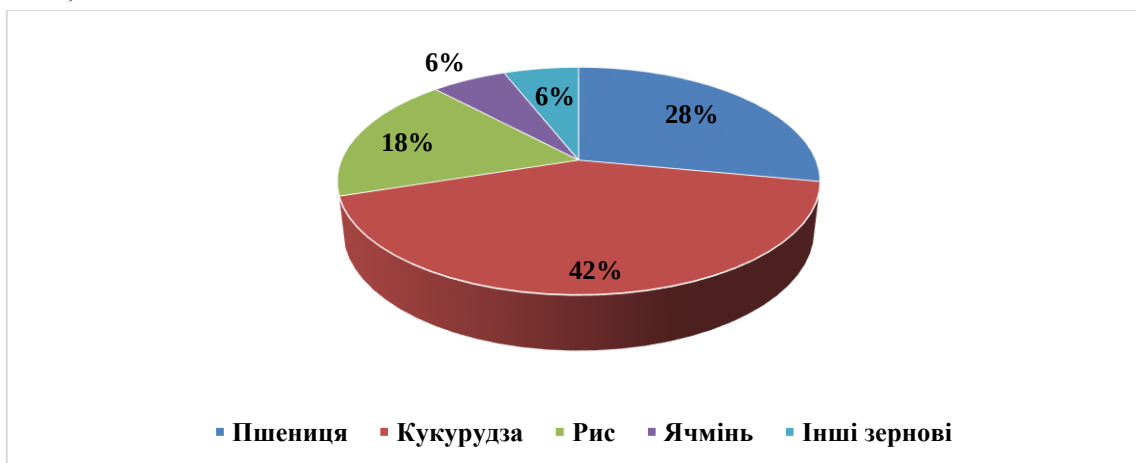


Рис. 3. Структура світового виробництва зерна, 2022 р., власний дизайн на основі даних [9]

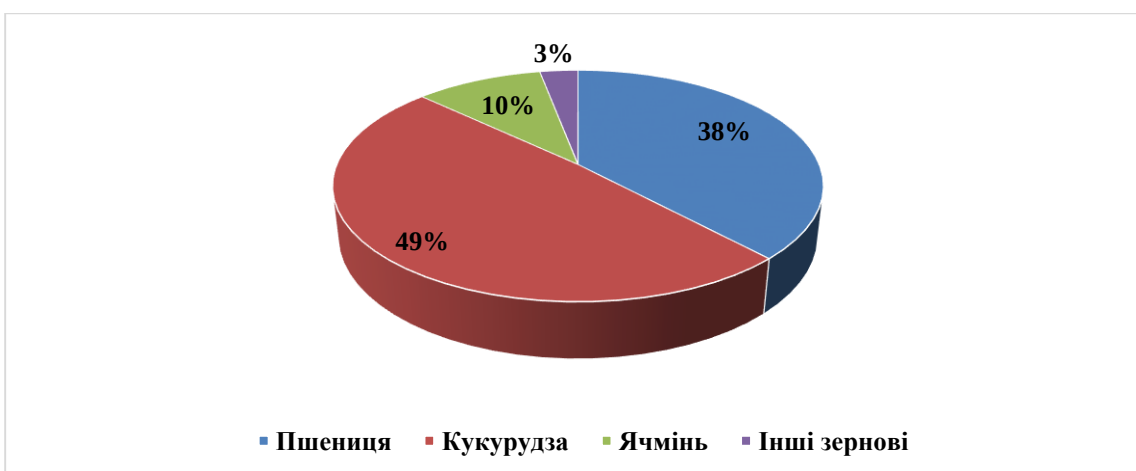


Рис. 4. Структура виробництва зерна в Україні, 2022 р., власний дизайн на основі даних [10]

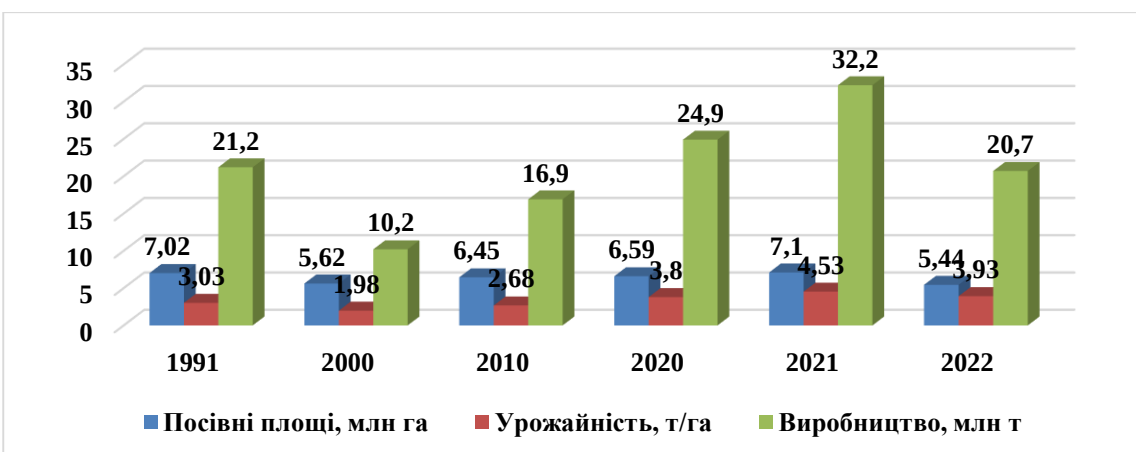


Рис. 5. Динаміка посівних площ, урожайності та виробництва пшениці в Україні, 1991–2022 рр., власний дизайн на основі даних [10]

Водночас зростання світового попиту на зерно зумовило підвищення позицій України у

світовому рейтингу. За підсумками 2022 р., не дивлячись на воєнні дії рф, Україні вдалося зберегти статус

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

одного з основних експортерів зерна, увійшовши до першої п'ятірки світу. Зокрема, Україна посіла п'яте місце у світовому рейтингу щодо експорту пшениці, четверте – кукурудзи, третє – ячменю. Крім того, Україна залишилася у десятці найбільших виробників зернової продукції у світі і посіла сьому позицію з виробництва пшениці, шосту – кукурудзи, четверту – ячменю.

З вищезазначеного можна зробити висновок, що стратегічним завданням для подальшого розвитку зернової галузі України є створення високопродуктивного і конкурентоспроможного виробництва зерна пшениці озимої з використанням високоякісного посівного матеріалу, що нині можна вирішити завдяки впровадженню інноваційних технологій у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Такі технології повинні концентрувати новітні досягнення науки і техніки, забезпечуючи реалізацію потенційної продуктивності сортів пшениці озимої у науково обґрунтованих сівоzmінах відповідно до ґрунтових особливостей та погодних умов.

Важливу роль в удосконаленні таких технологій відіграє селекція, завдяки якій відбувається створення нових та покращення існуючих сортів пшениці озимої. Вагомими напрямками у селекції пшениці озимої є: розроблення нових високопродуктивних сортів із комплексною стійкістю до хвороб і

шкідників; підвищення адаптивних властивостей селекційного матеріалу до природних та антропогенних чинників; дослідження генофонду рослин, виділення донорів господарсько-цінних ознак, встановлення нових фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних та цитогенетичних ознак і їх зв'язку з кращими властивостями; удосконалення методів створення вихідного матеріалу для селекційного процесу (Макрушин М., Макрушина Є., 2011). Велике значення приділяється дослідженню, розробленню і удосконаленню систем та методів стабілізуючої селекції з метою збереження сортової ідентичності, удосконаленню методів апробації у напрямі сортового контролю посівів.

Розмноження високоякісного насіння нових сортів, які впроваджують у виробництво з метою задоволення потреб споживачів, а також збереження сортової чистоти насіння нових сортів, що вирощують у виробництві, належить до основних завдань насінництва (Закон України №411-IV, 2002). З цією метою у насінництві виконується два основних процеси: сортоzmіна і сортооновлення. Сортоzmіна відбувається у напрямі заміни у виробництві на основі результатів державного сортовипробування старих сортів новими, більш урожайними і високоякісними. Сортооновлення здійснюється у

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

напрямі заміни насіння з гіршими сортовими та біологічними властивостями на кращі.

Складовими насінництва є: насіннезнавство, технологія вирощування насіння, післязбиральне і передпосівне оброблення та зберігання, контроль і стандартизація якості насіння. Насіннезнавство є теоретичною основою технології вирощування, післязбирального та передпосівного оброблення, зберігання і контролю насіння. Насінневий контроль є одним із напрямів насінництва, який забезпечує оцінювання посівних (лабораторний контроль) та урожайних (грунтовий контроль) властивостей насіння, а також юридичним гарантом дотримання стандартних норм якості посівного матеріалу (Закон України №411-IV, 2002). Основним напрямками наукових досліджень у насінництві відзначено дослідження впливу природних і антропогенних чинників на посівні та урожайні властивості насіння; розроблення методів покращення посівних і урожайних властивостей насіння при їх формуванні, обробленні та зберіганні; опрацювання технологій вирощування насіння; теоретичні розроблення щодо створення нових і покращення існуючих методів контролю та стандартизації насіння (Макрушин М., Макрушина Є., 2011). Таким чином, селекція і насінництво мають єдиний об'єкт дослідження

пшениці озимої – її сорти. Вони сприяють вирішенню комплексу наукових та практичних проблем для зростання урожайності пшениці озимої і якості її зернової продукції.

Вагоме значення для удосконалення технологій вирощування пшениці озимої відводиться впровадженню її високопродуктивних сортів, які створені в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. Наприклад, вперше в Україні створено напівкарликові сорти пшениці, впровадження яких забезпечило зростання її генетичного потенціалу продуктивності на 25–30 % і визначило базові основи «зеленої революції» в Україні (Моргун, 2015). Започатковано новий напрям у селекції та вперше в Україні створено сорти пшениці озимої західноєвропейського типу, які адаптовані для вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах Степу, Лісостепу та Полісся України. Сформовано новий напрям досліджень в екології рослин і насіннезнавстві – екологія насіння, завдяки якому визначають вплив абіотичних, біотичних та антропогенних чинників на ріст і розвиток сільськогосподарських культур (Моргун, 2020).

У результаті багаторічної і самовідданої наукової діяльності, в ІФРГ НАН України створено та зареєстровано понад 200 сортів і гібридів сільськогосподарських

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

культур, які упродовж 45 років висівають у полях України та за її межами на площі від 1,0 до 5,5 млн га. Зокрема, широко використовуються сорти пшениці озимої високоінтенсивного типу, до яких належать: Астарта, Городниця, Золотоколоса, Київська 19, Новосмуглянка, Перлина Поділля, Січеслава, Смуглянка, Софія Київська, Степова криниця, Фаворитка та інші (Моргун та ін., 2022). Ці сорти, створені методом хромосомної інженерії, які мають комплексний імунітет до основних хвороб, їх вирощування можливе в органічному землеробстві та в умовах зрошення (Моргун, Рибалка, Дубровна, 2021). Високу екологічну пластичність мають створені сорти пшениці озимої інтенсивного типу універсального використання, до яких належать: Богдана, Борія, Даринка Київська, Джамала, Золото України, Київська 17, Краснопілка, Малинівка, Подолянка, Щедрівка Київська та інші (Моргун та ін., 2022). Ці сорти не вибагливі до умов вирощування, забезпечують стабільну урожайність у всіх зонах України і є страховими. У різних ґрунтово-кліматичних умовах України сорти пшениці озимої інтенсивного типу універсального використання забезпечили рекордний рівень урожайності: у Степу – 10,0 т/га, Лісостепу – 12,3 т/га, Поліссі – 12,4 т/га. Вперше в Україні створено спеціалізований сорт

пшениці озимої – Зимоярка, фактичний генетичний потенціал продуктивності зерна якого становить понад 10,0 т/га. Цей сорт поєднує гени озимості і ярості та є дворучкою, його можна висівати восени як озимину і навесні як ярину (Моргун, Рибалка, Дубровна, 2021).

Узагальнюючи результати досліджень щодо ефективності використання пшениці озимої селекції ІФРГ НАН України, можна рекомендувати такі сорти для подальшого вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах України [13]:

– у Поліссі – Борія, Городниця, Даринка Київська, Зимоярка, Київська 17, Київська 19, Перлина Поділля, Софія Київська, Степова криниця, Щедрівка Київська;

– у Лісостепу – Астарта, Богдана, Борія, Городниця, Даринка Київська, Джамала, Донор Київський, Здоба Київська, Зимоярка, Золото України, Золотоколоса, Київська 17, Київська 19, Краснопілка, Малинівка, Новосмуглянка, Перлина Поділля, Подолянка, Січеслава, Смуглянка, Софія Київська, Степова криниця, Щедрівка Київська;

– у Степу – Астарта, Богдана, Борія, Городниця, Джамала, Донор Київський, Здоба Київська, Зимоярка, Золото України, Золотоколоса, Київська 19, Краснопілка, Малинівка, Новосмуглянка, Подолянка, Січеслава, Смуглянка, Софія

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

Київська, Степова криниця, Щедрівка
Київська.

Важливим заходом у технологіях вирощування високопродуктивних сортів пшениці озимої є застосування науково обґрунтованих насінницьких сівозмін, які розроблено в ННЦ «Інститут землеробства НААН». При виборі попередників у сівозмінах для виробництва насіння пшениці озимої, поряд із вирощуванням посівного матеріалу з високими урожайними властивостями, необхідно дотримуватись низки науково обґрунтованих вимог, які зменшують негативний вплив кліматичних змін та інших викликів і загроз сьогодення (Гангур, Коваленко, 2003; Бойко, Коваленко, Корецький, 2010). Зокрема, при розміщенні насінницьких посівів пшениці озимої, необхідно враховувати вимоги культури до родючості, вологозабезпеченості, засміченості, механічного складу ґрунту. При складанні схеми чергування культур у сівозмінах, акцентується увага на тому, що кожна культура повинна забезпечувати високу та стійку урожайність і якість насіння (Юркевич та ін., 2021; Коваленко, 2017). Оскільки попередники впливають на урожайність та якість насіння пшениці озимої залежно від того, як сильно вони висушують ґрунт і використовують запаси поживних речовин.

Велике значення має збереження сортів пшениці озимої від

біологічного та механічного засмічення. Для збереження чистосортності насінницьких посівів забороняється розміщувати пшеницю озиму після попередників, падалиця яких може засмітити її сорт. Крім того, необхідно виключити можливість зараження насінницьких посівів хворобами і шкідниками, які передаються вітром, водою, а також через ґрунт, насіння, рослинні рештки тощо. Особливо важливим є врахування засміченості посівів бур'янами, насіння яких важко відділяється від зерна: вівсюга у посівах вівса, пелюшки у посівах гороху, редьки дикої у посівах пшениці та ячменю (Демиденко та ін., 2019; Бойко, Коваленко, Шаповал, 2010).

Встановлено основні вимоги до впровадження насінницьких сівозмін: неможливість розміщувати пшеницю озиму після жита озимого, тритикале, ячменю; ярі колосові – після озимих культур; ячмінь – після пшениці та вівса, овес – після ячменю, пшеницю м'яку – після твердої і навпаки. Не допускається повторне розміщення цих культур у одному й тому ж полі упродовж 2 років. Велику увагу надають створенню просторової ізоляції між насінницькими і сумісними посівами та між посівами різних сортів і репродукцій, адже насіння зберігає схожість 1–2 та більше років (Коваленко, 2014).

Для отримання високоякісного насіння зернових культур у

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

ННЦ «ІЗ НААН» розроблено науково обґрунтовані насінницькі сівозміни, які можна рекомендувати для впровадження у різних ґрунтово-кліматичних умовах України [1]:

– у Поліссі: 1 – конюшина, 2 – пшениця озима, 3 – льон, люпин на зерно або силос, 4 – жито озиме, 5 – кукурудза на зелений корм або силос, 6 – пшениця озима, 7 – картопля, 8 – ярі зернові з підсівом конюшини; 1 – ріпак озимий, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза на силос, 4 – пшениця озима, 5 – соя; 1 – конюшина, 2 – пшениця озима, 3 – льон + післяжнивні або однорічні трави + післяукісні посіви, 4 – ячмінь або жито озиме, 5 – люпин, кукурудза на силос або зелений корм, 6 – жито озиме + післяжнивні, 7 – картопля, 8 – ячмінь з підсівом конюшини;

– у Лісостепу: 1 – багаторічні трави на 1 укіс, однорічні трави на зелений корм, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза на зерно, 5 – горох, чина, вика, 6 – пшениця озима, 7 – буряки цукрові, картопля, 8 – кукурудза на зерно, силос, 9 – пшениця озима, 10 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав; 1 – горох, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза на зерно, 5 – ячмінь; 1 – люцерна, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза на зерно, 5 – кукурудза на силос, 6 – горох, 7 – пшениця озима, 8 – кукурудза на силос, 9 – ячмінь, просо з підсівом багаторічних трав;

– у Північному та Центральному Степу: 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза на зерно, 4 – соя, 5 – пшениця озима, 6 – соняшник; 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – ячмінь з підсівом еспарцету, 4 – еспарцет, 5 – пшениця озима, 6 – соняшник; 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – кукурудза на зерно, 5 – соя, 6 – пшениця озима, 7 – ріпак озимий, 8 – пшениця озима, 9 – соняшник; 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – буряки цукрові, 4 – горох, однорічні трави на зелений корм, кукурудза на силос, 5 – пшениця озима, 6 – кукурудза на зерно, силос, 7 – ячмінь, овес + багаторічні трави, 8 – багаторічні трави на зелений корм, 9 – пшениця озима, 10 – соняшник;

– у Південному Степу (неполивні землі): 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – ячмінь озимий, 4 – горох, 5 – пшениця озима; 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – ріпак озимий, 4 – пшениця озима, 5 – ячмінь, 6 – соняшник; 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – кукурудза на зерно, 4 – ячмінь і кукурудза на зелений корм з підсівом люцерни, 5 – люцерна, 6 – люцерна, 7 – пшениця озима, 8 – озимі та ярі на зелений корм, 9 – пшениця озима, 10 – соняшник;

– у Південному Степу (зрошувані землі): 1 – соя, 2 – пшениця озима + післяжнивні, 3 – кукурудза на зерно; 1 – еспарцет, 2 – пшениця озима, 3 – ячмінь озимий, 4 –

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

соє, 5 – ячмінь з підсівом еспарцету; 1 – соє, 2 – пшениця озима. 3 – ріпак озимий, 4 – пшениця озима.

У насінницьких сівозмiнах необхідно дотримуватись сортової агротехнiки, використовувати оптимальнi норми внесення органiчних та мiнеральних добрив, сидератiв, післяжнивних i післяукiсних посiвiв, засобiв захисту рослин, а також застосовувати диференційований обробiток ґрунту. Для запобiгання механiчного та бiологiчного засмiчення потрiбно розташовувати посiви за сортами, категорiями, генерацiями; дотримуватись просторової iзоляцiї; здiйснювати документування; планування маршрутiв руху посiвних агрегатiв, ретельного їх очищення. Варто виконувати сортове, видове та фiтосанiтарне прополювання; польове, комiрне та лабораторне iнспектування (Закон України №411-IV, 2002).

Висновки i перспективи подальших дослiджень. У результатi виконаних дослiджень можна зробити висновки, що у рiзних ґрунтово-клiматичних умовах України до кращих попередникiв у сiвозмiнах

Список використаних джерел

1. Демиденко О. В., Бойко П. І., Блащук М. І., Шаповал І. С., Коваленко Н. П. Сiвозми́ни та родю́чість чорнозему Лiвобережного Лiсостепу: монографiя. Сміла: Чорнобаївське КПП, 2019. 484 с.
2. Юркевич Є. О., Бойко П. І., Коваленко Н. П., Валентюк Н. О. Науково-технологiчні та агробiологiчні основи високопродуктивних агроєкосистем

для виробництва насіння високопродуктивних сортiв пшеницi озимої вiдносяться: пар чорний, трави багаторiчні, просапні, бобові та iнші культури. Їх вибiр залежить вiд ґрунтiв, клiмату, довжини вегетацiйного перiоду, особливостей культури i сорту, вимог отримання чистосортного насіннєвого матерiалу. Обов'язковою умовою у насінницьких сiвозмiнах Степу i Лiсостепу повинно бути поле пару чорного, Полiсся – пару люпинового, як кращих попередникiв для вирощування чистосортного насіння пшеницi озимої. Такий пiдхiд сприятиме перспективному формуванню стійких до стресових факторiв генотипiв цiєї стратегiчно важливої культури, пiдвищенню структурно-функцiональної органiзацiї та адаптивного потенцiалу, особливо в умовах змiни клiмату та з урахуванням глобальних викликiв i загроз сьогодення.

Подальшi дослiдження будуть виконуватись у напрямi порiвняння ефективностi впровадження рiзних технологiй вирощування високопродуктивних сортiв пшеницi озимої.

України: монографiя. Одеса: Видавництво ТОВ «Издательский центр», 2021. 654 с.

3. Моргун В. В., Рибалка О. І., Дубровна О. В. Генетичне полiпшення рослин: основні науковi досягнення та iнновацiйні розробки. *Фiзiологiя рослин i генетика*. 2021. Т. 53. №2. С. 112–127. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.112>.

4. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П., Бакума А. В. Агробiологiчні основи сiвозмiн

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

Степу України: монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 240 с.

5. Коваленко Н. П. Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX – початок XXI ст.): монографія. Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

6. Моргун В. В. Генетичне поліпшення рослин – основа сучасного агропромисловництва. *Вісник НАН України*. 2015. №10. С. 3–8.

7. Моргун В. В. Інноваційні здобутки Інституту фізіології рослин і генетики НАН України як вагома складова хлібного достатку нашої країни. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52. №3. С. 262–276.

8. Official website of the United Nations, URL: <https://www.un.org/en/academic-impact/97-billion-earth-2050-growth-rate-slowing-says-new-un-population-report>.

9. Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

10. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

11. Макрушин М. М., Макрушина Є. М. Насінництво. Сімферополь: ВД «Аріал», 2011. 476 с.

12. Закон України №411-IV «Про насіння і садивний матеріал» від 26 грудня 2002 р. у редакції від 16 жовтня 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15#Text>.

13. Моргун В. В., Швартау В. В., Коновалов Д. В., Михальська Л. М., Скрипльов В. О. Клуб 100 центнерів «Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої»: наукове видання. Київ: Вістка. 2022. Вид. XI. 106 с.

14. Гангур В. В., Коваленко Н. П. Ефективне розміщення зернових культур у сівозмінах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2003. №4. С. 35–37.

15. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Корецький О. Є. Перспективи вирощування пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах в умовах недостатнього зволоження. *Бюлетень Інституту*

зернового господарства НААН. 2010. №39. С. 7–11.

16. Коваленко Н. П. Наукові основи становлення та розвитку землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2017. Спеціальний випуск (травень). С. 60–66.

17. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Шаповал І. С. Стратегія сівозмін, обробітку ґрунту і рівня удобрення у контролюванні бур'янів. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН «Рослини-бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур»*. 2010. С. 11–16.

References

1. Demydenko, O. V., Boiko, P. I., Blaschuk, M. I., Shapoval, I. S. & Kovalenko, N. P. (2019). Crop rotations and fertility of chernozem of the Left-Bank Forest-Steppe: monograph. Smila: Chornobayivske KPP. 484.

2. Yurkevych, Ye. O., Boiko, P. I., Kovalenko, N. P. & Valentiuk, N. O. (2021). Scientific-technological and agrobiological bases of highly productive agroecosystems of Ukraine: monograph. Odessa: Publishing House LLC «Publishing Center». 654.

3. Morhun, V. V., Rybalka, O. I. & Dubrovna, O. V. (2021). Genetic improvement of plants: main scientific achievements and innovative developments. *Fiziologhiia roslyn i henetyka*. 53. 2. 112–127. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.112>.

4. Yurkevych, Ye. O., Kovalenko, N. P. & Bakuma, A. V. (2011). Agrobiological bases of crop rotations of the Steppe of Ukraine: monograph. Odessa: Odessa publishing house «VMV». 240.

5. Kovalenko, N. P. (2014). Becoming and development of scientifically and organizational bases of application of home crop rotations in the systems of agriculture (the second half of XIX is beginning of XXI of century): monograph. Kyiv: TOV «Nilan-LTD»: 490.

6. Morhun, V. V. (2015). Genetic improvement of plants is the basis of modern agricultural production. *Visnyk NAN Ukrainy*. 10. 3–8.

7. Morhun, V. V. (2020). Innovative achievements of the Institute of Plant

Бойко П. І., Коваленко Н. П.

Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine as a significant component of our country's grain abundance. *Fiziologhiia roslyn i henetyka*. 52. 3. 262–276.

8. Official website of the United Nations, URL: <https://www.un.org/en/academic-impact/97-billion-earth-2050-growth-rate-slowing-says-new-un-population-report>.

9. Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> L.

10. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.

11. Makrushyn, M. M. & Makrushyna, Ye. M. (2011). *Nasynnytstvo* [Seed production]. Simferopol: VD «Arial». 476.

12. Zakon Ukrainy 411-IV «Pro nasinnia i sadyvnyi material» vid 26 hrudnia 2002 u redaktsii vid 16 zhovtnia 2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15#Text>.

13. Morhun, V. V., Shvartau, V. V., Kononov, D. V., Mykhalska, L. M. &

Skryplov, V. O. (2022). Club of 100 centners «Modern varieties and systems of nutrition and protection of winter wheat»: scientific publication. Kyiv: Vistka. XI. 106.

14. Hanhur, V. V. & Kovalenko, N. P. (2003). Effective placement of grain crops in crop rotations of the Forest Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 4. 35–37.

15. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P. & Koretskyi, O. Ye. (2010). Prospects for growing winter wheat in short-rotational crop rotations in conditions of insufficient moisture. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva NAAN*. 39. 7–11.

16. Kovalenko, N. P. (2017). Scientific bases of formation and development of agriculture in Ukraine. *Spetsialnyi vypusk (traven)*. 60–66.

17. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P. & Shapoval, I. S. (2010). Strategy of crop rotation, tillage and fertilizer level in weed control. *Zbirnyk naukovyi prats Instytutu tsukrovkykh buriakiv UAAN «Roslyny-buriany: osoblyvosti biolohii ta ratsionalni systemy yikh kontroliuvannia v posivakh silskohospodarskykh kultur»*. 11–16.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES FOR GROWING HIGH-PRODUCT VARIETIES OF WINTER WHEAT IN SCIENTIFICALLY BASED CROP ROTATIONS UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

P. I. Boiko, N. P. Kovalenko

Abstract. It has been established that in order to sustainably meet the needs of food grain, the decisive role belongs to the improvement of technologies for growing high-yielding varieties of winter wheat in scientifically based crop rotations, the urgency of whose implementation is caused by climate changes. It was found that in solving the mentioned problem, great importance is attached to the creation of new varieties of winter wheat with high genetic potential of productivity and quality, stable resistance to diseases, pests, adverse environmental factors. An important role is played by the use of scientifically based seed crop rotations with effective saturation, placement and ratio of crops belonging to groups with different biological properties. It was determined that in the conditions of climate change, in seed crop rotations, it is necessary to observe varietal agricultural techniques, use optimal rates of organic and mineral fertilizers, siderates, post-harvest sowing, plant protection products, and also apply differentiated tillage.

Key words: improvement, growing technologies, varieties, crop rotations, winter wheat, scientific justification, climate changes

ПОЛЬОВА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ТА ТРИВАЛІСТЬ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ

П. Р. АНДРУСИК, <https://orcid.org/0000-0002-5219-106x>

аспірант кафедри землеробства та гербології

О. А. ЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0001-8789-522x>

E-mail: pavlo_and@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.013)

Анотація. В умовах реформування сільського господарства України особливо гостро постає питання збільшення виробництва продукції рослинництва. У вирішенні цієї проблеми велика роль належить зернобобовим культурам, в т. ч. сої, яка характеризується рідкісним хімічним складом – у її насінні міститься 38–42 % білка, 18–32 % жиру, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини тощо. Мета досліджень дослідити вплив норм висіву і способу сівби на польову схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої. У процесі досліджень були використані наступні методи: під час експерименту використовували польовий, лабораторний, математично-статистичний методи з використанням загальновизнаних методик і методичних рекомендацій. Представлено результати наукових досліджень на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Попередником була пшениця озима. Дослід трьохфакторний: чинник (А) сорт: Діадема Поділля (контроль) і Ментор; чинник (В) ширина міжряддя: 15 см контроль, 30 см, 45 см; чинник (С) норма висіву: 500 (контроль), 600 і 700 тис. шт. схожих насінин на 1 га. Дослідження виявили, що за норми висіву 700 тис./га схожих насінин спостерігалось зниження польової схожості, за рядкової сівби на 3,8% у сорту Діадема Поділля порівняно з нормою висіву 500 тис./га. За норми висіву 500 тис./га сорту Ментор польова схожість насіння сої у всіх способах сівби відзначена вищими показниками порівняно з нормою 700 тис./га. За норми 500 тис./га схожих насінин сої сорту Діадема Поділля, у суцільному (15 см) агроценозі становила 93,1%, широкорядному (30 і 45 см) – 89,9 та 84,2 %. Тривалість вегетаційного періоду у рослин сорту Діадема Поділля – 109 днів, Ментор – 114 днів. Застосування у дослідженнях норми висіву 700 тис./га насіння сої прискорювало цей період до одного дня у рослин сорту Діадема Поділля та до двох днів у сорту Ментор порівняно з нормою висіву 500 тис./га. Матеріали дослідження мають практичне значення для аграріїв аналізу польової схожості насіння сої на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Ключові слова: спосіб сівби, норма висіву, сорт, міжфазний період

Актуальність. Соя, на думку закордонних та українських вчених, є стратегічною необхідною високобілковою культурою рослинництва та тваринництва, а економічний та екологічний аспекти її вирощування беззаперечні. Все це сприяло зростанню площ її посівів в Україні. Про високий генетичний потенціал цієї культури свідчить рівень урожайності зерна, який часто перевищує 7,0 т/га.

У технології вирощування сої не існує другорядних заходів. Будь-який агротехнічний захід по-своєму важливий і необхідний. Вплив його на кінцевий результат – урожайність, може проявитися більшою чи меншою мірою. Залежно від умов вирощування (Адамень та ін., 2006). У зв'язку з цим, існує необхідність вивчення конкретних взаємовідносин в агробіоценозах сої, як чинника, що піддається регулюванню елементами сортової технології вирощування. Для формування високого врожаю насіння сої вирішальне значення мають способи сівби і ширина міжрядь.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Соя, як світлолюбна культура, формує високий урожай лише за оптимальних для конкретного сорту площі живлення й густоти рослин. Значна маса врожаю насіння формується у зріджених посівах у нижньому ярусі, – під їх масою гілки схиляються до землі. Значно менша кількість бокових

пагонів формується у загущених посівах, водночас стебло досить тонке, це сприяє виляганню рослин (Цехмейструк та ін., 2018; Чинчик, Козирський, Кравченко, 2023).

Важливе значення для сої мають норми висіву і способи сівби, оскільки визначають весь агротехнологічний комплекс згаданої культури, що значно впливають на її продуктивність (Міхєєва О. О., Рожков А. О., Міхєєв, 2019; Шепілова & Петренко, 2020).

На думку В. В. Кириченко та ін. (Кириченко та ін., 2016), що загущення посівів спричиняє зниження польової схожості та виживання рослин сої. На польову схожість істотно впливали погодні умови, водночас значного впливу досліджуваних технологічних чинників вони не спричиняли (Шевніков & Міленко, 2015).

Важливою господарською ознакою, що визначає ступінь адаптивності рослин до умов вирощування, є тривалість вегетаційного періоду й окремих його фаз (Григорчук & Якубенко, 2012), що значно визначає рівень продуктивності сої (Бахмат, 2012). На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, екологічні умови регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування (Іванюк, Темченко, Семцов, 2012). Сорти повинні гарантувати досягання за оптимальних строків сівби при

Андрусик П. Р., Цюк О. А.

мінімальних енергетичних затратах на досушування насіння (Огурцов та ін., 2016).

Мета досліджень дослідити вплив норм висіву і способу сівби на польову схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились упродовж 2021-2023 років на дослідному полі ВСП «Заліщицький фаховий коледж ім. Є. Храпливого НУБіП України». Ґрунт дослідного поля темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на лесі. Попередником була пшениця озима. Дослід трьохфакторний: фактор (А) сорт: Діадема Поділля (контроль) і Ментор; фактор (В) ширина міжряддя: 15 см контроль, 30 см, 45 см; фактор (С) норма висіву: 500 (контроль), 600 і 700 тис. шт. схожих насінин на 1 га. Технологія вирощування сої загальноприйнята для Західного Лісостепу. Розміщення ділянок систематичне. Площа посівних ділянок першого порядку 1124,2 м², другого – 385,6 м², третього – 120,0 м². Площа облікових ділянок третього порядку – 72 м². Повторність триразова. Попередник – пшениця озима. Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої. Початок фази фіксували за настання її у 10-15 % рослин, повну фазу – у 79-75 % рослин.

Найбільш сприятливі умови зволоження складались упродовж вегетаційних періодів 2021 і 2023 рр. Зволоження 2022 року було достатнє на початку вегетації сої, у липні спостерігалася посуха. Гідротермічний коефіцієнт становив: у 2021 році – 3,4; у 2022 році – 1,7; у 2023 році – 2,6.

Статистична обробка експериментального матеріалу проводилася дисперсійним та кореляційно-регресійним методом за схемою багатофакторного дослід з використанням пакету прикладних програм ANOVA.

Результати досліджень та їх обговорення. Із запровадженням у виробництво нових сортів сої виникає необхідність удосконалення технології вирощування з метою максимально повної реалізації їх ресурсного потенціалу. Оптимальний вибір комбінації норм висіву насіння та способу сівби, має важливе значення в комплексі посівної агротехніки, від якої залежить повнота і дружність сходів, подальший розвиток рослин і рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності (Шевніков & Міленко, 2015).

За збільшення норми висіву 700 тис/га схожих насінин спостерігалось зниження польової схожості, за рядкової сівби на 3,8 % у сорту Діадема Поділля порівняно з нормою висіву 500 тис/га (табл. 1). За суцільного способу сівби сорту

Андрусик П. Р., Цюк О. А.

Ментор істотної різниці у польової схожості насіння сої не відзначено. У широкорядних посівах посівах з міжряддям 30 і 45 см відбулося

зниження польової схожості за норми висіву 700 тис./га у сорту Діадема Поділля відповідно на 3,1 і 3,3 % і на 3,2 і 7,2 % у сорту Ментор.

1. Польова схожість насіння сої залежно від норми висіву та способу сівби, %

Ширина міжряддя, см (B)	Норма висіву, тис. шт./га, (C)	Сорт, (A)	
		Діадема Поділля	Ментор
15	500	93,1	93,5
	600	91,8	92,3
	700	90,1	92,4
30	500	89,9	93,0
	600	88,7	90,5
	700	87,5	89,4
45	500	84,5	92,0
	600	86,8	91,0
	700	85,3	88,4
НІР ₀₅ А		0,41	
НІР ₀₅ В		0,50	
НІР ₀₅ С		0,60	

Спостерігається чітка закономірність зниження польової схожості насіння за збільшення ширини міжрядь та норми висіву насіння. За норми 500 тис./га схожих насінин сої сорту Діадема Поділля, у суцільному (15 см) агроценозі становила 93,1 %, широкорядному (30 і 45 см) – 89,9 та 84,2 %. Із збільшенням норми висіву до 700 тис./га схожих насінин, по кожному із способів сівби, схожість насіння знижувалась до 60,1; 87,5; 85,3 %. У сорту Ментор польова схожість насіння за норми висіву 500 тис./га за способах сівби становила 93,5; 93,0; і 92,0 %, а за норми 700 тис./га показник знижувався до 92,4; 89,4 і 88,4 %.

Кореляційний аналіз засвідчив, що польова схожість насіння сої за норми висіву має позитивну

кореляцію з кількістю опадів ($r=0,98$) та обернений середній кореляційний зв'язок із середньодобовою температурою ($r=-0,36$). За ширини міжряддя встановлено позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,99$) та обернену кореляційну залежність з середньодобовою температурою повітря ($r=-0,28$).

Серед науковців немає спільної думки даного питання. Одні стверджують про зниження показників польової схожості насіння внаслідок підвищення норми висіву, інші, навпаки, наполягають, що з підвищенням норми висіву насіння польова схожість зменшується [2].

На думку А. О. Рожкова, О. О. Міхєєва (2017), із наросування конкуренції між рослинами за факторами росту і розвитку, польова

Андрусик П. Р., Цюк О. А.

схожість насіння у зв'язку з активізацією ростових процесів і «бажанням» виконати основну функцію – продовження виду – де що зростає, однак після досягнення певної критичної межі загущення, специфічної для кожного сорту рослин, відмічено тенденцію до зниження показників польової схожості насіння.

Час настання та тривалість фаз росту і розвитку рослин у комплексі з погодними умовами під час їх проходження мають важливе значення у формуванні насінневої продуктивності посівів сої.

Тривалість періоду від сходів до початку цвітіння значною мірою

залежить від сортових особливостей. У цей період відбувається галуження та бутонізація рослин (табл. 2). Сорт сої Діадема Поділля майже не галузиться, тому у цього сорту ми спостерігали дещо короткий на 3,2% період порівняно із сортом Ментор. Період сходи-початок цвітіння у сорту Ментор продовжувався на 2-3 днів порівняно з Діадема Поділля. Загущення посівів призводило до скорочення періоду на 1-2 дні. Збільшення ширини міжряддя з 15 до 45 см сприяло неістотному прискоренню цього періоду обох сортів сої.

2. Тривалість міжфазних періодів сої залежно від агротехнологічних заходів, діб

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, (В)	Норма висіву, тис./га, (С)	Міжфазний період			
			сівба-сходи	сходи-початок цвітіння	цвітіння-утворення бобів	утворення бобів-достигання
Діадема Поділля	15	500	11,3	18,7	67,3	12,7
		600	11,3	18,0	67,0	12,3
		700	11,3	17,3	65,7	11,7
	30	500	11,3	18,7	67,3	12,7
		600	11,3	18,0	67,0	12,3
		700	11,3	17,3	65,7	11,7
	45	500	11,3	18,0	66,7	12,7
		600	11,3	17,7	66,3	12,0
		700	11,3	16,7	65,3	11,3
Ментор	15	500	11,3	21,7	70,7	13,3
		600	11,3	21,0	70,0	13,0
		700	11,3	20,3	69,0	12,0
	30	500	11,3	21,7	70,7	13,3
		600	11,3	21,0	70,0	13,0
		700	11,3	20,3	69,0	11,7
	45	500	11,3	21,0	69,7	13,3
		600	11,3	20,3	69,3	12,7
		700	11,3	19,0	68,0	12,0
НІР ₀₅ загальне			F _φ <F ₀₅	0,6	1,0	0,5

Період цвітіння – формування бобів у рослин сорту Діадема Поділля тривав 65-67 днів, Ментор 68-70 днів. Використання посівів сої із шириною міжряддя 45 см сприяло прискоренню цього періоду на добу у порівнянні з шириною 15 см. Застосування у посівах норм висіву 700 тис/га насіння сої прискорювало цей період на 1-2 дні порівняно з посівами за ширини міжряддя 15 см. Слід відзначити, що упродовж років досліджень зацвітали першими рослини у більш загущених агроценозах з найбільшою з досліджуваних шириною міжрядь, а тривалішим період був у зріджених посівах, висіяних рядковим способом.

Достигання проходило за достатньої кількості вологи і теплої погоди (20-23 °C), що позитивно вплинуло на налив насіння, це створило умови для швидкого збирання врожаю з мінімальними втратами. Тривалість цього періоду у сорту Діадема Поділля становила 11-12 днів, Ментор 12-13 днів. Загущення посівів скорочувало період на 1-2 дні, а збільшення ширини міжряддя не впливало на його проходження.

Низкою науковцями встановлено, що вирощування одного й того ж сорту за різних погодних умов викликає розбіжність у тривалості вегетаційного періоду до 10-25 діб і більше (Шевніков, 2017).

Тривалість вегетаційного періоду у рослин сорту Діадема

Поділля – 109 днів, Ментор – 114 днів. Застосування у дослідженнях норми висіву 700 тис./га насіння сої прискорювало цей період до одного дня у рослин сорту Діадема Поділля та до двох днів у сорту Ментор порівняно з нормою висіву 500 тис/га.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Діадема поділля залежно від середньодобової температури (X_1) та кількості опадів (X_2) можна описати рівнянням лінійної регресії: $Y = (-315.96) + 27.91X_1 + (-1.81)X_2$, у сорту Ментор $Y = (-327.37) + 28.90X_1 + (-1.87)X_2$.

Кореляційні розрахунки свідчать про те, що тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Діадема Поділля має позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0.99$) та середньодобової температури повітря ($r=0.67$). У сорту Ментор встановлено позитивну кореляційну залежність з кількістю опадів ($r=0.98$) та середньодобовою температурою повітря ($r=0.61$).

Висновки і перспективи.

Упродовж років досліджень визначено вплив досліджуваних факторів на варіабельність показників польової схожості та тривалість міжфазних періодів рослин сої. Відзначена закономірність підвищення показників польової схожості насіння із зростанням ценотичної напруги до певної межі,

Андрусик П. Р., Цюк О. А.

після чого вона починає знижуватися. Найвища польова схожість насіння сої формується у сорту Ментор за широкорядного способу сівби з шириною міжряддями 30 см і норми висіву насіння – 500 тис/га.

Розбіжності тривалості вегетаційного періоду визначалися особливостями досліджуваних сортів,

Список використаних джерел

1. Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Лазер П. Н., Вергунова И. Н. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине. Київ : Аграрна наук, 2006. 456 с.

2. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В. та ін. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, проф. М. А. Бобро. Харків, 2016. 272 с.

3. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Видавець Зволейко Д.Г., 2012. 436 с.

4. Григорчук Н.Ф., Якубенко О.В. Вихідний матеріал сої для створення ранньостиглих сортів. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 73. С. 72-77.

5. Іванюк С.В., Темченко І.В., Семцов А.В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 73. С. 67-71.

6. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н., Посилаєва О. О., Чернишенко П. В. Соя (Glycine max (L.) Merr.): монографія. Х.: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2016. 400 с.

7. Міхєєва О. О., Рожков А. О., Міхєєв В. Г. Вживаність рослин сої залежно від комплексного впливу способу сівби та норми висіву насіння в східному Лісостепу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. № 28. С. 130-139. <http://dx.doi.org/10.36710/IOC-2019-28-13>

8. Рожков А. О., Міхєєва О. О. Польова схожість насіння та густина рослин

вона становила 2-5 днів. Використання норми висіву 700 тис/га насінин на 1 га призводило до скорочення міжфазних періодів у рослин сої на 1-2 дні порівняно із нормою висіву насінин 500 тис/га. Збільшення ширини міжряддя до 45 см значно не впливало на тривалість міжфазних періодів.

сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у східному Лісостепу України. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2017. Вип. 2. С. 119-127.

9. Цехмейстук М. Г., Шеляєкін В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. С. Вплив строків сівби на врожайність сортів сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 1. С. 35-41.

10. Чинчик О. С., Козирський Д. В., Кравченко В. С. Польова схожість насіння та виживання рослин сої залежно від технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва. 2023. Вип. 102. Ч. 1. С. 155-166.

11. Шевніков М. Я. Наукові основи вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України : монографія. Полтава, 2007. 208 с.

12. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Польова схожість і виживання рослин сої за різних варіантів фітоценотичної напруги. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія. 2015. Вип. 9. С. 148-151.

13. Шепілова Т. П., Петренко Д. І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток сої. Агроном. 2020. URL : <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobu-sivby-i-normy-vysivu-nasinnya-na-risti-rozvytok-soyi/>.

Reference

1. Adamen F. F., Verhunov V. A., Lazer P. N., Verhunova Y. N. (2006). Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine. Kyiv: Ahrarna nauk, 456. (in Ukrainian)

Андруськ П. Р., Цюк О. А.

2. Ohurtsov Ye. M., Mikhieiev V. H., Belinskyi Yu. V. ta in. (2016). Adaptive soybean cultivation technology in the Eastern Forest Steppe of Ukraine. monohrafiia /, za red. d-ra s.-h. nauk, prof. M. A. Bobro. Kharkiv, 272. (in Ukrainian)

3. Bakhmat O. M. (2012). Modeling of adaptive soybean cultivation technology: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi : Vydavets Zvoleiko D.H., 436. (in Ukrainian)

4. Hryhorchuk N. F., Yakubenko O. V. (2012). Soy raw material for the creation of early ripening varieties. Kormy i kormovyrobnytstvo. 73. 72-77. (in Ukrainian)

5. Ivaniuk S. V., Temchenko I. V., Semtsov A. V. (2012). The duration of the growing season of soybeans is the basis for the formation of varietal resources of the region. Kormy i kormovyrobnytstvo. 73. 67-71. (in Ukrainian)

6. Kyrychenko, V. V., Ryabukha, S. S., Kobzyzeva, L. N., Posilaeva, O. O., Chernyshenko, P. V. (2016). Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Kh.: Institute of plant breeding named after V. Ya. Yuryeva. 400. (in Ukrainian)

7. Mikheeva, O. O., Rozhkov, A. O., Mikheev, V. G. (2019). Survival of soybean plants depending on the complex influence of the method of sowing and the rate of sowing seeds in the eastern forest-steppe of Ukraine. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences, 28, 130–139. (in Ukrainian).

8. Rozhkov, A. O., Mikheeva, O. O. (2017). Field germination of seeds and the

density of soybean plants depending on the rate of seed sowing and the width of the rows in the eastern forest-steppe of Ukraine. Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. 163 Series "Plant production, selection and seed production, fruit growing and storage", 2. 119–129. (in Ukrainian)

9. Tsehmeistruk, M. G., Shelyakin, V. O., Shevnikov, M. Ya., Lytvynenko, O. S. (2018). The influence of sowing dates on the yield of soybean varieties. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 1. 35–41. (in Ukrainian).

10. Chynchyk O. S., Kozyrskyi D. V., Kravchenko V. S. (2023). Field germination of seeds and survival of soybean plants depending on the cultivation technology in the conditions of the Western Forest Steppe. Zb. nauk. pr. Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. 102. 1. 155-166. (in Ukrainian).

11. Shevnikov M. Ya. (2007). Scientific basis of soybean cultivation in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. monohrafiia. Poltava, 208. (in Ukrainian).

12. Shevnikov M. Ya., Milenko O. H. (2015). Field germination and survival of soybean plants under different phytocenotic stress options. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seria : Ahronomiia i biolohiia. 9. 148-151. (in Ukrainian).

13. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I. (2020). The influence of the method of sowing and the rate of sowing seeds on the growth and development of soybean. Agronomist. Access mode: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobu-sivby-inormy-vysivu-nasinnnya-narist-i-rozvytok-soyi/>. (in Ukrainian).

FIELD SIMILARITY OF SEED AND THE DURATION OF THE VEGETATION PERIOD OF SOY DEPENDS ON AGROTECHNOLOGICAL GROWING MEASURES

P. R. Andrusyk, O. A. Tsyuk

Abstract. *In the context of reforming the agricultural sector of Ukraine, the question of increasing the production of plant products is particularly acute. Leguminous crops play a major role in solving this problem, including soybean, which is characterized by a rare chemical composition - its seeds contain 38-42% protein, 18-32% fat, enzymes, vitamins, minerals, etc. The purpose of the research is to investigate the influence of sowing rates and the method of sowing on the field germination of seeds and the length of the growing season of the investigated soybean*

varieties. The following methods were used in the research process: during the experiment, field, laboratory, mathematical and statistical methods were used using generally recognized methods and methodical recommendations. The results of scientific research on dark gray podzolized soil are presented. The predecessor was winter wheat. The experiment is three-factorial: factor (A) variety: Diadema Podillya (control) and Mentor; factor (B) row width: 15 cm control, 30 cm, 45 cm; factor (C) sowing rate: 500 (control), 600 and 700 thousand pcs. similar seeds per 1 ha. The research revealed that at the sowing rate of 700 thousand/ha of similar seeds, there was a decrease in field germination, with row sowing by 3.8% in the Diadema Podillia variety compared to the sowing rate of 500 thousand/ha. At the sowing rate of 500 thousand/ha of the Mentor variety, the field germination of soybean seeds in all sowing methods was marked by higher indicators compared to the norm of 700 thousand/ha. At the rate of 500,000/ha of similar soybean seeds of the Diadema Podillia variety, in the continuous (15 cm) agrocenosis, it was 93.1%, in wide-row (30 and 45 cm) – 89.9 and 84.2%. The duration of the growing season in plants of the Diadema Podillya variety is 109 days, Mentor is 114 days. The application of the sowing rate of 700,000/ha of soybean seeds in the studies accelerated this period to one day in plants of the Diadema Podillia variety and to two days in the Mentor variety compared to the sowing rate of 500,000/ha. The research materials are of practical importance for farmers analyzing the field germination of soybean seeds on dark gray podzolized soil.

Key words: method of sowing, rate of sowing, variety, interphase period

**ОБҐРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОЧНОЇ ФЕРМИ
НА 500 КОРІВ З РОБОТИЗОВАНИМИ СИСТЕМАМИ ДОЇННЯ****М. М. ЛУЦЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор,<https://orcid.org/0000-0003-4949-8076>E-mail: mariia.lutsenko@btsau.edu.ua**В. В. ПОПКОВ**, аспірант*Білоцерківський національний аграрний університет*[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.014](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.014)

Анотація. У статті висвітлено результати досліджень з оцінки умов утримання високопродуктивних корів в новому типі приміщення шириною 36 м і висотою 10,5 м за показниками мікроклімату і добової поведінки корів. Встановлено, що об'ємно-планувальні і технологічні рішення даного приміщення з роботизованими системами доїння забезпечують комфортні умови утримання високопродуктивних корів. Так, температура повітря і відносна вологість приміщення відповідає існуючим нормативам. Наявність бокових штор і світлоаераційного гребеня забезпечують високу швидкість руху повітря на рівня 0,65 м/с, що позитивно впливає на його загазованість. Вміст аміаку знаходиться на рівні 2,9 мг/м³ проти 20 мг/м³ за нормативами, а рівень сірководню 0,2 мг/м³ проти 10,0 мг/м³, у два рази менший і рівень вуглекислого газу.

Вивчаючи поведінку корів в умовах нового типу приміщення встановлено, що найбільшу активність тварини проявляють під час зміни світового дня, а найменшу - у середині дня або ночі. Поведінка корів в умовах нової технології змінюється залежно від продуктивності корів. Так з підвищенням продуктивності збільшується тривалість споживання корму і води та перебування в роботизованому боксі. Тварини з продуктивністю 20 кг на стояння витрачають 13 годин, а на лежання – 11 годин, а корови з продуктивністю 40 кг стоять лише 10 годин, а лежать 14 годин, що відповідає їх фізіологічним потребам.

На основі отриманих результатів досліджень нами обґрунтовані основні параметри нового типу приміщення з роботизованими системами доїння на 500 корів.

Ключові слова: ресурсощадна технологія, легкозбірні приміщення, умови утримання, мотиваційне доїння, роботизовані системи

Постановка проблеми. В останні роки в країнах з розвинутим молочним скотарством широкого поширення набули роботизовані системи доїння, які без участі людини здійснюють підготовку корів до

доїння, контролюють процес доїння та забезпечують виконання заключних операцій (Бащенко & Бородай, 2011; Венгляжи & Крупінські, 2006; Зволейко, 2013;

Луценко М. М., Попков В. В.

Каневоль & Шлегель, 2009; Кудлай, 2010).

За такої технології успішно реалізується принцип "мотиваційного" доїння, коли тварина іде на доїння не за установленим на фермі розпорядком дня, а за потребою самої тварини, тоді, коли усі її фізіологічні функції досягли максимального рівня і вона готова до реалізації процесу доїння. За даними науковців (Куян А., 2011; Луценко & Зволейко, 2013; Науменко, Чигрин, Палій, 2015; Науменко, Палій, Чигрин, 2015; Палій, Чигрин, 2016; Панічев, 2011; Керсанюк, 2015; Гвоздик, 2018; Корівник щасливих корів, 2017) така технологія дозволяє підвищити молочну продуктивність корів, покращити якість продукції, знизити рівень захворювання корів на мастит і затрати праці на доїння та підвищити рентабельність виробництва молока.

Враховуючи досвід європейських країн молочні ферми з роботизованими системами доїння почали створюватись і в Україні. Декілька таких ферм, подібних до європейських, з поголів'ям 50-60 корів, створені у київській та Житомирській областях. На цих фермах працює одна роботизована доїльна система. Але вперше в Україні створена молочна ферма на 500 корів, яких обслуговують 8 роботизованих доїльних систем фірми "De-Laval", розміщених в центрі приміщення нового типу

шириною 36 м і висотою 10,5 м. Утримання корів безприв'язно-боксове, базова годівля відбувається з кормового столу, напування тварин проводиться з групових напувалок. В зонах годівлі розміщені також кормові станції, які забезпечують видачу тваринам концентратів залежно від їх продуктивності.

Мета роботи – дослідити умови утримання та поведінку високопродуктивних корів в приміщеннях нового типу та обґрунтувати технологічні параметри молочної ферми на 500 корів з роботизованими системами доїння.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проведені в господарстві ТДВ "Терезине" на молочній фермі на 500 корів з роботизованими системами доїння. Молочна ферма експериментальна, побудована в Україні вперше. Технологічні параметри, а, саме ширина приміщення 36 м і висота 10,5 м, відрізняються від існуючих приміщень. По центру приміщення розташовано 8 роботизованих доїльних систем, куди тварини заходять на доїння за власним бажанням.

Оцінку умов утримання високопродуктивних корів в приміщенні нового типу проводили за показниками мікроклімату в приміщенні та поведінки корів впродовж доби. Для цього використовували загальноприйняті методики.

Результати дослідження та обговорення. Враховуючи те, що корівник побудований з нетрадиційних матеріалів та оснащений власною системою забезпечення макроклімату на першому етапі досліджень ми оцінювали умови утримання високопродуктивних корів за показниками температури, відносної

вологості, швидкості руху повітря, освітленості, загазованості приміщень та бактеріального обсіменіння повітря (табл. 1).

Встановлено, що об'ємно-планувальні і технологічні рішення нового типу корівника шириною 36 м і висотою 10,5 м забезпечують комфортні умови утримання високопродуктивних корів.

1. Показники мікроклімату в приміщенні нового типу

Показники мікроклімату	Значення показника		
	за вимогами ВНТП-АПК	зовнішнього середовища	у досліджуємому корівнику
Температура повітря, °C	5-12	2,0±0,84	7,3±1,17***
Відносна вологість повітря %	70-75	80,0±0,75	72±1,30***
Швидкість руху повітря, м/с	0,5-1,0	6,2±0,38	0,65 ±0,02**
Вміст: аміаку, мг/м ³	до 20	0,0	2,9 ±1,2***
сірководню, мг/м ³	10,0	0,0	0,2 ±0,1 ***
Вуглекислий газ, %	0,25	0,0	0,12 ±0,1 **
Бактеріальне забруднення повітря, тис/м ³	до 70,0	0,0	20,0 ±1,7***
Освітленість, Лк	50-75	72,0 ±0,3	68 ±7,0*

Примітка: P>0,99; P>0,999

Так, температура повітря і відносна вологість в легкозбірному корівнику знаходиться на задовільненому рівні і відповідає існуючим вимогам. Наявність в конструкції даного приміщення бокових штор і світлоаераційного гребеня забезпечують високу швидкість руху повітря на рівні 0,65 м/с, що позитивно впливає на його загазованість. Так, вміст аміаку в приміщенні складає 2,9 мг/м³ проти 20 мг/м³ за нормативами, а сірководню 0,2 мг/м³ проти 10,0 мг/м³. У два рази нижчий і рівень вуглекислого газу.

Низький рівень загазованості приміщення позитивно впливає і на бактеріальне забруднення повітря яке у 3,5 рази менше у порівнянні з нормативним значенням (70 тис/м³). Наявність в конструкції нового типу приміщення світлоаераційного гребеня забезпечує високі показники природної освітленості на рівні 68 люкс (50-75 лк за нормативами).

Таким чином проведеними дослідженнями встановлено, що новий тип корівника шириною 36 м і висотою 10,5 м, в якому розміщуються 8 роботизованих систем доїння фірми "De-Laval", забезпечує, за показниками

Луценко М. М., Попков В. В.

мікроклімату, комфортні умови утримання високопродуктивних корів.

Вивчаючи поведінку високопродуктивних корів в умовах нового типу приміщення і

функціонування роботизованих систем доїння встановлено, що найбільшу активність тварини проявляють під час зміни світового дня, а найменшу – у середині дня або ночі.

2. Основні показники поведінки корів за умов "мотиваційного" доїння, $M \pm m$, $n=50$

Показник	значення показника	
	хвилин	проценти
Відпочинок лежачи	802,7 $\pm$ 33,2	55,74
Жуйка	235,2 $\pm$ 12,7	-
Відпочинок стоячи	204,3 $\pm$ 12,4	14,2
Жуйка стоячи	122,3 $\pm$ 10,7	-
Переміщення	82,3 $\pm$ 4,5	5,72
Споживання корму	290,3 $\pm$ 15,7	20,15
Споживання води	35,0 $\pm$ 3,4	2,43
Перебування у роботизованому боксі	25,4 $\pm$ 2,1	1,76
Разом	1440	100,0

Встановлено також, що поведінка корів в умовах нової технології змінюється залежно від їх продуктивності. Так, з підвищення продуктивності збільшується тривалість споживання корму, води, перебування у роботизованому боксі та знижується тривалість періоду стояння. Так, тварини з продуктивністю 20 кг на стояння витрачають близько 13 годин, а на лежання – 11 годин, а корови з продуктивністю 40 кг і вище знаходяться в положення стоячи лише 10 годин, а лежачи 14 годин. При цьому збільшується і тривалість жуйки лежачи до 85 % даного часу.

Таким чином проведеними дослідженнями встановлено, що новий тип легкозбірного корівника шириною 36 м і висотою 10,5 м забезпечує комфортні умови

утримання корів різної продуктивності за показниками мікроклімату. При цьому поведінка корів повністю відповідає фізіологічним потребам тварини, забезпечуючи комфортний відпочинок їх в положенні лежачи, якісне споживання корму і води. За добу у корів спостерігається 14-17 жуйних періодів по 25-30 хв кожний, що відповідає фізіологічним нормативам.

На основі проведених досліджень і отриманих позитивних результатів з оцінки умов утримання високопродуктивних корів в приміщеннях нового типу та поведінки корів нами обґрунтовані основні параметри корівника з роботизованими системами доїння. В його основу покладено легкозбірні конструкції, приміщення має ширину

Луценко М. М., Попков В. В.

36 м і висоту 15 м. оптимальна довжина приміщення 150 м, але вона може змінюватися в залежності від кількості поголів'я на фермі. Приміщення розділено на чотири секції.

Ширина приміщення в 36 м обумовлена необхідністю створення в ньому оптимального мікроклімату та забезпечення комфортного пересування корів до роботизованих систем доїння, які розміщені в центрі корівника. Схема розміщення корів у

новому приміщенні представлена на рис. 1.

Бокові стіни приміщення облаштовані спеціальними шторами із полімерних матеріалів висотою 3,25 м. У літній період бокові штори піднімаються, а в холодний – опускаються. Крім того корівник облаштований світлоаераційним гребенем, який позитивно впливає на освітлення в зоні годівлі високопродуктивних корів.

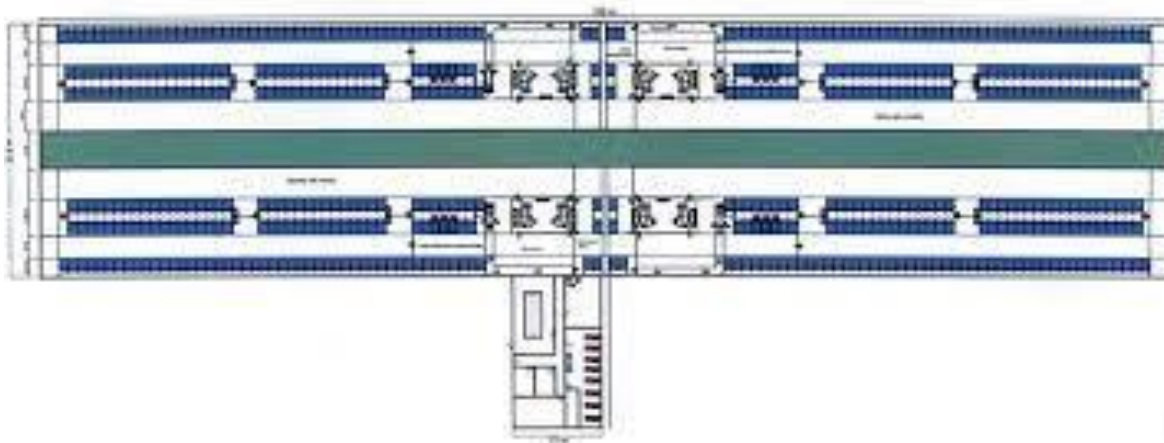


Рис. 1. Схема нового типу приміщення з роботизованими системами доїння

- 1, 2, 3, 4 - секції для утримання корів;
- 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 - роботизовані системи доїння;
- 13, 14, 15, 16 – кормові станції

Для забезпечення комфортного відпочинку високопродуктивних тварин в зоні відпочинку пропонується нова конструкція боксів шириною 1200 м і довжиною 2600 м, при цьому форма дуг забезпечує комфортне розміщення голови, передніх і задніх кінцівок та тіла тварин.

Враховуючи те, що у технології виробництва молока найбільш витратним є корм, тому ефективно його використання є надзвичайно важливим. В зв'язку з цим у даному приміщенні запропоновано облаштувати легкозбірний корівник кормовим столом шириною 5 м. Видача основної кількості

Луценко М. М., Попков В. В.

концентрованих кормів, в залежності від добового надою молока, здійснюється з спеціальних кормових станцій, які мають інформацію про надій безпосередньо з роботизованих доїльних систем.

Напування високопродуктивних корів здійснюється з групових напувалок з підігрівом води в холодний період року, а прибирання

Список використаних джерел

1. Башенко М.І., Бородай І.С. Проблеми та перспективи молочної індустрії України. Вісник аграрної науки. 2011. № 7. С. 5-8.
2. Венгляжи К., Крупінські Е. Технологія виробництва молока у корівниках відкритого типу в Польщі на прикладі ферми молочних корів дослідної станції Інституту зоотехнії Гродзецьшльонекі. Науково-технічний бюлетень. Харків, 2006. №94. С. 460-462.
3. Зволейко Д. Удосконалення систем доїння в Україні. Тваринництво України. 2013. № 11. С. 39-43.
4. Каневоль Н., Шлегель М. Сліпе доїння – щоденне страждання корови. Agroexpert. 2009. № 10. С. 52-53.
5. Кудлай І. Технологічне вдосконалення молочних ферм. Тваринництво України. 2010. № 9. С. 14-18.
6. Куян А. Современные технологии в животноводстве и их адаптация к мировым требованиям. Эффективное тваринництво. 2011. № 3. С. 9-12.
7. Луценко М., Зволейко Д. Эффективность использования роботизованных систем доїння. Техніка і технології АПК. 2013. № 5. С. 13-16.
8. Науменко А.А., Чигрин А.А., Палій А.П. Роботизированные системы в молочном животноводстве. Вісник Харківського ГТУСГ ім. П. Василенка. Харків, 2014. Вип. 144. 92-96.
9. Науменко О.А., Палій А.П., Чигрин О.А. Застосування роботизованих систем у молочному скотарстві. Вісник Харківського ГТУСГ ім. П. Василенка.

гною за допомогою дельтаскреперної установки.

Таким чином проведені дослідження оцінки умов утримання високопродуктивних корів в приміщеннях нового типу, шириною 36 м дозволили нам обґрунтувати параметри і рекомендувати його до впровадження при створенні роботизованих ферм на 500 корів.

Харків, 2015. Вип. 157: Технічні системи і технології тваринництва. С. 32-38.

10. Палій А., Чигрин О. Доїльні роботи. журнал The Ukrainian Farmer. 2016. №8 (80). С. 166-167.

11. Панічев Р. Роботи-дояри на молочній фермі. Пропозиція, 2011. №1. С. 122-123.

12. Керсанюк Ю. Роботизоване доїння корів: окупність інвестицій. Агробізнес сьогодні. 2015. №17 (312). С. 48-52.

13. Гвоздик О. "Не віриш - поїдь подивися". Як працює на Сумщині одна з трьох в Україні повністю роботизованих молоко ферм. "Ділові новини". 2018. URL:<http://xpress.sumy.ua/articles/economy/205416/>

14. Корівник щасливих корів "Журнал "Молоко і ферма". 2017. №4 (41). URL:<http://magazine.milkua.info/inolexukr.php?id=254>

References

1. Bashchenko, M., & Borodai, I. (2007). Problemy ta perspektyvy molochnoi industrii Ukrainy. Visnyk ahrarnoi nauky, 5-8.
2. Venhliazy, K., & Krupinski, E. (2006). Tekhnolohiia vyrobnytstva moloka u korivnykakh vidkrytoho typu v Polshchi na prykladi fermy molochnykh koriv doslidnoi stantsii Instytutu zootekhonii Hrodzetsshloneki. Naukovo-tekhnichnyi biuleten, (94), 460-462.
3. Hvozdyk, O. (2018). "Ne virysh - poid podyvysia". yak pratsiuie na Sumshchyni odna z trokh v Ukraini povnistiu robotyzovanykh moloko ferm. "dilovi novyny". Dilovi novyny. <http://xpress.sumy.ua/articles/economy/205416/>

Луценко М. М., Попков В. В.

4. Zvoleiko, D. (2013). Udoskonalennia system doinnia v Ukraini. Tvarynnystvo Ukrainy, (11), 39–43.
5. Kanevol, N., & Shmehel, M. (2009). Slipe doinnia – shchodenne strazhdannia korovy. Agroexpert, (10), 52–53.
6. Kersaniuk, Yu. (2015). Robotyzovane doinnia koriv: Okupnist investysii. Ahrobiznes sohodni, (17), 48–52.
7. Korivnyk shchaslyvykh koriv. (2017). Moloko i ferma. <http://magazine.milkua.info/indexrus.php?id=254>
8. Kudlai, I. (2010). Tekhnolohichne vdoskonalennia molochnykh ferm. Tvarynnystvo Ukrainy, (9), 14–18.
9. Kuian, A. (2011). Sovremennye tekhnolohy v zhyvotnovodstve y ykh adaptatsiya k myrovym trebovanyam. Efektyvne tvarynnystvo, (3), 9–12.
10. Lutsenko, M. (2013). Efektyvnist vykorystannia robotyzovanykh system doinnia. Tekhnika i tekhnolohii APK, (5), 13–16.
11. Naumenko, A., Chyhryn, A., & Palii, A. (2014). Robotyzirovannye systemy v molochnom zhyvotnovodstve. Visnyk Kharkivskoho HTUSH im. P. Vasylenka, (144), 92–96.
12. Naumenko, O., Palii, A., & Chyhryn, O. (2015). Zastosuvannia robotyzovanykh system u molochnomu skotarstvi. Visnyk Kharkivskoho HTUSH im. P. Vasylenka, (157), 32–38.
13. Palii, A., & Chyhryn, O. (2016). Doilni roboty. The Ukrainian Farme, (8 (80)), 166–167.
14. Ranichev, R. (2011). Roboty-doiary na molochnii fermi. Propozytsiia, (1), 122–123.

JUSTIFICATION OF THE BASIC PARAMETERS OF A DAIRY FARM FOR 500 COWS WITH ROBOTIC MILKING SYSTEMS

M. M. Lutsenko, V. V. Popkov

Abstract. *The article highlights the results of research on the assessment of the conditions for keeping high-yielding cows in a new type of room with a width of 36 m and a height of 10.5 m according to indicators of the microclimate and daily behavior of cows. It has been established that the volume-planning and technological solutions of this room with robotic milking systems provide comfortable conditions for keeping highly productive cows. So, the air temperature and relative humidity of the room meet the existing standards. The presence of side curtains and a light-aeration comb ensure a high speed of air movement at the level of 0.65 m/s, which has a positive effect on its gassiness. The ammonia content is at the level of 2.9 mg/m³ against 20 mg/m³ according to regulations, and the level of hydrogen sulfide is 0.2 mg/m³ against 10.0 mg/m³, and the level of carbon dioxide is two times lower.*

Studying the behavior of cows under the conditions of a new type of room, it has been established that animals show the greatest activity during the change in daylight hours, and the least one - in the middle of the day or night. The behavior of cows under the conditions of the new technology changes depends on the productivity of the cows. Thus, as productivity increases, the duration of feed and water consumption and stay in the robotic box increases. Animals with the productivity of 20 kg stand for 13 hours and lie down for 11 hours, while cows with the productivity of 40 kg stand for only 10 hours and lie for 14 hours, which corresponds to their physiological needs.

Based on the obtained research results, we have justified the main parameters of a new type of premises with robotic milking systems for 500 cows.

Луценко М. М., Попков В. В.

Keywords: *resource-saving technology, easy-to-assemble premises, housing conditions, motivational milking, robotic systems*

**ВОВНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОМІСНИХ ОВЕЦЬ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНО-ФІТОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ****М. Д. ПЕРІГ, аспірант****Інститут сільського господарства Карпатського регіону*

E-mail: perih.mykola@gmail.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.015](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.015)

Анотація. У статті наведені результати досліджень вовнової продуктивності помісних ярок за згодовування комбікорму з мінерально-фітобіотичною добавкою. Об'єктом досліджень були використані ярки, отримані від розведення помісних вівцематок «в собі» ($3/4П \times 3/4С$).

Для досліджень сформували дві групи 20-денних помісних ярок по 25 голів у кожній. Молодняк контрольної групи отримував збалансований комбікорм, а дослідної – такий же комбікорм до якого додавали 1,8 % мінерально-фітобіотичної добавки, в склад якої входили метасилікат і сульфат натрію (мінеральна частинка) і екстракти ефірних олій перцю чілі, орегано та кориці (фітобіотична частина).

У результаті проведених досліджень встановлено, що додавання мінерально-фітобіотичної добавки суттєво покращує вовнову продуктивність. Зокрема, у ярки дослідної групи був вищий настриг немитої та чистої вовни і вихід чистого волокна відповідно на 14,93 %; 20,66 % та 5,15 %. Коефіцієнт вовновості у ярки дослідної групи становив 44,24 г/кг ж. м., а у тварин контрольної групи цей показник був на рівні 42,51 г/кг ж. м., або на 4,07 % нижче

Додавання мінерально-фітобіотичної добавки до раціону ярок сприяє у них збільшенню природної і справжньої довжини вовни при стриженні відповідно на 9,01 та 8,95 % порівняно з контрольною групою.

У ярки дослідної групи вовнові волокна за тониною стали більш однорідними, збільшилася кількість особин з вовною 56 якості (70 %; середня тонина волокон 28,35 мкм), тоді як у ярки контрольної групи тварин з вовною такої якості було 30 % із середньою тониною вовнових волокон 28,75 мкм. У дослідній групі міцність вовни ярки складала 9,29 км, а у контрольній 7,97 км розривної довжини, або на 16,56 % більша.

Ключові слова: помісні ярки, мінерально-фітобіотична добавка, настиг немитої і чистої вовни, вихід чистої вовни, природня і справжня довжина вовни, тонина вовни. міцність вовни

Актуальність. За даними ягнятини. У більшості країн, які аналізу сучасних тенденцій світового займаються утриманням та вівчарства відомо про домінування розведенням овець, прибуток від виробництва баранини та молоді реалізації баранини та молоді

* Науковий керівник – Я. І. Кирилів, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

Періг М. Д.

ягнятини складає 90 %, а від реалізації вовни лише біля 10 % (Седіло та ін., 2016; Morris, & Kenyon, 2014). Проте і ця частина прибутку має суттєве значення для цієї галузі, оскільки відомо, що основу сировинної бази вовнової промисловості становить овеча вовна, яка посідає у загальному обсязі перероблювального волокнистого матеріалу до 90%. Натуральна вовна овець залишається найціннішою та незамінною сировиною для виробництва високоякісних текстильних виробів, які успішно конкурують із виробами з штучних та синтетичних волокон (Стапай та ін., 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У вовнознавстві розрізняють якісні і кількісні ознаки вовни, які в кінцевому результаті і визначають її вартість. До якісних ознак належать: хімічний склад вовни, гістологічна будова, фізико-механічні, технологічні властивості, колір, блиск, жиропіт. Вони визначають остаточне призначення вовни, систему її переробки та реалізаційну ціну. Кількісні ознаки вовнової продуктивності овець – це, як правило, настриг немитої і митої вовни. Унікальність вовни обумовлена наявністю притаманних тільки їй таких цінних властивостей, як добра теплозахищеність, м'якість, висока гігроскопічність, валкоздатність, ізоляція вібрації звуків, здатність пропускати ультрафіолетові промені та ін.

(Седіло та ін., 2016; Стапай та ін., 2019)

В основу розподілу вовни на різні види покладено ступінь однорідності волокон та їх тонина. Розрізняють такі види вовни: тонка, напівтонка, напівгруба і груба. Найціннішою є тонка та кросбредна вовна (Седіло, Вовк, 2016).

Відомо, що одним із шляхів покращення м'ясної і вовнової продуктивності та відтворної здатності місцевих тонкорунних і напівтонкорунних порід є використання порід скороспілих м'ясо-вовнових баранів імпортної селекції, зокрема таких, як шароле, олібс, тексель, суффольк та ін. Багато вчених відзначають, що вже в першому поколінні можна отримати помісей, які за деякими показниками вовнової продуктивності і за комплексом ознак переважають матерів і однолітків, отриманих від тонкорунних овець (Лесновська, 2013; Похил & Лесновська, 2012; Седіло & Макар, 2004; Стапай та ін., 2019; Shtompel & Vovchenko, 2005; Getachew et al., 2011; Mortimer, Hatcher, Fogarty, 2017).

У результаті досліджень, отриманих в дослідках при схрещуванні чистопородних ярок породи прекос з баранами породи суффольк, виявлено, що вже в першому та другому поколіннях, а потім і при розведенні їх «в собі», помісні тварини за вовною продуктивністю та її якістю

Періг М. Д.

переважали місцевих прекосів. Так, отримані помісі у звичайних господарських умовах годівлі і утримання переважали місцевих прекосів на 19,3 % за настригом немитої вовни, а вихід митої вовни зріс із 49,25 % до 54,35 % (Періг, 2017).

Другим з найважливіших факторів, який обумовлює утворення і ріст шерстинок є належна годівля ягнят від народження до 12-18-місячного віку. Дослідженнями встановлено, що ріст вовни у ягнят з сформованим вовновим покривом залежить від живлення шкіри, припливу поживних речовин з течією крові до волосяних сосочків. У волосяних сосочках відбувається складний процес перетворення поживних речовин, принесених з кров'ю в нову, цілком відмінну за хімічним складом білкову речовину - кератин, з якого складається волокно вовни. Велику роль у синтезі кератину відіграють ферменти волосної луковиці, з яких особливе значення має фосфатаза і сульфатаза (Стапай та ін., 2019).

Метою наших досліджень було вивчити, вплив мінерально-фітобіотичної добавки на вовнову продуктивність та її якість, помісного молодняку овець. Мінерально-фітобіотична добавка – це препарат, що у своєму складі містить суміш ефірних олій кориці, орегано та перцю чилі і мінеральну частину в склад якої входить сульфат натрію, як

джерело сірки і метасилікат натрію, як джерело силіцію. Сірка потрібна для продукування вовни, в якій її вміст складає 3 % та підвищення засвоєння азоту і синтезу амінокислот в передшлунках. Додавання кремнію сприяє підвищенню активності травних ферментів та засвоєнню фітатних сполук з раціону (Седіло та ін., 2003).

Методи. Дослідження проводились у виробничих умовах вівцеферми ФОП Олійник Богдан Степанович Тернопільського району Тернопільської області. Об'єктом досліджень були використані ярки, отримані від розведення помісних вівцематок «в собі» ($3/4П \times 3/4С$).

Для досліджень сформували дві групи молодняку 20-денного віку помісних ярок по 25 голів у кожній. Молодняк контрольної групи отримував збалансований комбікорм, а дослідної – такий же комбікорм до якого додавали 1,8 % мінерально-фітобіотичної добавки в склад якої входили метасилікат і сульфат натрію (мінеральна частинка) і екстракти ефірних олій перцю чилі, орегано та кориці (фітобіотична частина). Мінерально-фітобіотична добавки в попередніх дослідженнях сприяла підвищенню живої маси овець та інших продуктивних показників. Дослід тривав до досягнення 15 місячного віку.

Вовнову продуктивність визначали у 15-місячних ярок під час їх стрижень шляхом зважування рун

Періг М. Д.

з точністю до 0,01 кг. Середня жива маса ярок по контрольній групі становила 63,75 кг, а по дослідній – 73,90 кг. Для визначення виходу митої вовни з рун відбирали зразки вовни вагою 100 г кожний. Вихід митої вовни визначали за допомогою гідравлічного приладу ГПОШ-2М (Влізло, Федорук, Ратич, 2012).

Для визначення фізико-механічних показників вовни під час стриження овець з правого боку в області лопатки тварин (облікова площа 5x5 см) вистригали окремі зразки. З фізико-механічних ознак згідно загальноприйнятих методик визначали природну та справжню довжину, тонину та міцність

вовнових волокон (Влізло, Федорук, Ратич, 2012).

Результати.

Вовнова продуктивність у кросбредних овець є одною з найважливіших господарсько-корисних ознак і тому вивчення її закономірностей і формування має значний інтерес та практичне значення (Лесновська, 2013; Періг, 2017)).

Одними з основних показників, які характеризують вовнову продуктивність овець є настриг немитої вовни та вихід чистого волокна, а також ряд фізико-механічних ознак. Показники, які характеризують вовнову продуктивність наших піддослідних ярок, наведені в табл. 1.

1. Настриг вовни та вихід чистого волокна у піддослідних ярок, n=25,

$\bar{X} \pm m_x$

Показники	Групи		%
	Контрольна	Дослідна	
Настриг немитої вовни, кг	5,09±0,49	5,85±0,27	14,93
Настриг чистої вовни, кг	2,71±0,21	3,27±0,29*	20,66
Вихід чистого волокна, %	53,15	55,89	5,16
Коефіцієнт вовновості, г/кг ж.м.	42, 51	44,24	4,07

P < 0,001

У результаті наших досліджень виявлено, що додавання мінерально-фітотіотичної добавки суттєво покращує вовнову продуктивність. Зокрема, у ярок дослідної групи, порівняно з контрольною, був вищий настриг немитої та митої вовни відповідно на 14,93 і 20,66 %.

Слід зазначити, що вище вказані показники настригів вовни були покращені раніше в результаті

схрещування вівцематок місцевих прекосів з напівтонкорунними баранами породи суффольк. Однак, за рахунок збагачення раціонів мінерально-фітотіотичної добавки ці показники були покращені.

Збільшення настригів вовни у піддослідних ярок можна пояснити тим, що швидкість росту вовни перебуває у прямій залежності від рівня вмісту у волосяних фолікулах,

Періг М. Д.

незамінних жирних кислот та вільних амінокислот і насамперед сірковмісних, тобто вовноутворюючих структурах шкіри (Райчев та ін., 2007; Стапай, 2019; Терпай та ін., 2005; Del Regno & Notman, 2017; Chao Yuan et al., 2017; Schmitt et al. 2017). Слід зазначити, що для нормального перебігу процесів вовноутворення природні корми, як правило, не можуть повністю забезпечити потребу організму овець в цих амінокислотах, особливо в цистині (Седіло, 2002). Наявний дефіцит сірковмісних амінокислот для біосинтезу кератину і зокрема вовноутворення в цілому, значною мірою можна збільшити шляхом застосування в годівлі овець у вигляді добавок до раціону сірковмісних сполук. У нашому випадку мінерально-фітобіотична добавка містить сульфат натрію, як джерело сірки.

Окрім середнього показника настригу немитої (оригінальної) вовни у піддослідних ярок нами визначені коефіцієнти виходу чистого волокна, на підставі яких були вираховані середні настриги чистої вовни, що дає можливість більш об'єктивно оцінити фактичні настриги.

Як відомо з даних літератури, у овець різного напрямку продуктивності вихід чистого волокна також різний. Так, у овець тонкорунних порід цей показник коливається в межах від 25 до 50%, у

напівтонкорунних порід – 55-65 %, а у напівгрубововнових і грубововнових – 70-90 %. Слід врахувати, що вихід чистого волокна залежить не тільки від породних та індивідуальних особливостей овець, але і від умов їх годівлі, догляду і утримання. На вихід чистого волокна також впливає кількість та властивість жиропоту. У вовні може бути мало жиропоту, але він може бути особливої якості і легко вимивається атмосферними опадами і поряд з цим добре розчиняється в слаболужних розчинах. Тому вихід чистого волокна у овець з однорідною тонкою і напівтонкою вовною завжди є нищим, ніж у тварин з неоднорідною напівгрубою і грубою вовною, в яких він доходить до 60-70 % і вище (Целютін та ін., 1984; Pullmannová et. al., 2017).

У нашому випадку, судячи з результатів таблиці 1 видно, що показники виходу чистої вовни у ярок обох піддослідних груп знаходяться в межах між показниками, характерними для тонкої і напівтонкої вовни. Результати досліджень свідчать також про те, що ярки в яких до раціону годівлі добавляли мінерально-фітобіотичну добавку за показником виходу чистої вовни переважали тварин контрольної групи на 5,15 %.

Критерієм об'єктивної оцінки рівня вовновості служить його коефіцієнт, який вказує на кількість чистої вовни в грамах, що припадає на

Періг М. Д.

1 кг живої маси тіла вівці. Зазвичай коефіцієнт вовновості використовується для відбору тварин, що поєднують високу вовнову продуктивність з великою живою масою. В результаті досліджень виявлено, що коефіцієнт вовновості у ярок дослідної групи становив 44,24 г/кг ж. м., тоді як у тварин контрольної групи цей показник був на рівні 42,51 г/кг ж. м., або на 4,07 % нижче. Слід зазначити, що ці показники вовновості у ярок обох піддослідних груп є досить високі і вони свідчать про високу вовнову продуктивність помісних тварин.

Відомо, що вовнову продуктивність оцінюють не тільки за величиною настригів, але і за технічними ознаками вовни, серед яких особливе значення приділяють її довжині, тонині, міцності, звивистості та ін. (Штомпель & Вовченко, 2005; Седіло та ін., 2016; Періг, 2017).

Одна з основних селекційних ознак вовни, яка визначає її виробниче призначення є довжина вовнових волокон. Довжина особливо важлива для тонкої та напівтонкої вовни. Розрізняють природну довжину вовни у її звивистому стані, а також справжню – у розпрямленому, але не розтягнутому вигляді. Довжина, як і тонина вовни у овець коливається в досить широких межах, що залежить від цілого ряду факторів,

головним з яких є породні та індивідуальні особливості овець, фізіологічний стан організму тварин, а також умови їх годівлі, догляду та утримання (Макар та ін., 2005; Стапай та ін., 2007; Alagirusamy & Das, 2010; Thorne & Murdoch, 2021).

Серед названих факторів найбільш істотними є породні особливості. Так, при порівнянні результатів досліджень довжини вовни ярок чистопородних прекосів і помісів різних поколінь від схрещування маток породи прекос з баранами породи суффольк виявлено підвищення природної довжини при відлученні на 21,79-34,61%, при стриженні на 11,71-14,71 % та справжня довжина при стриженні на 3,01-4,84 % (Періг, 2017).

Найдоступнішим засобом, за допомогою якого можна організовано впливати на збільшення довжини вовни овець є збалансована за всіма поживними речовинами їх годівля, особливо у молодому віці, коли проходить формування їхньої вовнової продуктивності. Не маловажна роль у цьому формуванні відводиться різним за складом вітамінним та мінерально-фітобіотичним добавкам які досить мало досліджені (Седіло, 2016).

Результати визначення природної і справжньої довжини вовни на бочку у ярок піддослідних груп наведені у табл. 2.

2. Довжина вовни у піддослідних ярок, $n=10$, $\bar{X} \pm m_x$

Показники	Групи		%
	Контрольна	Дослідна	
Природна довжина вовни при відлученні, см	4,28±0,31	4,35±0,25	1,63
Природна довжина вовни при стриженні, см	10,76±0,43	11,73±0,37*	9,01
Справжня довжина вовни при стриженні, см	12,21±0,29	13,30±0,31*	8,93

*P< 0001

Цифрові дані табл.2 свідчать про те, що додавання мінерально-фітобіотичної добавки до раціону ярок сприяє у них збільшенню природної і справжньої довжини вовни при стриженні відповідно на 9,01 8,95 % порівняно з контрольною групою.

Поряд з цим ми спостерігаємо позитивний вплив мінерально-фітобіотичної добавки на якість вовни, що може бути пов'язано з її комплексною дією. Зокрема, наявний силіцій сприяє кращому засвоєнню мінеральних речовин з рослинних складників раціону, за рахунок кращого розщеплення фітатних сполук. Ефірні олії перцю чілі володіють фунгіцидною дією і проявляє антибактеріальні властивості інтенсифікуючи процес травлення, а ефірна олія кориці сприяє нормалізації травлення шляхом балансування кишкової мікрофлори та її стабілізації.

Вовнові волокна у ярок дослідної групи в основному мали нормальну звивистістю, шовковистість та люстрований блиск. Відомо, що блиск є результатом відбивання

променів світла від поверхні вовнових волокон. Вирішальне значення тут мають форма, розмір і гладка поверхня, яка відбиває промені в одному напрямку відповідно від кута їх падіння, тоді як жорстка поверхня відбиває їх в різних напрямках. Тому одні волокна характеризуються сильним блиском, а інші дуже слабким. Особливо бажаний блиск – не поверхневий, а глибокий, шовковистий, що створює неповторну гру тонів і привабливість виробів з вовни (Седіло та ін., 2016).

Другою важливою технічною ознакою вовни є тонина вовнових волокон. Тонина - важливий технологічний показник якості вовнової сировини та біологічно-селекційний показник породи овець, їх фізіологічного стану. Виключне значення тонини серед інших технологічних властивостей вовнової сировини пояснюється залежністю від даної ознаки насамперед тонини пряжі, товщини і маси вовнових виробів. Чим тонша вовна, тим більше з неї можна одержати пряжі і тканин. Тонина вовни залежить: від типу вовнинок, породи овець, виробничого

Періг М. Д.

напрямку продуктивності, статі, віку, рівня годівлі, фізіологічного стану, стрижки, ділянки руна та інших факторів.

Тонина вовни виражається в мікрометрах (мкм) або в якостях (сортиментах) - цифрових умовних одиницях згідно діючої класифікації. За цією класифікацією вся однорідна вовна поділяється на 13 сортиментів (якостей), які позначають цифрами

80; 70; 64; 60; 58; 56; 50; 48; 46; 44; 40; 36 і 32. Кожній якості відповідає тонина в мікрометрах, відповідно 14,5-18,0; 18,1-20,5; 20,6-23,0; 23,1-25,0; 25,1-27,0; 27,1-29,0; 29,1-31,0; 31,1-34,0; 34,1-37,0; 37,1-40,0; 40,1-43,0; 43,1-55,0 і 55,1-67,0 мкм.

Дані мікроскопічного визначення тонини вовни піддослідних ярок наведені у табл. 3.

3. Тонина вовни у піддослідних ярок, мкм $\bar{X} \pm m_x$

Група	Показники		
	n	якість	тонина вовни
Контрольна	4	58	25,72 ± 0,39
	3	56	28,75 ± 0,41
	3	50	29,24 ± 0,45
Дослідна	2	58	26,31 ± 0,40
	7	56	28,35 ± 0,45
	1	50	29,84 ± 0,47

Результати досліджень тонини вовни у помісних ярок обох піддослідних груп (табл. 3) свідчать про те, що вовна у них є досить неоднорідною і за братфордською класифікацією поділу на сортименти знаходиться в межах 50-58 якості. За брадфордською класифікацією під сортиментом, або якістю, мають на увазі кількість мотків пряжі (завдовжки 511,8 м), які можна отримати з одного англійського фунта (453,6 г) митої вовни (Седіло та ін., 2016). Тому чим вищий показник якості, тим менша тонина волокон.

Принагідно нагадати, що використання баранів скороспілої породи суффольк з напівтонкою вовною з матками місцевих прекосів

істотно покращило якість вовни за тониною. Зокрема, уже у ярок першого покоління за тониною волокна розподілялися таким чином: 25% вовни відносилось до 58 якості з середньою тониною волокон 25,34 мкм, 50 % до 56 якості з середньою тониною волокон 27,56 мкм і 25 % вовни віднесено до 50 якості з середньою тониною волокон 29,88 мкм. У наступних поколіннях, зокрема, другому та при розведенні «в собі» вовна розподілялася відповідно 20 і 20 % відносилися до 58 якості з середньою тониною волокон 26,5 % і 25,95 % мкм, 60 і 70 % до 56 якості з середньою тониною волокон 28,85 і 28,21 мкм та 20 і 10 % вовни віднесено до 50 якості з середньою тониною

Періг М. Д.

волокон 30,38 і 30,13 мкм. При цьому коефіцієнти нерівномірності волокон за тониною для вовни помісних ярок другого покоління коливались від 12,28 до 14,68 %, а у помісей від розведення «в собі» від 12,05 до 13,75 %, тобто суттєво менше ніж по вовні чистопородних місцевих прекосів. Таким чином, селекційним шляхом вдалося значно покращити технічні властивості, які повністю відповідають вимогам до кросбредної вовни, яка є однією з найбільш цінних різновидностей напівтонкої вовни овець (Періг Д.П., 2017).

У результаті використання мінерально-фітобіотичної добавки в раціонах помісних ярок відбулося покращення показника тонины вовнових волокон. Зокрема, у ярок дослідної групи вовнові волокна за тониною стали більш однорідними, збільшилася кількість особин з вовною 56 якості (70 %; середня тонина волокон 28,35 мкм), тоді як у ярок контрольної групи тварин з вовною такої якості було 30 % із середньою тониною вовнових волокон 28,75 мкм.

Отже, нашими дослідженнями виявлено, що за рахунок додавання до комбікорму мінерально-фітобіотичної добавки вдалося покращити якість вовни, тобто добитися у ярок дослідної групи більшої однорідності вовни за тониною вовнових волокон. У дослідній групі збільшилась кількість тварин (до 70 %) що мали вовну 56

якості, тонина якої є найбільш характерною для скороспілих напівтонкорунних короткововнових м'ясо-вовнових овець з вовною кросбредного типу.

Поряд з довжиною і тониною важливою технічною ознакою вовни є міцність волокон на розрив. Відомо, що міцність тканин залежить від міцності вовни, з якої вони виготовлені. Міцність вовни залежить, як від спадкових так і від рівня і умов годівлі, догляду і утримання та інших факторів (Ткачук та ін., 2011; Ткачук та ін., 2014; Tkachuk et. al., 2019). За поганої годівлі з'являється «голодна тонина», внаслідок чого міцність і пружність вовнових волокон знижується (Макар, 1999).

У виробничих умовах міцність визначають розтягуванням невеликого пучка. Якщо вовна має нормальну міцність, пучок не розривається і дає високий звук, як струна. Коли ж волокна втратили міцність, пучок розривається у верхній чи нижній частині (дефектна 1-ша) або посередині (дефектна 2-га) (Miraftab, 2009).

Вовна вважається міцною, якщо розривна довжина волокна для тонкої вовни становить 7,0-7,5 км, напівтонкої – 8,0, напівгрубої – 9,0 і грубої – 9-10 км. Вовна меншої розривної довжини відноситься до дефектної (Целютін & Кротов, 1984).

При визначенні міцності вовни у піддослідних ярок виявлено, що у

Періг М. Д.

дослідній групі міцність вовни ярок складала 9,29 км, а у контрольній 7,97 км розривної довжини, або на 16,56 % більша.

Слід зазначити, що у тонкорунних прекосів м'ясо-вовнової продуктивності, згідно досліджень академіка Седіло Г.М. та інших (2004), міцність волокон складала 6,37-8,16 км і, за рахунок збагачення раціонів різними джерелами сірки вона підвищилася до 7,23-8,54 км розривної довжини залежно від джерела сірки. Наведені дані свідчать, що за рахунок лише даного аліментарного чинника, зокрема сірковмісних сполук, можна домогтися підвищення міцності волокон.

За результатами інших досліджень шляхом селекційної роботи, зокрема схрещування баранів породи суффольк з матками породи прекос вдалося підвищити міцність з 9,13 км до 11,62 км залежно від кровності або на 12,27-25,41 % (Періг, 2017).

Список використаних джерел

1. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / Влізло В.В. та ін.; за ред. В.В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.
2. Лесновська О. В. Вовнова продуктивність овець різних генотипів. *Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин*: зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2013. Вип. 2 (72). С. 105-108.
3. Макар І.А. Біологічні аспекти патологічного стоншення («голодна тонина») вовни овець: наук. журнал Біологія тварин. Т.1, № 2. 1999. С. 5-11.

Висновки і перспективи.

Узагальнюючи результати досліджень нами встановлено, що додавання мінерально-фітобіотичної добавки в кількості 1,8 % до маси комбікорму сприяє підвищенню живої маси ярок на 15,92 % настригу чистої вовни на 20,66 %, виходу чистого волокна на 5,16 %, коефіцієнту вовновості на 4,07 %.

Природня довжина волокон при відлученні збільшувалася на 1,63 % при стриженні на 9,01 %, а справжня довжина на 8,93 %.

Тонина вовни у ярок дослідної групи була більш однорідною і вовни з 56 якістю було 70 %, тоді коли у ярок контрольної групи було 30 %.

Міцність вовни овець дослідної групи була вища порівняно з контрольною на 16,56 %.

На перспективу необхідно визначити вплив мінерально-фітобіотичної добавки на хімічний склад вовни.

4. Макар І. А., Стапай П. В., Параняк Н. М. та ін. Морфобіохімічні аспекти формування та росту вовни овець: наук. журнал Біологія тварин, 2001. Т.3. №1. С.53-63.

5. Макар І. А., Чокан Т. В., Олексів Р. Й. та ін. Генетико-біохімічна характеристика крові та шкіри українських гірськокарпатських овець прикарпатського внутрішньопородного типу: міжнар. темат. наук. зб. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Львів-Оброшино, 2005. Вип. 47. С.218-225.

6. Періг Д. П. Вовнова продуктивність та якість вовни ярок різних генотипів. *Теорія і практика розвитку*

Періг М. Д.

вівчарства та козівництва України в умовах євроінтеграції: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., присв. 95-річчю з дня народження професора В.Т.Шуваєва, м. Дніпро, 18-19 трав. 2017 р. Дніпро, 2017. С. 38-43.

7. Похил В. І., Лесновська О. В. Гістологічні особливості будови шкіри піддослідних овець. *Сучасні проблеми селекції, розведення та гігієни тварин*: зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, 2012. №2 (60). С. 130-135.

8. Райчев С., Памукова Д., Станков И., Славов Р. Аминокиселинен състав на тънка, полутънка и груба вълна. *Животновъдни науки*. 2007. № 44 (6). С.122–128.

9. Седіло Г. М., Макар І. А. Шляхи підвищення трансформації поживних речовин корму в продукцію овець: міжнар. темат. наук. зб. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Львів-Оброшино, 2004. Вип. 46. С.108-182 с.

10. Седіло Г.М., Макар І.А., Стапай П.В. та ін. Методичні рекомендації з використання солемінеральних сумішей в годівлі овець у господарствах різних регіонів України. Львов, 2003. 16 с.

11. Вівчарство Карпатського регіону: посібник / Г.М. Седіло та ін. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України. Львів: ПААС, 2016. 192 с.

12. Седіло Г. М. Роль мінеральних речовин у процесах вовноутворення: методичні рекомендації. Львів: Афіша, 2002. 182 с.

13. Стапай П. В., Гавриляк В. В., Остап'юк О.Р. Гормональна регуляція процесів вовноутворення. *Журнал агробіології та екології*. 2007. Т. 3, № 1–2. С. 32–43.

14. Ліпіди шкіри та вовни овець, їх роль у процесах вовноутворення і збереженні природних властивостей волокон: книга / Стапай П. В. та ін. Львів: БОНА, 2019. 332 с.

15. Терпай В. П., Гуменюк В. В., Кирилів Я. І. Фізіологічна характеристика закарпатських тонкорунних овець типу прекос *Наук. вісник Львівського*

національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Львів, 2005. Т. 7. №2 Ч. 4.С. 8-11.

16. Ефективність застосування фільтроперліту у годівлі овець: методичні рекомендації / Ткачук В.М. та ін. Львів, 2011. 27с.

17. Ткачук В. М., Стапай П. В., Кирилів Я. І. Ефективність застосування сухих яблучних вичавок у годівлі овець: методичні рекомендації. Львів, 2014. 17 с.

18. Ткачук В.М., Стапай П. В. Порівняльна характеристика макроструктури, хімічного складу та фізичних показників вовни овець різних порід: наук. журнал Біологія тварин. Львів, 2014. Т.16, № 4. С. 166–170.

19. Штомпель М. В., Вовченко Б. О. Технологія виробництва продукції вівчарства. Київ: Вища освіта, 2005. 343 с.

20. Целютін В.К, Кротов А.А. Вівчарство, Київ: Вища школа, 1984. 278 с.

21. Alagirusamy R., Das A. Technical textiles yarns. CRC Press, 2010. 510 p.

22. Bunsell A. R., Schwartz P. Handbook of tensile properties of textile and technical fibres. CRC Press, 2009. 696 p.

23. Del Regno A, Notman R. Permeation pathways through lateral domains in model membranes of skin lipids. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2017. Режим доступу: <https://doi.org/10.1039/c7cp03258g>

24. Chao Yuan, Ying Zou, Yao Xueqiu et al. Properties of skin in chinese infants: developmental changes in ceramides and in protein secondary structure of the stratum corneum. *BioMed Research International*. 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3594629>.

25. Getachew T, Gizaw S, Lemma S, Taye M. Breeding practices, growth, and carcass potential of fat-tailed Washera sheep breed in Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*. 2011; 43(7): 1443-8. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9874-5>

26. Mirafteb M. Fatigue failure of textile fibres. CRC Press, 2009. 248 p.

27. Mortimer SI, Hatcher S, Fogarty NM, Werf JHJ van der, Brown DJ, Swan AA, Jacob RH, Geesink GH, Hopkins DL, Hocking Edwards JE, Ponnampalam EN, Warner RD, Pearce KL, Pethick DW. Genetic correlations

Пегір М. Д.

between wool traits and meat quality traits in Merino sheep. *J Anim Sci.* 2017; 95(10): 4260-4273. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1628>.

28. Morris ST, Kenyon PR. Intensive sheep and beef production from pasture-a New Zealand perspective of concerns, opportunities and challenges. *Meat Sci.* 2014; 98(3): 330-5. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.011>

29. Pullmannová P., Pavlíková L., Kováčik A. Permeability and microstructure of model stratum corneum lipid membranes containing ceramides with long (C16) and very long (C24) acyl chains. *Biophysical Chemistry.* 2017. Vol. 224. P. 20–31.

30. Schmitt T., Lange S., Sonnenberger S. et al. Determination of the influence of C24 D/ (2R)- and L/(2S)-isomers of the CER[AP] on the lamellar structure of stratum corneum model systems using neutron diffraction. *Chemistry and Physics of Lipids.* 2017. Vol. 209. P. 29–36.

31. Thorne JW, Murdoch BM, Freking BA, Redden RR, Murphy TW, Taylor JB, Blackburn HD. Evolution of the sheep industry and genetic research in the United States: opportunities for convergence in the twenty-first century. *Anim Genet.* 2021; 52(4): 395-408. <https://doi.org/10.1111/age.13067>

32. Tkachuk V.M., Havrylyak V.V., Stapay P.V., Sedilo H.M. Comparative characteristics of internal lipids in wool fibres of different types. *Біологія тварин.* Львів, 2013. Т. 15, № 2. С. 131–139.

References

1. (2012). Laboratory methods of research in biology, animal husbandry and veterinary medicine: a guide / Vlizlo V.V. etc.; under the editorship V.V. got in Lviv: Spolom, 764 p.

2. Lesnovska O. V. (2013). Wool productivity of sheep of different genotypes. Modern problems of selection, breeding and hygiene of animals: coll. of science works of the Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia, Issue 2 (72). P. 105-108.

3. Makar I.A. (1999). Biological aspects of pathological thinning ("starvation thinning") of sheep's wool: Science. journal Animal Biology. Vol. 1, No. 2. P. 5-11.

4. Makar I. A., Stapai P. V., Paraniak N. M. and others. (2001). Morphobiochemical aspects of the formation and growth of sheep

wool: Sci. journal Animal Biology, T.3. No. 1. P.53-63.

5. Makar I. A., Chokan T. V., Oleksiv R. Y. and others. (2005). Genetic and biochemical characteristics of the blood and skin of the Ukrainian Mountain Carpathian sheep of the Carpathian intrabreed type: international. subject of science coll. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Lviv-Obroshino, Issue 47. P.218-225.

6. Perig D. P. (2017). Wool productivity and quality of wool of yaks of different genotypes. Theory and practice of the development of sheep and goat breeding in Ukraine in the conditions of European integration: materials of the III International. science and practice conf., adj. On the 95th anniversary of the birth of Professor V. T. Shuvaev, Dnipro, May 18-19. 2017. Dnipro, P. 38-43.

7. Pokhil V. I., Lesnovska O. V. (2012). Histological features of the structure of the skin of experimental sheep. Modern problems of selection, breeding and hygiene of animals: coll. of science works of the Vinnytsia National Agrarian University. Vinnytsia, No. 2 (60). P. 130-135.

8. Raichev S., Pamukova D., Stankov I., Slavov R. (2007). Amino acid composition of thin, semi-thin and coarse wool. Animal science. No. 44 (6). P.122–128.

9. Sedilo G. M., Makar I. A. (2004). Ways of increasing the transformation of feed nutrients into sheep products: International. subject of science coll. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Lviv-Obroshino, Issue 46. P.108-182 p.

10. Sedilo H.M., Makar I.A., Stapai P.V. etc. (2003). Methodological recommendations for the use of salt-mineral mixtures in sheep feeding in farms of different regions of Ukraine. Lviv, 16 p.

11. Sedilo H.M. et al. (2016). Shepherding of the Carpathian region: manual. Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Sciences of Ukraine. Lviv: PAAS, 192 p.

12. Sedilo H.M. (2002). The role of mineral substances in wool formation processes: methodical recommendations. Lviv: Afisha, 182 p.

Пепір М. Д.

13. Stapai P.V., Havrylyak V.V., Ostapyyuk O.R. (2007). Hormonal regulation of wool formation processes. *Journal of Agrobiology and Ecology*. Vol. 3, No. 1-2. P. 32–43.
14. Stapai P. V. et al. (2019). Sheep skin and wool lipids, their role in the processes of wool formation and preservation of the natural properties of fibers: book. Lviv: BONA, 332 p.
15. Terpai V.P., Gumenyuk V.V., Kyryliv Ya.I. (2005). Physiological characteristics of Transcarpathian thin-fleece sheep of the Prekos type *Nauk. Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after S.Z. Gzhitskyi*. Lviv, Vol. 7. No. 2 Ch. 4.S. 8-11.
16. Tkachuk V.M. etc. (2011). Effectiveness of the use of filter perlite in sheep feeding: methodical recommendations. Lviv, 27p.
17. Tkachuk V. M., Stapai P. V., Kyryliv Y. I. (2014). Effectiveness of using dry apple pomace in sheep feeding: methodical recommendations. Lviv, 17 p.
18. Tkachuk V.M., Stapai P.V. (2014). Comparative characteristics of the macrostructure, chemical composition and physical parameters of sheep wool of different breeds: *Science. journal Animal Biology*. Lviv, Vol. 16, No. 4. P. 166–170.
19. Shtompel M. V., Vovchenko B. O. (2005). Production technology of sheep farming products. Kyiv: Higher Education, 343 p.
20. Tselyutin V.K., Krotov A.A. (1984). *Shepherding*. Kyiv: Higher School, 278 p.
21. Alagirusamy R., Das A. (2010). *Technical textiles yarns*. CRC Press, 510 p.
22. Bunsell A. R., Schwartz P. (2009). *Handbook of tensile properties of textile and technical fibers*. CRC Press, 696 p.
23. Del Regno A, Notman R. (2017). Permeation pathways through lateral domains in model membranes of skin lipids. *Physical Chemistry Chemical Physics*. <https://doi.org/10.1039/c7cp03258g>
24. Chao Yuan, Ying Zou, Yao Xueqiu et al. (2017). Properties of skin in chinese infants: developmental changes in ceramides and in protein secondary structure of the stratum corneum. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2017/3594629>.
25. Getachew T, Gizaw S, Lemma S, Taye M. (2011). Breeding practices, growth, and carcass potential of fat-tailed Washera sheep breed in Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*. 43(7): 1443-8. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9874-5>
26. Mirafteb M. (2009). *Fatigue failure of textile fibres*. CRC Press, 248 p.
27. Mortimer S. I., Hatcher S., Fogarty N. M., Werf J. H. J. van der, Brown D. J., Swan A. A., Jacob R. H., Geesink G. H., Hopkins D. L., Hocking Edwards J. E., Ponnampalam E. N., Warner R. D., Pearce K. L., Pethick D. W. (2017). Genetic correlations between wool traits and meat quality traits in Merino sheep, *Journal of Animal Science*, Volume 95, Issue 10, October Pages 4260–4273, <https://doi.org/10.2527/jas2017.1628>
28. Morris S. T., Kenyon P. R. (2014). Intensive sheep and beef production from pasture-a New Zealand perspective of concerns, opportunities and challenges. *Meat Sci*. 98(3): 330-5. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.011>
29. Pullmannová P., Pavlíko L., Kováčik A. (2017). Permeability and microstructure of model stratum corneum lipid membranes containing ceramides with long (C16) and very long (C24) acyl chains. *Biophysical Chemistry*. Vol. 224. P. 20–31.
30. Schmitt T., Lange S., Sonnenberger S. et al. (2017). Determination of the influence of C24 D/ (2R)- and L/(2S)-isomers of the CER[AP] on the lamellar structure of stratum corneum model systems using neutron diffraction. *Chemistry and Physics of Lipids*. Vol. 209. P. 29–36.
31. Thorne J. W., Murdoch B. M., Freking B. A., Redden R. R., Murphy T. W., Taylor J. B. and Blackburn H. D. (2021). Evolution of the sheep industry and genetic research in the United States: opportunities for convergence in the twenty-first century. *Anim Genet*, 52: 395-408. <https://doi.org/10.1111/age.13067>
32. Tkachuk V. M., Havrylyak V. V., Stapai P. V., Sedilo H. M. (2013). Comparative characteristics of internal lipids in wool fibres of different types. *Biology of animals*. Lviv, Vol. 15, No. 2. P. 131–139.

WOOL PRODUCTIVITY OF DOMESTIC SHEEP USING A MINERAL-PHYTOBIOTIC SUPPLEMENT

M. D. Perig

Abstract. *The article presents the results of research on the wool productivity of crossbreeds when fed compound feed with a mineral-phytobiotic additive. The object of research was the use of bright ones, obtained from breeding crossbred ewes "in themselves" (3/4P x 3/4C).*

For research, two groups of 20-day local ditches of 25 heads each were formed. The young of the control group received a balanced compound feed, and the experimental group received the same compound feed to which was added 1,8% of a mineral-phytobiotic additive, which included metasilicate and sodium sulfate (a mineral particle) and extracts of essential oils of chili pepper, oregano and cinnamon (phytobiotic part).

As a result of the conducted research, it was established that the addition of a mineral-phytobiotic additive significantly improves wool productivity. In particular, the shearing of unwashed and clean wool and the yield of clean fiber were higher by 14,93%, respectively, in the yaks of the research group; 20,66% and 5,15%. The coefficient of wooliness in the lambs of the experimental group was 44,24 g/kg body weight. m., and in animals of the control group this indicator was at the level of 42,51 g/kg body weight. m., or 4,07% lower

Adding a mineral-phytobiotic supplement to the ration of goats helps to increase the natural and true length of wool at shearing by 9,01 and 8,95%, respectively, compared to the control group.

In the pits of the experimental group, the wool fibers became more uniform in terms of tonnage, the number of individuals with wool of quality 56 increased (70%; average fiber tonnage 28,35 μ m), while in the pits of the control group of animals with wool of this quality there was 30% with an average tonnage of wool fibers 28,75 μ m. In the experimental group, the strength of the wool was 9,29 km, and in the control group, the breaking length was 7,97 km, or 16,56% greater.

Key words: *local bright colors, mineral-phytobiotic supplement, unwashed and clean wool ripening, clean wool output, natural and true length of wool, tonnage of wool, strength of wool*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

УДК 639.375:595.354

МАСА ТІЛА CHERAX QUADRICARINATUS ТА ПОКАЗНИКИ ВМІСТУ HS-ГРУП У ЇХ ПЕЧІНЦІ ЗА ВКЛЮЧЕННЯ У РАЦІОНИ РІЗНИХ ДОЗ БІОМАСИ ВЕРМИКУЛЬТУРИ

П. В. КОВТУН, аспірант, <https://orcid.org/0009-0000-3935-3207>

E-mail: 986609085@ukr.net

С. В. МЕРЗЛОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>*Білоцерківський національний аграрний університет*[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.016](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.016)

Анотація. *Продукція ракоподібних має позитивний, динамічний попит серед населення країни. М'ясо раків є ефективним джерелом незамінних амінокислот та інших біологічно активних речовин для організму людини. Важливим елементом в технології вирощування раків є їх годівля. Інтенсивність росту раків *Cherax quadricarinatus* залежить від вмісту та походження білка у їх раціонах. Ефективним джерелом білка для раків може бути біомаса гібрида червоних каліфорнійських черв'яків. Проте невивченим залишається питання щодо встановлення ефективності використання у складі раціонів для раків біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із вмістом посліду курчат-бройлерів ферментованого за активної аерації. Метою роботи є дослідження впливу оптимального вмісту біомаси вермикультури у раціонах на прирости раків та показники вмісту HS-груп у їх печінці. Для досягнення запланованої мети в умовах дослідного господарства Білоцерківського національного аграрного університету ракам із I, II та III дослідної групи згодовували стандартні раціони із вмістом 10,0; 15,0 та 20,0 % біомаси каліфорнійських черв'яків. Ракам із контрольної групи давали стандартні раціони (повнораціонний комбікорм + листя дуба). Уміст сульфогідрильних груп у гомогенаті із печінки *Cherax quadricarinatus* визначали за допомогою методики Ellman G.L. Доведено, що за згодовування раціонів із вмістом 20,0 % біомаси вермикультури маса тіла раків збільшується на 7,0 % відносно контролю. Найбільша маса тіла *Cherax quadricarinatus* на кінець досліді була встановлена у групі де використовувався раціон із вмістом 15,0 % біомаси каліфорнійських черв'яків. Різниця із контролем становила 8,2 %. Встановлено підвищення збереження раків на 8,0 % за згодовування їм 15,0 та 20,0 % біомаси вермикультури. Застосування біомаси черв'яків сприяє підвищенню середньодобових і абсолютних приростів раків та не викликає зниження вмісту сульфогідрильних груп у їх печінці. Перспективним для подальшого вивчення є дослідження хімічного складу м'язової тканини раків за згодовування їм раціонів із вмістом біомаси вермикультури.*

Ключові слова: *раки *Cherax quadricarinatus*, раціон, маса тіла, прирости, біомаса червоних каліфорнійських черв'яків*

Актуальність. З кожним роком географія поширення раків *Cherax quadricarinatus* розширюється. У різних країнах розробляються технології елементи вирощування австралійських червонокігтевих раків (Jones & Valverde, 2020).

У більшості країн світу та в Україні *Cherax quadricarinatus* вирощують в штучних умовах. Швидкість вирощування раків є досить високою. Така технологія вирощування молоді австралійського червоного раку вимагає забезпечення їх збалансованими кормосумішами та комбікормами за усіма поживними речовинами в тому числі і за протеїном (Zharchynska & Hrynevych, 2023).

Для годівлі ракоподібних застосовують раціони де до основних компонентів додають різноманітні кормові добавки в тому числі ферментовані органічні сполуки, сорбенти, ліпідні емульсії, амінокислотні препарати, що дозволяє збалансовувати кормосуміші за есенціальними факторами живлення в тому числі і за незамінними амінокислотами (Nanda et al., 2021; Vecchioni et al., 2023).

За низького рівня протеїну у раціонах прирости раків знижуються. Раціони для раків *Cherax quadricarinatus* складаються як із кормів рослинного так і тваринного походження (Zharchynska, & Hrynevych, 2023). Корми тваринного походження мають більш

повноцінний склад незамінних амінокислот, а також вищу їх біодоступність. До кормів тваринного походження відноситься біомаса червоних каліфорнійських черв'яків, яка містить високий вміст протеїну.

Дослідження ефективності використання різних доз біомаси вермикультури вирощеної на субстраті із посліду курчат-бройлерів, який ферментований за активної аерації у складі раціонів раків на підвищення їх приростів має науково-практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Продукція ракоподібних дозволяє доповнювати раціони людей делікатесними, дієтичними стравами забезпечуючи їх повноцінним за амінокислотним складом білком. Білок раків є біологічно повноцінним, який замінити білками рослинного походження дуже важко (Kukhtyn et al., 2020).

Для впровадження технології раків на промисловій основі найбільш придатним видом є *Cherax quadricarinatus* за рахунок їх інтенсивності росту, високої конверсії корму, стійкості до технологічних процесів, невибагливості до середовища існування, фізіологічній здатності застосовувати у своєму раціоні корми як рослинного так і тваринного походження (Crandall & Grave, 2017; Sun et al., 2023).

Інтенсивно у різних краях світу розвивається розведення та

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

виращування *Cherax quadricarinatus* у штучних умовах (Azhar et al., 2020). У нашій країні дана технологія теж знаходиться на стадії активного розвитку, це у свою чергу створює передумови дослідження її елементів в тому числі і повноцінної та збалансованої годівлі раків. Прирости раків залежать від вмісту протеїну у складі їх раціонів (Zharchynska, & Hrynevych, 2023; Жарчинська & Гриневич, 2022).

Для *Cherax quadricarinatus* вміст протеїну залежить від їх маси тіла та віку. Для молодняку раків (маса тіла до 60 г) вміст сирого протеїну у складі раціону має становити 32-35 %. З віком вміст білків у раціонах зменшують до норми 24-27 % (Haubrock et al., 2021; Hou et al., 2021).

Ефективним джерелом протеїну для раків може бути біомаса червоних каліфорнійських черв'яків. У сухій речовині біомаси черв'яків міститься від 55,4 до 70,5 % загального білка та від 3,8 до 11,8 % жирів. Білок черв'яків належить до білків тваринного походження і містить значну концентрацію незамінних амінокислот. За рядом незамінних амінокислот борошно виготовлене із біомаси вермикультури є ціннішим м'ясного, м'ясо-кісткового та рибного борошна. У тілі черв'яків міститься значна концентрацію вітамінів (Hatti Shankerappa, 2013).

Недостатньо у доступній літературі наводяться дані щодо ефективності застосування у складі раціонів *Cherax quadricarinatus* біомаси вермикультури вирощеної на посліді курчат-бройлерів ферментованого прискореним методом за інтенсивної аерації.

Мета і завдання. Тому метою експериментів є доведення ефективності впливу різних доз біомаси каліфорнійських черв'яків у складі раціоні молодняку раків *Cherax quadricarinatus* на їх прирости.

Матеріали та методи. Науково-господарські дослідження щодо виявлення доцільності використання біомаси черв'яків отриманої на посліді курчат-бройлерів ферментованого за активної аерації у складі раціонів для раків *Cherax quadricarinatus* виконували методом груп-аналогів в умовах дослідного господарства Білоцерківського національного аграрного університету згідно схеми наведеної у табл. 1. (Кононенко, Ібатуллін, Патров, 2000).

Групи-аналоги komponували із молодняку раків. Було сформовано три дослідних і одну контрольну групу, по 50 особин у кожній. Середня маса молодняку раків у групах на початку експерименту у віці 75 діб становила $4,5 \pm 0,11$ г.

1. Схема експерименту на раках *Cherax quadricarinatus*

Група	Кількість особин у групі	Фактор, що досліджується
Контрольна	50,0	Стандартний раціон із вмістом листя дуба (СР)
I дослідна	50,0	СР із вмістом 10,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків
II дослідна	50,0	СР із вмістом 15,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків
III дослідна	50,0	СР із вмістом 20,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків

Відібраних *Cherax quadricarinatus* розміщували в чотирьох однакових басейнах площею по 1,08 м² (120 см х 90 см) об'ємом 163 дм³. Усі басейни оснащували системою перекачування та терморегуляції води, фільтруючими елементами та комірками (із різними діаметрами) для переховування. Температуру води у басейнах підтримували в межах від 26,5 до 27,5 °С. Тривалість експерименту становила – 75 діб.

У контрольній групі раки споживали стандартний раціон. Крім того, у басейни вносили листя дуба (у волю). У I дослідній групі 10,0 % раціону (за масою) заміщали на біомасу каліфорнійських черв'яків. У II та III дослідних групах вміст біомаси вермикультури у раціонах *Cherax quadricarinatus* був, відповідно, 15,0 та 20,0 %. Годівлю раків здійснювали двічі продовж доби в ранці та ввечері. Під час нормування даванки враховували поїдання кормів, температуру води у басейнах та масу тіла раків. Гідрохімічні показники за вирощування раків

відповідали вимогам (Hrynevych et al., 2022).

Біомасу гібрида червоних каліфорнійських черв'яків вносили у акваріуми із раками у подрібненому стані (величина часток до 4,5 мм).

Уміст сульфогідрильних груп у гомогенаті із печінки раків *Cherax quadricarinatus* визначали за допомогою методики Ellman G.L. (Ellman, 1959).

Статистичні обрахунки даних експериментів здійснювали за використання програми Statistica.

Результати та обговорення. Для перевірки доцільності впливу біомаси червоних каліфорнійських черв'яків у складі раціонів на масу тіла та прирости *Cherax quadricarinatus* використовували молодняк раків із середньою масою тіла 4,5 г. На кінець дослідження маса тіла раків *Cherax quadricarinatus* у контрольній групі була на рівні 8,5 г. Збільшення середньої маси особин відносно показника на початку експерименту становило 88,9 % (табл. 2.)

За згодовування *Cherax*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

quadricarinatus раціону, який містив 10,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків їх жива вага була більшою на 3,5 % відносно аналогічного показника у контролі.

Застосування у складі раціонів 20,0 % біомаси каліфорнійських черв'яків призводило до зростання маси тіла *Cherax quadricarinatus*

відносно контрольної групи. Різниця була статистично значущою. Найбільша маса тіла раків на кінець досліду була виявлена у II дослідній групі. Різниця із показником у контролі, I та III дослідній групі була, відповідно, 8,2 % ($p<0,001$), 4,5 та 1,0 %.

2. Вплив біомаси черв'яків на вагу *Cherax quadricarinatus* та їх збереженість, $M\pm m$, $n=50$

Показник	Група			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Кількість раків на початок експерименту, гол	50	50	50	50
Кількість раків на кінець експерименту, гол	40	43	44	44
Маса тіла раків на початок експерименту, г	4,5 $\pm$ 0,11	4,5 $\pm$ 0,11	4,5 $\pm$ 0,11	4,5 $\pm$ 0,11
Маса тіла раків на кінець експерименту, г	8,5 $\pm$ 0,12	8,8 $\pm$ 0,11	9,2 $\pm$ 0,13***	9,1 $\pm$ 0,14**
Збереженість, %	80,0	86,0	88,0	88,0

** - $p<0,01$; *** - $p<0,001$ відносно контролю

Використання біомаси червоних каліфорнійських черв'яків викликає підвищення збереження *Cherax quadricarinatus*. У I дослідній групі збереженість поголів'я було більшим на 6,0 % відносно показника у контролі. За згодовування ракам раціону із вмістом 15,0 та 20,0 % біомаси черв'яків показник

збереження поголів'я збільшується на 8,0 % відносно контрольної групи.

Середньодобові прирости *Cherax quadricarinatus* у контрольній групі були на рівні 0,053 г. В I дослідній групі прирости раків були більшими ніж у особин із контрольної групи на 7,5 %. Різниця носила характер тенденції (табл. 3.)

3. Прирости раків, $M\pm m$, $n=50$

Група	Середньодобові, г	Абсолютні, г
Контрольна	0,053 $\pm$ 0,0012	4,0 $\pm$ 0,23
I дослідна	0,057 $\pm$ 0,0021	4,3 $\pm$ 0,32
II дослідна	0,062 $\pm$ 0,0022*	4,7 $\pm$ 0,17*
III дослідна	0,061 $\pm$ 0,0024*	4,6 $\pm$ 0,18*

* - $p<0,05$

Внаслідок згодовування ракам раціонів із вмістом 15,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків зростають їх середньодобові прирости на 16,9 % відносно контрольної групи. Різниця між групами була статистично значущою ($p<0,05$). На статистично значущу величину також зростають середньодобові прирости *Cherax quadricarinatus*, які із раціонами споживали 20,0 % біомаси черв'яків. Різниця із контрольною групою становила 15,0 %.

Найменші абсолютні прирости раків було виявлено у контрольній групі. За згодовування ракам раціонів із вмістом 10,0 % біомаси вермикультури абсолютні прирости збільшуються на 7,5 % відносно контролю. У III дослідній групі абсолютні прирости *Cherax quadricarinatus* були більшими ніж у

контрольній та I дослідній групі, відповідно, на 15,0 та 6,9 %. Найбільші абсолютні прирости були у раків із II дослідної групи. Різниця із контрольною групою була статистично значущою.

Наші дослідження щодо підвищення приростів раків *Cherax quadricarinatus* за згодовування їм раціонів із оптимальним вмістом білка підтверджуються даними ряду авторів [2].

За згодовування *Cherax quadricarinatus* стандартного раціону вміст білкових HS-груп у печінці раків із контрольної групи становив 662 мкг/г. У печінці особин, які використовували раціони із вмістом 10,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків вміст білкових сульфогідрильних груп був більшим ніж у печінці раків із контрольної групи на 6,3 % (табл. 4.).

4. Сульфогідрильні групи у печінці *Cherax quadricarinatus*, мкг/г, $M\pm m$, $n=4$

Група	HS-групи		
	вільні	білкові	загальні
Контрольна	83±4,4	662±9,6	745±8,9
I дослідна	76±3,7	704±14,8	780±18,7
II дослідна	72±3,2	732±11,8*	804±21,2
III дослідна	73±4,7	727±12,6*	800±20,6

*- $p<0,05$

Встановлено, що додавання до складу раціонів раків 15,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків викликало збільшення вмісту білкових сульфогідрильних груп на 10,6 % відносно показника у контрольній групі. Різниця була статистично значущою. У печінці

раків із III дослідної групи теж виявлено статистично значуще зростання вмісту білкових HS-груп відносно контролю ($p<0,05$).

Уміст вільних HS-груп у печінці *Cherax quadricarinatus* був найвищим і становив 83 мкг/г. За згодовування ракам біомаси каліфорнійських

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

черв'яків у кількості 10,0 % у складі раціону вміст вільних сульфогідрильних груп у їх печінці був нижчим у порівнянні із контролем на 8,4 %. Зниження вмісту низькомолекулярних HS-груп у печінці особин із II та III дослідної групи не було статистично значущим. Різниця носила характер тенденції.

Внаслідок застосування в годівлі *Cherax quadricarinatus* найменшої масової частки біомаси каліфорнійських черв'яків вміст загальних сульфогідрильних груп у їх печінці зростає на 4,6 %. Різниця не мала статистичної значущості у порівнянні із контролем. У печінці особин із II та III дослідної групи вміст загальних HS-груп був вищим ніж у контрольній групі на 7,9 та 7,3 %. Різниця була в межах тенденції.

Отже, експериментально було доведено, що включення до раціонів раків 10,0-20,0 % біомаси червоних каліфорнійських черв'яків не призводить до зменшення загальних та білкових HS-груп у їх печінці.

Висновки і перспективи. За включення у раціони 15,0 % біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків вирощених на субстраті із

посліду курчат-бройлерів ферментованого за інтенсивної аерації маса тіла раків *Cherax quadricarinatus* збільшується на 8,2 % ($p < 0,001$) відносно маси тіла особин із контрольної групи.

Споживання раками раціонів із вмістом 15,0 % біомаси вермикультури призводить до збільшення у них середньодобових, абсолютних приростів, відповідно, на 16,9 та 17,5 % та збереження особин на 8,0 % відносно контролю.

Статистично значуще підвищення вмісту білкових сульфогідрильних груп та тенденція щодо зменшення вмісту низькомолекулярних HS-груп у печінці раків, які використовували раціони із вмістом 15,0 % біомаси каліфорнійських черв'яків є свідченням відсутності негативних факторів живлення у кормовій добавці.

Перспективи подальших досліджень.

Перспективним дослідженням є вивчення хімічного складу м'яса раків *Cherax quadricarinatus* за згодовування їм раціонів із вмістом біомаси червоних каліфорнійських черв'яків.

Scientific Horizons, 2023. 26(9), 61-69. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.61>.

3. Nanda, P.K., Das, A.K., Dandapat, P., Dhar, P., Bandyopadhyay, S., Dib, A.L., Lorenzo, J.M., & Gagaoua, M. Nutritional aspects, flavour profile and health benefits of crab meat based novel food products and valorisation of processing waste to wealth: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2021. 112, 252-267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.059>.

Список використаних джерел

1. Jones, C.M., & Valverde, C. Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Freshwater Crayfish*, 2020. 25(1), 1-6. <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001>.
2. Zharchynska, V., & Hrynevych, N. Aquaculture indicators of young *Cherax Quadricarinatus* under various feeding plans.

4. Vecchioni, L., Marrone, F., Chirco, P., Arizza, V., Tricarico, E., & Arculeo, M. An update of the known distribution and status of *Cherax* spp. in Italy (Crustacea, Parastacidae). *BioInvasions Records*, 2022. 11(4), 1045-1055.
5. Жарчинська В. С., Гриневич Н. Є. Удосконалення технології підрощення ракоподібних на прикладі червоно-клешневого рака *Cherax quadricarinatus*. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2022. т. 24, № 96. С. 16-23. <https://doi.org/10.32718/nvlveta9603>
6. Azhar M.H., Suciyo S., Budi D.S. et al. Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. *Aquacult. Int.* 2020. Vol. 28. pp. 1293–1304 Doi: <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526->
7. Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Guttyj, B., & Horiuk, Y. Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2020. 14, 602-611. <https://doi.org/10.5219/1381>.
8. Crandall, K.A., & Grave, S.D. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 2017. 37(5), 615-653. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux070>.
9. Sun, Y., Shan, X., Li, D., Liu, X., Han, Z., Qin, J., Guan, B., Tan, L., Zheng, J., Wei, M., & Jia, Y. Analysis of the differences in muscle nutrition among individuals of different sexes in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Metabolites*, 2023. 13(2), article number 190. <https://doi.org/10.3390/metabo13020190>.
10. Haubrock, P.J., Oficialdegui, F.J., Zeng, Y., Patoka, J., Yeo, D.C.J., & Kouba, A. The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. *Reviews in Aquaculture*, 2021. 13(3), 1488-1530. <https://doi.org/10.1111/raq.12531>.
11. Hou, S., Li, J., Zhang, Y., Huang, J., Wu, X., & Cheng, Y. Effects of fish meal replacement with protein mixtures on growth, gonad development and amino acid composition of pre-adult red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, 021. 94(10), 1161-1186. <https://doi.org/10.1163/15685403-bja10150>.
12. Hatti Shankerappa S. Chemical composition like protein, lipid and glycogen of local three species of earthworms of Gulbarga city, Karnataka- India. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2013. 2(7), 73-97.
13. Кононенко В.К., Ібатуллін І.І., Патров В.С. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. К., 2000. 96 с.
14. Hrynevych N.E., Zharchynska V.S., Svitelskyi M.M., Khomiak O.A., & Sliusarenko A.O. Promising object of aquaculture of crustaceans *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): Biology, technology (review). *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, 2022. 1, 47-62. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>.
15. Ellman G. L. Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* 1959. Vol. 82, № 1. P. 70–77.

References

1. Jones C.M., & Valverde, C. (2020). Development of mass production hatchery technology for the red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Freshwater Crayfish*, 25(1), 1-6. <https://doi.org/10.5869/fc.2020.v25-1.001>.
2. Zharchynska, V., & Hrynevych, N. (2023). Aquaculture indicators of young *Cherax Quadricarinatus* under various feeding plans. *Scientific Horizons*, 26(9), 61-69. <https://doi.org/10.48077/scihor9.2023.61>.
3. Nanda, P.K., Das, A.K., Dandapat, P., Dhar, P., Bandyopadhyay, S., Dib, A.L., Lorenzo, J.M., & Gagaoua, M. (2021). Nutritional aspects, flavour profile and health benefits of crab meat based novel food products and valorisation of processing waste to wealth: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 252-267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.059>.
4. Vecchioni, L., Marrone, F., Chirco, P., Arizza, V., Tricarico, E., & Arculeo, M. (2022). An update of the known distribution and status of *Cherax* spp. in Italy (Crustacea, Parastacidae). *BioInvasions Records*, 11(4), 1045-1055.

5. Zharchynska V. S., Hrynevych N. Ie. (2022). Udoskonalennia tekhnolohii pidroshchennia rakopodibnykh na prykladi chervono-kleshnevoho raka *Cherax quadricarinatus*. Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky. t. 24, № 96. S. 16-23. <https://doi.org/10.32718/nvlveta9603>
6. Azhar M.H., Suciyo S., Budi D.S. et al. Biofloc-based co-culture systems of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) with different carbon–nitrogen ratios. *Aquacult. Int.* 2020. Vol. 28. pp. 1293–1304 <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00526>
7. Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Guttyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602-611. <https://doi.org/10.5219/1381>.
8. Crandall, K.A., & Grave, S.D. (2017). An updated classification of the freshwater crayfishes (*Decapoda: Astacidea*) of the world, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 37(5), 615-653. doi: 10.1093/jcbiol/rux070.
9. Sun, Y., Shan, X., Li, D., Liu, X., Han, Z., Qin, J., Guan, B., Tan, L., Zheng, J., Wei, M., & Jia, Y. (2023). Analysis of the differences in muscle nutrition among individuals of different sexes in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Metabolites*, 13(2), article number 190. <https://doi.org/10.3390/metabo13020190>.
10. Haubrock, P.J., Oficialdegui, F.J., Zeng, Y., Patoka, J., Yeo, D.C.J., & Kouba, A. (2021). The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. *Reviews in Aquaculture*, 13(3), 1488-1530. <https://doi.org/10.1111/raq.12531>.
11. Hou, S., Li, J., Zhang, Y., Huang, J., Wu, X., & Cheng, Y. (2021). Effects of fish meal replacement with protein mixtures on growth, gonad development and amino acid composition of pre-adult red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (*Decapoda, Cambaridae*). *Crustaceana*, 94(10), 1161-1186. <https://doi.org/10.1163/15685403-bja10150>.
12. Hatti Shankerappa S. (2013). Chemical composition like protein, lipid and glycogen of local three species of earthworms of Gulbarga city, Karnataka- India. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2(7), 73-97.
13. Kononenko V. K., Ibatullin I. I., Patrov V. S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi*. K., 96 s.
14. Hrynevych, N.E., Zharchynska, V.S., Svitelskyi, M.M., Khomiak, O.A., & Sliusarenko, A.O. (2022). Promising object of aquaculture of crustaceans *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): Biology, technology (review). *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, 1, 47-62. <https://doi.org/10.32851/wba.2022.1.4>.
15. Ellman G.L. (1959). Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* Vol. 82, № 1. P. 70–77.

BODY WEIGHT OF CHERAX QUADRICARINATUS AND INDICATORS OF HS-GROUPS IN THEIR LIVER AFTER INCLUSION OF DIFFERENT DOSES OF VERMICULTURE BIOMASS IN THE DIETS

P. V. Kovtun, S. V. Merzlov

Abstract. Crustacean products have a positive dynamic demand among the population of the country. Crayfish meat is an effective source of essential amino acids and other biologically active substances for the human body. An important element in the technology of crayfish farming is their feeding. The growth rate of crayfish *Cherax quadricarinatus* depends on the content and origin of protein in their diets. An effective source of protein for crayfish can be the biomass of a hybrid of red California worms. However, the issue of determining the effectiveness of using vermiculture

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

*biomass grown on a substrate containing broiler manure fermented with active aeration in crayfish diets remains unexplored. The aim of the study is to investigate the effect of the optimal content of vermiculture biomass in diets on the growth of crayfish and the content of HS groups in their liver. To achieve the planned goal, in the conditions of the experimental farm of the Bila Tserkva National Agrarian University, crayfish from the I, II and III experimental groups were fed standard diets containing 10.0, 15.0 and 20.0 % of California worm biomass. Crayfish from the control group were fed standard diets (complete feed + oak leaves). The content of sulfhydryl groups in the homogenate from the liver of *Cherax quadricarinatus* was determined using the method of Ellman G.L. It was proved that feeding diets containing 20.0 % of vermiculture biomass increased the body weight of crayfish by 7.0 % compared to the control. The highest body weight of *Cherax quadricarinatus* at the end of the experiment was found in the group where the diet containing 15.0 % of California worm biomass was used. The difference with the control was 8.2 %. An increase in the preservation of crayfish by 8.0 % was found when feeding them 15.0 and 20.0 % of vermiculture biomass. The use of worm biomass increases the average daily and absolute growth of crayfish and does not cause a decrease in the content of sulfhydryl groups in their liver. The study of the chemical composition of muscle tissue of crayfish when fed diets containing vermiculture biomass is promising.*

Key words: *crayfish *Cherax quadricarinatus*, diet, body weight, weight gain, red Californian worms biomass*

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ КАРДІОГЕННОГО НАБРЯКУ ЛЕГЕНЬ У КОТІВ

Т. М. ЛИХОЛАТ, аспірантка

<https://orcid.org/0000-0002-9863-2692>

Н. Г. ГРУШАНСЬКА, доктор ветеринарних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-8447-2758>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zamorska1995@gmail.com

E-mail: grushanska_ng@nubip.edu.ua

[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.017](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.017)

***Анотація.** Рентгенографію органів грудної порожнини вважають достатньо ефективним тестом для виявлення кардіогенного набряку легень, однак результати іноді неоднозначні, і процес отримання рентгенограм може посилити респіраторний дистрес.*

Мета дослідження – порівняти ефективність діагностичних тестів під час моніторингу лікування котів за кардіогенного набряку легень.

Для дослідження використовували показники котів, які надходили в центр «Vet House» для стабілізації важкого стану за набряку легень.

Клінічно важливі діагностичні точки (ДТ) були визначені як початкове звернення для встановлення діагнозу кардіогенний набряк легень (тестування завершено протягом 6 годин після госпіталізації; ДТ1); виписки з лікарні (ДТ2); перше амбулаторне повторне обстеження після виписки з ветеринарного центру (ДТ3). На кожній із діагностичних точок проводили фіксацію діагностичних тестів: дані клінічного огляду; ультразвукова діагностика серця та легень; рентгенографія легень; тонометрія, пульсоксиметрія і лабораторне дослідження зразків венозної крові.

Для кожної ділянки порівнювали кількісні зміни у відсотках між ДТ1 і ДТ2 у кількості загальних В-ліній на ехограмах легень і ознак набряку легень на рентгенограмах. Під час ДТ2 права краніальна ділянка легені відрізнялася зменшенням В-ліній на ехограмах на 82 % і на 27 % – зменшенням набряку легень за рентгенографічної оцінки. У лівій краніальній ділянці реєстрували зменшення В-ліній на ехограмах на 81 % і на 31 % – ознак набряку легень на рентгенограмах. Каудальні ліва та права ділянки легень під час ДТ2 відрізнялися зменшенням В-ліній відповідно на ехограмах на 88 % та рентгенографічних ознак набряку легень на 75 %.

Встановлено, що за допомогою ультразвукової діагностики артефакти у формі В-ліній швидко змінюються під час зменшення ознак набряку легень, легко відстежуються. Метод є більш чутливим, порівняно з рентгенографією під час моніторингу перебігу кардіогенного набряку легень у котів.

Ключові слова: *застійна серцева недостатність, кардіоміопатія, моніторинг, пульсоксиметрія, рентгенографія легень, тонометрія, ехокардіографія*

Актуальність. Нещодавнім досягненням у діагностичній візуалізації пацієнтів із задишкою є ультразвукова діагностика легень (Reissig, & Copetti, 2011; Moore & Copel 2011). УЗ дослідження легень можна застосувати як «візуальний стетоскоп», який доповнює результати аускультатії та підвищує діагностичну точність під час клінічного огляду перед рентгенографією грудної клітки (Kobal, et al., 2005). Техніку УЗД можна використовувати для виявлення кардіогенного набряку легень за допомогою ідентифікації ультразвукових артефактів (В-ліній; які також називають артефактами «кільця вниз», «хвостами комет», «легеневими ракетами» тощо), що спричинені збільшенням кількості рідини в паренхімі легень (Volpicelli et al., 2012; Lichtenstein et al. 1997). В- лінії утворюються, коли невеликі, заповнені рідиною альвеоли, що знаходяться нижче порогу роздільної здатності ультразвукового променя, оточені повітрям, створюючи високий градієнт імпедансу. Ці артефакти ідентифікуються за допомогою УЗ дослідження як дискретні вузькі вертикальні гіперехогенні артефакти, що поширюються від плеврально-легеневого поділу до дальньої частини екрану ультразвукового

дослідження без згасання та рухаються синхронно з диханням (Lichtenstein & Mezière, 2008; Liteplo et al. 2009).

Ультразвукове дослідження легень є ефективним під час моніторингу перебігу набряку легень у пацієнтів із застійною серцевою недостатністю в гуманній медицині, при цьому В-лінії під час ехографії зменшуються протягом кількох годин і зникають протягом кількох днів після лікування діуретиками. Зменшення В-ліній також добре корелює з іншими маркерами зникнення лівосторонньої застійної серцевої недостатності, включаючи рентгенографію і NT-proBNP (N-кінцевий поліпептид натрійдіуретичного гормону) (Liteplo et al., 2010).

Дані, отримані у пацієнтів у відділенні невідкладної допомоги, свідчать про те, що ехографію можна використовувати для диференціації кардіогенних і некардіогенних причин задишки з високою чутливістю та специфічністю (Al Deeb et al., 2014; Prosen et al. 2011) і подібною або більш позитивною прогностичною цінністю, ніж вимірювання NT-proBNP (Liteplo et al., 2009; Prosen et al. 2011) або рентгенографія легень (Kobal et al., 2005).

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застійна серцева недостатність (ЗСН) у котів супроводжується респіраторним дистресом є небезпечним для життя тварини станом і основною причиною невідкладних візитів власників до лікарні (Lisciandro, 2011; Dickson et al., 2018). Кардіоміопатії, включаючи гіпертрофічну кардіоміопатію (ГКМП) і рестриктивну кардіоміопатію (РКМП), є поширеними захворюваннями серця у котів (Gargani, et al., 2008; Payne., Brodbelt., Luis Fuentes, 2015). Крім того, ГКМП був діагностований у 15 % клінічно здорових котів (Payne., Brodbelt., Luis Fuentes, 2015), що у деяких призводить до розвитку гострої серцевої недостатності, кардіогенного набряку легень, плеврального випоту або іноді артеріальної тромбоемболії (Payne., Brodbelt., Luis Fuentes, 2015). Хоча респіраторний дистрес, спричинений плевральним випотом, швидко зменшується за допомогою торакоцентезу, симптом, спричинений серцевою недостатністю, зазвичай потребує більш інтенсивної терапії та госпіталізації. Так, показник успішної виписки котів із діагнозом хронічна серцева недостатність, які були терміново госпіталізовані, після торакоцентезу, становив 76 % (42 з 55 котів) (Goutal et al., 2010).

Застійна серцева недостатність (ЗСН) є поширеною причиною

респіраторного дистресу у котів. Діагностика ЗСН у котів є особливо складною у тварин із респіраторним дистресом, що обмежує діагностичну оцінку, адже результати клінічного дослідження та рентгенографії у котів часто є неспецифічними. До 40 % котів із застійною серцевою недостатністю можуть не мати шуму в серці після первинного огляду на виявлення ознак респіраторного дистресу (Smith & Dukes-McEwan 2012). Крім того, відомо, що рентгенографічні ознаки набряку легень, збільшення лівого передсердя (ЛП) і розширення легеневих вен у котів із хронічною серцевою недостатністю (ХСН) дуже різноманітні, що ще більше ускладнює діагностику (Schober, Wetl, Drost, 2014).

З'являються інші методи діагностики, такі як тестування біомаркерів на місці надання медичної допомоги і ультразвукове зображення, щоб полегшити більш своєчасну діагностику та спрямоване лікування ХСН у кішок. Тест N-кінцевого про-В-типу натрійуретичного пептиду (NT-proBNP) був корисним для швидкої та точної діагностики ЗСН у котів з респіраторним дистресом і плевральним випотом (Hezzell, et al 2016).

Однак, некардіальні захворювання (важкі респіраторні або ниркові), можуть підвищувати концентрацію NT-proBNP і

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

збільшувати ймовірність
хибнопозитивних результатів.
Ультразвукове дослідження легень і
сфокусоване ультразвукове
дослідження серця також
прискорюють ургентну діагностику
ХСН у котів (Hezzell, et al 2016).

За результатами УЗД легень можна встановити діагноз «кардіогенний набряк легень», виявляючи ультразвукові артефакти, які називаються В-лініями. Ці В-лінії, які також називають «легеневими ракетами», є лінійними, гіперехогенними, лазероподібними артефактами, які простягаються від плеврально-легеневого поділу до дальнього аспекту ультразвукового екрану без згасання та рухаються синхронно з диханням (Lisciandro, Fosgate, Fulton, 2014). Багато досліджень в гуманній медицині (Volpicelli, et al., 2012) і кілька – у ветеринарній (Rademacher, et al., 2014) встановили, що наявність численних В-ліній у пацієнтів із респіраторним дистресом свідчить про ХСН. І навпаки, відсутність В-ліній рішуче спростовує діагноз ХСН (Rademacher, et al., 2014). Однак, хоча В-лінії вказують на ХСН, ці артефакти також можуть бути присутніми у пацієнтів з іншими причинами накопичення рідини в альвеолярно-інтерстиціальних просторах легень (Rademacher, et al., 2014). Виявлення збільшення лівого передсердя під час ехокардіографії, виконане досвідченими клініцистами,

покрощує точність діагностики ХСН, порівняно з клінічним обстеженням котів із респіраторним дистресом [23]. Однак, отримати оптимальне співвідношення лівого передсердя до аорти (LA: Ao) важко у тварин, які відчують респіраторний дистрес, особливо у котів.

Кардіогенний набряк легень є найчастішою причиною вторинного респіраторного дистресу у котів, через підвищення гідростатичного тиску в судинах за лівосторонньої застійної серцевої недостатності (Kealy & McAllister, 2011; Hughes, 2004; Ferasin et al., 2003; Benigni, Morgan, Lamb, 2009). Передбачуваний діагноз «кардіогенний набряк легень» ґрунтується на анамнезі та результатах клінічного обстеження, однак інші респіраторні розлади можуть викликати схожі клінічні ознаки. Рентгенографія грудної клітки є корисним діагностичним методом для підтвердження та характеристики кардіогенного набряку легень. Крім того, відповідь на лікування діуретиками підтверджує спостережувані клінічні та рентгенологічні ознаки. У котів, на відміну від собак, плевральний випіт часто є додатковим проявом лівосторонньої застійної серцевої недостатності і це ускладнює рентгенологічну оцінку змін легеневої паренхіми (Ferasin. Et al., 2003). Рентгенологічні ознаки кардіогенного набряку легень у котів

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

добре описані у навчальній літературі (Kealy & McAlliste, 2011; Hughes, 2004). Однак, лише кілька оригінальних досліджень спеціально сфокусовані на результатах рентгенографічних досліджень тварин за кардіогенного набряку легень (Benigni, Morgan, Lamb, 2009; Ward, Liscandro, DeFrancesco, 2018; Shober, Whatley, Drost, 2014). Рентгенологічні ознаки за кардіогенного набряку легень можуть варіювати від перибронхіальних неструктурованих інтерстиціальних до змішаних інтерстиціальних і альвеолярних легневих картин, залежно від тяжкості накопичення рідини (Kealy & McAlliste, 2011; Hughes, 2004). Однак, кардіогенний набряк легень у котів відомий своїм мінливим зовнішнім виглядом, особливо щодо поширення та розташування. В одному попередньому дослідженні, проведеному на 23 котах, повідомлялося, що кардіогенний набряк легень є переважно дифузним/нерівномірним у легневих полях із переважною вентральною локалізацією (Hassdenteufel et al., 2013).

Отже, рентгенографія органів грудної порожнини вважається достатньо ефективним тестом для виявлення кардіогенного набряку легень; однак результати іноді неоднозначні, і процес отримання рентгенограм може посилити респіраторний дистрес у чутливого до

нього пацієнта. Дослідження діагностичної ефективності УЗД органів грудної порожнини у котів за кардіогенного набряку легень в доступній нам літературі висвітлено недостатньо.

Мета – порівняти ефективність діагностичних тестів під час моніторингу лікування котів за кардіогенного набряку легень.

Матеріали та методи досліджень. Проведена оцінка записів з електронної бази даних ветеринарного центру «Vet House», м. Вінниця у період 2019–2022 років. Для дослідження використовували показники котів, які надходили в центр «Vet House» для стабілізації важкого стану за набряку легень. Діагноз кардіогенний набряк легень ґрунтувався на комбінації: клінічних ознак і результатів клінічного дослідження, що відповідають кардіогенному набряку легень, ехокардіограма, що підтверджує наявність кардіоміопатії, рентгенографії грудної клітки, що демонструє наявність інтерстиціального або альвеолярного легневого малюнка, що відповідає кардіогенному набряку легень; та позитивна клінічна відповідь на застосування фуросеміду (зниження частоти дихання). Додаткові критерії включали виконання наступних діагностичних тестів протягом 6 годин після госпіталізації: УЗД легень, рентгенографія легень, тонометрія, пульсоксиметрія і взяття

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

зразків венозної крові для лабораторної діагностики.

Клінічно важливі діагностичні точки (ДТ) були визначені як початкове звернення для встановлення діагнозу «кардіогенний набряк легень» (тестування завершено протягом 6 годин після госпіталізації (ДТ1); виписка з ветеринарного центру (тестування завершено протягом 2 годин після виписки з ветеринарного центру (ДТ2); перше амбулаторне повторне обстеження після виписки з ветеринарного центру (ДТ3); та подальші повторні обстеження (ДТ4+). Тварини вважалися стабільними для виписки з ветеринарного центру (ДТ2), з частотою дихання <30 дихальних рухів на хвилину. Загальне клінічне дослідження, ЕхоКГ, УЗД, рентгенографія, лабораторна діагностика, тонометрія та пульсоксиметрія були виконані на кожній ДТ. Частоту дихання, серцебиття та термометрію проводили під час УЗД легень на кожній ДТ. Щоб визначити пріоритет стабільності тварини при ДТ1, фармакологічне лікування кардіогенного набряку легень було дозволено до проведення діагностики або між рентгенографією легень та УЗД легень.

Спеціальні дослідження клінічного стану тварин проводили на базі центру «Vet House», з використанням ультразвукового

апарату (GE Logiq E9, країна-виробник США) та рентгенівського апарату (GE 46-270615P2H, країна-виробник Японія). Ультразвукове дослідження проводили з використанням мікроконвексного датчика. Для ультразвукового дослідження легень використовували базовий ультразвуковий пристрій, оснащений мікроконвексним датчиком з частотою 4,0–10,0 МГц. Зображення були отримані з чотирьох стандартизованих акустичних вікон над кожним гемітораком із котами, які стояли або лежали на грудині, для загальною 8 ділянок УЗД (каудодорсальна, перигілярна, середня та краніальна ділянки). З кожного сайту було знято та заархівовано трисекундні кінопетлі. Кожна ділянка оцінювалася на наявність В-ліній у режимі реального часу. За наявності, максимальна кількість В-ліній у міжреберному проміжку була зареєстрована як 0, 1, 2, 3, >3 або нескінченна. Нескінченні В-лінії були записані, якщо численні об'єднані В-лінії не можна було розрізнити окремо. Сайти з >3 або нескінченними В-лініями були оцінені як сильно позитивні сайти. Загальна оцінка В-лінії та загальна кількість сильно позитивних ділянок були підсумовані та записані для кожного УЗД-дослідження, при цьому >3 та нескінченна кількість В-ліній на міжребер'я реєструвалися як 4 та 10 В-ліній, відповідно, для

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

загального підрахунку В-ліній. Після отримання 4 правосторонніх знімків і перед скануванням лівого гемітораксу проводилось ультразвукове сканування серця, що включало двовимірне зображення основи серця по короткій осі з права парастернально, оптимізоване для вимірювання співвідношення LA : Ao. Наявність або відсутність перикардіального випоту також було відмічено з точки зору LA: Ao . Ультразвукова діагностика серця базувалася на двох різних двовимірних ехокардіографічних методах: вимірюванні діаметра лівого передсердя (LA) і кореня аорти (Ao) у ранній діастолі з правої парастернальної проекції по короткій осі біля основи серця для розрахунку співвідношення LA:Ao та діаметра LA вимірювання з правого парастернального чотирикамерного огляду по довгій осі в кінці систоли.

На підставі результатів ехокардіографії коти були розділені на окремі групи. Перша група «фенотип гіпертрофічної кардіоміопатії (ГКМП)» – максимальна кінцева діастолічна товщина стінки лівого шлуночка (ЛШ) на проекції по короткій осі на рівні папілярного м'яза або на проекції з чотирьох камер по довгій осі та виносного тракту ЛШ становила ≥ 6 мм. Друга група «фенотип дилатаційної кардіоміопатії (ДКМП)» – товщина стінки міокарда ЛШ ≤ 5 мм, збільшеним внутрішнім

діаметром ЛШ (тобто діаметр ЛШ у діастолі >14 мм) і частковим укороченням $<28\%$. Третя група «фенотип рестриктивної кардіоміопатії (РКМП)» – розширення LA або двопередсердне розширення з легким потовщенням стінки лівого шлуночка або без нього.

Рентгенографія легень виконувалась у трьох проекціях: латеральна права, латеральна ліва і вентродорсальна. Проведено оцінку силуету серця, легеневих судин і легеневої паренхіми. Інтерстиціальні та/або альвеолярні рисунки класифікували відповідно до їх розподілу (тобто дифузний, мультифокальний або фокальний). Для оцінки розподілу та тяжкості інтерстиціальних або альвеолярних інфільтратів, грудна клітка дорсовентрально була розділена вертикальною лінією вздовж хребта, яка проходить від грудного входу через середину грудної клітки та перпендикулярною лінією через кіль, утворюючи 4 квадранти (лівий краніальний, лівий каудальний, правий краніальний і правий каудальний). Кожен квадрант отримав оцінку: 0 (без інфільтратів), 1 (інфільтрати, що вражали $<25\%$ квадранта), 2 (уражені $25-50\%$ квадранта), 3 (уражені $50-75\%$ квадранта) або 4 (уражено $75-100\%$ квадранта). Сума квадрантів була записана з максимальним потенційним балом набряку легень. Оцінку легеневої паренхіми

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

проводили, спочатку враховуючи наявність інтерстиціальної або змішаної (тобто інтерстиціальної та альвеолярної) картини, що свідчить про кардіогенний набряк легенів. Після цього рентгенографічні картини були класифіковані відповідно до локалізації таким чином: дифузні, коли задіяні всі легеневі поля; перигілярні або вогнищеві, коли залучена одна або більше часток легень. Асиметричний рентгенографічний розподіл фіксували, коли була залучена лише одна частка легень або 2 іпсилатеральні частки; всі інші розподіли вважалися симетричними.

Лабораторні дослідження крові здійснювали на базі діагностичної лабораторії ветеринарного центру. Взяття крові в котів проводили з латеральної чи медіальної вени тазових кінцівок (v. safena). Визначення концентрації Калію, Натрію, Хлору, лактату та показника рН проводили на напіваавтоматичному біохімічному аналізаторі Genrui GE-1. Реагент – пак GE500 (фірма «Genrui», Китай). Вимірювання проби здійснювалося іон-селективними електродами упродовж 1 хв. Для проведення аналізу проби використовували 100 мкл крові.

Статистичний аналіз проводили з використанням персонального комп'ютера та програми Microsoft Office Excel 2007. Для описового аналізу вказані діапазон даних (R – мінімальне та максимальне значення

у вибірці), середнє арифметичне ($\bar{x}$ – сума всіх фіксованих значень вибірки поділена на кількість доданків), стандартна помилка середнього ($\pm m$ – показник точності середнього значення вибірки), середнє квадратичне відхилення (σ – показник розкиду значень випадкової величини відносно її математичного сподівання), медіана ($\tilde{x}$ – величина, що розташована в середині ряду величин), міжквартильний діапазон (IQR – міра розпорошення набору даних, що виражає різницю між 1 та 3 квартилями). Кількість тварин подана як абсолютне значення (n) та відносне (%). Значущість різниці між двома групами перевіряли з використанням т-критерія Ст'юдента. Нормальність розподілу перевіряли за правилом трьох сигм.

Для неінвазивного моніторингу насиченості крові киснем (SpO₂) та частоту пульсу вимірювали пульсоксиметром UT100V (Китай). Пристрій працює з датчиками, що забезпечують вимірювання SpO₂ і частоти пульсу в тварин. Датчик розміщували на непігментованій ділянці, зазвичай це слизові оболонки язика та губ, а також препуцій, вульва, вухо або перетинки між пальцями кінцівок.

Для неінвазивного автоматизованого моніторингу артеріального тиску використовували автоматичний тонометр Pettrust (фірма «BioCare», Тайвань), прилад акумуляторного типу, який вимірює

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

артеріальний тиск (сistolічний, діастолічний та середній) і частоту пульсу в котів на основі принципу плетизмографії. Манжету приладу накладали на основу хвоста тварини. Вираховували середнє значення з 3–4 вимірювань цих показників.

Зразки венозної крові, тонометрію та пульсоксиметрію проводили під час кожної ДТ.

Остаточний результат (дата та причина смерті або дата останнього спостереження, якщо вони живі) реєстрували для всіх котів наприкінці періоду дослідження. Ранній рецидив застійної серцевої недостатності визначався протягом 90 днів після ДТ1.

Результати. Було обстежено 48 котів із діагнозом «кардіогенний набряк легень». Середня маса тіла тварин становила 4,7 (2,1–7,4) кг. Середній вік тварин 8.5 років (від 2 до 15 років). Серед досліджених котів з ознаками кардіогенного набряку легень нами встановлено породні особливості. Це коти різних порід та метиси, з них: британська короткошерста – 16 тварини, європейська короткошерста – 14, шотландська прямоуха – 8, сфінкс – 4, мейнкун – 3, бенгальська – 2, гімалайська – 1. У котів з симптомами кардіогенного набряку легень виявили кардіоміопатію, серед них у:

38 тварин виявили гіпертрофічну кардіоміопатію (ГКМП), 5 тварин – реструктивну кардіоміопатію (РКМП), у 4 тварин – дилатаційну кардіоміопатію (ДКМП), 1 тварини – некласифіковану кардіоміопатію (НКМП).

У тварин, в яких було діагностовано набряк легень, виявлено зміни під час аускультатії легень та серця (шум, ритм галопу, аритмія). У тварин відмічались найчастіше тахіпное, диспное, ортопное, респіраторний дистрес. У пацієнтів виявляли аритмії, шум, слабкий/ниткоподібний пульс та подовження часу наповнення капілярів (ШНК). Під час огляду виявляли бліді слизові оболонки, слабкий пульс, іноді зниження температури тіла під час ректального вимірювання. Для підтвердження діагнозу використовували спеціальні методи дослідження (рентгенографію грудної порожнини, ультразвукову діагностику легень та ехокардіографію, дослідження крові).

Дані клінічного та фізикального обстеження котів з ознаками кардіогенного набряку легень на ДТ1-ДТ3 наведено в Таблиці 1. Двох котів піддали евтаназії між ДТ2 і ДТ3 через гостре ураження нирок, у шести котів – летальний результат між ДТ1 і ДТ2.

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

1. Клінічні дані та діагностичні результати під час госпіталізації (ДТ1), виписці з клініки (ДТ2) і першому повторному огляді (ДТ3) для котів із діагнованим кардіогенним набряком легень, $M \pm m$

Показник	ДТ1	ДТ2	ДТ3
n	48	42	40
Температура тіла (°C)	$37,0 \pm 2$	$38,5 \pm 1$	$38,5 \pm 1$
Lim min-max	32,0–39,4	37,5–39,2	37,7–39,3
Частота дихання (дих/рух/хв)	86 ± 25	$33,0 \pm 11$	$31,0 \pm 11$
Lim min-max	40–240	25–60	22–55
Частота серцевих скорочень (уд/хв)	166 ± 27	130 ± 25	120 ± 25
Lim min-max	109–227	111–240	110–212
УЗД (загальний бал В-лінії)	33 ± 20	15 ± 15	0
Lim min-max	13–53	0–32	0–2
УЗД (загальна кількість сильних позитивних сайтів)	8 ± 2	3	0
Lim min-max	6–8	0–5	0–1
Рентгенографія (оцінка набряку)	8 ± 2	6 ± 2	0
Lim min-max	6–8	4–8	0–8

Примітка. Різниця між показниками котів діагностичних точок виявилась статистично значимою, $P < 0,05$.

Виконання УЗД легень було технічно можливим (усі зображення отримані на всіх 4 анатомічних ділянках у кожному геміторахті) для всіх пацієнтів. Результати загальної оцінки В-лінії та кількості сильних позитивних сайтів для ДТ1-3 наведено в Таблиці 1. Середній час між госпіталізацією та ДТ1 УЗД становив 2 (діапазон 0,5-3) години. Середній час між ДТ1, УЗД та ДТ2 УЗД становив 24 (діапазон, 16-90) години, що приблизно відповідає тривалості госпіталізації для початкової діагностики та лікування кардіогенного набряку легень котів. Принаймні одна сильно позитивна ділянка УЗД (>3 В-ліній на ділянці) була присутня у всіх котів на ДТ1. Як

загальний бал В-лінії, так і кількість сильних позитивних сайтів були знижені при ДТ2 порівняно з ДТ1; середній відсоток зменшення загальної кількості В-ліній між ДТ1 і ДТ2 становив 88 %, а середній відсоток зменшення в сильних позитивних ділянках становив 84 %. На рисунку 1 продемонстровано покращення в одній ділянці УЗД між ДТ1 і ДТ2 у досліджуваного кота. Перший контрольний огляд (ДТ3) відбувся в середньому через 14 днів (діапазон 7-120 днів) після виписки з ветеринарного центру. Данні ультразвукового дослідження легень (загальний бал В-лінії і кількість сильних позитивних ділянок)

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

залишалися нижчими під час ДТЗ,
порівняно з ДТ1.

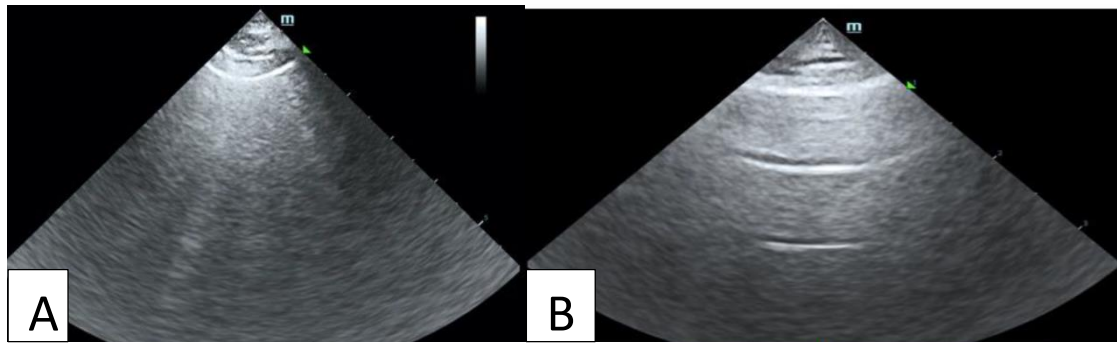


Рис. 1. Зображення УЗД легень одного досліджуваного кота під час первинної діагностики кардіогенного набряку легень (А) порівняно з випискою з клініки після лікування (В). На рисунку (А) нескінченні об'єднані В-лінії, тоді як (В) демонструє розділення В-ліній і повернення нормальних артефактів А-ліній УЗД

Результати рентгенограми грудної клітки при ДТ1-3 зведені в Таблиці 1. Середній час від госпіталізації до ДТ1 рентгенографії становив 2 (діапазон, 0,5-4) години. Десятьом котам завершили рентгенографію грудної клітки перед УЗД легень на ДТ1, тоді як у решти 38 досліджуваних котів УЗД виконали спочатку. Середній абсолютний час між методами візуалізації на ДТ1 становив 1 (діапазон, 0,5-4) години. Порівняно з ДТ1, показник набряку рентгенографічною діагностикою знизився на ДТ2 і ДТ3 із середнім зниженням відповідно на 60 % і 100 %. Не було різниці між показниками набряку рентгенографічним дослідженням при ДТ2 і ДТ3.

Розподіл набряку легень при ДТ1 відрізнявся між УЗД та рентгенографією, так само як і картина зникнення набряку легень

між ДТ1-ДТ2. Розподіл В-ліній був відносно рівномірним для всіх сайтів УЗД як під час ДТ1, так і – ДТ2. Не відрізнявся розподіл В-ліній та сильних позитивних ділянок між лівим і правим гемітораками в ДТ1-ДТ2. На УЗД спостерігали зменшення кількості В-ліній і сильних позитивних сайтів для всіх 8 окремих сайтів УЗД між ДТ1 і ДТ2 (Рис. 2,3). Результати рентгенографічної діагностики під час ДТ1, на відміну від УЗД, свідчать про більш інтенсивніший набряк у правих краніальних квадрантах легень порівняно з лівим краніальними квадрантами. Ця розбіжність рентгенографії не зберігалася на ДТ2, без різниці в розподілі набряку легень між правою та лівою гемітораками, хоча зменшення показників набряку на ДТ2 спостерігалось як для правого, так і для лівого гемітораку порівняно з ДТ1.

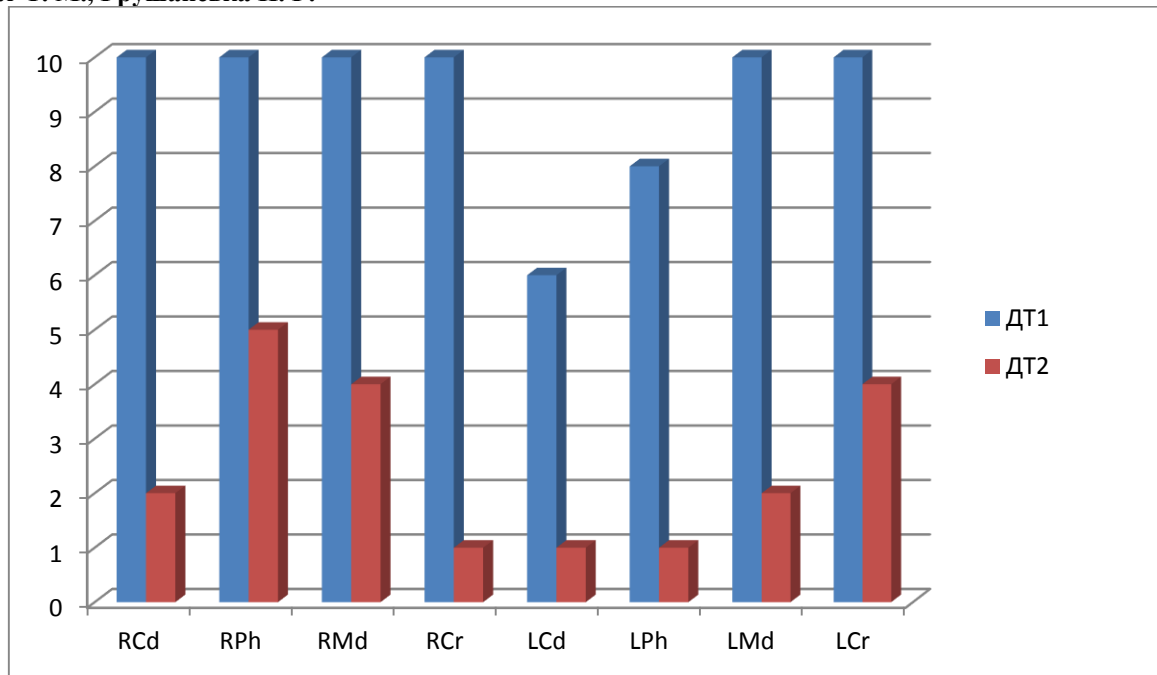


Рис. 2. Кількість В-ліній у кожному з 8 окремих ділянок ультразвукового дослідження легень у порівнянні між госпіталізацією (ДТ1) і випискою (ДТ2) у 48 тварин з кардіогенним набряком легень. Cd (каудальний); Cr (краніальний); Md (середній); Ph (перигілярний); R (праворуч); L (ліворуч)

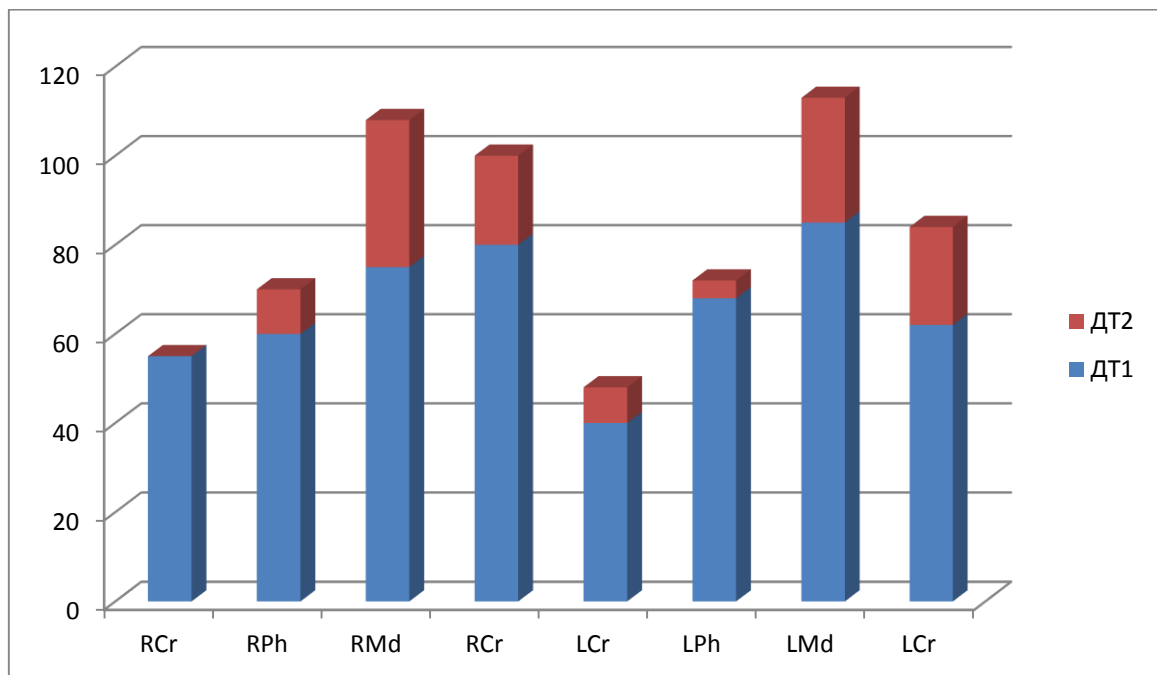


Рис. 3. Відсоток котів із сильними позитивними результатами ультразвукового дослідження легень (>3 В-лінії) у кожному з 8 окремих ділянок УЗД у порівнянні між госпіталізацією (ДТ1) і випискою з клініки (ДТ2) у 48 котів з кардіогенним набряком легень. Cd (каудальний); Cr (краніальний); Md (середній); Ph (перигілярний); R (праворуч); L (ліворуч)

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

Відсоткову зміну між ДТ1 і ДТ2 у загальних В-лініях УЗД легень і балах рентгенографічної діагностики порівнювали для кожної ділянки. Спостерігали зменшення В-ліній на ехограмах у відсотковій різниці між ДТ у правій краніальній ділянці на 82 % і лише 27 % – зменшення показника набряку легень за рентгенографічної діагностики. Зменшення В-ліній на ехограмах лівої краніальної ділянки на 81 % і 31 % – зменшення показників набряку легень під час рентгенографії. Каудальні ліва та права ділянки легень незначно відрізнялися між УЗД і рентгенографічною діагностикою щодо відсоткової зміни між ДТ1 і ДТ2 і складали відповідно 88 % та 75 %.

Обидва індекси УЗД (загальна оцінка В-лінії та кількість позитивних ділянок) корелювали з іншими діагностичними маркерами набряку легень на момент початкового діагнозу. Загальна кількість В-ліній і позитивних ділянок корелювала з частотою дихання, серцебиття, термометрією, показниками пульсової оксиметрії, показником набряку рентгенографічної діагностики та даних аналізів крові під час ДТ1. Відсоткове зниження загальної кількості В-ліній і позитивних ділянок від ДТ1-ДТ2 або ДТ1-ДТ3 також корелювались з відсотковим зниженням серед інших даних моніторингу кардіогенного

набряку легень протягом цих періодів. На відміну від цього, відсоткове зниження показника набряку рентгенографічної діагностики від ДТ1-ДТ2 позитивно корелювало з відсотковим зниженням частоти дихання, пульсової оксиметрії та даних аналізів крові але не корелювало з відсотковим зниженням інших клінічних показників контролю за перебігом кардіогенного набряку легень.

Результати показників лабораторної діагностики Калію, Натрію, Хлору та кислотно-лужної рівноваги, тонометрії та пульсоксиметрії при ДТ1-ДТ2 наведені в Таблиці 2.

Середній час від госпіталізації до ДТ1 лабораторної діагностики, тонометрії та пульсоксиметрії становив 2 (діапазон, 1-4) години. Двадцятьом котам даний моніторинг проводили перед УЗД та рентгенографією легень на ДТ1, тоді як у решти 28 досліджуваних котів після УЗД легень, але перед рентгенографією; середній абсолютний час між методами моніторингу на ДТ1 становив 0,5 (діапазон, 0,5-4) години. Порівняно з ДТ1, показник набряку на рентгенограмах знизився під час ДТ2 і ДТ3 із на 60 % і 100 % відповідно. Не було різниці між показниками набряку на рентгенограмах під час досліджень ДТ2 і ДТ3.

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

2. Біохімічні показники плазми крові та рН крові котів за кардіогенного набряку легенів під час госпіталізації (ДТ1) та виписки з клініки (ДТ2), $M \pm t$

Показник	ДТ1 (n=48)	ДТ2 (n=42)	Фізіологічні межі
рН	7,25±0,5	7,37±0,5	7,34–7,43
Lim _{min-max}	7,2–7,3	7,35–7,4	
Натрій, ммоль/л	139,5± 5,5	148,5± 6,5	148–156
Lim _{min-max}	134–145	142–155	
Калій, ммоль/л	3,31±1	3,75±0,85	3,4–4,7
Lim _{min-max}	2,79–4,26	2,9–4,6	
Хлор, ммоль/л	113,5±5,0	119,0±7,0	117–123
Lim _{min-max}	109–118	112–126	
Лактат, ммоль/л	5,9±0,5	1,6±0,6*	1,15–1,33
Lim _{min-max}	0,7–11,2	1,0–2,2	

Примітка. * - $P \geq 0,05$, порівняно з ДТ1

У 30 тварин реєстрували респіраторний ацидоз, у 18 – показники кислотно-лужної рівноваги не виходили за фізіологічні межі. Ацидоз виникає, коли рН нижче фізіологічної межі. Респіраторний ацидоз є серйозним ускладненням і вказує на наявність дихальної недостатності, що виникає внаслідок кардіогенного набряку легень. Респіраторний ацидоз також може виникати через зниження альвеолярної вентиляції, спричинене нервово-м'язовими аномаліями, пов'язаними з гіпокаліємією ($K^+ < 3$ ммоль/л) і пригніченням дихального центру.

Підвищений рівень лактату в крові виникає, коли швидкість продукування лактату перевищує швидкість кліренсу лактату. Найбільш клінічно важливою причиною підвищення лактату у котів з кардіогенним набряком легень є гіперперфузія та гіпоксія. Лактат не вважається кардіологічним біомаркером. Його перевагою є

низька вартість та легкість визначення. Крім того, накопичення лактату в кровотоці може свідчити про неналежну перфузію тканин, що було пов'язано з погіршенням клінічних умов у пацієнтів із множинною патологією, особливо у відділеннях інтенсивної терапії. У цьому дослідженні ми намагалися дослідити концентрацію лактату в крові у котів з кардіогенним набряком легень на основі передумови, що знижений серцевий викид і надмірна активація симпатичної нервової системи та ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, як відомо, спричиняють невідповідний розподіл крові по всьому тілу, що призводить до гіпоксії та гіперлактатемії (Jorge Cardoso Silva-Filho, et al., 2018). У цьому дослідженні було показано, що вміст лактату в крові підвищується з посиленням застійних явищ, що, ймовірно, є причиною збільшення гіперперфузії. Легка системна гіперперфузія пов'язана з концентрацією лактату в плазмі від

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

2,5 до 4,9 ммоль/л, тоді як помірна та важка гіпоперфузія призводить до концентрації лактату між 5 і 7 ммоль/л та >7 ммоль/л відповідно. Результати нашого дослідження чітко вказують на зростання погіршеної доставки кисню до тканин із загостренням застійної серцевої недостатності, оскільки у котів ДТ2 концентрація лактату в крові була на 72,8 % нижчою, порівняно з цим показником тварин ДТ1.

Вміст Na, Cl і K у котів під час ДТ1 були на 9,4, 6,8 та 17,9 % відповідно нижче, порівняно з нижньою фізіологічною межею. У водній фазі рідин організму Натрій присутній у вигляді заряджених частинок. Натрій є основним фактором, що визначає осмолярність плазми, при цьому гіпернатріємія та гіпонатріємія майже завжди пов'язані з гіперосмолярністю та гіпоосмолярністю. Ймовірною причиною гіпонатріємії у тварин з набряком легень є серцева недостатність. Це може бути наслідком помітно підвищеного накопичення рідини в кровоносній системі, опосередкованого неосмотичним вивільненням вазопресину у відповідь на неадекватний серцевий викид (DiBartola, 2012). Концентрація Cl в сироватці може бути змінена водним балансом. Зміни концентрацій Cl і Na в плазмі пропорційні. Щоб врахувати зміни у водному балансі, концентрація Cl повинна бути оцінена

в поєднанні зі змінами концентрації Na; такий підхід дозволяє розділити порушення Cl на артефактні та скориговані зміни. Скорегована концентрація Cl розраховується як $Cl \times 156/Na$. Нормальна скорегована концентрація Cl у крові котів становить орієнтовно 117-123 ммоль/л (Johnson & de Moraes, 2012). За результатами нашого дослідження, середня скорегована концентрація Cl становила 113,5 ммоль/л, що є нижче нижньої фізіологічної межі. Калій є основним внутрішньоклітинним катіоном у клітинах ссавців. У котів загальна концентрація Калію в організмі становить близько 55 ммоль/кг маси тіла. Приблизно 95 % або більше загального Калію в організмі міститься у внутрішньоклітинній рідині, а решта 5 % – у позаклітинній рідині. Під час транслокації, концентрація Калію в сироватці може змінюватися без змін загального вмісту калію в організмі. Гіпокаліємія пов'язана зі зниженим споживанням калію, переміщенням Калію і збільшенням втрати Калію. Гіпокаліємія у кішок з кардіогенним набряком легень може виникнути внаслідок зниження споживання Калію внаслідок анорексії (Johnson & de Moraes, 2012). Гіперкаліємія може виникнути у котів за кардіогенного набряку легень внаслідок обміну K^+ і H^+ у стані ацидозу або реперфузійного ушкодження (Johnson & de Moraes, 2012). У десяти котів

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

дослідної групи відмічали гіперкаліємію.

Артеріальний тиск вимірювали неінвазивним осцилометричним методом (таблиця 3). Серед досліджуваних котів чотири кішки вважалися гіпотензивними (<90 мм рт. ст.). Середній артеріальний тиск

повинен бути вище 60 мм рт. ст., щоб забезпечити перфузію життєво важливих органів, таких як мозок і нирки. Для підтримки артеріального тиску тваринам з ознаками гіпотонії використовувати добутамін або дофамін у вигляді інфузії з постійною швидкістю.

3. Показники тонометрії та пульсоксиметрії котів за кардіогенного набряку легенів під час госпіталізації (ДТ1) та виписки з клініки (ДТ2), $M \pm m$

Показник	ДТ1 (n=48)	ДТ2 (n=42)	Фізіологічні межі
Середній артеріальний тиск, мм рт. ст.	141,5±53	132,5±33	100-150
Lim min-max	88-195	99-166	
Насичення гемоглобіну киснем, %	72±17	92±7	95-99
Lim min-max	55-89	85-99	

Для оцінювання концентрації насиченого киснем гемоглобіну в крові дослідних тварин, використовували пульсову оксиметрію (SpO_2). Пульсова оксиметрія швидка, неінвазивна і легко переноситься більшістю пацієнтів. Нормальні значення SpO_2 для пацієнта, який дихає повітрям кімнати, складають 95–99 %. Пацієнтів з SpO_2 менше ніж 93 % вважали гіпоксемічними і вони потребували додаткової оксигенації (Zamorska & Grushanska, 2012). Серед котів дослідної групи 8 тваринам було застосовано штучну вентиляцію легень, показники оксигенації цих тварин були нижчими 70 %.

Результати наших досліджень узгоджуються з попередніми дослідженнями, в яких параметри дихання та гемодинаміки

покращилися у всіх пацієнтів між ДТ1 та дослідженням через 24 години. Під час остаточної оцінки ехограм легень 75 % апікальних і лише 38 % базальних областей були без ознак набряку легень (Cortellaro, et al., 2016).

Згідно досліджень J. L. Ward et al. УЗД легень показало більшу кількість позитивних квадрантів на пацієнта ніж рентгенографія, а тварини з лівосторонньою застійною серцевою недостатністю частіше мали на УЗД дифузний або двосторонній каудальний набряк легень (Jessica et al., 2018). За результатами наших досліджень з'ясовано, що розподіл В-ліній був відносно рівномірним для всіх сайтів на ехограмах легень як під час ДТ1, так і ДТ2. Результати цих досліджень узгоджуються з

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

попередніми дослідженнями (Lyholat et al., 2023).

Розподіл позитивних ділянок на ехограмах легень у тварин дослідної групи свідчить про те, що найпоширенішими позитивними ділянками є права та ліва середні ділянки легень, які і були найчастіше уражені. Це відрізняється від результатів ехографічного дослідження собак із кардіогенним набряком легень Lisciandro G.R. et al., які встановили, що перигілярний і каудодорзальний квадранти були частіше позитивними у невеликій кількості хворих тварин (Lisciandro, Fosgate, Fulton, 2014). Також відмінні результати дослідження Diana A. et al., під час рентгенографічного розподілу кардіогенного набряку легень у собак (Diana et al., 2009). Можливим поясненням цих відмінностей є те, що краніальні та каудодорсальні ділянки можуть бути технічно складнішими для зображення, і якість зображення в цих місцях може бути нижчою.

У досліджуваних котів частота серцевих скорочень, частота дихання, артеріальний тиск, пульсоксиметрія, термометрія, рН, електролітів і рівень лактату покращились на ДТ2.

У котів, у яких спостерігався рецидив кардіогенного набряку легень, певні клінічні параметри під час цих рецидивів відрізнялися, порівняно з відповідними параметрами за первинного набряку легень під час ДТ1. Порівняно з ДТ1,

повторні епізоди кардіогенного набряку легень у тварин мали меншу кількісну характеристику В-ліній та кількість позитивних сайтів УЗД, нижчі показники рентгенографічної діагностики набряку, меншу частоту дихання, проте вищі значення співвідношення LA: Ao. Частота серцевих скорочень та температура тіла суттєво не відрізнялись.

Значні зміни частоти дихання, температури тіла та частоти серцевих скорочень були встановлені між ДТ1 і ДТ3. Показники рівня пульсової оксиметрії та електролітів були нижчими під час ДТ1, порівняно з ДТ2, але відрізнялися не значно між ДТ2 і ДТ3. Середні показники були вищими для ДТ3, ніж для ДТ1, що відповідало покращенню якості життя від госпіталізації до першого повторного огляду після виписки. Відмічались значні відхилення показників лактату та рН між ДТ1-2, до ДТ2 вони значно знизились до показників норм і стабілізувались повноцінно на ДТ3. Показники тонометрії між ДТ1-2 змінилися не значно, і були стабільними лише на ДТ3, завдяки підтримуючій терапії в домашніх умовах.

Отже, показники УЗД легень у котів, включаючи загальну кількість В-ліній і кількість позитивних ділянок, покращилися від початкового діагнозу кардіогенний набряк легень до виписки з клініки з продовженням покращення при першому повторному обстеженні.

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

Найбільш значуще зниження рівня В-ліній відбулося між першими 2 ДТ (середній інтервал у 24 години), коли застосовувалося агресивне медикаментозне лікування для контролю кардіогенного набряку легень. Обидва індекси УЗД (загальна оцінка В-лінії та загальна кількість позитивних ділянок УЗД) показали хороші результати для моніторингу зникнення набряку, без явної клінічної переваги.

Висновки і перспективи. Таким чином, артефакти В-лінії швидко покращуються та відстежуються під час ультразвукової діагностики та клінічного покращення стану котів з кардіогенним набряком легень. Перевагою є те, що такий точний метод моніторингу кардіогенного набряку легень, технічно можливо виконувати в усіх ДТ і для всіх котів в зручному положенні тіла через невеликий портал у додатковій кисневій камері. Отже, УЗД може бути ефективним і практичним інструментом для моніторингу кардіогенного набряку легень, без радіаційного опромінення пацієнта та потенційно меншовартісним, порівняно з повторним рентгенографічним дослідженням.

Проведене дослідження також надає інформацію про розподіл та закономірності зменшення ознак набряку легень у котів, оцінених за допомогою УЗД порівняно з рентгенографічною діагностикою. Просторовий розподіл набряку легень

на момент встановлення діагнозу (ДТ1) відрізнявся між УЗД та рентгенографічною діагностикою. За допомогою УЗД виявляли дифузний та симетричний набряк з В-лініями у всіх ділянках, тоді як рентгенографічно набряк проявлявся переважно в каудальних ділянках. Це може свідчити про те, що УЗД, виявляє набряк у краніальних ділянках легень порівняно з рентгенографічною діагностикою. Результати показали рівномірне зменшення набряку від ДТ1 до ДТ2, виявлене за допомогою УЗД для кожної ділянки на відміну від рентгенографічної діагностики. Зменшення ознак набряку в краніальних ділянках легень за допомогою рентгенографічного дослідження було значно меншим, порівняно з результатами УЗД. Ця розбіжність може свідчити про те, що УЗД є кращим за рентгенографію у виявленні наявності або відсутності набряку в краніальних та середніх ділянках легень порівняно з перигілярним та каудальним квадрантами, де обидва способи ідентифікували набряк подібним чином.

Отже, УЗД легень можна розглядати як практичну альтернативу повторному рентгенографічному дослідженню легень для моніторингу кардіогенного набряку легень у котів.

Ультразвукова діагностика легень та серця, рентгенографія

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

легень, клінічний огляд, тонометрія, пульсоксиметрія і лабораторне дослідження електrolітів, рН та лактату були ефективними для виявлення та моніторингу кардіогенного набряку легень у котів. Усі використані діагностичні тести не проявили достатню специфічність, тому підхід до діагностики та моніторингу кардіогенного набряку легень має бути комплексним.

Список використаних джерел

1. Reissig A, Copetti K.C. Current role of emergency ultrasound of the chest. *Crit Care Med* 2011; 39:839–845. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318206d6b8
2. Moore C.L., Copel J.A. Point of care ultrasonography. *The New England Journal of Medicine* 2011; 364:749–757. DOI: 10.1056/NEJMra0909487
3. Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point of care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38:577–591. doi.org/10.1007/s00134-012-2513-4
4. Lichtenstein D., Mézière G., Biderman P. et al. The comet tail artifact: an ultrasound sign of alveolar interstitial syndrome. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1997; 156:1640–1646. doi.org/10.1164/ajrccm.156.5.96-07096
5. Lichtenstein D.A., Mézière G.A. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008 Jul;134(1):117–25. doi: 10.1378/chest.07-2800.
6. Liteplo A.S., Marill K., Villen T., et al. Emergency thoracic ultrasound in the differentiation of the etiology of shortness of breath (ETUDES): sonographic B lines and N terminal pro brain type natriuretic peptide in diagnosing congestive heart failure. *Academic Emergency Medicine* 2009; 16:201–210. doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00347.x
7. Koba S.L., Trento L., Baharami S., et al. Comparison of effectiveness of hand carried ultrasound to bedside cardiovascular

Проте, перспективним є дослідження ефективності діагностичних тестів для прогнозування виживання котів із симптомами кардіогенного набряку легень та апробація на більшій популяції хворих тварин нових діагностичних тестів, які будуть більш чутливими, точними і специфічними для моніторингу перебігу хвороби.

physical examination. *American Journal of Cardiology* 2005; 96:1002–1006. doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.05.060

8. Al Deeb M., Barbic S., Featherstone R., et al. Point of care ultrasonography for the diagnosis of acute cardiogenic pulmonary edema in patients presenting with acute dyspnea: a systematic review and metaanalysis. *Academic Emergency Medicine* 2014; 21:843–852. doi.org/10.1111/acem.12435

9. Prosen G, Klemen P, Štrnad M, et al. Combination of lung ultrasound (a comet-tail sign) and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in differentiating acute heart failure from chronic obstructive pulmonary disease and asthma as cause of acute dyspnea in prehospital emergency setting. *Crit Care* 2011; 15:R114. doi.org/10.1186/cc10140

10. Lisciandro G.R. Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *Veterinary Emergency Critical Care (San Antonio)* 2011; 21:104–122. doi.org/10.1111/j.1476-4431.2011.00626.x

11. Gargani L., Frassi F., Soldati G., et al. Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnoea: a comparison with natriuretic peptides. *European Journal of Heart Failure* 2008; 10:70–77. doi.org/10.1016/j.ejheart.2007.10.009

12. Kealy J., McAllister H. Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat: Kealy J, McAllister H (eds). X-ray and ultrasound diagnostics of dogs and cats. 5th edition. St Louis, MO: Saunders Elsevier, 2011. 199–349. doi.org/10.1016/B978-1-4377-0150-0.10003-7

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

13. Hughes D. Pulmonary edema. In: King L (ed). Textbook of respiratory diseases of dogs and cats. Philadelphia, PA:WB Saunders, 2004. 487–497. DOI: 10.1016/B978-0-7216-8706-3.50070-0
14. Ferasin L., Sturgess C.P., Cannon M.J. etc. Feline idiopathic cardiomyopathy: a retrospective study of 106 cats (1994–2001). Journal of Feline Medicine and Surgery. 2003 Jun;5(3):151-9. DOI: 10.1016/S1098-612X(02)00133-X
15. Benigni L., Morgan N., Lamb C.R. X-ray appearance of cardiogenic pulmonary edema in 23 cats. Journal of Small Animal Practice 2009; 50: 9–14. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2008.00655.x
16. Ward J.L., Lisciandro G.R., DeFrancesco T.C. Prevalence of alveolar-interstitial syndrome in dogs and cats with respiratory distress by lung ultrasound compared with chest radiograph. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care 2018; 28: 415–428. DOI: 10.1111/vec.12750
17. Shober K.E., Whatley E., Drost V.T. Radiographic and echocardiographic assessment of left atrial size in 100 cats with acute left-sided congestive heart failure. Vet Radiol Ultrasound. 2014 Jul-Aug;55(4):359-67. doi: 10.1111/vru.12131.
18. Hassdenteufel E., Henrich E., Hildebrandt N., et al. Assessment of circulating N-terminal pro B-type natriuretic peptide concentration to differentiate between cardiac from noncardiac causes of pleural effusion in cats. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio) 2013; 23:416–422.doi.org/10.1111/vec.12074
19. Dickson D., Little C.J.L., Harris J., Rishniw M. Rapid Assessment with Physical Examination in Dyspnoeic Cats: The RAPID CAT Study. Journal of Small Animal Practice 2018, 59, 75–84. doi.org/10.1111/jsap.12732
20. Payne J.R., Brodbelt D.C., Luis Fuentes V. Cardiomyopathy Prevalence in 780 Apparently Healthy Cats in Rehoming Centres (the CatScan Study). Journal of Veterinary Cardiology 2015, 17, S244–S257. doi.org/10.1016/j.jvc.2015.03.008
21. Goutal C.M., Keir I., Kenney S., Rush J.E., Freeman L.M. Evaluation of Acute Congestive Heart Failure in Dogs and Cats: 145 Cases (2007–2008). Journal of Veterinary Emergency and Critical Care 2010, 20, 330–337. doi.org/10.1111/j.1476-4431.2010.00524.x
22. Liteplo A.S., Murray A.F., Kimberly H.H., Noble V.E. Real-time resolution of sonographic B-lines in a patient with pulmonary edema on continuous positive airway pressure. The American Journal of Emergency Medicine 2010;28:5-8. doi.org/10.1016/j.ajem.2009.08.013
23. Smith S., Dukes-McEwan J. Clinical signs and left atrial size in cats with cardiovascular disease in general practice. Journal of Small Animal Practice 2012;53:27–33. doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01143.x
24. Schober K.E., Wetli E., Drost W.T. Radiographic and echocardiographic assessment of left atrial size in 100 cats with acute left-sided congestive heart failure. Veterinary Radiology & Ultrasound 2014;55:359–367. doi.org/10.1111/vru.12131
25. Hezzell M.J., Rush J.E., Humm K., et al. Differentiation of cardiac from noncardiac pleural effusions in cats using second-generation quantitative and point-of-care NT-proBNP measurements. Journal of Veterinary Internal Medicine 2016;30:536–542. doi.org/10.1111/jvim.13831
26. Lisciandro G.R., Fosgate G.T., Fulton R.M. Frequency and number of ultrasound lung rockets (B-lines) using a regionally based lung ultrasound examination named Vet BLUE (Veterinary Bedside Lung Ultrasound Exam) in dogs with radiographically normal lung findings. Veterinary Radiology & Ultrasound 2014;55:315–322. doi.org/10.1111/vru.12122
27. Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M., et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Journal of Intensive Care Medicine 2012;38:577–591. doi.org/10.1007/s00134-012-2513-4
28. Rademacher N., Pariaut R., Pate J., et al. Transthoracic lung ultrasound in normal dogs and dogs with cardiogenic pulmonary edema: a pilot study. Veterinary Radiology & Ultrasound 2014;55:447–452. doi.org/10.1111/vru.12151

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

29. DiBartola S.P. Metabolic acid-base disorders. In: DiBartola SP, editor. Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice. St Louis: Saunders; 2012. 253–286.

30. Johnson R.A., de Morais H.A. Respiratory acid-base disorders. In: DiBartola SP, editor. Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice. 4th ed. St. Louis: Elsevier; 2012. 292–298.

31. Jorge Cardoso Silva-Filho, Marlos G. Sousa, Evandro Zacché Pereira, Edna M.G. Ortiz, Aparecido Antonio Camacho, et al. Blood lactate increases with the progression of mitral valve disease in dogs. Small animals diseases Pesq. Vet. Bras. 38(09), Sept 2018. doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5169

32. Zamorska T.M., Grushanska N.G. Diagnosis of acute respiratory failure and emergency therapy of pneumonia in cats. based on the materials of "Bulletin of Sumy National Agrarian University", Series: Veterinary Medicine 2021. № 4 (55). 3-11. doi.org/10.32845/bsnau.vet.2021.4.1

33. Cortellaro F., Ceriani E., Spinelli M. et al. Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary edema. Internal and Emergency Medicine 2016. 12(7):1011-1017. doi: 10.1007/s11739-016-1510-y.

34. Jessica L. Ward, Gregory R. Lisciandro, Teresa C. DeFrancesco. Distribution of alveolar-interstitial syndrome in dogs and cats with respiratory distress as assessed by lung ultrasound versus thoracic radiographs. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio) 2018 Sep;28(5):415-428. doi: 10.1111/vec.12750

35. Diana A., Guglielmini C., Pivetta M., et al. Radiographic features of cardiogenic pulmonary edema in dogs with mitral regurgitation: 61 cases (1998–2007). Journal of the American Veterinary Medical Association 2009; 235:1058–1063. doi.org/10.2460/javma.235.9.1058

36. Lyholat T., Grushanska N., Sharandak P., Kostenko V., Rozumniuk A. Ultrasound and x-ray examination of pulmonary edema of a domestic cat. Scientific Journal ScienceRise: Biological Science 2023. №2(35). 25–34. doi.org/10.15587/2519-8025.2023.283679

References

1. Reissig A., & Copetti K.C. (2011). Current role of emergency ultrasound of the chest. Journal Critical Care Medicine, 39:839–845. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318206d6b8

2. Moore C.L., & Copel J.A. (2011). Point of care ultrasonography. The New England Journal of Medicine, 364:749–757. DOI: 10.1056/NEJMr0909487

3. Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M., Lichtenstein D.A., Mathis G., Kirkpatrick A.W., & Petrovic T. (2012). International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence based recommendations for point of care lung ultrasound. Journal of Intensive Care Medicine, 38(4):577-91. doi: 10.1007/s00134-012-2513-4.

4. Lichtenstein D., Mézière G., Biderman P., Gepner A., & Barré O. (1997). The comet tail artifact. An ultrasound sign of alveolar interstitial syndrome. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 156(5):1640-6. doi: 10.1164/ajrccm.156.5.96-07096.

5. Lichtenstein D.A., & Mezière G.A. (2008). Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. Chest. Jul;134(1):117-25. doi: 10.1378/chest.07-2800.

6. Liteplo A.S., Marill K.A., Villen T., Miller R.M., Murray A.F., Croft P.E., & Noble V.E. (2009). Emergency thoracic ultrasound in the differentiation of the etiology of shortness of breath (ETUDES): sonographic B-lines and N-terminal pro-brain-type natriuretic peptide in diagnosing congestive heart failure. Academic Emergency Medicine, 16(3):201-10. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00347.x.

7. Kobal S.L., Trento L., Baharami S., Tolstrup K., Naqvi T.Z., Cercek B., & Siegel R.J. (2005). Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. American Journal Cardiology, 96(7):1002-6. doi: 10.1016/j.amjcard.2005.05.060.

8. Al Deeb M., Barbic S., Featherstone R., Dankoff J., & Barbic D. (2014). Point of care ultrasonography for the diagnosis of acute cardiogenic pulmonary edema in patients presenting with acute dyspnea: a systematic

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

review and meta-analysis. *Journal Academic Emergency Medicine*, 21(8):843-52. doi: 10.1111/acem.12435.

9. Prosen G., Klemen P., Štrnad M., & Grmec S. (2011). Combination of lung ultrasound (a comet-tail sign) and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in differentiating acute heart failure from chronic obstructive pulmonary disease and asthma as cause of acute dyspnea in prehospital emergency setting. *Journal Crit Care*. 15(2):R114. doi: 10.1186/cc10140.

10. Lisciandro G.R. (2011). Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *Journal Veterinary Emergency Critical Care (San Antonio)*. 21:104–122. doi.org/10.1111/j.1476-4431.2011.00626.x

11. Gargani L., Frassi F., Soldati G., Tesorio P., Gheorghide M., & Picano E. (2008). Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnoea: a comparison with natriuretic peptides. *European Journal of Heart Failure*, 10(1):70-7. doi: 10.1016/j.ejheart.2007.10.009.

12. Kealy J., & McAllister H. (2011). Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat: Kealy J, McAllister H (eds). X-ray and ultrasound diagnostics of dogs and cats. 5th edition. St Louis, MO: Saunders Elsevier, 199–349. doi.org/10.1016/B978-1-4377-0150-0.10003-7

13. Hughes D. (2004). Pulmonary edema. In: King L (ed). *Textbook of respiratory diseases of dogs and cats*. Philadelphia, PA: WB Saunders. 487–497. DOI: 10.1016/B978-0-7216-8706-3.50070-0

14. Ferasin L., Sturgess C.P., Cannon M.J., Caney S.M., Gruffydd-Jones T.J., & Wotton P.R. (2003). Feline idiopathic cardiomyopathy: a retrospective study of 106 cats (1994-2001). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, Jun;5(3):151-9. DOI: 10.1016/S1098-612X(02)00133-X

15. Benigni L., Morgan N., & Lamb C.R. (2009). X-ray appearance of cardiogenic pulmonary edema in 23 cats. *Journal of Small Animal Practice*, 50: 9–14. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2008.00655.x

16. Ward J.L., Lisciandro G.R., & DeFrancesco T.C. (2018). Prevalence of

alveolar-interstitial syndrome in dogs and cats with respiratory distress by lung ultrasound compared with chest radiograph. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 28: 415–428. DOI: 10.1111/vec.12750

17. Shober K.E., Whatley E., & Drost V.T. (2014). Radiographic and echocardiographic assessment of left atrial size in 100 cats with acute left-sided congestive heart failure. *Journal Veterinary Radiology & Ultrasound*, Jul-Aug;55(4):359-67. doi: 10.1111/vru.12131.

18. Hassdenteufel E., Henrich E., Hildebrandt N., Stosic A., & Schneider M. (2013). Assessment of circulating N-terminal pro B-type natriuretic peptide concentration to differentiate between cardiac from noncardiac causes of pleural effusion in cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio)*. 23(4):416-22. doi: 10.1111/vec.12074.

19. Dickson D., Little C.J.L., Harris J., & Rishniw M. (2018). Rapid Assessment with Physical Examination in Dyspnoeic Cats: The RAPID CAT Study. *Journal of Small Animal Practice*, 59, 75–84. doi.org/10.1111/jsap.12732

20. Payne J.R., Brodbelt D.C., & Luis Fuentes V. (2015). Cardiomyopathy Prevalence in 780 Apparently Healthy Cats in Rehoming Centres (the CatScan Study). *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, S244–S257. doi.org/10.1016/j.jvc.2015.03.008

21. Goutal C.M., Keir I., Kenney S., Rush J.E., & Freeman L.M. (2010). Evaluation of Acute Congestive Heart Failure in Dogs and Cats: 145 Cases (2007–2008). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 20, 330–337. doi.org/10.1111/j.1476-4431.2010.00524.x

22. Liteplo A.S., Murray A.F., Kimberly H.H., & Noble V.E. (2010). Real-time resolution of sonographic B-lines in a patient with pulmonary edema on continuous positive airway pressure. *The American Journal of Emergency Medicine* 28:5-8. doi.org/10.1016/j.ajem.2009.08.013

23. Smith S., & Dukes-McEwan J. (2012). Clinical signs and left atrial size in cats with cardiovascular disease in general practice. *Journal of Small Animal Practice*, 53:27–33. doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01143.x

Лихолат Т. М., Грушанська Н. Г.

24. Schober K.E., Wetli E., & Drost W.T.(2014). Radiographic and echocardiographic assessment of left atrial size in 100 cats with acute left-sided congestive heart failure. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 55:359–367. doi.org/10.1111/vru.12131

25. Hezzell M.J., Rush J.E., Humm K., Rozanski E.A., Sargent J., Connolly D.J., & Oyama M.A. (2016). Differentiation of Cardiac from Noncardiac Pleural Effusions in Cats using Second-Generation Quantitative and Point-of-Care NT-proBNP Measurements. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(2):536-42. doi: 10.1111/jvim.13831.

26. Lisciandro G.R., Fosgate G.T., & Fulton R.M. (2014). Frequency and number of ultrasound lung rockets (B-lines) using a regionally based lung ultrasound examination named Vet BLUE (Veterinary Bedside Lung Ultrasound Exam) in dogs with radiographically normal lung findings. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 55:315–322. doi.org/10.1111/vru.12122

27. Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M., Lichtenstein D.A., Mathis G., Kirkpatrick A.W., & Petrovic T.(2012). International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS).International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Journal of Intensive Care Medicine*, 38(4):577-91. doi: 10.1007/s00134-012-2513-4.

28. Rademacher N., Pariaut R., Pate J., Saelinger C., Kearney M.T., & Gaschen L. (2014). Transthoracic lung ultrasound in normal dogs and dogs with cardiogenic pulmonary edema: a pilot study. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 4):447-52. doi: 10.1111/vru.12151. Epub 2014 Mar 12. PMID: 24620777.

29. DiBartola S.P.(2012). Metabolic acid-base disorders. In: DiBartola SP, editor. *Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. St Louis: Saunders, 253–286.

30. Johnson R.A., & de Moraes H.A.(2012).Respiratory acid-base disorders. In: DiBartola SP, editor. *Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice*. 4th ed. St. Louis: Elsevier, 292–298.

31. Jorge Cardoso Silva-Filho, Marlos G. Sousa, Evandro Zacché Pereira, Edna M.G. Ortiz, Rodrigo P. Franco, Fernando A. Rosa, & Aparecido Antonio Camacho. (2018). Blood lactate increases with the progression of mitral valve disease in dogs. *Small animals diseases Pesq. Vet. Bras.* 38(09). doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5169

32. Zamorska T.M., & Grushanska N.G. (2021). Diagnosis of acute respiratory failure and emergency therapy of pneumonia in cats, based on the materials of Bulletin of Sumy National Agrarian University, Series: *Veterinary Medicine*, (4 (55), 3-11. doi.org/10.32845/bsnau . vet. 2021.4.1

33. Cortellaro F., Ceriani E., Spinelli M., Campanella C., Bossi I., Coen D., & Cogliati C. (2016). Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary edema. *Internal and Emergency Medicine*, 12(7):1011-1017. doi: 10.1007/s11739-016-1510-y.

34. Jessica L. Ward, Gregory R. Lisciandro, & Teresa C. DeFrancesco.(2018). Distribution of alveolar-interstitial syndrome in dogs and cats with respiratory distress as assessed by lung ultrasound versus thoracic radiographs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio)*, Sep;28(5):415-428. doi: 10.1111/vec.12750.

35. Diana A., Guglielmini C., Pivetta M., Sanacore A., Di Tommaso M., Lord P.F., & Cipone M. (2009). Radiographic features of cardiogenic pulmonary edema in dogs with mitral regurgitation: 61 cases (1998-2007).*Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235(9):1058-63.doi: 10.2460/javma.235.9.1058.

36. Lyholat T., Grushanska N., Sharandak P., Kostenko V., & Rozumniuk A.(2023).Ultrasound and x-ray examination of pulmonary edema of a domestic cat. *Journal ScienceRise: Biological Science*, №2(35). 25–34. doi.org/10.15587/2519-8025.2023.283679

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF DIAGNOSTIC
CARDIOGENIC PULMONARY EDEMA IN CATS****T. M. Lykholat, N. H Grushanska**

Abstract. Chest radiography is considered a reasonably effective test for cardiogenic pulmonary edema, but the results are sometimes ambiguous, and the process of obtaining the radiographs can increase respiratory distress.

The purpose of the study is to compare the effectiveness of diagnostic tests during the monitoring of the treatment of cats for cardiogenic pulmonary edema

For the study, the indicators of cats that came to the "Vet House" center for stabilization of a severe condition due to pulmonary edema were used.

Clinically important diagnostic points (DTs) were defined as the initial presentation for the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema (testing completed within 6 hours of admission; DT1); hospital discharge (testing completed within 2 hours of discharge from the veterinary center (DT2); first outpatient retest after discharge from the veterinary center (DT3). At each of the diagnostic points, diagnostic tests were recorded: clinical examination data (respiratory rate, heart rate, thermometry); ultrasound diagnostics of the heart and lungs; x-ray of the lungs; tonometry, pulse oximetry and laboratory examination of venous blood samples.

Quantitative percentage changes between DT1 and DT2 in the number of total B-lines on lung echograms and signs of pulmonary edema on radiographs were compared for each site. During DT2, the right cranial part of the lung was distinguished by a decrease in B-lines on echograms by 82% and by 27% - a decrease in pulmonary edema according to radiographic assessment. In the left cranial region, an 81% decrease in B-lines on echograms and a 31% decrease in signs of pulmonary edema on radiographs were recorded. The caudal left and right areas of the lungs during DT2 were distinguished by a decrease in B-lines on echograms by 88% and radiographic signs of pulmonary edema by 75%, respectively.

It was established that with the help of ultrasound diagnostics, artifacts in the form of B-lines change quickly during the reduction of signs of pulmonary edema, and are easily tracked. The method is more sensitive compared to radiography when monitoring the course of cardiogenic pulmonary edema in cats.

Keywords: congestive heart failure, cardiomyopathy, monitoring, pulse oximetry, lung x-ray, tonometry, echocardiography

ЗМІНИ МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ У КРОЛІВ ЗА ОПЕРАТИВНОГО ВТРУЧАННЯ НА ШЛУНКУ

Д. О. КОВАЛЕНКО, аспірант, <https://orcid.org/0000-0002-3280-1473>

E-mail: dima.kovalenko.zoolux@gmail.com

М. О. МАЛЮК, доктор ветеринарних наук, професор, завідувач кафедри,

<https://orcid.org/0000-0003-3019-6035>

E-mail: nikolai_malyuk@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid1.1\(107\).2024.018](https://doi.org/10.31548/dopovid1.1(107).2024.018)

Анотація. В дослідженні було досліджено перебіг запального процесу за оперативного втручання на шлунку в кролів, перебіг запального процесу вивчали шляхом дослідження змін морфологічних показників крові, лейкоцитарної формули та вмісту гемоглобіну в крові.

Морфологічні дослідження крові кролів проводили на приладі Mindrai BC-5000, а також мікроскопу Sigeta Biogenic LED (Китай). Лейкоцитарна формула підрахована за формулою Шиллінга та попереднім фарбуванням мазків крові за методом Романовського-Гімза.

В дослідженні було визначено перебіг запального процесу в післяопераційному періоді кролів, який характеризувався загальним лейкоцитозом на 3, 7 доби, за рахунок збільшення нейтрофілів, та змінами у лейкоцитарній формулі.

За результатом дослідження виявили, що перебіг запального процесу у групи яка отримувала лікування та інфільтрацію ділянки гастротомії плазмою збагаченою тромбоцитами пройшов менш виражено ніж у другій групі якій не проводилась інфільтрація ділянки гастротомії плазмою збагаченою тромбоцитами. Лейкоцитоз зі змінами в лейкоцитарній формулі першої групи кролів стабілізувались на 10 добу на відміну від другої групи, яка не отримувала інфільтрації ділянки гастротомії плазмою збагаченою тромбоцитами, але також отримувала мнєдикаментозне лікування. Перебіг процесу лейкоцитозу відбувався за рахунок лімфоцитопенії, та підвищенню кількості нейтрофілів, які чергувались за рахунок попереднього збільшення паличкоядерних нейтрофілів, з подальшим періодом їх зниження та збільшенням кількості сегментоядерних нейтрофілів, які свідчили про фізіологічний перебіг запального процесу та відсутність розвитку септичного процесу в тварин дослідних груп.

Ключові слова: лейкоцитоз, лімфоцитопенія, паличкоядерні нейтрофіли, сегментоядерні нейтрофіли, гематокрит, еритроцити, лейкоцитарна формула

Контроль післяопераційного запального процесу завжди був важливою складовою моніторингу та важливим показником поліпшення

або погіршення загального стану тварини. Також загальний аналіз крові є неодмінною частиною загальних досліджень для визначення

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

загального стану тварини до та після оперативного втручання. Різні відхилення в загальному аналізі крові завжди вказують практикуючим лікарям про наявність або розвиток тих чи інших вірусних, інфекційних або інших патологічних процесів. З урахуванням того що все більше популяризується утримання кролів як хатніх улюбленців, лікарям ветеринарної медицини неодмінно варто знати про норми, можливі зміни та про які патологічні стани може свідчити загальний аналіз крові та зміни лейкоцитарної формули крові кролів. Оскільки все частіше до ветеринарних клінік звертаються власники домашніх кролів розраховуючи на високу якість обслуговування та діагностично-лікувальних заходів при їх необхідності. Саме це спонукало розкрити тематику контролю загального аналізу крові як у клінічно здорових пацієнтів, так і у пацієнтів, які перенесли вимушені оперативні втручання через наявність патологічних станів, які можуть становити пряму загрозу для життя їх улюбленців.

До морфологічних показників крові відносять: еритроцити, тромбоцити, лейкоцити (які в свою чергу поділяються на паличкоядерні та сегментноядерні нейтрофіли, лімфоцити, моноцити, еозинофіли, базофіли), показник гематокриту.

Огляд літератури. Необхідність оперативних втручань на шлунку

обумовлена різними патологічними процесами, такими як сторонні тіла, новоутворення, патології пілоричного сфінктера, тож оперативні втручання можуть мати як діагностичний характер, відбір матеріалу для досліджень при підозрі на новоутворення стінки шлунку, так і лікувальний при наявності сторонніх тіл, ерозивних уражень з хронічними кровотечами, перфорацій. Для діагностики патологічного стану можуть використовуватись різноманітні методи спеціальної та лабораторної діагностики, до яких входять УЗД, ендоскопічне дослідження, рентгенологічне дослідження, клінічний огляд пацієнта та зв'язно аналізи крові. Морфологічні зміни крові разом із змінами лейкоцитарної формули допомагають визначити тип запального процесу, сформулювати прогнози, та корегувати схему лікування. Зміни морфологічних показників крові дають можливість своєчасно виявляти та корегувати або контролювати сам запальний процес, що неодмінно дає позитивний ефект та поліпшує прогноз пацієнта після оперативних втручань. Для визначення типу запального процесу та визначення перебігу запалення широко використовується лейкоцитарна формула, яка є неодмінною частиною контролю післяопераційного стану пацієнтів (Kirov et al., 1979).

Лейкоцитоз буває абсолютним і відносними, фізіологічним і патологічним.

Відомо, що зміни в лейкоцитарній формулі, які виникають в організмі ссавців після початку запального процесу або травми, на фоні одноразового, а також тривалого використання стероїдних препаратів, може триматись 2-4 доби. (Visser et al., 2008). При цьому відбувається вихід юних нейтрофілів у периферичну кров. Слід відмітити, що за лейкоцитозу у тварин може відбуватися зниження кількості лімфоцитів та підвищення кількості гранулоцитів (відносний лейкоцитоз). Для такого виду лейкоцитозу характерна відсутність токсичних змін в клітинах, та не виключена гіперсегментація нейтрофілів. (Klement & Segev, 2005).

Доведено, що дія фактору стресу на організм тварин також викликає підвищення кількості нейтрофілів у периферичній крові. При цьому спостерігається зниження кількості лімфоцитів та еозинофілів. Слід відмітити, що за таких умов не спостерігається токсичних змін в клітинах крові (Nuynhet al., 2016).

Зміни лейкоформули можуть в організмі тварин характеризуватися лівостороннім зсувом ядра, тобто підвищенням кількості лейкоцитів за рахунок збільшення паличкоядерних нейтрофілів і зменшення відсотка сегментоядерних клітин. При цьому можливі токсичні зміни в клітинах.

Науковці стверджують, що під час довготривалих запальних процесів та дії стрес факторів у периферійній крові тварин відбувається підвищення відсотку сегментоядерних нейтрофілів (зрушення ядра вправо) (Honda et al., 2016). Слід відмітити, що зсув ядра вліво характеризується підвищенням рівня паличкоядерних нейтрофілів та мієлоцитів. Він виникає при розвитку гострого запального процесу. Лівосторонній зсув ядра може бути як регенеративний так і дегенеративним (Honda et al., 2016).

Нейтрофілія із регенеративним зрушенням виникає на фоні сильного запального процесу в організмі тварин. При цьому підвищення кількості лейкоцитів відбувається за рахунок юних нейтрофілів, які встигають дозрівати до зрілих сегментоядерних нейтрофілів, що свідчить про адекватну імунну відповідь організму, а прогноз для тварини в такому випадку може бути сприятливим (Tvedten & Raskin, 2012).

Нейтрофілія із дегенеративним зрушенням характеризується збільшенням відсотку паличкоядерних нейтрофілів і зменшення відсотку сегментоядерних. Це свідчить про надмірний запальний процес з яким імунна система пацієнта не може впоратись самостійно. Прогноз для таких пацієнтів несприятливий (Liu & Tian, 2014).

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

Метою дослідження є визначення змін морфологічних показників крові та зміни лейкоцитарної формули за оперативних втручаннях на шлунку у кролів.

Матеріали і методи. Дослідження проводилось на базі кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка. факультету ветеринарної медицини НУБіП України. У дослідженні використовували кролі породи Англійський плямистий «Метелик» в кількості 10 тварин (самці, віком 8 місяців, вагою від 3 до 3,5 кг).

Для формування обох груп було відібрано дослідних тварин однієї вікової групи, ваги та статі. Також для формування чистоти експериментального дослідження їм завчасно було проведено карантинні заходи, вакцинації та обробки від екто та ендопаразитів для запобігання впливу інших інфекційних або паразитарних чинників на чистоту дослідження.

Вакцинацію проводили вакцинами Песторін та Міксорен в 3-ох місячному віці з інтервалом три тижні (ревакцинація проведена одноразово).

Обробку від екто та ендопаразитів проводили препаратом Elanco | Bayer – Advocate (Німеччина) до 4 кг, 1 піпетка на 1 кроля з інтервалом в 3.5 тижні. Обробку тварин проводили двічі.

Було сформовано 2 групи по 5 кролів у кожній. Першій групі проводились введення плазми, збагаченої тромбоцитами в ділянці гастротомії, по місцю розрізу стінки шлунку та лікувальні заходи, а саме антибіотикотерапія енроксилом в дозі 5 мг/кг 1 раз на добу 7 діб, використання прокінетичних засобів, метоклопромід 1 мг/кг кожні 12 годин (3 доби). Також, з метою знеболення, тварини отримували буторфанол в дозі 0.1мг/кг кожні 6 годин, впродовж 7 діб.

Тромбоцитарна маса отримувалась двоступеневим методом центрифугування крові. При цьому перше центрифугування здійснювали при 1500 об/хв впродовж 7 хв. Шар багатої тромбоцитами плазми та лейкоцити відбирали. Суспензію знову центрифугували при 4000 об/хв впродовж 12 хв. Супернатант видаляли, залишаючи на дні пробірки 1 мл плазми, збагаченої тромбоцитами (Sevchenko et al., 2019).

Друга група тварин також отримувала медикаментозне лікування для корекції загального стану, антибіотикотерапія енроксилом в дозі 5 мг/кг 1 раз на добу 7 діб, використання прокінетичних засобів, метоклопромід 1 мг/кг кожні 12 годин (3 доби), а також для знеболення тварини отримували буторфанол в дозі 0.1мг/кг кожні 6 годин, впродовж 7 діб, але інфільтрація шва після

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

гастротомії плазмою збагаченою тромбоцитами не проводилась.

Відбір крові у кролів проводили із яремної вени, з попереднім вистриганням хутра в ділянці відбору. Кров відбирали у пробірки із антикоагулянтом (ЕДТА)

Морфологічні дослідження крові та виведення лейкоформули дослідних тварин проводили на 1, 3, 7, 10, та 14 доби експерименту.

Морфологічні дослідження крові та визначення вмісту гемоглобіну проводились на автоматичному аналізаторі Mindray BC-5000 (Китай). Лейкоцитарна формула (відсоткове співвідношення різних видів лейкоцитів у крові) проводили з використанням лейкоцитарної формули Шиллінга.

Фарбування мазків крові проводилось за методом Романовського-Гімза та подальшим їх дослідженням під мікроскопом Sigeta Biogenic LED (Китай).

Оперативне втручання проводилось шляхом верхньої лапаротомії по білій лінії, від мечеподібного відростку до ділянки пупка. Після лапаротомії проводилась візуалізація шлунку, фіксація шлунку та проведення гастротомії в ділянці великої кривизни шлунку. Ділянка гастротомії ушивалась швом Шміденна, шовним матеріалом Монофаст 4/0 колюча голка (Голнит Україна), проводилась інфільтраційна ін'єкція плазми збагаченої тромбоцитами по місцю гастротомії.

Черевна стінка ушивалась вузловатим швом, підшкірна клітковина безперервним, шкіра внутрішньошкірним монофастом 4/0.

Кролі утримувались по одному у спеціально облаштованих клітках з вільним доступом до води, та 2 разовою годівлею кормом Eiconutrix Critical (Україна).

Статистичну обробку одержаних цифрових даних проводили за параметричним критерієм Стюдента з визначенням середнього арифметичного (М) та його похибки (m). Статистично вірогідними вважали відмінності між двома показниками порівнюваних вибірок при $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ (Kim L., et al. 2021).

Результати дослідження. Під час проведення досліджень, нами було встановлено (табл. 1), що кількість лейкоцитів на першу добу після оперативного втручання збільшилась відносно вихідного стану на 84,5 %, 3 добу у 2,3 раза, 7 добу у 2,2 раза, 10 добу на 75 %, 14 добу на 30,3%.

Отже під час проведення експериментальних досліджень ми встановили, що у тварин першої дослідної групи спостерігався лейкоцитоз впродовж 14 діб експерименту.

Слід відмітити, що кількість лейкоцитів у тварин після оперативного втручання на шлунку була найвища на 3 і 7 доби експерименту. Найменша кількість

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

лейкоцитів у тварин була на 14 добу експерименту.

1. Зміни морфологічних показників крові у кролів першої дослідної групи

Показники	Референтні значення	Вихідний стан	1 доба	3 доба	7 доба	10 доба	14 доба
Лейкоцити, Г/л	5,0-12,0	7,6± 0,4	14,02±0,5***	17,8± 0,4***	16,7±0,3***	13,3± 0,3***	9,9±0,5***
Еритроцити, Т/л	4,0-8,0	7,16± 0,2	7,35±0,2	7,2±0,2	7,2+/- 0,2	7,23±0,18	7,2+/- 0,2
Гематокрит, %	36-55	47,08±1,9	52,4±2*	51±0,9	51,8±1*	50±0,8	48,3±1,2*
Тромбоцити, Г/л	240-650	402,4±36,2	553,2± 29,12*	567,7±33,6*	531,5±10,3**	518,5±11,8*	518,5±11,8*

Примітка: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 порівняно з вихідним станом

Як видно із таблиці 1, кількість еритроцитів у тварин першої дослідної групи після оперативного втручання на шлунку суттєво не змінювалась і залишалася в межах референтних значень впродовж 14 діб експерименту.

Показник гематокриту (табл. 1) виросли на 5 % на першу добу після оперативного втручання, та поступово приходили до попередньої норми впродовж всього післяопераційного періоду. Тобто показник гематокриту коливався в межах фізіологічної норми.

Кількість тромбоцитів (табл. 1), як ми бачимо, виросли на 37 % через добу після оперативного втручання, на третю добу цей показник продовжив свій ріст ще на 4 % і складала 41 % у порівнянні з вихідним станом, тобто на 41 % вище ніж в передопераційному періоді. На сьому добу тромбоцити були підвищені лише на 32 % що свідчить про початок зниження рівня

тромбоцитів в післяопераційному стані, але показник знаходиться в межах фізіологічного значення. Порівняно з вихідним станом кількість тромбоцитів на 10 і 14 доби зупинився на позначці 518,5 Г/л, що на 28,8 % вище вихідного стану, але в межах референтних значень.

На рисунку 1 ми бачимо зміну вмісту гемоглобіну у першої групи кролів залежно від доби після оперативного втручання. Так, ми можемо відмітити зниження гемоглобіну через добу після оперативного втручання на 12,7 % у порівнянні з вихідним станом. Ми відмітили зниження гемоглобіну на третю добу на 15,2 % відносно вихідного стану, та з подальшим зниженням лише на 4,5 % на сьому добу відносно вихідного стану. На десятю добу зниження вмісту гемоглобіну відмічено лише на 3,1 % а на чотирнадцяту на 1 % відносно вихідного стану.

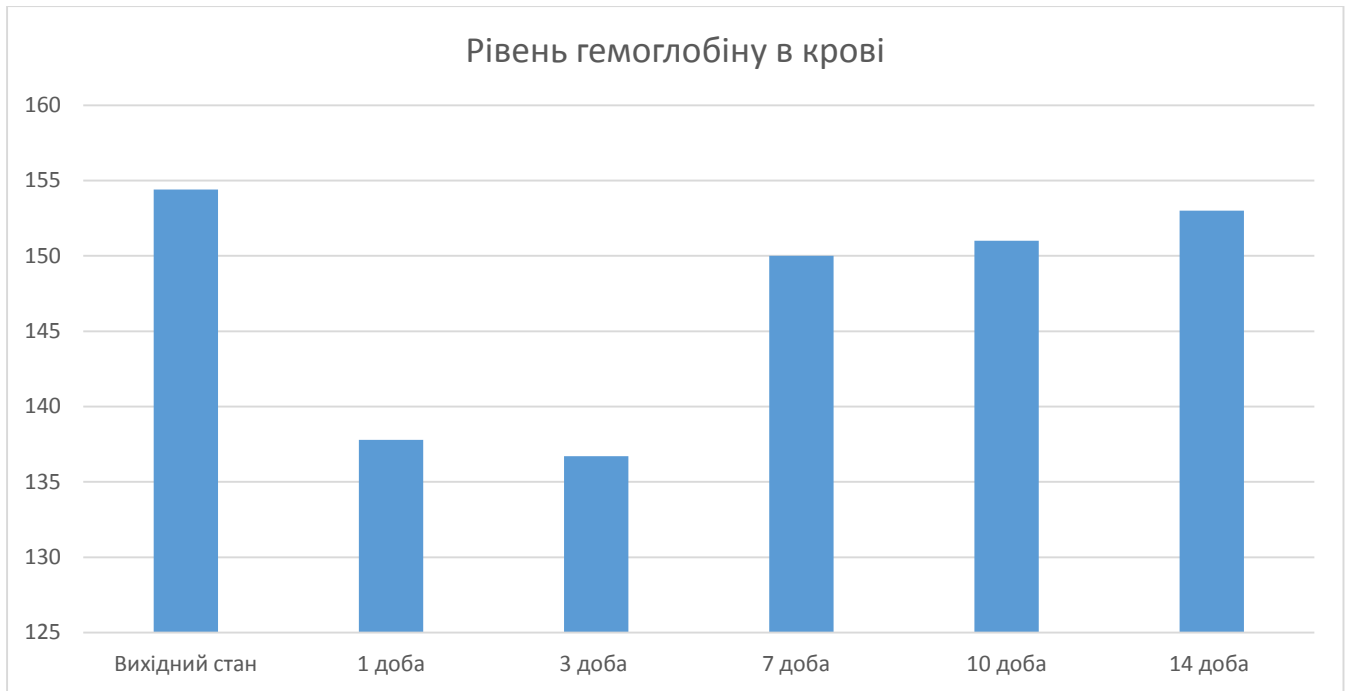


Рис. 1. Зміни вмісту гемоглобіну у кролів першої групи.

Післяопераційний період (табл. 2) характеризувався лімфоцитопенією на 62,23 % в перший післяопераційний день, 57,44 % в третій та сьомий день, 40,95 % на 10-тий день та 24,40 % на 14-тий день у порівнянні з вихідним станом. Рівень сегментоядерних нейтрофілів характеризувався ростом на 51,6 % в першу добу, 58,33 % в третю добу, 61,11 % на сьому добу, та 48,3 на десяту добу. Чотирнадцята доба характеризувалась підвищенням рівня сегментоядерних нейтрофілів на 33,88 %. Порівняння проводилось з вихідним станом пацієнтів. Ріст паличкоядерних нейтрофілів через

добу після оперативного втручання в свою чергу складав 1775 %, на третю добу складав 1212,5 %, на сьому 900 %, а на десяту 87,5 %, чотирнадцята доба характеризувалась підвищенням паличкоядерних нейтрофілів лише на 25 % у порівнянні з вихідним показником. Картина характерна для лейкоцитозу з зсувом в ліву сторону, але в подальшому кількість паличкоядерних нейтрофілів почала знижуватись, що вказувало на правосторонній зсув та нормалізацію запального процесу, а також про ефективність підбраної антибіотикотерапії.

2. Зміни показників лейкоцитарної формули у кролів першої дослідної групи

Показник	Референтні значення	Одиниці вимірювання	Вихідний стан	1 доба	3 доба	7 доба	10 доба	14 доба
Лімфоцити	25-60	%	47+/-2.50	17,75+/- - 1,40** *	20+/- 2,10** *	20+/- 1***	27,75+/- - 1,45** *	35,50+/- - 1,40** *
Нейтрофіли паличкоядерні (палки)	0-3	%	0,40+/-0,30	7,50+/- 1,10** *	5,25+/- 0,85** *	4+/- 0,40** *	0,75+/- 0,40** *	0,50+/- 0,30** *
Нейтрофіли сегментоядерні (сегменти)	35-55	%	45+/-1,30	68,25+/- - 1,15** *	71,25+/- - 1***	72,50+/- - 0,55** *	66,75+/- - 1,35** *	60,25+/- - 1,40** *
Моноцити	0-10	%	3,40+/-0,55	3,75+/- 0,70	1,75+/- 0,20*	2,25+/- 0,20*	3+/- 0,60	2,25+/- 0,30
Еозинофіли	2-10	%	3,60+/-0,70	2,75+/- 0,55	1,75+/- 0,60*	1,75+/- 0,60*	1,75+/- 0,60*	1,50+/- 0,30*
Базофіли	0-8	%	0,60+/-0,30	0	0	0	0	0

Примітка: *P < 0,05; **P < 0.01; ***P < 0.001 порівняно з вихідним станом

Моноцити коливались в межах допустимого значення референтної норми, але було відмічено їх зміни, ріст на 4,16 % в перший післяопераційний день, та подальше зниження на 48,5 % на третю добу, 33,82 % на сьому добу, 11,7 % на десятю добу, та 33,82 % на чотирнадцяту добу.

Еозинофіли в першу добу після оперативного втручання знизились на 23,6 %, на третю, сьому і десятю доби зниження відмічалось на 51,3 %, а на 14 добу сягало 58,3 % у порівнянні з вихідним станом. Базофіли також не виходили за граничні норми, а навпаки було відмічено зниження їх рівня на 100 %.

За результатами гематологічного дослідження другої групи тварин, якій не вводили плазму, збагачену тромбоцитами ми відмічали наступні гематологічні зміни.

Як видно із таблиці 3, рівень лейкоцитів виріс на 70,9 % в перший післяопераційний день, в 2,3 рази на третю добу, а на сьому добу в 2,8 рази, на десятю добу в 2 рази вище вихідного стану. На 14-ту добу рівень лейкоцитів був на 52,3 % вище ніж у вихідному стані.

Кількість еритроцитів у тварин другої дослідної групи після оперативного втручання на шлунку суттєво не змінювався і залишалася в межах референтних значень впродовж 14 діб експерименту.

3. Зміни загального аналізу крові другої групи тварин на різних етапах дослідження

Показники	Референсні норми	Одиниці Вимірювання	Вихідний стан	1 доба	3 доба	7 доб а	10 доб а	14 доба
Лейкоцити	5,0-12,0	г/л	8,6+/- 0,4	14,7+/- 0,4** *	19,8+/- 0,5***	24,5+/- 0,7** *	18+/- 0,4** *	13,1+/- 0,45***
Еритроцити	4,0-8,0	x10 ¹² /л	7,08+/- 0,2	7,1+/- 0,2	7,23 +/-0,1	7,21+/-0,1	7,13+/-0,2	7,2+/- 0,2
Гематокрит	36-55	%	45,26+/- 1,3	48,7+/- 1,8	52,4+/- 2*	51,2+/- 1,6*	50,3+/- 1,3*	48,9+/- 1*
Тромбоцити Г/л	240-650	x10 ⁹ /л	367+/-22,3	526+/- 25,9* *	563+/- 22,8** *	466+/- 15,1* *	404,2 5+/- 12,4	402,2+/- 9

Примітка: *P < 0,05; **P < 0.01; ***P < 0.001 порівняно з вихідним станом

Показник гематокриту (табл. 3) складав 45,26 % у вихідному стані, та в післяопераційному періоді, через добу виріс до 48,7 %, тобто на 7,6 % більше. На третю добу цей показник підвищився на 15,7 %. Слід відмітити, що На сьому добу експерименту показник гематокриту підвищився на 13,1 %. Слід відмітити, що із 10 доби експерименту показник гематокриту почав знижуватись і на 14 до зупинився на значенні 48,9 %.

Кількість тромбоцитів (табл. 3) на першу добу зросла на 43,3 % у порівнянні з вихідним станом, на третю добу вирости ще на 7 % порівняно з третьою добою, та на 50,3 % порівняно з вихідним станом. З сьомої доби визначено зниження рівня тромбоцитів до 466 Г/л, що на 17,2 % менше за показник на третю добу, але на 27 % вище за показник вихідного стану. На десяту та

чотирнадцяту доби зниження відбулось до 402,2 Г/л, що є показником в межах фізіологічних норм, та на 9,5 % вище за показник вихідного стану.

На рисунку 2, ми бачимо зміни вмісту гемоглобіну у другій групі кролів відносно вихідного стану. Зниження вмісту гемоглобіну через добу після оперативного втручання становив 10 %, на третю добу цей показник знизився на 13 %. На сьому добу відмічалась зміна вмісту гемоглобіну на 3 %, і він був на 10 % нижчим у порівнянні з вихідним станом. На десяту добу післяопераційного періоду зниження було на 5 % у порівнянні з вихідним станом, а на чотирнадцяту було отримано аналогічний результат як і на десяту добу, тобто рівень гемоглобіну був нижчим на 5 % відносно вихідного стану.

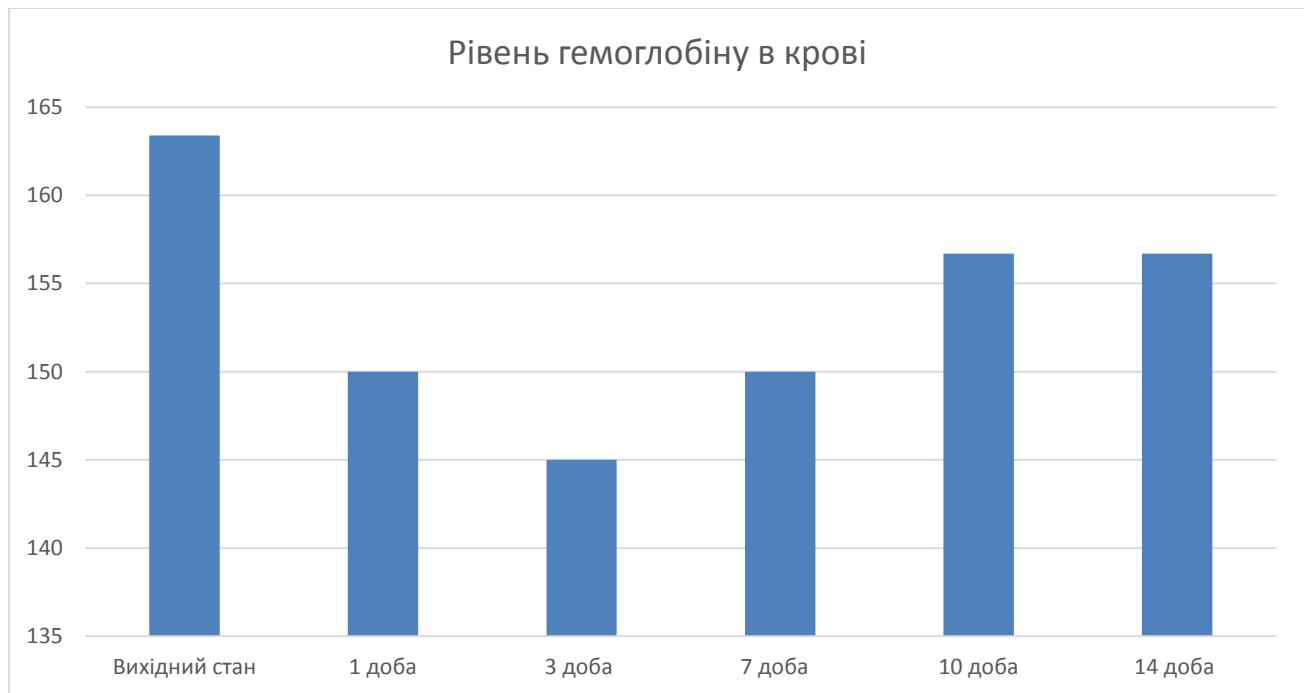


Рисунок 2. Зміни вмісту гемоглобіну у кролів другої групи.

Як ми бачимо з таблиці 4, відсоток лімфоцитів у тварин другої групи також мав аналогічні зміни як і в першій групі. Відсоток лімфоцитів в першу післяопераційну добу знизився на 58,3 %, тобто в 2,4 рази у

порівнянні з вихідним станом. На третю добу зниження було на 57,2 % у порівнянні з вихідним станом, на сьому 57,8 %, а в десятю на 55,6 %, на чотирнадцяту добу знизився на 36,1 % відносно вихідного стану.

4. Зміни лейкоцитарної формули у тварин другої групи

Доби експерименту	Е	Б	Нейтрофіли		Л	М
			С	П		
Вихідний стан	2,2+/-0,40	0	47,6+/-1,	0,2+/-0,20	47,4+/-0,9	2,6+/- 0,55
1 доба	1,25+/-0,20*	0	69+/-0,50***	7,25+/-0,40***	19,75+/-0,75***	2,75+/-0,45
3 доба	1,75+/-0,60	0	66,25+/-2,20***	8+/-0,90***	20,25+/-1,45***	3,75+/-1
7 доба	2,25+/-0,40	0,25+/-0,20	67,50+/-1,20***	7+/-1***	20+/-0,90***	3+/- 0,60
10 доба	2+/-0,25	0,25+/-0,20	69,50+/-1,25***	4+/-0,70***	21+/- 0,70***	3,25+/- 0,80
14 доба	3+/-0,40	0	62+/-1,45***	1,50+/-0,50*	30,25+/-1,35***	3,25+/- 0,20

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$ порівняно з вихідним станом

Ріст гранулоцитів відмічався впродовж всього дослідження, і відбувався за рахунок паличкоядерних нейтрофілів та сегментоядерних нейтрофілів з їх

попереднім чергуванням. Ріст паличкоядерних нейтрофілів був відмічений в першу та третю доби, і складав 400 % або був вищим за референсне значення у 4 рази, з

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

подальшим зниженням та продовженням росту сегментоядерних нейтрофілів, пік якого відзначено на десятій добу і складав 48 % у порівнянні з вихідним станом, що власне і викликало лейкоцитоз у пацієнта в післяопераційному періоді.

Нами відмічено, що відсоток моноцитів зріс на 14 добу експерименту на 47 %.

Еозинофіли та базофіли коливались в межах фізіологічної норми. При цьому еозинофіли виросли на 36 % відносно вихідного стану. Базофіли в свою чергу не мали тенденції до росту, та не мали клінічного значення в післяопераційному періоді.

Обговорення. За результатами морфологічних показників крові, вмісту гемоглобіну та змін лейкоцитарної формули ми встановили відповідні зміни у кролів першої групи. Так, на 30,3 % збільшилась кількість лейкоцитів на 14 добу порівняно з передопераційним показником, а найбільший рівень росту було зареєстровано на 3 добу, і складав на 42,6 % вище норми. Це свідчило про розвиток гострого запального процесу.

Післяопераційний період також характеризувався лімфоцитопенією на 27 % та підвищенням відсотку сегментоядерних нейтрофілів на 72,6 % та паличкоядерних нейтрофілів на 85 %, що характерно

для лейкоцитозу з зсувом в ліву сторону, але в подальшому кількість паличкоядерних нейтрофілів почала знижуватись, що вказувало нам на правосторонній зсув та нормалізацію запального процесу. Отримані результати збігаються з подібним дослідженням (Kang et al., 2017) де проводили дослідження рівня та контролю запального процесу за допомогою лейкоцитарної формули та С-реактивного білку. Хоч в дослідженні і було визначено що рівень запалення здатен відрізнитись залежності від виду та локалізації оперативного втручання, але нами визначено, що тривалість запального процесу здатна варіюватись в залежності від наявності стимулюючої терапії такої як використання плазми, збагаченої тромбоцитами, а також, такої як прокінетики, якщо це оперативне втручання на шлунку, знеболення, антибіотикотерапія для попередження розвитку або лікування септичного процесу.

Результати дослідження загального аналізу крові другої групи вказали нам про можливий більш тривалий термін запального процесу, та ми відмічали повільний правосторонній зсув гранулоцитів, що свідчить про більш тривалий септичний процес, та можливий розвиток вираженого системного запалення з суттєвим погіршенням загального стану та негативним прогнозом для пацієнтів. У другій

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

групі тварин, яка не отримувала стимуляції плазмою збагаченою тромбоцитами лейкоцитоз був присутній впродовж усього досліджу, і на 14 добу експерименту складав 13,15, що на 52 % був вищим за контрольний показник, та на 9,5 % був вище норми, що за динамікою дослідження вказувало на зниження запального процесу, але не повне зниження лейкоцитозу до фізіологічної норми як в першій групі. Що збігається з дослідженням (Smajic et al., 2018.), де визначали частоту розвитку системної запальної відповіді організму у хірургічних хворих та її вплив на результат лікування.

Проспективне дослідження було проведено на 60 пацієнтах, які перенесли абдомінальні хірургічні процедури в період з січня 2014 року по грудень 2015 року в клініці хірургії Університетського клінічного центру Тузла. Методом послідовної вибірки було сформовано дві групи по тридцять осіб. Першу групу склали обстежені, які були підготовлені до планової операції на черевній порожнині, а другу групу — пацієнти, які перенесли екстрену операцію з приводу гострого живота.

Ріст гранулоцитів відмічався протягом всього дослідження, і відбувався за рахунок паличкоядерних та сегментоядерних нейтрофілів з їх попереднім чергуванням. Ріст паличкоядерних нейтрофілів був відмічений в першу та третю добу, та складав 400 %, з

подальшим зниженням та продовженням росту сегментоядерних нейтрофілів, пік якого відзначено на десяту добу і складав 48 % порівняно з контрольним значенням, що на 28 % більше фізіологічних параметрів.

Важливість дослідження загального аналізу крові була підтверджена в гуманній медицині ще за клінічного дослідження (Raymond et al., 2000) яке проводилось в університеті Вірджинії з 1996 по 1999 роки. Також важливість вище згаданих досліджень підтверджують результати (Smajic et al., 2018.).

Отже, моніторинг морфологічних показників крові, лейкоцитарної формули є важливими за оперативного втручання на шлунку тварин.

Висновки.

Встановлено, що у кролів за оперативного втручання на шлунку, які отримували плазму, збагачену тромбоцитами кількість лейкоцитів відновлювалась до фізіологічних параметрів на 14 добу експерименту (9,9 Г/л). У тварин другою дослідної групи, які не отримували плазму збагачену тромбоцитами цей показник на 14 добу був вище фізіологічних параметрів і становив 13,1 Г/л.

За оперативного втручання на шлунку у тварин дослідних груп кількість еритроцитів і тромбоцитів не виходила за межі фізіологічних

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

параметрів впродовж всього періоду досліджень.

Досліджено, що у тварин першої і другої дослідних груп під час операцій на шлунку, лейкоцитоз

відбувався за рахунок підвищення відсотку сегментоядерних нейтрофілів та зниження відсотку лейкоцитів.

Список використаних джерел

1. Zahorec R. Ratio of neutrophil to lymphocyte counts--rapid and simple parameter of systemic inflammation and stress in critically ill. *Bratislavske lekarske listy*, 2001. 102(1), 5–14.

2. Visser, T., Pillay, J., Koenderman, L., & Leenen, L. P. Postinjury immune monitoring: can multiple organ failure be predicted?. *Current opinion in critical care*, 2008. 14(6), 666–672. <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e3283196522>

3. Liu, H., Liu, G., & Tian, Z. *Zhonghua wei zhong bing ji jiu yi xue*, 2014. 26(3), 148–152.

4. Tvedten, H., & Raskin, R. E. Leukocyte Disorders. *Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*, 2012. 63–91. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0657-4.00004-1>

5. Aroch, I., Klement, E., & Segev, G. Clinical, biochemical, and hematological characteristics, disease prevalence, and prognosis of dogs presenting with neutrophil cytoplasmic toxicity. *Journal of veterinary internal medicine*, 2005. 19(1), 64–73. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2005\)19<64:cbahcd>2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2005)19<64:cbahcd>2.0.co;2)

6. Honda, T., Uehara, T., Matsumoto, G., Arai, S., & Sugano, M. Neutrophil left shift and white blood cell count as markers of bacterial infection. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 2016. 457, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2016.03.017>

7. Huynh, M., Boyeaux, A., & Pignon, C. Assessment and Care of the Critically Ill Rabbit. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 2016. 19(2), 379–409. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2016.01.011>

8. Jung, G. H., Hwang, H. K., Lee, W. J., & Kang, C. M. Extremely high white blood cell counts on postoperative day 1 do not

predict severe complications following distal pancreatectomy. *Annals of hepato-biliary-pancreatic surgery*, 2019. 23(4), 377–384. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2019.23.4.377>

9. Sánchez-Solé, R., Pedreira, G., Venzal, J. M., Fonseca-Alves, C. E., & Serdio, P. P. The use of flow cytometry for diagnosis and immunophenotyping in chronic lymphocytic leukemia in a dog: Clinical case report. *Open veterinary journal*, 2022. 12(6), 868–876.

<https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i6.13>

10. Kang, K. T., Son, D. W., Lee, S. H., Song, G. S., Sung, S. K., & Lee, S. W. Variation of C-Reactive Protein and White Blood Cell Counts in Spinal Operation: Primary Fusion Surgery Versus Revision Fusion Surgery. *Korean Journal of Spine*, 2017. 14(3), 66–70.

<https://doi.org/10.14245/kjs.2017.14.3.66>

11. Raymond, D. P., Crabtree, T. D., Pelletier, S. J., Gleason, T. G., Banas, L. E., Patel, S., Pruett, T. L., & Sawyer, R. G. Extremes of white blood cell count do not independently predict outcome among surgical patients with infection. *The American surgeon*, 2000. 66(12), 1124–1131.

12. Smajic, J., Tupkovic, L. R., Husic, S., Avdagic, S. S., Hodzic, S., & Imamovic, S. Systemic Inflammatory Response Syndrome in Surgical Patients. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 2018. 72(2), 116–119.

<https://doi.org/10.5455/medarh.2018.72.116-119>

13. Kim L., Bennell P., Kade L., Paterson P., Ben R., Metcalf B. Effect of Intra-articular Platelet-Rich Plasma vs Placebo Injection on Pain and Medial Tibial Cartilage Volume in Patients With Knee Osteoarthritis. *Journal of the American Medical Association*. 2021. Vol. 326, No. 20. P. 2021–2030. doi: 10.1001/jama.2021.19415 doi:10.1001/jama.2021.19415

14. Kirov, S. M., Shepherd, J. J., & Donald, K. D. Intraoperative and postoperative

Коваленко Д. О., Малюк М. О.

changes in peripheral white blood cell counts: the contribution of stress. *The Australian and New Zealand journal of surgery*, 1979 49(6), 738–742. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.1979.tb06505.x>

References

1. Zahorec R. (2001). Ratio of neutrophil to lymphocyte counts--rapid and simple parameter of systemic inflammation and stress in critically ill. *Bratislavske lekarske listy*, 102(1), 5–14.
2. Visser, T., Pillay, J., Koenderman, L., & Leenen, L. P. (2008). Postinjury immune monitoring: can multiple organ failure be predicted?. *Current opinion in critical care*, 14(6), 666–672. <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e3283196522>
3. Liu, H., Liu, G., & Tian, Z. (2014). *Zhonghua wei zhong bing ji jiu yi xue*, 26(3), 148–152.
4. Tvedten, H., & Raskin, R. E. (2012). Leukocyte Disorders. *Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*, 63–91. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0657-4.00004-1>
5. Aroch, I., Klement, E., & Segev, G. (2005). Clinical, biochemical, and hematological characteristics, disease prevalence, and prognosis of dogs presenting with neutrophil cytoplasmic toxicity. *Journal of veterinary internal medicine*, 19(1), 64–73. [https://doi.org/10.1892/0891-6640\(2005\)19<64:cbahcd>2.0.co;2](https://doi.org/10.1892/0891-6640(2005)19<64:cbahcd>2.0.co;2)
6. Honda, T., Uehara, T., Matsumoto, G., Arai, S., & Sugano, M. (2016). Neutrophil left shift and white blood cell count as markers of bacterial infection. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*, 457, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2016.03.017>
7. Huynh, M., Boyeaux, A., & Pignon, C. (2016). Assessment and Care of the Critically Ill Rabbit. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 19(2), 379–409. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2016.01.011>
8. Jung, G. H., Hwang, H. K., Lee, W. J., & Kang, C. M. (2019). Extremely high white blood cell counts on postoperative day 1 do not predict severe complications following distal pancreatectomy. *Annals of hepato-biliary-pancreatic surgery*, 23(4), 377–384. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2019.23.4.377>
9. Sánchez-Solé, R., Pedreira, G., Venzal, J. M., Fonseca-Alves, C. E., & Serdio, P. P. (2022). The use of flow cytometry for diagnosis and immunophenotyping in chronic lymphocytic leukemia in a dog: Clinical case report. *Open veterinary journal*, 12(6), 868–876. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i6.13>
10. Kang, K. T., Son, D. W., Lee, S. H., Song, G. S., Sung, S. K., & Lee, S. W. (2017). Variation of C-Reactive Protein and White Blood Cell Counts in Spinal Operation: Primary Fusion Surgery Versus Revision Fusion Surgery. *Korean Journal of Spine*, 14(3), 66–70. <https://doi.org/10.14245/kjs.2017.14.3.66>
11. Raymond, D. P., Crabtree, T. D., Pelletier, S. J., Gleason, T. G., Banas, L. E., Patel, S., Pruett, T. L., & Sawyer, R. G. (2000). Extremes of white blood cell count do not independently predict outcome among surgical patients with infection. *The American surgeon*, 66(12), 1124–1131.
12. Smajic, J., Tupkovic, L. R., Husic, S., Avdagic, S. S., Hodzic, S., & Imamovic, S. (2018). Systemic Inflammatory Response Syndrome in Surgical Patients. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 72(2), 116–119. <https://doi.org/10.5455/medarh.2018.72.116-119>
13. Kim L., Bennell P., Kade L., Paterson P., Ben R., Metcalf B. Effect of Intra-articular Platelet-Rich Plasma vs Placebo Injection on Pain and Medial Tibial Cartilage Volume in Patients With Knee Osteoarthritis. *Journal of the American Medical Association*. 2021. Vol. 326, No. 20. P. 2021–2030. doi: 10.1001/jama.2021.19415 doi:10.1001/jama.2021.19415
14. Kirov, S. M., Shepherd, J. J., & Donald, K. D. (1979). Intraoperative and postoperative changes in peripheral white blood cell counts: the contribution of stress. *The Australian and New Zealand journal of surgery*, 49(6), 738–742. <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.1979.tb06505.x>

CHANGES IN MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF BLOOD IN RABBITS DURING GASTRIC SURGERY

D. O. Kovalenko, M. O. Malyuk,

Abstract. *The study of the reaction of the inflammatory process and its nature, depending on the use of drug treatment and without it, was carried out using a study of general blood analysis in rabbits after gastric surgery. In this study, we determined changes in the leukocyte formula of rabbits after surgery. The research material was a general blood test, namely the leukocyte formula of two groups of rabbits, each of which consisted of 5 heads.*

A general blood analysis study was performed on a Mindrai BC-5000 device, but white blood cells were counted manually, using a Goryaev chamber and Türk's solution, as well as a Sigeta Biogenic LED microscope (China). The leukocyte formula was calculated manually according to the Schilling formula and preliminary staining of blood smears according to the Romanovsky-Giemz method.

In the study, the course of the inflammatory process in the postoperative period of rabbits was determined, which was characterized by general leukocytosis on the 3.7th day, due to an increase in neutrophils, and a left-sided followed by a right-sided shift in the leukocyte formula.

According to the results of the study, it was found that the course of the inflammatory process was less pronounced in the group that received treatment. Leukocytosis with changes in the leukocyte formula of the first group of rabbits stabilized on the 10th day, in contrast to the second group that did not receive treatment. The course of the leukocytosis process was due to lymphocytopenia and an increase in the level of neutrophils, which alternated due to a previous increase in rod-shaped neutrophils, followed by a period of their decrease and an increase in the number of segmented neutrophils, which indicated the physiological course of the inflammatory process and the absence of the development of a septic process in the bodies of experimental animals.

Keywords: *eukocytosis, lymphocytopenia, rod-shaped neutrophils, segmented neutrophils, hematocrit, erythrocytes, leukocyte formula*

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

УДК 638.12:638.144:638.16/.17

**МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ТІЛА БДЖІЛ І ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА
ЗА ПІДГОДІВЛІ НАНОЦЕРІЮ ДІОКСИДОМ****Л. М. Нікітіна**, здобувач наукового ступеня доктор філософії,<https://orcid.org/0000-0002-8153-2812>E-mail: lesja.nikitina@gmail.com**Д. А. ЗАСЄКІН**, доктор ветеринарних наук, професор,<https://orcid.org/0000-0001-9358-214X>E-mail: ndizdvtv@gmail.com**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.019](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.019)

Анотація. Пошук ефективних засобів для профілактики захворювань медоносних бджіл є актуальним завданням сьогодення, оскільки Україна входить в п'ятірку лідерів з виробництва та експорту меду на міжнародний ринок. Застосування нанопрепаратів з профілактичною метою за вірусних захворювань бджіл, а також для збагачення продуктів бджільництва біологічно активними сполуками набуває все більшого поширення. Одним з таких засобів є наносполуки церію, зокрема його діоксид, який володіє унікальними антиоксидантними властивостями, корисними як для бджіл, так і для споживачів продуктів бджільництва. Метою досліджень було з'ясувати вплив підгодівлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду на якість меду, мінеральний склад тіла бджіл, меду та воску.

Дослід проведено в 2023 році на базі ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича». Для дослідження було сформовано методом груп-аналогів по 2 групи бджолиних сімей середньої сили: контрольну і дослідну. Весняну підгодівлю бджолиних сімей здійснювали медом з добавкою наноцерію діоксиду в дозі 1 мМ одноразово з розрахунку 1 кг на сім'ю протягом 14 діб. Контрольним сім'ям бджіл згодовували натуральний мед. Показники якості меду визначали згідно чинних нормативних документів, вміст хімічних елементів (Ca, Mg, Zn, Se) у біологічних субстратах бджіл, меду та воску визначали методом оптико-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою на приладі "Optima 2100 DV" (США).

Підгодівля бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду суттєво не впливала на масову частку води, вміст проліну в меді бджолиному, а також діастазну активність меду. При цьому виявлено збільшення вмісту церію в тілі бджіл у 6,2 раза ($p \leq 0,05$), на фоні зниження вмісту магнію на 13,8% ($p \leq 0,05$) та селену на 14,5 % ($p \leq 0,05$) порівняно з контрольною групою. Вміст цинку в тілі бджіл під впливом наноцерію діоксиду не змінювався.

Доведено здатність церію накопичуватись у меді бджолиному за підгодівлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду. При цьому виявлено збільшення вмісту церію у меді бджолиному у 8,6 раза ($p \leq 0,05$) за стабільного

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

рівня магнію, цинку та селену порівняно з аналогічними показниками контрольної групи.

Використання для підгодівлі бджолиних сімей меду з добавкою наноцерію діоксиду практично не впливало на вміст магнію, цинку і селену у воску, але сприяло збільшенню вмісту церію у бджолиному воску в 1,9 раза ($p \leq 0,05$) порівняно з даними контрольної групи. Виявлено сильний ступінь залежності вмісту церію у воску від його вмісту в тілі бджіл – $r=0,77$. Величина достовірності апроксимації дорівнює $R^2=0,78$, тобто 78 % дослідних даних описують дану залежність.

Отримані результати досліджень демонструють здатність бджіл засвоювати наносполуки церію і виробляти мед та віск, збагачені церієм, що може бути використано у профілактиці порушень антиоксидантного стану організму людини і тварин.

Ключові слова: медоносна бджола, наносполуки церію, магній, цинк, селен

Актуальність теми. Для профілактики і лікування багатьох видів захворювань тварин і людини використовується значна кількість нанопрепаратів, зокрема і рідкоземельних металів, до яких відноситься сполуки церію. Оксид наноцерію (CeO_2) – це хімічна сполука, яку отримують випалюванням оксалату церію чи гідроксиду церію. Нанотехнології останнім часом набули широкого розповсюдження в гуманній та ветеринарній медицині, а також у тваринництві, рослинництві та харчовій промисловості (Kořacz et al., 2023; Shcherbakov., Zholobak, Ivanov, 2020). Щодо наночастинок оксиду церію, то вони себе зарекомендували як засоби, здатні підвищувати активність антиоксидантного захисту та ефективність антимікробних препаратів. Крім того, їм притаманна віруліцидна, бактерицидна та фунгіцидна дія (Abdi, Said, Cherif,

2023; Abou-Shaara H, F., Staron M., Staroňová, 2020).

Нині є особливо актуальними дослідження щодо застосування нанопрепаратів з профілактичною метою за вірусних захворювань бджіл, а також для збагачення продуктів бджільництва церієм, оскільки наночастки його оксиду володіють унікальними антиоксидантними властивостями, корисними як для бджіл, так і для споживачів продуктів бджільництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нанорозмірний діоксид церію має ряд специфічних властивостей, включаючи здатність брати участь в оборотних окисно-відновних процесах за фізіологічних температур, надзвичайно низьку розчинність, здатність імітувати функції багатьох природних ферментів і низьку токсичність в організмі тварин і людини (Shcherbakov, Zholobak, Ivanov, 2020). У зв'язку з цим він є важливим

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

матеріалом для ряду сучасних біомедичних застосувань.

Унікальною властивістю наночастинок діоксиду церію є здатність регенерувати свої відновні властивості в біологічному середовищі, проявляючи віруліцидну дію. Крім цього, діоксид церію ефективний як профілактичний засіб при радіотерапії онкологічних захворювань людини, сприяє білоксинтетичній функції печінки, впливає на синтез колагену і стимулює відновлення функціональної активності репродуктивної системи (Kobyliak et al. 2017).

Біологічна активність нанорозмірного CeO_2 визначається високою реакційною здатністю його поверхні та здатністю взаємодіяти з різними органічними сполуками в умовах живого організму. Церію діоксид відноситься до ефективних засобів, здатних впливати на тривалість життя бджіл і продуктивність бджолиних сімей (Kovalchuk et al., 2019).

Встановлено, що для покриття дефіциту природної кормової бази застосовується додаткова стимулююча підгодівля бджолиних сімей медом чи цукровим сиропом з добавками наносполук в якості біологічно активних речовин, яка підвищує їх продуктивність, інтенсивність розвитку та життєздатність (Schulz et al., 2019).

Нині особливої уваги заслуговує вивчення впливу наноцерію діоксиду на організм бджіл, стан бджолиних сімей, якість і безпечність продуктів бджільництва з метою профілактики хвороб, подовження терміну їх продуктивного використання (Shcherbakov, Zholobak, Ivanov, 2020).

Дослідження впливу наноцерію діоксиду на стан бджолиних сімей, тривалість життя бджіл, якість і безпечність продуктів бджільництва дасть змогу встановити ефективну дозу, а також спосіб і тривалість застосування з метою профілактики захворювань бджолиних сімей та збагачення продуктів бджільництва біологічно активним елементом таким як церій.

Мета. З'ясувати вплив підгодівлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду на якість меду, мінеральний склад тіла бджіл, меду та воску.

Методи. Дослід проведено в період з 1.03.2023 до 18.04.2023 року на базі ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича». В досліді використана українська степова порода бджіл *Apis mellifera*.

Для дослідження було сформовано методом груп-аналогів по 2 групи бджолиних сімей середньої сили: контрольну і дослідну. Весняну підгодівлю бджолиних сімей здійснювали медом з добавкою наноцерію діоксиду в дозі 1 мМ одноразово з розрахунку 1 кг на сім'ю протягом 14 діб (27.03.2023 –

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

18.04.2023). Піддослідні сім'ї середньої сили мали по 6-7 рамок обсиджених бджолами.

Контрольним сім'ям бджіл згодовували натуральний мед.

У зрівняльний період, який тривав з 1.03 до 27.03 2023 року, та в кінці основного періоду, який тривав з 27.03 до 18.04 2023 року, з кожної бджолиної сім'ї відбирали проби меду, воску і бджіл для досліджень.

Визначення показників якості меду: масової частки води, діастазної активності і вмісту проліну проводили за ДСТУ 4497:2005 [ДСТУ 4497:2005]. Вміст хімічних елементів (Ce, Mg, Zn, Se) у біологічних субстратах бджіл, меду та воску визначали методом оптико-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (ОЕС-ІЗП) на приладі "Optima 2100 DV" фірми Perkin-Elmer (США) (Андрусишина,

2014). Вміст металів було оцінено методом ОЕС-ІЗП після мікрохвильової мінералізації проб. Використано по 5 особин у групі, визначено елементи у 3 повторностях кожної проби.

Отримані дані обробляли статистично за допомогою програми ANOVA, з обчисленням середнього арифметичного, середнього гармонійного та похибки середнього арифметичного, дані в таблицях подано у вигляді $x \pm SD$. Різницю між групами вважали вірогідною з використанням тесту Tukey при $p \leq 0,05$.

Результати. Підгодівля бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду суттєво не впливала на масову частку води і вміст проліну в меді бджолиному, а також діастазну активність меду (табл. 1).

1. Якість меду бджолиного за підгодівлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду, $x \pm SD$, $n = 4$

Показник	Група	
	контрольна	Дослідна
Масова частка води, %	17,80±1,24	18,85±0,44
Діастазна активність, од. Готе	8,73±2,63	11,88±1,63
Пролін, мг/кг	298,25±48,60	234,00±76,25

Це свідчить про відсутність негативного впливу препарату наноцерію діоксиду на стан бджолиних сімей та їх медову продуктивність.

Підгодівля бджіл медом з добавкою наноцерію діоксиду показала, що концентрація мінеральних елементів у тілі бджіл зазнала суттєвих змін (табл. 2).

2. Мінеральний склад тіла бджіл за підгодовлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду, $\bar{x} \pm SD$, $n = 4$, мкг/г

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Ce	0,18±0,04	1,11±0,09*
Mg	306,36±10,79	263,97±36,63*
Zn	32,92±3,99	33,21±2,98
Se	0,55±0,07	0,47±0,06*

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою

Так, вміст церію в тілі бджіл дослідної групи зріс у 6,2 раза ($p \leq 0,05$) порівняно з аналогічним показником у бджіл контрольної групи, де його значення знаходилось практично на рівні зрівняльного періоду. Це свідчить про те, що наноцерію діоксид, який надходив в організм бджіл з медом, засвоювався і відкладався в їх тілі.

Слід також відмітити, що вміст одного з найважливіших макроелементів для організму бджіл – магнію також піддавався змінам під впливом наноцерію діоксиду. Як видно з даних, наведених у табл. 3.8, вміст магнію у тілі бджіл за підгодовлі медом з добавкою наноцерію діоксиду знизився на 13,8% ($p \leq 0,05$)

порівняно з контрольною групою. Аналогічних змін зазнавав і вміст селену в тілі бджіл за підгодовлі медом з добавкою наноцерію діоксиду. При цьому його рівень у тілі бджіл дослідної групи знизився на 14,5 % ($p \leq 0,05$) порівняно з контрольною групою.

Що стосується вмісту цинку в тілі бджіл, то наноцерію діоксид не впливав на цей показник.

Підгодовля бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду показала, що вміст церію у меді бджолиному зріс у 8,6 раза ($p \leq 0,05$) порівняно з аналогічними показниками контрольної групи (табл. 3).

3. Мінеральний склад меду бджолиного після підгодовлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду, $\bar{x} \pm SD$, $n = 4$, мкг/г

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Ce	0,014±0,005	0,120±0,071*
Mg	10,42±1,39	9,09±3,56
Zn	0,47±0,09	0,51±0,07
Se	1,80±0,37	2,21±0,73

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

Решта мінеральних елементів, а саме вміст магнію, цинку та селену у меді бджолиному за впливу наноцерію діоксиду не змінювався.

Отримані нами результати досліджень щодо вмісту цинку і магнію співпадають з даними щодо мінерального складу квіткового і купажного медів із Східної, Західної та Центральної Словаччини. За даними цих досліджень вміст цинку у досліджуваних пробах медів коливався в межах 0,25-3,82 мг/кг, магнію відповідно 0,10-50,43 мг/кг. У середньому вміст мікроелементів у медах зменшувався в порядку: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ni}$ (Kasapiova, 2009).

Дані, отримані дослідниками з Туреччини, також свідчать про значну варіацію вмісту мінеральних елементів у медах, який залежить від

джерела нектару, медвяної роси, пилку та умов навколишнього середовища (Altunatmaz et al., 2014; Kılıç Altun, 2017; Tafere, 2021).

Отримані нами дані свідчать про залежність вмісту церію в тілі бджіл і меді, який вони виробляють. Одним з важливих продуктів бджільництва є віск, хімічний склад якого залежить від ботанічного складу пилюконосів і медоносів.

Підгодівля бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду практично не впливала на вміст магнію, цинку і селену у воску порівняно з даними контрольної групи (табл. 4).

Лінія регресії показує, що між вмістом церію у воску і тілі бджіл існує прямий лінійний зв'язок (рис. 1).

4. Мінеральний склад воску бджолиного за підгодівлі бджолиних сімей медом з добавкою наноцерію діоксиду, $\bar{x} \pm \text{SD}$, $n = 4$, мкг/г

Показник	Група	
	контрольна	дослідна
Ce	0,048±0,021	0,092±0,042*
Mg	156,42±92,72	182,74±40,30
Zn	1,29±0,70	1,31±0,69
Se	0,80±0,05	0,85±0,14

Примітка: * – $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою

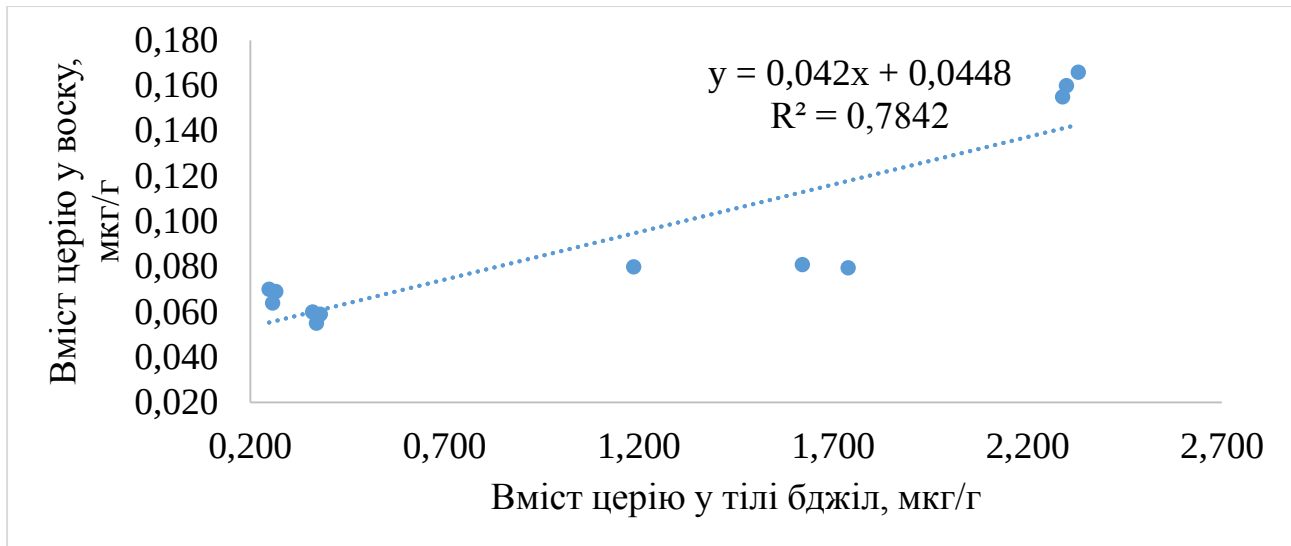


Рис. 1. Залежність вмісту церію у воску від його вмісту в тілі бджіл за підгодовлі бджолиних сімей медом з добавкою наночерію діоксиду, $n = 12$

Однак надходження наночерію в організм бджіл сприяло збільшенню вмісту церію у бджолиному воску в 1,9 раза ($p \leq 0,05$) порівняно з контролем. Отримані дані показали сильний ступінь залежності вмісту церію у воску від його вмісту в тілі бджіл – $r = 0,77$.

Величина достовірності апроксимації дорівнює $R^2 = 0,78$, тобто 78 % дослідних даних описують дану залежність.

Результати досліджень ряду дослідників показали, що на мінеральний склад воску більшою мірою впливав вік стільника та географічне походження медоносів, тоді як вплив джерела підгодовлі чи окремих мінеральних компонентів практично не досліджено [6, 7].

Висновки

1. Підгодовля бджолиних сімей медом з добавкою наночерію діоксиду суттєво не впливала на

масову частку води і вміст проліну в меді бджолиному, а також діастазну активність меду.

2. Використання добавки наночерію діоксиду до меду для підгодовлі бджолиних сімей сприяло збільшенню вмісту церію в тілі бджіл у 6,2 раза ($p \leq 0,05$) за одночасного зниження вмісту магнію на 13,8% ($p \leq 0,05$) та селену на 14,5 % ($p \leq 0,05$). Вміст цинку в тілі бджіл під впливом наночерію діоксиду не змінювався.

3. За підгодовлі бджолиних сімей медом з добавкою наночерію діоксиду виявлено збільшення вмісту церію у меді бджолиному у 8,6 раза ($p \leq 0,05$) за незмінного вмісту магнію, цинку та селену.

4. Підгодовля бджолиних сімей медом з добавкою наночерію діоксиду практично не впливала на вміст магнію, цинку і селену у воску порівняно з даними контрольної групи сприяла збільшенню вмісту

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

церію у бджолиному воску в 1,9 раза ($p \leq 0,05$) порівняно з контролем. Виявлено сильний ступінь залежності

вмісту церію у воску від його вмісту в тілі бджіл – $r=0,77$.

Список використаних джерел

1. Андрусишина І.М., Лампека О.Г., Голуб І.О., Лубянова І.П., Харченко Т.Д. Методичні рекомендації (111) 72.14/133.14. Оцінка порушень мінерального обміну у професійних контингентів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою. 2014. К.: Авіцена, 60 с.
2. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови: [Чинний від 28 грудня 2005 р.]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 21 с
3. Abdi K., Said M., Cherif A. The promise of probiotics in honeybee health and disease management. Archives of Microbiology. 2023. Vol. 205. P. 73. [doi:10.1007/s00203-023-03416-z](https://doi.org/10.1007/s00203-023-03416-z)
4. Abou-Shaara H. F., Staron M., Staroňová D. Potential applications of nanotechnology in apiculture. Entomology and Applied Science Letters. 2020. Vol. 7. Is. 4. P. 1-8.
5. Altunatmaz S. S., Tarhan D., Aksu F., Ozsobaci N. P., Or M. E., Barutcu U. B. Levels of chromium, copper, iron, magnesium, manganese, selenium, zinc, cadmium, lead and aluminium of honey varieties produced in Turkey. Food Science and Technology. 2018. Vol. 39. P. 392–397. [doi:10.1590/fst.19718](https://doi.org/10.1590/fst.19718)
6. Gajger I. T., Kosanović M., Oreščanin V., Kos S., Bilandžić N. (2019). Mineral content in honeybee wax combs as a measurement of the impact of environmental factors. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2019. Vol. 103. Is. 5. P. 697–703. [doi:10.1007/s00128-019-02713-y](https://doi.org/10.1007/s00128-019-02713-y)
7. Hassona N.M., El-Wahed A.A.A. Heavy metal concentrations of beeswax (*Apis mellifera* L.) at different ages. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2023. Vol. 111. P. 26. [doi:10.1007/s00128-023-03779-5](https://doi.org/10.1007/s00128-023-03779-5)
8. Kacaniova M., Knazovicka V., Melich M., Fikselova M., Massanyi P., Stawarz R., Hascik P., Pechociak T., Kuczkowska A., Putała A. (2009). Environmental concentration

of selected elements and relation to physicochemical parameters in honey. Journal of Environmental Science and Health. Part A, Toxic/hazardous Substances & Environmental Engineering. 2009. Vol. 44. Is. 4. P. 414–422. [doi:10.1080/10934520802659802](https://doi.org/10.1080/10934520802659802)

9. Kılıç Altun S., Dinç H., Paksoy N., Temamoğulları F. K., Savrunlu M. Analyses of mineral content and heavy metal of honey samples from south and east region of Turkey by using ICP-MS. International Journal of Analytical Chemistry. 2017. № 6391454. [doi:10.1155/2017/6391454](https://doi.org/10.1155/2017/6391454)

10. Kobylak N., Virchenko O., Falalyeyeva T., Kondro M., Beregova T., Bodnar P., Shcherbakov O., Bubnov R., Caprnda M., Delev D., Sabo J., Kruzliak P., Rodrigo L., Opatrilova R., Spivak M. Cerium dioxide nanoparticles possess anti-inflammatory properties in the conditions of the obesity-associated NAFLD in rats. Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie. 2017. Vol. 90. P. 608–614. [doi:10.1016/j.biopha.2017.03.099](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.03.099)

11. Kołacz R., Iakubchak O., Taran T., Hryb J. Safety and quality indicators of rapeseed and sunflower honey from different regions of Ukraine. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences. 2023. Vol. 14. Is. 1. P. 39-56. [doi:10.31548/veterinary1.2023.39](https://doi.org/10.31548/veterinary1.2023.39)

12. Kovalchuk I., Dvylyuk I., Leczyk Y., Dvylyuk I., Gutty B. Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2019. Vol. 10. Is. 2. P. 177–181. [doi:10.15421/021926](https://doi.org/10.15421/021926)

13. Schulz M., Łos A., Grzybek M., Scibior R., Strachecka A. Piperine as a new natural supplement with beneficial effects on the life-span and defence system of honeybees. Journal of Agricultural Science. 2019. Vol. 157. P. 140–149. [doi:10.1017/S0021859619000431](https://doi.org/10.1017/S0021859619000431)

14. Shcherbakov A.B., Zholobak N.M., Ivanov V.K. Biological, biomedical and pharmaceutical applications of cerium oxide.

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

Cerium Oxide (CeO₂): Synthesis, Properties and Applications. 2020. P. 279–358. [doi:10.1016/b978-0-12-815661-2.00008-6](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815661-2.00008-6)

15. Tafere D. A. Chemical composition and uses of honey: a review. *Journal of Food Science and Nutrition Research*. 2021. Vol. 3. Is. 4. P. 194-201 [doi:10.26502/jfsnr.2642-11000072](https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000072)

References

1. Andrusyshina, I.M., Lampeka, O.G., Golub, I.O., Lubyanova, I.P., & Kharchenko, T.D. (2014). Methodological recommendations (111) 72.14/133.14 Assessment of mineral metabolism disorders in professional contingents using the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma. *Avicenna*, 60.

2. DSTU 4497:2005 Natural honeys. Specifications. [Effective from December 28, 2005]. *Derzhspozhivstandard of Ukraine*, 2005. 21 (National Standards of Ukraine)

3. Abdi, K., Said, M., & Cherif, A. (2023). The promise of probiotics in honeybee health and disease management. *Archives of Microbiology*. 205, 73. [doi:10.1007/s00203-023-03416-z](https://doi.org/10.1007/s00203-023-03416-z)

4. Abou-Shaara, H. F., Staron, M., & Staroňová, D. (2020). Potential applications of nanotechnology in apiculture. *Entomology and Applied Science Letters*, 7 (4), 1-8.

5. Altunatmaz, S. S., Tarhan, D., Aksu, F., Ozsobaci, N. P., Or, M. E., & Barutcu, U. B. (2018). Levels of chromium, copper, iron, magnesium, manganese, selenium, zinc, cadmium, lead and aluminium of honey varieties produced in Turkey. *Food Science and Technology*, 39, 392–397. [doi:10.1590/fst.19718](https://doi.org/10.1590/fst.19718)

6. Gajger, I. T., Kosanović, M., Oreščanin, V., Kos, S., & Bilandžić, N. (2019). Mineral content in honeybee wax combs as a measurement of the impact of environmental factors. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 103(5), 697–703. [doi:10.1007/s00128-019-02713-y](https://doi.org/10.1007/s00128-019-02713-y)

7. Hassona, N.M., & El-Wahed, A.A.A. (2023). Heavy metal concentrations of beeswax (*Apis mellifer* L.) at different ages. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 111, 26. [doi:10.1007/s00128-023-03779-5](https://doi.org/10.1007/s00128-023-03779-5)

8. Kacaniova, M., Knazovicka, V., Melich, M., Fikselova, M., Massanyi, P.,

Stawarz, R., Hascik, P., Pechociak, T., Kuczkowska, A., & Putała, A. (2009). Environmental concentration of selected elements and relation to physicochemical parameters in honey. *Journal of Environmental Science and Health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering*, 44(4), 414–422. [doi:10.1080/10934520802659802](https://doi.org/10.1080/10934520802659802)

9. Kılıç Altun, S., Dinç, H., Paksoy, N., Temamoğulları, F. K., & Savrunlu, M. (2017). Analyses of mineral content and heavy metal of honey samples from south and east region of Turkey by using ICP-MS. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2017, 6391454. [doi:10.1155/2017/6391454](https://doi.org/10.1155/2017/6391454)

10. Kobyliak, N., Virchenko, O., Falalyeyeva, T., Kondro, M., Beregova, T., Bodnar, P., Shcherbakov, O., Bubnov, R., Caprnda, M., Delev, D., Sabo, J., Kruzliak, P., Rodrigo, L., Opatrilova, R., & Spivak, M. (2017). Cerium dioxide nanoparticles possess anti-inflammatory properties in the conditions of the obesity-associated NAFLD in rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie*, 90, 608–614. [doi:10.1016/j.biopha.2017.03.099](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.03.099)

11. Kołacz, R., Iakubchak, O., Taran, T., & Hryb, J. (2023). Safety and quality indicators of rapeseed and sunflower honey from different regions of Ukraine. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 14(1), 39-56. [doi:10.31548/veterinary1.2023.39](https://doi.org/10.31548/veterinary1.2023.39)

12. Kovalchuk, I., Dvylyuk, I., Lecyk, Y., Dvylyuk, I., & Gutyj, B. (2019). Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(2), 177–181. [doi:10.15421/021926](https://doi.org/10.15421/021926)

13. Schulz, M., Łos, A., Grzybek, M., Scibior, R., & Strachecka, A. (2019). Piperine as a new natural supplement with beneficial effects on the life-span and defence system of honeybees. *Journal of Agricultural Science*, 157, 140–149. [doi:10.1017/S0021859619000431](https://doi.org/10.1017/S0021859619000431)

14. Shcherbakov, A. B., Zholobak, N. M., & Ivanov, V. K. (2020). Biological, biomedical and pharmaceutical applications of

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

cerium oxide. Cerium Oxide (CeO₂): Synthesis, Properties and Applications, 279–358.
[doi:10.1016/b978-0-12-815661-2.00008-6](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815661-2.00008-6)Journal of Food Science and Nutrition Research, 3(4), 194-201
[doi:10.26502/jfsnr.2642-11000072](https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000072)

15. Tafere, D. A. (2021). Chemical composition and uses of honey: a review.

MINERAL COMPOSITION OF BEES AND BEE PRODUCTS UNDERFEEDING WITH CERIUM DIOXIDE

L. M. Nikitina, D. A. Zasiakyn

Abstract. *The search for effective means to prevent diseases of honey bees is a relevant task today, as Ukraine is among the top five producers and exporters of honey to the international market. The use of nano preparations for preventive purposes against viral diseases of bees, as well as for enriching bee products with biologically active compounds, is becoming increasingly widespread. One such means is cerium nano-compounds, particularly its dioxide, which possesses unique antioxidant properties beneficial for both bees and consumers of bee products. The research aimed to investigate the effect of feeding bee colonies with honey containing cerium dioxide on the quality of honey, mineral composition of bee bodies, honey, and beeswax.*

The research was conducted in 2023 at the National Scientific Center "Institute of Beekeeping named after P.I. Prokopovich." For the study, two groups of bee colonies of medium strength were formed by the method of analog groups: control and experimental. Spring feeding of bee colonies was carried out with honey containing cerium dioxide at a dose of 1 mm once a day for 14 days, calculated at 1 kg per colony. Control bee colonies were fed natural honey. The quality indicators of honey were determined according to current regulatory documents, and the content of chemical elements (Ce, Mg, Zn, Se) in bee biological substrates, honey, and beeswax was determined by optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma on the "Ortima 2100 DV" device (USA).

Feeding bee colonies with honey containing cerium dioxide significantly did not affect the moisture content, proline content in bee honey, and diastase activity of honey. At the same time, an increase in cerium content in bee bodies by 6.2 times ($p \leq 0.05$) was found, against a decrease in magnesium content by 13.8% ($p \leq 0.05$) and selenium by 14.5% ($p \leq 0.05$) compared to the control group. The zinc content in bee bodies under the influence of cerium dioxide did not change. The ability of cerium to accumulate in bee honey under the feeding of bee colonies with honey containing cerium dioxide was proven. At the same time, an increase in cerium content in bee honey by 8.6 times ($p \leq 0.05$) against a stable level of magnesium, zinc, and selenium compared to the control group was found.

The use of honey containing cerium dioxide for feeding bee colonies practically did not affect the magnesium, zinc, and selenium content in beeswax but contributed to an increase in cerium content in beeswax by 1.9 times ($p \leq 0.05$) compared to the control group. A strong degree of dependence of cerium content in beeswax on its content in bee bodies was found, with $r=0.77$. The reliability of the approximation is $R^2 = 0.78$, that is, 78% of the research data describe this dependence.

Нікітіна Л. М., Засєкін Д. А.

The obtained research results demonstrate the ability of bees to assimilate cerium nano-compounds and produce honey and beeswax enriched with cerium, which can be used in the prevention of disturbances in the antioxidant status of the human and animal body.

Keywords: honeybee, cerium nano-compounds, magnesium, zinc, selenium

ПОШИРЕНІ ПРИЧИНИ АБОРТУ У КОРІВ**Б. Ю. НИЖНИК**², аспірант, <https://orcid.org/0000-0001-5846-8480>**О. А. ВАЛЬЧУК**², кандидат ветеринарних наук, завідувач кафедри,
<https://orcid.org/0000-0002-4178-0352>**Т. О. КАТАЄВА**¹, завідувачка лабораторії молекулярної діагностики,
<https://orcid.org/0000-0002-5058-6535>**Д. В. ДРЕВАЛЬ**¹, завідувач лабораторією бактеріології та патанатомії,
<https://orcid.org/0000-0003-4184-3189>**І. М. ДЕРКАЧ**², доктор ветеринарних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-0149-7923>¹**ТОВ «Центр Ветеринарної Діагностики»**²**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.020](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.020)

Анотація. Метою цього дослідження є визначення етіології абортів у корів. Дослідження проводили в період з 2019 по 2022 рр. Було досліджено 162 випадки абортів з 65 господарств із 14 областей України. У дослідженні використовували патологоанатомічний, гістологічний, бактеріологічний та молекулярно-генетичний методи. Етіологічний діагноз встановлений у 24,07 %, імовірний етіологічний діагноз – у 29,01 % та діагноз, аборт невизначеної етіології – у 46,91 % випадках. Аборт зі встановленою етіологією у 30,77 % випадків був викликаний бактеріями, у 10,26 % – вірусами, у 28,21 % – найпростішим та у 30,77 % – змішаною інфекцією. Аборт зі встановленою імовірною етіологією у 10,64 % випадків був викликаний бактеріями, у 25,53% – вірусами, у 34,04 % – найпростішим та у 29,79 % – змішаною інфекцією. Найпоширенішими інфекційними агентами є: BHV-4 виявлений у 11, *N. Caninum* – у 9, та *Coxiella burnetii* – у 6 областях країни. Також були виділені зоонозні патогени – *Leptospira* spp., *Coxiella burnetii*, *Salmonella* spp., *Campylobacter fetus*, *Listeria monocytogenes*. *Neospora caninum* – найпоширеніша причина абортів великої рогатої худоби. Серед патологоанатомічних змін найчастіше реєстрували: набряк плаценти, іктеричність печінки, нерівномірно забарвлена печінка, гіперемія головного мозку, множинні смужки білого кольору в скелетних м'язах, осередки сіро-білого кольору в печінці, крововиливи на/у внутрішніх органах, плацентит. Також значна частина плодів і/або плацент були в стані автолізу. Основними патогістологічними змінами були: енцефаліт, гліоз, перикардит, міокардит, ендокардит, міозит, гепатит, пневмонія, плацентит. Патологоанатомічне та патогістологічне дослідження плода та плаценти має важливе значення для встановлення етіології абортів.

Ключові слова: аборт, велика рогата худоба, діагностика, антропозоонози, BHV-4, *Salmonella* spp., *Coxiella burnetii*, *Neospora caninum*, *Campylobacter fetus*, *Leptospira* spp.

Вступ. Потомство життєво важливе для сталого виробництва яловичини та молока. Тому оптимальний рівень відтворення є пріоритетом у тваринництві. А аборт є одним із найпоширеніших факторів, який негативно впливає на відтворення великої рогатої худоби. Аборт у корів вважається переривання вагітності на стадії плода, між 42 і 260 днем (Van Loo et al., 2021).

У багатьох дослідницьких статтях повідомляється, що аборти у корів варіюються від 5 до 12 % (Moore et al., 2021), а в роботі Мее, J. F. (2023), за різними даним, від 2 до 31 % по стаду.

Причини абортів можуть бути різноманітні. У корів їх можна поділити на аборти інфекційної та неінфекційної етіології. Так до неінфекційних причин абортів відносимо:

отруєння нітратами/нітритами, ізокупресиновою кислотою (ICA), яка міститься у хвої (*Pine ponderosa*), мікотоксинами (висока концентрація зеараленону чи алкалоїдів ріжків), дефіцит прогестерону, випадкове введення гормонів (простагландин F2 α , глюкокортикоїди, естроген і окситоцин) за певних обставин, серйозну нестачу мікроелементів (мідь, кобальт, селен, йод, марганець і цинк) та вітамінів (А та Е), генетичні/хромосомні дефекти (мутації в генах, генні дефекти, хромосомні аномалії, полігенні дефекти та інші), фізичні чинники

(травма, внутрішньоматкова інфузія або промивання матки з 6 по 70 день, перекручування матки, компресія пуповини та інші), стрес, голодування, яке може призвести до плацентарної недостатності та абортів (Moore et al., 2021; Yadav et al., 2021; Jonker, 2004).

Причинами ж інфекційних абортів є гриби, бактерії, віруси та найпростіші (Wolf-Jäckel et al., 2021; Reichel, Wahl, Hill, 2018).

Також відомо, що аборти інфекційної етіології можуть бути спричинені як патогенними, так й умовно-патогенними мікроорганізмами багато з яких часто залишаються непоміченими, оскільки ці мікроорганізми є звичайними мешканцями в організмі господаря та навколишнього середовища. Але за певних умов, можуть потрапляти в кровотік тільної корови й згодом, інфікуючи плаценту, викликати спорадичні аборти (Wani et al., 2022; Jonker, & Michel, 2020; Vidal et al., 2017).

Останні дослідження абортів у Європі показали одночасно схожі та дещо різні результати, оскільки застосовувались різні діагностичні методи. Так, найбільш поширеною причиною абортів у датської великої рогатої худоби є *Neospora caninum* (19 %), за якою слідує *Trueperella pyogenes* (3 %), *Staphylococcus aureus* (2 %), негемолітична *Escherichia coli* (2 %) та *Listeria monocytogenes* (1 %). *Bacillus licheniformis*,

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

Streptococcus spp., *Klebsiella pneumoniae*, *Aeromonas spp.* і *Lactococcus garvieae* були діагностовані як абортівні в кожному випадку. У багатьох випадках (38 %) були виявлені запальні зміни в плаценті та/або органах плода, але специфічної етіології не виявлено (Wolf-Jäckel et al., 2020).

Дослідження вірусної етіології абортів великої рогатої худоби в Егейському регіоні встановило, що 12,3 % зразків були позитивними на пестивірус (BVDV), 0,5 % – на вірус Акабане (AKAV) і 0,5 % – на BHV-1, а вірус Шмалленберга (SBV) не був виділений з жодного зі зразків (Kaplan et al., 2022).

Тоді як в Австрії причиною абортів були такі інфекційні агенти як: *Coxiella burnetii*, *Neospora caninum*, SBV (дослідження методом ПЛР) та *Streptococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Trueperella pyogenes*, *Proteus spp.*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium spp.*, *Brucella melitensis*, грамнегативні анаероби, *Salmonella Dublin* (дослідження бактеріологічним методом) (Sodoma et al., 2018).

У Південній Америці (Уругваї) аборти у 29 % випадків були викликані *Neospora caninum*, у 6 % – *Coxiella burnetii* і у 2 % – *Campylobacter fetus subsp. venerealis*. Також у деяких випадках були виявлені BVDV, вірус парагрипу-3 великої рогатої худоби, *Salmonella enterica* серовар Newport, *Leptospira*

interrogans, а умовно-патогенні бактерії (*Escherichia coli*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Mannheimia spp.*, *Trueperella pyogenes* і *Providencia stuartii*) були пов'язані з 11 абортами (Macías-Rioseco et al., 2020).

Тоді як у 10-річному ретроспективному дослідженні у Південно-Африканській Республіці бактерії були причетні до 14 %, гриби до 4 % випадків абортів у великої рогатої худоби (Jonker, & Michel, 2020).

Дані останніх опублікованих досліджень показують, що *N. caninum* є найбільш часто діагностованою причиною абортів великої рогатої худоби за останнє десятиліття на міжнародному рівні, за якою слідує *Trueperella pyogenes*, вірус вірусної діареї великої рогатої худоби (BVDV) та гриби. Також слід зазначити, що в країнах, де *Brucella abortus* не викорінена, вона продовжує залишатися однією з найважливіших причин абортів. Крім того, визнано значущість IBRV, *Coxiella burnetii*, *Chlamydia spp.* і *Leptospira spp.* як причин абортів великої рогатої худоби (Mee, 2023).

Мала кількість повідомлень про аборти викликані грибами або дріжджами пов'язана з їх спорадичністю, зокрема у корів. Серед грибів, *Aspergillus fumigatus* і *Mortierella wolffi* визначені як причина абортів у великої рогатої худоби у понад 60 % випадках мікотичного

аборту. Тоді як на *Zygomycetes*, включаючи *Absida*, *Mortierella*, *Rhizomucor* і *Rhizopus*, припадає близько 20 % випадків, а решта 20 % були викликані широким спектром умовно-патогенних грибів (Seyedmousavi et al., 2018; Gupta, & Pratap Singh, 2021).

Підраховано, що приблизно 40 % абортів діагностуються як інфекційні, а решта 60 % – як невстановленої етіології, які включають як інфекційні, так і неінфекційні причини, які не діагностуються (Мее, 2023).

Аборти у великої рогатої худоби, з частотою від 2 % до 5 % у стаді, є основною причиною економічних втрат у всьому світі. Так, у Швейцарії щорічно реєструється від 14 000 до 28 000 абортів великої рогатої худоби, що становить збитки від 22 до 45 мільйонів швейцарських франків на рік (Botta, 2019). А економічні втрати в провінції Буенос-Айрес, Аргентина від абортів були оцінені в 1 415 доларів США, що дорівнює загальним втратам у 17 298 498 доларів США (Cantón et al., 2022).

І тому виявлення причини абортів має важливе значення для розробки раціональних профілактичних заходів, які зменшать втрати від абортів через пряму втрату молодняка, зниження молочної продуктивності, витрат на лікування та утримання непродуктивних тварин.

Мета. Зважаючи на зусилля у дослідженнях та накопичені знання у світовому масштабі, негативний вплив на відтворювальну здатність великої рогатої худоби, продовольчу безпеку та економіку, а також недостатню обізнаність щодо абортів у корів в Україні, нашою метою є визначення інфекційної етіології абортів у корів в Україні за допомогою патологоанатомічних, гістологічних, бактеріологічних та молекулярно-генетичних (ПЛР-РЧ) досліджень.

Матеріали і методи.

Дослідження проводили протягом 2019-2022 рр. Випадки абортів були з 65 господарств із 14 областей України: Вінницької (6 господарств/7 випадків абортів), Волинської (3/5), Житомирської (4/5), Запорізької (1/1), Київської (9/51), Полтавської (6/16), Рівненської (1/1), Сумської (2/6), Тернопільської (4/17), Харківської (2/2), Херсонської (1/1), Хмельницької (6/10), Черкаської (14/32), Чернігівської (6/8). Всього було досліджено 162 випадки абортів. Випадки визначали як: абортований плід (внутрішні органи від плоду також вважаються як плід); абортований плід з плодовою частиною плаценти; плодова частина плаценти від корови, яка абортувала. Також разом з патологічним матеріалом додатково досліджено вагінальні мазки у 106 випадках, відібраних не пізніше 24 год після абортів. Плоди і/або плаценти

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

надсилали до лабораторії лікарі ветеринарної медицини господарств з розведення великої рогатої худоби молочних та молочно-м'ясних порід. Аборти, які стались на одній фермі та одночасно, визначали як різні випадки. Випадків абортів з двійньою не було.

Термін тільності, на якому стався аборт, встановлювали на підставі даних наданих власником тварин, що абортували, а за відсутності такої інформації за довжиною (см) від тім'я до кореня хвоста плода (CRL) за допомогою калькулятора віку плода (University of Wisconsin, 2023).

Розтин, патологоанатомічні, бактеріологічні, гістологічні та молекулярно-генетичні дослідження (метод ПЛР-РЧ) абортіваних плодів та плодової частини плацент виконані в лабораторіях ТОВ «Центр Ветеринарної Діагностики» (м. Київ). Відбір зразків для досліджень виконано у секційній залі ТОВ «Центр Ветеринарної Діагностики» під час розтину.

Розтин та патологоанатомічні дослідження плодів та плодової частини плацент виконані за методикою описаною J.F. Мее (Мее, 2016), яка включає зовнішнє, внутрішнє (дослідження всіх органів і систем організму на макроскопічному рівні) дослідження плоду та дослідження плодової частини плаценти. Патологоанатомічне дослідження не проводили коли

тілісність плода (внутрішніх органів) була порушена.

Для гістологічного дослідження відбирали шматочки розміром до 0.6 см печінки, нирок, надниркової залози, щитоподібної залози, селезінки, тимуса, трахеї, стравоходу, легень, серця, головного мозку, мозочку, скелетних м'язів, сичуга і/або котиледони плаценти, які фіксували в 10 % забуферованому формаліні (Leica, Німеччина), виготовляли зрізи товщиною 3-4 мкм та фарбували гематоксиліном та еозином (Leica, Німеччина) за загальноновизнаною методикою [Bahriiet al., 2016; Horalskyi et al., 2005). Гістологічне дослідження не проводили у випадках коли патологічний матеріал був у стані важкого автолізу.

Бактеріологічний висів проводили із внутрішніх органів абортованого плода (легень, печінки, селезінки, сичуга та, за можливості, плодової частини плаценти) на чашки з кров'яним агаром COLUMBIA LAB-AGAR + 5% KB («BioMaxima S.A.», Poland). Культивували посіви за температури 37.0 °C у аеробних умовах протягом 24-72 годин.

Відбір колоній для субкультивування ґрунтувався на морфології колонії та кількості видів колоній. У випадках змішаного росту бактерій (не більше чотирьох видів колоній) для субкультивації брали бактерії з одного найбільш численного виду, який зустрічався в

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

більш ніж одному органі. Чим більше органів було з однаковим видом колоній, тим більш значущим був вид колонії. Якщо було більше чотирьох різних видів колоній зразок вважався контамінованим, а субкультивування не проводилося.

Матеріал колоній з субкультур аналізували методом matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) на приладі VITEK® MS («BioMérieux», France) для ідентифікації грампозитивних і грамнегативних бактерій, дріжджів і грибів згідно з інструкцією виробника. Для аналізу мас-спектрів використовували базу даних VITEK MS KB V3.2.0 US Version. Бактеріологічне дослідження не проводили коли плід і/або плацента були дуже забруднені і/або цілісність плода (органів) була порушена.

Для дослідження методом ПЛР-РЧ відбирали головний мозок, серце, легені, селезінку, печінку, нирки, тимус, трахея, стравохід, наднирник, вміст сичуга, рідину з грудної та черевної порожнини, скелетні м'язи ший і/або котиледони плаценти.

Дослідження методом полімеразно ланцюгової реакції в режимі реального часу (ПЛР-РЧ) було зосереджено на збудниках інфекційних хвороб, які є визнаними репродуктивними патогенами у корів: вірус інфекційного ринотрахеїту великої рогатої худоби (IBRV), *Brucella* spp., герпесвірус великої

рогатої худоби 4 типу (BHV-4), вірус вірусної діареї великої рогатої худоби (BVDV), *Salmonella* spp., *Coxiella burnetii*, *Neospora caninum*, *Chlamydophila* spp., *Campylobacter fetus*, *Leptospira* spp., *Listeria monocytogenes*, *Anaplasma phagocytophilum*.

Виділення нуклеїнових кислот проводили використовуючи автоматичну систему для виділення KingFisher Purification System з використанням набору MagMAX™ CORE Nucleic Acid Purification Kit (Thermo Fisher Scientific, США). Для реакції ампліфікації виділених нуклеїнових кислот, використовували комерційні тест-набори VetMAX™ (Applied Biosystems™ by Thermo Fisher Scientific, США) та Kylt® (AniCon®, Німеччина). Реакцію проводили на системі для детекції ПЛР продуктів в режимі реального часу на приладі QuantStudio5 Real Time PCR System (Thermo Fisher Scientific, США).

Загалом досліджено 148 плодів, 98 плацент та 106 вагінальних мазків, які склали 162 випадки абортів з яких: 71 (43,83 %) випадок було досліджено методом ПЛР-РЧ на 11 інфекційних агентів (не досліджували *Brucella* spp.) та 91 (56,17 %) – на 12; 87 (53,70 %) випадків – бактеріологічним методом; 51 (31,48 %) – гістологічним методом; 119 (73,46 %) – патологоанатомічним методом. 45 (27,78 %) випадків одночасно було досліджено чотирма

методами (патологоанатомічним, гістологічним, бактеріологічним та методом ПЛР-РЧ).

Критерії, які використовувались для встановлення етіології абортів: етіологічний діагноз встановлювали, коли був ідентифікований інфекційний агент/агенти (змішана інфекція) та відмічали характерні для інфекції патологоанатомічні і/або патогістологічні зміни у плоді і/або плодовій частині плаценти; імовірний етіологічний діагноз встановлювали, коли був ідентифікований інфекційний агент/агенти з відсутністю або неможливістю виявлення уражень плоду і/або плаценти; діагноз, аборт невизначеної етіології, встановлювали, коли відмічали аномалії розвитку плоду та ураження притаманні інфекційному захворюванню, але без виявлення інфекційного агента.

Вся описова статистика розраховувалася за допомогою комерційної програми для роботи з

електронними таблицями (Microsoft Excel, Microsoft Corporation).

Всі маніпуляції з абортованими плодами та плодовими частинами плацент проводились відповідно до положень Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах (Law of Ukraine No. 249, 2012), Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях (European convention..., 1986).

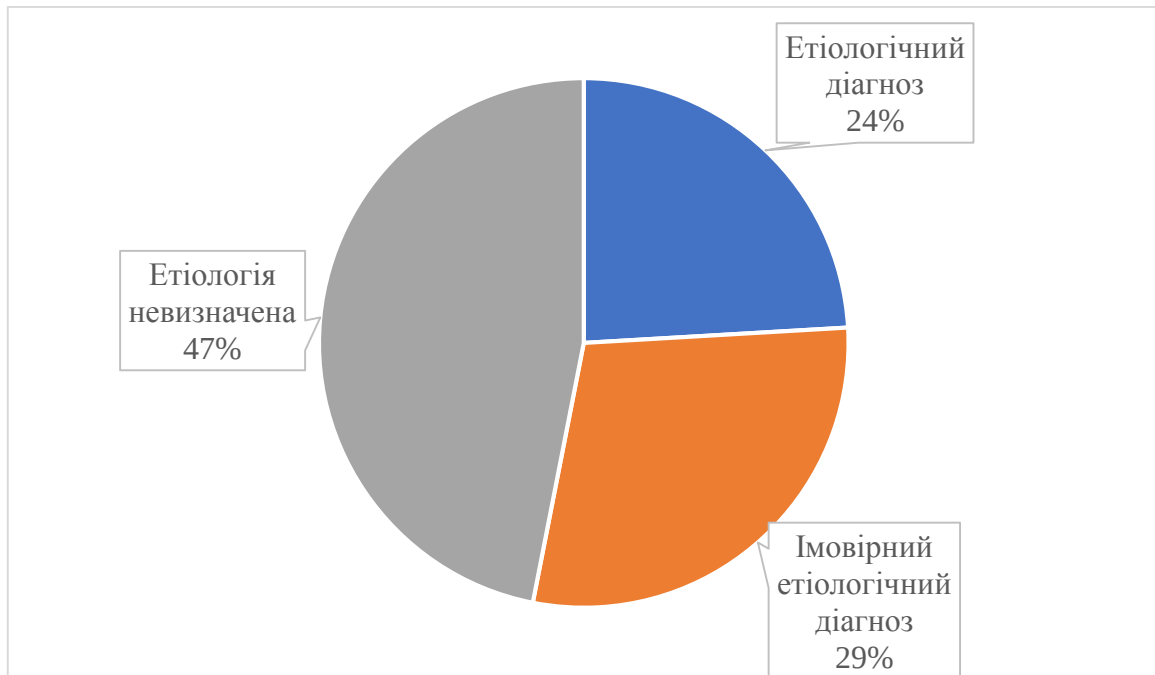
Результати дослідження.

Встановлено, що аборти сталися на такому терміні тільності: 3 міс. – 5 (3,09 %) випадків, 4 міс. – 27 (16,67 %), 5 міс. – 28 (17,28 %), 6 міс. – 25 (15,43 %), 7 міс. – 23 (14,20 %), 8 міс. – 12 (7,41 %), невизначено – 42 (25,93 %) (рис. 1). Таким чином 5 (3,09 %) випадків абортів сталися протягом першого, 80 (49,38 %) – другого та 35 (21,60 %) – третього триместру тільності.



Рисунок 1. Термін тільності на якому стався аборт.

Етіологічний діагноз (29,01 %) та діагноз, аборт встановлений у 39 (24,07 %), невизначеної етіології – у 76 імовірний етіологічний діагноз – у 47 (46,91 %) випадках аборт (рис. 2).

**Рисунок 2. Результати з встановлення етіології абортів.**

З 39 випадків, які мали етіологічний діагноз, 12 (30,77%) випадків було викликано бактеріями: *Leptospira spp.* (1 випадок), *Coxiella burnetii* (2 випадки), *Salmonella spp.* (2 випадки), *Trueperella pyogenes* (2 випадки), *E. coli* (1 випадок), *Pasteurella multocida* (1 випадок), *Bacillus licheniformis* (1 випадок), *Staphylococcus pasteurii* (1 випадок), *Histophilus somni* (1 випадок); 4 (10,26 %) – вірусами: BVDV (2 випадки), IBRV (2 випадки); 11 (28,21 %) – найпростішим – *N. caninum*; 12 (30,77 %) – змішаною інфекцією: BVDV та IBRV (1

випадок), BVDV та IBRV (1 випадок), BVDV та *Coxiella burnetii* (1 випадок), BVDV та *Campylobacter fetus* (1 випадок), BVDV, IBRV та *Coxiella burnetii* (1 випадок), IBRV, *Coxiella burnetii* та *Leptospira spp.* (1 випадок), *Coxiella burnetii* та *Leptospira spp.* (1 випадок), *Coxiella burnetii* та *Trueperella pyogenes* (1 випадок), *N. caninum* та *Listeria monocytogenes* (1 випадок), *N. caninum* та *Salmonella spp.* (1 випадок), *N. caninum* та BVDV (1 випадок), *N. caninum* та *Coxiella burnetii* (1 випадок) (рис. 3).

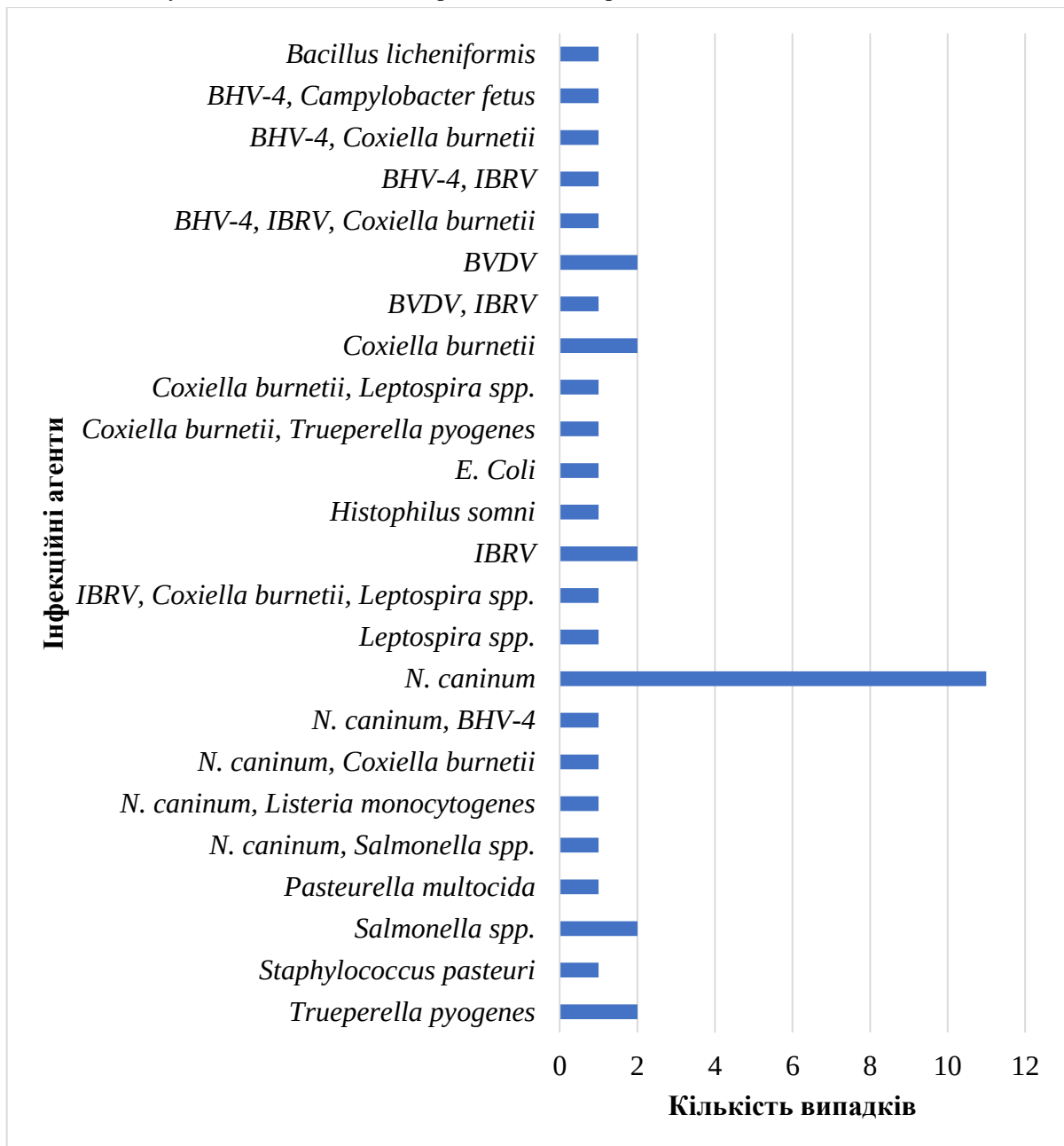


Рисунок 3. Встановлена етіологія абортів.

З 47 випадків, які мали імовірний етіологічний діагноз, 5 (10,64 %) випадків було викликано бактеріями: *Coxiella burnetii* (3 випадки), *Trueperella pyogenes* (2 випадки); 12 (25,53 %) – вірусами: BVDV (2 випадки), IBRV (1 випадок), BHV-4 (9 випадків); 16 (34,04 %) – найпростішим – *N. caninum*; 14

(29,79 %) – змішаною інфекцією: BVDV та BHV-4 (1 випадок), BVDV та *Leptospira spp.* (1 випадок), BHV-4 та IBRV (2 випадки), BHV-4 та *Coxiella burnetii* (2 випадки), *N. caninum*, BVDV та BHV-4 (1 випадок), *N. caninum* та BHV-4 (5 випадків), *N. caninum* та *Coxiella burnetii* (2 випадки) (рис. 4).

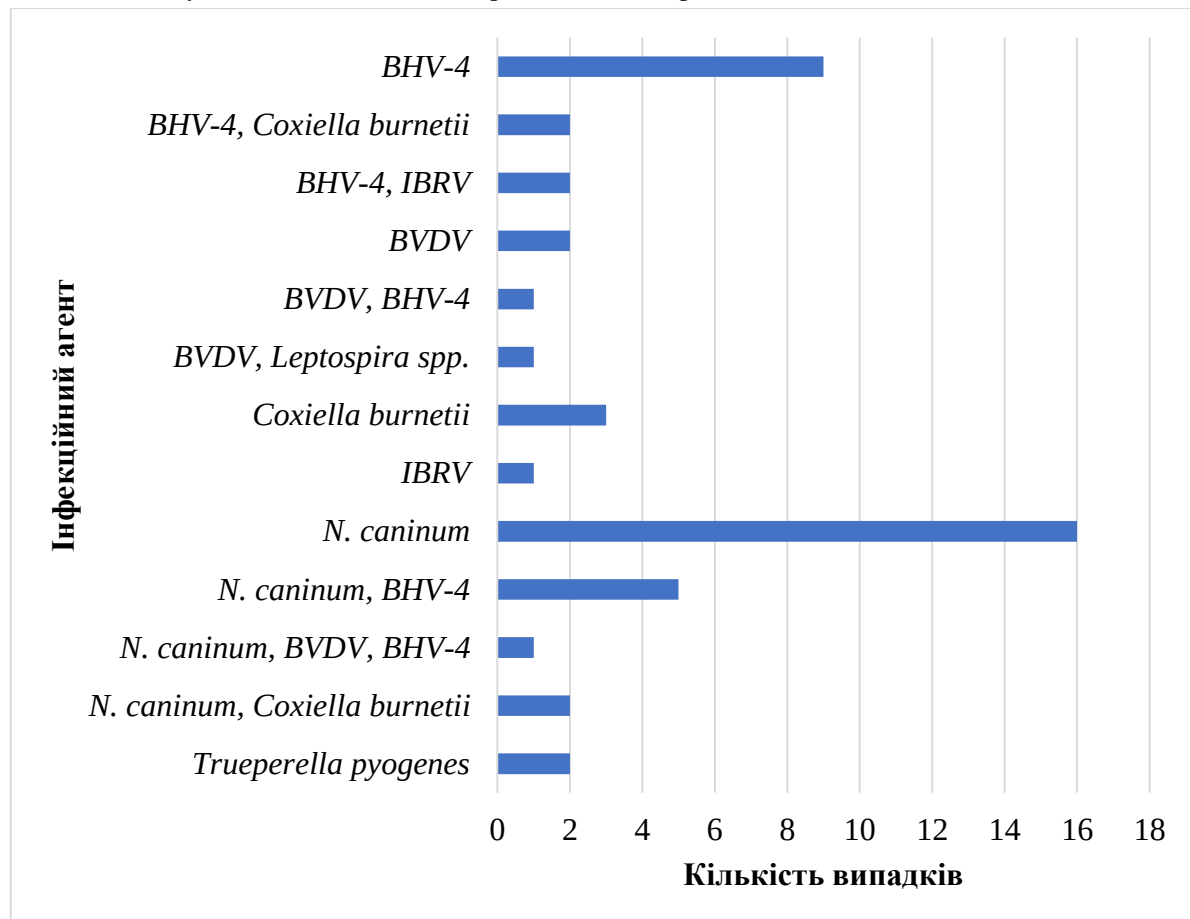


Рисунок 4. Імовірна етіологія абортів.

Найпоширенішими виявленими вірус – BHV-4 (25 ізолятів/21,74 %) інфекційними агентами є: виявлений у 11 та бактерії – *Coxiella burnetii* (15 ізолятів/13,04 %) виявлені найпростіші – *N. caninum* (39 ізолятів/33,91 %) виявлений у 9, у 6 з 14 областей країни (рис. 5).

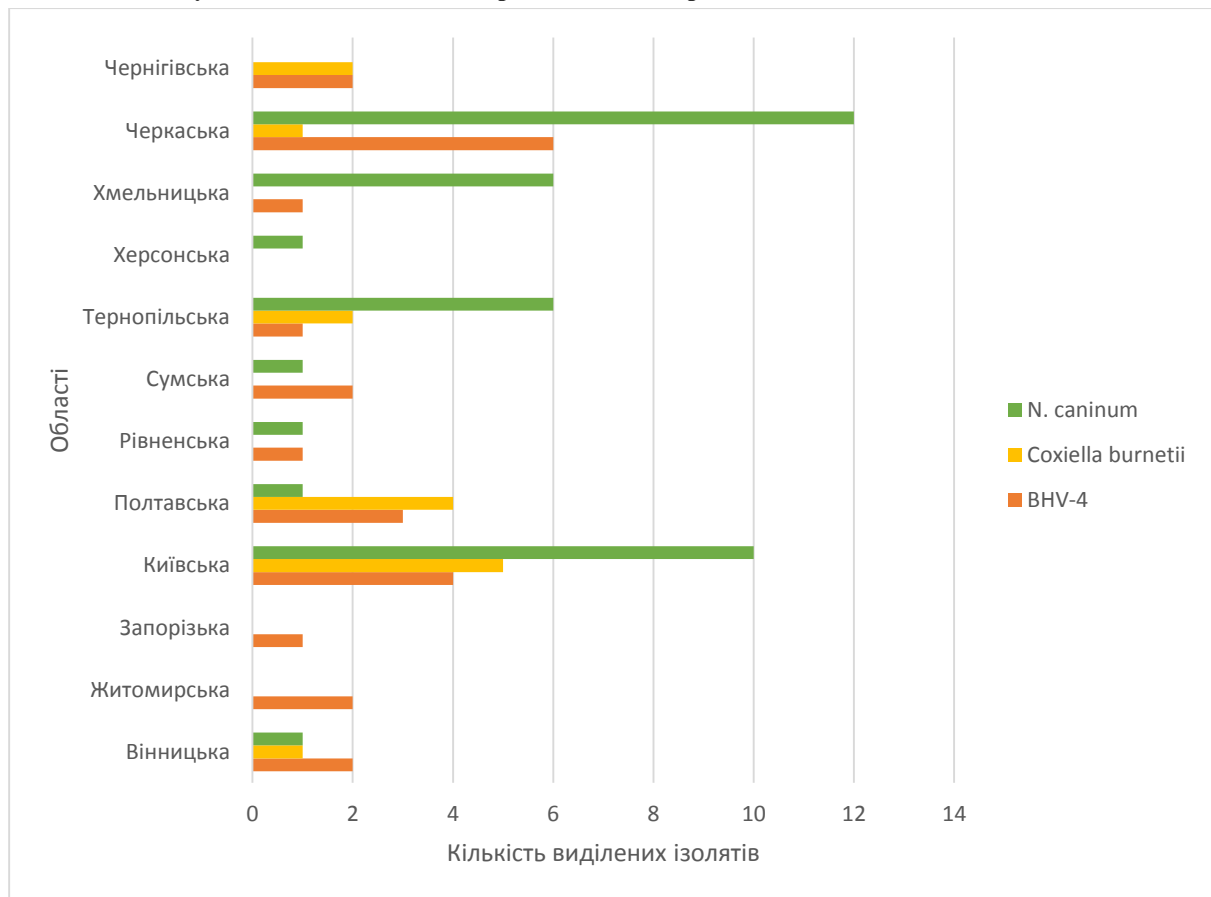


Рисунок 5. Найпоширеніші інфекційні агенти, які виявляли за аборту корів за областями України.

Менш поширеними інфекційними агентами були: віруси – IBRV (9 ізолятів/7,83 %) виявлений у 6 та BVDV (8 ізолятів/6,96 %) виявлений у 6 областях; бактерії – *Trueperella pyogenes* (5 ізолятів/4,35 %) виявлена у 4 областях, *Leptospira spp.* (4 ізоляти/3,48 %) – у 2, *Salmonella spp.* (3 ізоляти/2,61 %) – у 2 областях. *Listeria monocytogenes*, *E. Coli*, *Pasteurella multocida*, *Campylobacter fetus*, *Bacillus licheniformis*, *Histophilus somni*, *Staphylococcus pasteurii* були виділені лише по 1 ізоляту кожен, що становить 7 ізолятів/6,09 % виявлені у 4 областях.

Аборт викликаний грибами та бактеріями *Brucella spp.*, *Chlamydophila spp.*, *Anaplasma phagocytophilum* не був діагностований в жодному з випадків.

Бактерії *Bacillus cereus*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus infantarius*, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter iwoffi*, *Micrococcus luteus*, *Morganella morganii* виділені у 8 випадках аборту були визначені як контамінанти, оскільки не виявлено змін, характерних для бактеріальної інфекції.

З 119 випадків аборту на макроскопічному рівні виявляли: автоліз різного ступеня тяжкості

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

плода і/або плаценти у 74, муміфікований плід у 10, плацентит у 20, плеврит у 5, перикардит у 2, гепатит у 1, спленіт у 1, перитоніт у 3, крововиливи під капсулою та в паренхімі тимуса у 6, легень у 6, печінки у 8, нирок у 5, крововиливи на епікарді у 16 та ендокарді у 6, на серозній оболонці черевної порожнини у 4, нерівномірно забарвлену печінку у 16, гіперемію головного мозку у 12, набряк плаценти у 8, множинні смужки білого кольору в скелетних м'язах у 8, іктеричність печінки у 7, застійну гіперемію печінки у 4, осередки сіро-білого кольору в печінці у 7 та в нирках у 3, атрофію печінки у 2, нефроз у 2, осередки сіро-білого кольору в головному мозку у 1, гепатомегалію у 1 випадку. Вади розвитку відмічали у 3 випадках. У 35 випадках плід і/або плацента були без видимих змін.

З 51 випадка абортів на мікроскопічному рівні виявляли: енцефаліт у 14, гліоз у 7, менінгіт у 3, перикардит у 12, міокардит у 14, ендокардит у 8, міозит у 9, гепатит у 17, пневмонію у 17, бронхопневмонію у 3, нефрит у 5, нефроз у 3, плацентит у 15 випадках.

Загалом зміни характерні інфекційному процесу на макроскопічному та мікроскопічному рівні відмічали у 44 випадках.

У 39 випадках з встановленим етіологічним діагнозом причетність інфекційного агента була встановлена

у 6 випадках на підставі патологоанатомічного дослідження, а у 33 випадках – гістологічного дослідження.

Обговорення

У цьому дослідженні був застосований комплексний підхід до діагностики абортів. Патологоанатомічне та гістологічне дослідження використовували для підтвердження причетності виділених інфекційних агентів до абортів. Патологоанатомічні та гістологічні зміни виявлені у цьому дослідженні схожі на зміни відмічені в роботах інших авторів, які пов'язують виділених інфекційних агентів з абортів (11; 1425).

Значна частина плодів і/або плацент не були досліджені патологоанатомічно та гістологічно у зв'язку з автолізом та муміфікацією. Загалом у цьому дослідженні інфекційна етіологія абортів встановлена у 25,31 %, імовірна інфекційна етіологія – у 27,78 % та аборт невизначеної етіології – у 46,91 % випадках. Ці результати схожі з результатами інших авторів, досліджень абортів у корів. Так, незважаючи на гістопатологічні, мікробіологічні та молекулярні дослідження, у ретроспективному швейцарському дослідженні у 347 абортів великої рогатої худоби інфекційна причина була встановлена у 28,5 %, а неінфекційна причина у 3,8 % випадків, невстановлена причина була у 67,7 % (Botta et al.,

2018). Тоді як в Данії інфекційна етіологія була встановлена в 33 % випадків абортів (Wolf-Jäckel et al., 2020). А дані мета-аналізу з 17 країн, що належать до Америки, Європи, Африки та Азії показали, що глобальна поширеність інфекційних агентів, пов'язаних з абортів великої рогатої худоби, склала 45,7 %, що узгоджується з раніше опублікованими результатами інших авторів, які згадували про поширеність від 25 до 50 % (Hecker et al., 2023).

N. caninum – найпоширеніший абортівний агент встановлений у цьому дослідженні, що узгоджується з оцінкою глобального поширення інфекційних агентів, які викликають абортів у великої рогатої худоби в роботі Hecker et al. (Hecker et al., 2023).

Виділені інфекційні агенти, такі як *Leptospira spp.*, *Coxiella burnetii*, *Salmonella spp.*, *Campylobacter fetus*, *Listeria monocytogenes* є зоонозними патогенами, тобто такими, що можуть передаватися від тварин до людей (Sakmanoğlu et al., 2021).

Також абортів досліджувались на ще три зоонозні патогени, – *Brucella spp.*, *Chlamydophila spp.* та *Anaplasma phagocytophilum*, які не були виявлені у жодному з зразків. А такі інфекційні агенти як *Coxiella burnetii* та BHV-4 жодного разу не виділяли у випадках представлених тільки плодом. Хоча у випадках представлених плодом і/або плацентою *Coxiella burnetii* була

виділена у 2, а BHV-4 – у 5 зразках. Випадки представлених плодом і/або плацентою з вагінальним мазком були позитивні на *Coxiella burnetii* – у 13 та BHV-4 – у 22 зразках.

У своїй роботі Agerholm (2013) зазначив, що підтвердження зв'язку між ураженнями та наявністю мікроорганізму є обов'язковим для підтвердження *Coxiella burnetii* як причини захворювання плода, що зазвичай застосовується в діагностичній репродуктивній патології. У цьому ж дослідженні *Coxiella burnetii* була виявлена у 8 (20,51 %) випадках з ураженнями, що свідчать про інфекційний процес.

Отримані результати свідчать про те, що BHV-4 досить поширений у корів в Україні та в основному виявляється у змішаній інфекції. Однак роль BHV-4 незрозуміла, оскільки вірус часто виявляли у здорових корів. Попередні дослідження інших авторів підтверджують думку про те, що BHV-4 може діяти як кофактор з іншими встановленими патогенами, сприяючи розвитку інфекційного процесу (Hecker et al., 2023; Wathes et al., 2020; Cvetojević et al., 2016).

Умовно-патогенні бактерії, які спорадично викликають аборт, – *Trueperella pyogenes*, *E. coli*, *Pasteurella multocida*, *Bacillus licheniformis*, *Staphylococcus pasteurii*, *Histophilus somni*, були виявлені у 8 (20,51 %) випадках з ураженнями, що свідчать про інфекційну етіологію.

Переважаюча кількість абортів (49,38 %) сталася в другому триместрі, це може свідчити про високу чутливість матері до факторів, які безпосередньо впливають на перебіг вагітності в цей період. Хоча потрібно також зважати і на відсутність даних з ембріональної смертності, які відсутні в цьому дослідженні під час інтерпретації результатів. Невстановлений термін тільності у 25,93 % пов'язаний з відсутністю анамнезу, порушенням цілісності плоду або наявністю тільки плаценти.

Встановлені вади розвитку у цьому дослідженні віднесли до невизначеної етіології, оскільки віднести їх до інфекційних чи неінфекційних причин неможливо через можливість викликати вади розвитку різними факторами (віруси, токсини різного походження, аліментарні причини) (Bassuino et al., 2012; Agerholm et al., 2015).

Хоча в більшості випадків абортів виявляється один агент, спалахи абортів можуть бути викликані різними інфекційними агентами одночасно в одному стаді (Macías-Rioseco et al., 2019; Headley et al., 2022), а змішана інфекція не є рідкістю. Виявлення змішаних інфекцій у цьому дослідженні може свідчити про сильний натиск інфекційних агентів у стаді і може бути пов'язане з неблагополучною епізоотичною ситуацією.

Враховуючи, що деякі плоди і/або плаценти були одночасно інфіковані двома/трьома інфекційними агентами, реальний вплив кожного з них складно ефективно визначити, оскільки більшість уражень не специфічні і не вказують чітко на конкретного агента. Часто причину важко встановити, позаяк смерть плода не завжди настає після дії чинника, а час від настання смерті плода до його зігнання з матки може бути тривалим.

Встановлення етіологічного діагнозу ускладнюється ще й отриманням неповного зразка для дослідження (відсутність плаценти або плода) та автолізом. Використовуючи вагінальні мазки ми підвищили виявлення інфекційного агента, але в той же час відсутність можливості встановити характерні для нього ураження унеможливило встановлення етіологічного діагнозу.

Хоча вагінальні мазки використовувалися і в багатьох інших дослідженнях для виявлення та виділення інфекційних агентів, оскільки цей тип відбору простий, швидкий та обмежує зовнішнє забруднення, що часто трапляється, якщо плацента потрапила на землю (Barkallah et al., 2014).

Також на встановлення причини абортів впливає наявність плаценти, яка збільшує шанси на встановлення діагнозу, особливо за таких хвороб, як коксіельоз або хламідіоз, складно прийти до етіологічного діагнозу,

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

якщо не оцінена плацента абортів корів. Попередні повідомлення в США показують, що плацентит може закінчитися абортим і за відсутності ураження плода (Macías-Rioseco et al., 2019).

Таким чином, використання багатьох методів діагностики та свіжий абортований плід, плацента та вагінальний мазок є найкращим підходом у визначенні етіології абортів.

Висновок

Встановлено, що *N. caninum* є основною причиною абортів у корів та виявлена у 9 областях країни. Виділені бактерії *Leptospira spp.*, *Coxiella burnetii*, *Salmonella spp.*, *Campylobacter fetus*, *Listeria monocytogenes* є антропоозоонозними патогенами та можуть становити ризики для населення. Виявлений у багатьох випадках BHV-4 потребує додаткових досліджень для встановлення ролі цього вірусу у аборті корів, оскільки причинно-наслідковий зв'язок не зрозумілий.

References

1. Van Loo, H., Pascottini, O. B., Ribbens, S., Hooyberghs, J., Pardon, B., & Opsomer, G. (2021). Retrospective study of factors associated with bovine infectious abortion and perinatal mortality. *Preventive Veterinary Medicine*, 191, 105366. doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105366.
2. Moore, D. P., Cantón, G. J., & Louge Uriarte, E. L. (2021). Editorial: Infectious diseases affecting reproduction and the neonatal period in cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. doi:10.3389/fvets.2021.679007.
3. Mee, J. F. (2023). Review- ESDAR 2023 Invited Review: Bovine abortion –

Значна частка (30,77 %) випадків з визначеною етіологією припадає на змішану інфекцію, оскільки складно визначити вплив кожного з виділених агентів та встановити більшу чи меншу причетність до абортів. Встановлення причинно-наслідкового зв'язку між виявленим інфекційним агентом і ураженнями плода і/або плаценти має вирішальне значення для встановлення етіологічного діагнозу. Тому автоліз, відсутність плоду або плаценти негативно впливає на визначення етіології абортів, через неможливість проведення патологоанатомічного та гістологічного дослідження. Комплексне дослідження абортів є основою для встановлення етіологічного діагнозу.

Подяки

Автори високо оцінюють співпрацю та фінансову підтримку власниками фермерських господарств з розведення ВРХ цих досліджень. Також автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів.

incidence, risk factors and causes. *Reproduction in Domestic Animals*. doi:10.1111/rda.14366.

4. Yadav, R., Yadav, P., Singh, G., Kumar, S., Dutt, R., & Pandey, A. (2021). Non Infectious Causes of Abortion in Livestock Animals - A Review. *International Journal of Livestock Research*, 11(2), 1-13. doi:10.5455/ijlr.20201031 015650.

5. Jonker, F. (2004). *Fetal death: comparative aspects in large domestic animals*. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 415-430. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.05.003.

6. Wolf-Jäckel GA, Strube ML, Schou KK, Schnee C, Agerholm JS and Jensen TK (2021) Bovine Abortions Revisited—

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

Enhancing Abortion Diagnostics by 16S rDNA Amplicon Sequencing and Fluorescence *in situ* Hybridization. *Front. Vet. Sci.* 8:623666. doi: 10.3389/fvets.2021.623666.

7. Reichel, M. P., Wahl, L. C., & Hill, F. I. (2018). Review of Diagnostic Procedures and Approaches to Infectious Causes of Reproductive Failures of Cattle in Australia and New Zealand. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi:10.3389/fvets.2018.00222.

8. Wani, A. K., Hashem, N. M., Akhtar, N., Singh, R., Madkour, M., & Prakash, A. (2022). Understanding microbial networks of farm animals through genomics, metagenomics and other meta-omic approaches for livestock wellness and sustainability. *Annals of Animal Science*, 22(3) 839-853. doi:10.2478/aoas-2022-0002.

9. Jonker, A., & Michel, A. (2020). Retrospective study of bacterial and fungal causes of abortion in domestic ruminants in northern regions of South Africa (2006–2016). *Australian Veterinary Journal*, 99(3), 66–71. doi:10.1111/avj.13035.

10. Vidal, S., Kegler, K., Posthaus, H., Perreten, V., & Rodriguez-Campos, S. (2017). Amplicon sequencing of bacterial microbiota in abortion material from cattle. *Veterinary research*, 48(1), 64. doi:10.1186/s13567-017-0470-1.

11. Wolf-Jäckel, G.A., Hansen, M.S., Larsen, G. *et al.* Diagnostic studies of abortion in Danish cattle 2015–2017. *Acta Vet Scand* 62, 1 (2020). doi:10.1186/s13028-019-0499-4.

12. Kaplan, M., Çağırhan, A. A., Pekmez, K., Arslan, F., & Kalaycı, G. (2022). Survey of four important viruses causing abortion in cattle in Aegean Region. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. doi:10.15312/eurasianjvetsci.2022.370.

13. Sodoma, E., Mitterhuemer, S., Krassnig, G., Stellnberger, K., Reisp, K., Schmoll, F., & Dünser, M. (2019). Infektiös bedingte Aborte beim Rind – eigene Erfahrungen und Untersuchungen aus dem Jahr 2018 (Januar–September). *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere / Nutztiere*, 47(03), 143–150. doi:10.1055/a-0896-0945.

14. Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Fraga, M., Casaux, L., Cabrera, A., Francia, M. E., ... Riet-Correa, F. (2020). Causes of abortion in dairy cows in

Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 40(5), 325–332. doi:10.1590/1678-5150-pvb-6550.

15. Seyedmousavi, S., Bosco, S. d. M. G., de Hoog, S., Ebel, F., Elad, D., Gomes, R. R., ... Guillot, J. (2018). Fungal infections in animals: A patchwork of different situations. *Medical Mycology*, 56(suppl_1), S165–S187. doi:10.1093/mmy/myx104.

16. Gupta, A., & Pratap Singh, N. (Ред.). (2021). Fungal diseases in animals. *Cham: Springer International Publishing*. doi:10.1007/978-3-030-69507-1.

17. Botta, C., Pellegrini, G., Hässig, M., Pesch, T., Prähauser, B., Wunderlin, S., Guscetti, F., Schneeberger, M., Schmitt, S., Basso, W., Hilbe, M., Schuler, G., & Borel, N. (2019). Bovine Fetal Placenta During Pregnancy and the Postpartum Period. *Veterinary pathology*, 56(2), 248–258. doi:10.1177/0300985818806453.

18. Cantón, G. J., Moreno, F., Fiorentino, M. A., Hecker, Y. P., Spetter, M., Fiorani, F., ... Moore, D. P. (2022). Spatial-temporal trends and economic losses associated with bovine abortifacients in central Argentina. *Tropical Animal Health and Production*, 54(4). doi:10.1007/s11250-022-03237-0.

19. University of Wisconsin. Bovine crown-rump-length calculator. https://www.ansci.wisc.edu/jjp1/ansci_repro/lab/lab12_03/crown-rump_analysis3.html. Accessed 20 Aug 2023.

20. Mee, J.F. (2016). A practitioner's guide to post-mortem examination of an aborted or stillborn calf. *Livestock*, 21(1), 38–43. doi: 10.12968/live.2016.21.1.38.

21. Bahrii, M.M., Dibrova, V.A., Popadynets, O.H., & Hryshchuk, M.I. (2016). *Metodyky morfolohichnykh doslidzhen*. Vinnytsia: Nova knyha, 328.

22. Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2005) *Osnovy histolohichnoi tekhniki i morfofunktsionalni metody doslidzhen u normi ta pry patolohii*. Zhytomyr. Polissia, 288.

23. Law of Ukraine No. 249 “On The procedure for carrying out experiments and experiments on animals by scientific institutions”. (2012, March). Retrieved from

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>.

24. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Retrieved from <https://rm.coe.int/168007a67b>.

25. Kumar, C. U., Mahajan, V., Leishangthem, G. D., & Bal, M. S. (2022). Pathological and molecular studies on diagnosis of infectious bovine abortions. *Indian Journal of Veterinary Pathology*, 46(2), 111–115. doi:10.5958/0973-970x.2022.00018.9.

26. Botta, C., Pellegrini, G., Hässig, M., Pesch, T., Prähauser, B., Wunderlin, S., ... Borel, N. (2018). Bovine fetal placenta during pregnancy and the postpartum period. *Veterinary Pathology*, 56(2), 248–258. doi:10.1177/0300985818806453.

27. Hecker, Y. P., González-Ortega, S., Cano, S., Ortega-Mora, L. M., & Horcajo, P. (2023). Bovine infectious abortion: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. doi:10.3389/fvets.2023.1249410.

28. Sakmanoğlu, A., Uslu, A., Sayın, Z., Gölen, G. S., İlban, A., Padron-Perez, B., ... Erganis, O. (2021). A one-year descriptive epidemiology of zoonotic abortifacient pathogen bacteria in farm animals in Turkey. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 77, 101665. doi:10.1016/j.cimid.2021.101665.

29. Agerholm, J. S. (2013). Coxiella burnetii associated reproductive disorders in domestic animals-a critical review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1). doi:10.1186/1751-0147-55-13.

30. Wathes, D. C., Oguejiofor, C. F., Thomas, C., & Cheng, Z. (2020). Importance of viral disease in dairy cow fertility. *Engineering*, 6(1), 26–33. doi:10.1016/j.eng.2019.07.020.

31. Cvetojević, D., Savić, B., Milićević, V., Kureljušić, B., Jezdimirović, N., Jakić-Dimić, D., ... Spalević, L. (2016). Prevalence of Bovine herpesvirus type 4 in aborting dairy cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19(4), 731–736. doi:10.1515/pjvs-2016-0092.

32. Bassuino, D. M., Wurster, F., Juffo, G. D., Boos, G. S., Santos, A. D. S., Antoniassi, N. A. B., & Driemeier, D. (2012). Congenital multisystemic malformations in an aborted bovine fetus. *Acta Scientiae Veterinariae*, 40(3).

33. Agerholm, J. S., Hewicker-Trautwein, M., Peperkamp, K., & Windsor, P. A. (2015). Virus-induced congenital malformations in cattle. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(1). doi:10.1186/s13028-015-0145-8.

34. Macías-Rioseco, M., Caffarena, R. D., Fraga, M., Silveira, C., Giannitti, F., Cantón, G., ... Riet-Correa, F. (2019). Abortion outbreak caused by *Campylobacter fetus* subspecies *venerealis* and *Neospora caninum* in a bovine dairy herd. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(4), 1054–1063. doi:10.22319/rmcp.v10i4.5008.

35. Headley, S. A., Fritzen, J. T. T., Bon, V. R., Xavier, A. A. C., Agnol, A. M. D., Zucoloto, N. Z., ... Alfieri, A. A. (2022). Detection of bovine gammaherpesvirus 6 in tissues of aborted fetuses from dairy cows concomitantly infected by *Histophilus somni*. *Microbial Pathogenesis*, 105621. doi:10.1016/j.micpath.2022.105621.

36. Barkallah, M., Gharbi, Y., Hassena, A. B., Slima, A. B., Mallek, Z., Gautier, M., ... Fendri, I. (2014). Survey of infectious etiologies of bovine abortion during mid- to late gestation in dairy herds. *PLoS ONE*, 9(3), e91549. doi:10.1371/journal.pone.0091549.

COMMON CAUSES OF ABORTION IN COWS

B. Nyzhnyk, O. Valchuk, T. Kataieva, D. Dreval, I. Derkach

Abstract. The aim of this study is to determine the etiology of abortion in cows. The study was conducted in the period from 2019 to 2022. 162 cases of abortion from 65 farms from 14 regions of Ukraine were investigated. The study used pathological, histological, bacteriological and molecular genetic methods. The etiologic diagnosis

Нижник Б. Ю., Вальчук О. А., Катаєва Т. О., Древаль Д. В., Деркач І. М.

was established in 24.07% of cases, the probable etiologic diagnosis in 29.01%, and the diagnosis of abortion of uncertain etiology in 46.91% of cases. Abortions with a definite etiology were caused by bacteria in 30.77% of cases, viruses in 10.26%, protozoa in 28.21%, and mixed infections in 30.77%. Abortions with established probable etiology were caused by bacteria in 10.64% of cases, viruses in 25.53%, protozoa in 34.04%, and mixed infections in 29.79%. The most common infectious agents are: BHV-4 was detected in 11, *N. caninum* - in 9, and *Coxiella burnetii* - in 6 regions of the country. Zoonotic pathogens such as *Leptospira* spp., *Coxiella burnetii*, *Salmonella* spp. *Neospora caninum* is the most common cause of cattle abortion. The most common pathological changes recorded were placental edema, liver irregularity, unevenly colored liver, cerebral hyperemia, multiple white streaks in skeletal muscles, gray-white foci in the liver, hemorrhages in/on internal organs, and placentitis. Also, a significant number of fetuses and/or placentas were in a state of autolysis. The main pathologic changes were encephalitis, gliosis, pericarditis, myocarditis, endocarditis, myositis, hepatitis, pneumonia, and placentitis. Pathologic and pathohistologic examination of the fetus and placenta is important for establishing the etiology of abortion.

Key words: abortion, cattle, diagnosis, zoonoses, BHV-4, *Salmonella* spp., *Coxiella burnetii*, *Neospora caninum*, *Chlamydophila* spp., *Campylobacter fetus*, *Leptospira* spp.

УДК 581.6+581.2

**СТРАТЕГІЇ ТА МЕТОДИ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ
ТА РОЗШИРЕННЯ ШКІДНИКІВ****Т. П. ЛОЗІНСЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>*Білоцерківський національний аграрний університет*E-mail: lozinskata@ukr.net**А. І. ЗАДОРЖНИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-0664-5462>*Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний
університет»*E-mail: andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua**В. В. МАМЧУР**, кандидат сільськогосподарських наук,<https://orcid.org/0000-0003-1579-4467>*Уманський національний університет садівництва*E-mail: mamcurvalentina@gmail.com[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.021](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.021)

Анотація. Стаття включає детальний опис різних методів попередження та управління ризиками виникнення лісових пожеж, зокрема використання нормативно-правових, організаційних, економічних, соціально-психологічних, превентивних, репресивних та компенсаційних методів. Автори надають класифікацію цих методів, виходячи зі способу впливу, характеру впливу та спрямованості дії. Мета дослідження полягає у виявленні та аналізі ефективних підходів та методик, спрямованих на зниження ризику виникнення лісових пожеж та контролю за поширенням шкідників у лісових екосистемах. У дослідженні використані методи камерального аналізу та огляду наукових праць, доповнені польовими дослідженнями. Це дозволило розробити обґрунтовані рекомендації щодо зниження ризику виникнення пожеж у лісах. Особлива увага була приділена аналізу лісовпорядних даних, які включали інформацію про розподіл лісів за категоріями земель, класифікацію насаджень та їх санітарний стан. Польові дослідження допомогли оновити та уточнити дані про стан насаджень та ідентифікувати ключові фактори, що збільшують ризик виникнення пожеж. Використано сучасні методи виявлення лісових пожеж, включаючи відеонаглядові камери, супутникове спостереження, патрулювання територій та використання безпілотних літальних апаратів. Описується система раннього виявлення лісових пожеж, яка включає IoT-пристрої, що об'єднані в пористу топологію та оснащені датчиками температури, вуглекислого газу, водню та вуглеводневих газів. В статті також викладені методи багатофакторного аналізу даних та методики головних компонентів для зниження розмірності даних і виявлення ключових факторів, що впливають на виникнення пожеж. Регресійний аналіз використовується для

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

встановлення зв'язку між різними змінними та прогнозування ймовірності виникнення пожеж. Визначені фізико-механічні, хімічні, біологічні та лісогосподарські методи зменшення ризику лісових пожеж та впливу від шкідників та хвороб, включаючи ручне збирання комах, струшування гусениць, застосування пасток, хімічне обприскування та створення змішаних та різновікових насаджень. Перспективи досліджень можуть охоплювати наступні ключові аспекти: вивчення та інтеграція передових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання, та дистанційне зондування Землі, для раннього виявлення лісових пожеж і моніторингу популяцій шкідників; дослідження впливу кліматичних змін на частоту та інтенсивність лісових пожеж і поширення шкідників, а також розробка адаптаційних стратегій.

Ключові слова: ризик лісової пожежі, лісові шкідники, лісорослинні зони, геоінформаційна система, санітарний стан, хвоєгризи

Актуальність. Зміна клімату та антропогенний вплив призводять до збільшення частоти та інтенсивності лісових пожеж у багатьох регіонах світу. Це робить розробку ефективних стратегій запобігання та контролю лісових пожеж надзвичайно актуальною. Лісові пожежі можуть мати драматичний вплив на екосистеми, знищуючи флору та фауну, погіршуючи якість повітря та сприяючи викиду великих обсягів парникових газів. Лісові пожежі можуть призводити до значних економічних збитків, у тому числі через знищення лісових ресурсів, інфраструктури та впливу на туристичну галузь. Зміни клімату та екологічних умов також сприяють розповсюдженню лісових шкідників, що може призвести до додаткових проблем у лісовому господарстві та збереженні біорізноманіття. Розв'язання цих проблем вимагає комплексного підходу, який включає наукові дослідження, планування,

управління ризиками та залучення громадськості.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В ряді робіт науковців-дослідників (С. Зібцев, П. Лакида, В. Миронюк, Ю.С. Шелюк, Л. Й. Астахова) зазначається, що протягом останніх двох десятиліть спостерігається зростання частоти, площі та сили негативних впливів на лісові екосистеми, зумовлених лісовими пожежами та впливом шкідливих комах, у різних частинах світу. В Україні, зокрема, збільшилася площа висихання соснових насаджень, що особливо помітно у Поліському регіоні та інших природних зонах (Балабук, 2017). Виділяється тісний зв'язок між поширенням пожеж та активністю шкідливих комах. Основні групи комах, які впливають на стан лісів та опосередковано пов'язані з лісовими пожежами, включають комах-хвоєгризів та стовбурових комах

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В. (Смирнова, Смирнов, Островерха, 2020).

Як вказують О.Ю. Андреєва, І. В. Мартинчук, Н. Пузріна, комах-хвоєгризи, що уражають хвою, послаблюють дерева, збільшуючи їх схильність до впливу вогню та заселення стовбуровими шкідниками. Пошкоджені частини дерев, заселені стовбуровими шкідниками, сприяють накопиченню легкозаймистих матеріалів, збільшуючи ризик пожеж. Дерев, пошкоджені вогнем, стають об'єктом для заселення стовбуровими шкідниками, а на прилеглих до згарищ ділянках формуються вогнища комах-хвоєгризів.

Мета дослідження полягає у виявленні та аналізі ефективних підходів та методик, спрямованих на зниження ризику виникнення лісових пожеж та контролю за поширенням шкідників у лісових екосистемах.

Завдання дослідження охоплюють:

- аналіз причин та факторів, що сприяють виникненню лісових пожеж та поширенню шкідників;

- вивчення сучасних стратегій та методів запобігання лісовим пожежам та боротьби зі шкідниками в різних екологічних умовах;

- оцінка ефективності різних підходів до управління лісовими ресурсами у контексті зменшення ризиків та запобігання негативним наслідкам;

- пропозиції щодо політики та практичних заходів для підвищення

стійкості лісових екосистем та зменшення негативного впливу пожеж та шкідників на лісове господарство.

Методи. Це дослідження охопило різні природні зони на рівнинній території України, включаючи полярні роботи, які були зосереджені в основному на державному підприємстві «Кремінське ЛМГ» (Луганське обласне управління лісового господарства). Територія знаходиться в басейні Сіверського Дінця і за лісорослинним районуванням належить до VIII лісорослинного району. Клімат тут помірно-континентальний, характеризується гарячим, сухим літом, холодною, малосніжною зимою з частими теплими періодами, а також нерівномірним розподілом опадів протягом року. Переважно свіжі ґрунти займають 55 % території (Південно-Східне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства, 2023).

Первинні відомості про стан лісових ресурсів були здобуті з останніх даних лісовпорядкування, що включали інформацію про розподіл лісів за категоріями земель, класифікацію насаджень за бонітетом, відносною повнотою, віковими категоріями, запасами деревини, типами лісорослинних умов та лісових типів. Польові дослідження допомогли оновити дані про санітарний та лісопатологічний

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

стан насаджень і визначити ключові фактори, які сприяють збільшенню ризику виникнення пожеж.

Результати дослідження.

Україна відноситься до країн Європи з низьким рівнем лісистості. Загальна площа лісових територій в країні приблизно становить 10 мільйонів гектарів. Частка лісистих територій від усієї площі країни, згідно з даними за 2021 рік, приблизно дорівнює 16 %, що на 4 відсоткові пункти нижче від ідеального рівня лісистості, встановленого за методологією Науково-дослідного Інституту лісового господарства та агролісомеліорації (рис. 1).

Температурні показники в Україні зростають у напрямку з півночі на південь та від заходу до сходу, в той час як обсяг опадів та щільність річкової мережі

зменшуються в тому ж напрямку. Це призводить до неоднорідного розподілу лісових масивів по країні. Наприклад, у період з 2005 по 2022 рр. спостерігалось збільшення площі осередків звичайного соснового пильщика у порівнянні з періодом 1980-2010 рр. у середньому в 8,2 рази, а площа осередків рудого соснового пильщика на сході країни зросла в 3,4 рази, охопивши понад 110 тис. га лісових насаджень (Пузріна, 2020).

Лісові пожежі в більшості випадків виникають через діяльність людини. Підвищення ефективності захисту лісових екосистем від пожеж може бути досягнуто за допомогою різних методів та стратегій управління ризиками, що залежать від причин виникнення пожеж (Лозінська, 2020).



Рис. 1. Лісорослинні зони України (Голов. упр. стат. у Чернігівській обл., 2023)

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

Ці методи ризик-менеджменту є бажаних результатів, як вказано в таблиці 1. взаємопов'язаними і їх комплексне застосування допомагає досягти

1. Характеристика методів попередження і управління ризиками виникнення лісових пожеж

Ознака класифікації	Вид методу	Характеристика методу
За способом впливу	Нормативні правові	Створюють основу організаційних рішень, способів адміністрування, умов реалізації економічних та соціально-психологічних методів.
	Організаційні (адміністративні)	Передбачають організацію виконання цілей у рамках нормативно-правових обмежень та здійснення контролю за дією економічних та соціально-психологічних методів.
	Економічні соціально-психологічні	Визначають ефективну структуру адміністрування, її нормативну правову основу. Засновані на вплив психології людей.
За характером впливу	Превентивні	Спрямовані на недопущення чи запобігання виникнення несприятливого стану керованого об'єкта.
	Репресивні	Спрямовані на придушення стихійного лиха, що вже відбувається.
	Компенсаційні	Направлені на часткове або повне відшкодування втрат, завданих у ситуаціях ризику.
За спрямованістю дії	Зниження	Спрямовані на зменшення розмірів можливих збитків чи ймовірності настання несприятливих подій.
	Збереження	Не завжди означають відмову від дій щодо компенсації збитків. Для відшкодування збитків можуть бути створені резервні фонди, залучені зовнішні джерела.
	Передача	Означають передачу відповідальності за ризики третім особам за збереження їхнього рівня.
За часом впливу	Дододійні	Планують та здійснюють завчасно: страхування, самострахування, запобіжні заходи та інші методи передачі та зниження ризиків.
	Післяподієві	Передбачають отримання коштів у ліквідацію збитків.

Джерело: сформовано авторами за даними (Яворовський П.П., Сендонін С.Є., Токарева О.В. 2019; Ye S., Rogan J., Zhu Z., Hawbaker T.J., Hart S.J., Andrus R.A., Meddens A. J.N., Hicke J.A., Eastman J.R., Kulakowski D., 2021).

Ми можемо виокремити і дати пояснення щодо ряду методів зменшення ризику лісових пожеж, які, адаптовані до специфічних умов і територій. Серед найбільш розповсюджених методів можна виділити (Зібцев, та ін., 2018):

1. Відеонаглядові камери. Встановлені на верхівках дерев, ці камери забезпечують 360-градусний

огляд і здатні виявляти дим та його приблизне місцезнаходження.

2. Супутникове спостереження. Здійснюється за допомогою супутникових знімків, які можуть знімати від 2 до 12 годин. Система раннього виявлення і попередження ризиків лісових пожеж представляє собою мережу з множини пристроїв, об'єднаних у пористу топологію за

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

допомогою IoT (Internet of Things) (Македон, Байлова, 2023). Кожен пристрій оснащений датчиками температури, вуглекислого газу, водню та вуглеводневих газів на основі використання багатофакторного аналізу даних для обробки інформації, отриманої від датчиків та інших джерел, які збирають дані про пожежі у лісах. Всі зібрані дані узагальнюються в таблицю, приклад якої наведено в таблиці 2.

Вхідна інформація включає дату та час, ідентифікатор пристрою, геолокацію та показники датчиків. Додатково можуть бути враховані такі фактори, як кількість опадів, сила та напрямок вітру. Аналіз показує, що найсильніший взаємозв'язок спостерігається між температурою повітря та концентрацією вуглеводневих газів (Глухонець, та ін., 2022).

2. Приклад даних, які отримують від пристроїв

№	ID	Дата	Час	GPS-широта	GPS-довгота	Температура	CO ₂	H ₂	C _x H _x
1	1	12.07.2023	11:00	30	53	29	0,0157	0,31966	1,0354
2	6	12.07.2023	11:01	35	48	29	0,0082	0,28633	1,5643
3	9	12.07.2023	11:02	38	45	29	0,0081	0,23529	1,0173
4	4	12.07.2023	11:03	33	50	30	0,0083	0,28369	2,1304
5	8	12.07.2023	11:04	37	46	30	0,0148	0,28677	0,2018
6	2	12.07.2023	11:05	31	52	30	0,0184	0,24607	0,0523
7	7	12.07.2023	11:06	36	47	30	0,0112	0,23045	0,3438
8	5	12.07.2023	11:07	34	49	30	0,0011	0,25267	0,7242
9	7	12.07.2023	11:08	36	47	30	0,0198	0,23496	2,0148
10	3	12.07.2023	11:09	32	51	30	0,0056	0,25619	1,5534

Джерело: сформовано авторами.

Результати цього аналізу вказують на можливість групування даних за геопозицією та кількістю опадів, що дозволяє визначити регіони з підвищеним ризиком пожежної небезпеки залежно від їх географічного розташування та кліматичних особливостей.

3. Застосування методу головних компонентів (РСА) Метод головних компонентів (РСА) є однією з технік

багатофакторного аналізу даних, що використовується для зниження розмірності даних, виявлення непрямих зв'язків між різними факторами та зменшення кількості використовуваних змінних. Уявімо, що існує набір даних, який включає багато різноманітних параметрів, таких як температура, обсяг опадів, вологість, напрям і швидкість вітру. Завдяки методу головних

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

компонентів можна визначити, які з цих параметрів мають найбільше значення та найбільшу вагу у варіативності даних. Інші параметри можуть бути виключені з аналізу або бути використані лише для більш специфічних досліджень (Зібцев, та ін., 2023). Отже, інтеграція даних про метеорологічні умови в систему зменшення ризику лісових пожеж може значно підвищити її точність.

4. Аналіз за допомогою регресії. Цей аналіз дозволяє встановити зв'язок між однією залежною змінною та кількома незалежними й використовувати цей зв'язок для прогнозування. У контексті системи раннього виявлення лісових пожеж, залежною змінною може бути ймовірність виникнення пожежі, а незалежними змінними – такі фактори, як температура, вміст вуглекислого газу, концентрація водню, інших газів, а також кількість опадів, напрям і швидкість вітру. Регресійний аналіз може стати цінним інструментом в системах зменшення ризику лісових пожеж. Він надає можливість використовувати історичні дані про попередні пожежі та погодні умови для оцінки ймовірності виникнення нових пожеж (Балабух, 2017).

Для наочного представлення зібраних даних використовують геоінформаційну систему, яка дозволяє візуалізувати різні параметри. Виявлення пожежі відбувається через зміну показників датчиків. При цьому, різні типи пожеж мають свої унікальні характеристики, тому важливо аналізувати дані, отримані з декількох пристроїв, які розміщені поруч один з одним, для точнішої ідентифікації пожеж (рис. 2) (Андрєєва, Мартинчук, 2018).

Важливим є той факт, що при фіксації ознак лісової пожежі одним з датчиків, потенційна зона ураження може бути визначена як радіусом, що підходить для моніторингу (див. рис. 2. а), так і у вигляді полігону, границі якого залежать від відстані між сусідніми датчиками (див. рис. 2. б). Для точнішого визначення зони ураження можна застосовувати метеорологічні дані, наприклад, швидкість і напрям вітру, що змістять потенційну зону ураження в протилежному напрямку від вітру (див. рис. 2. в). Якщо один датчик зафіксував ознаки пожежі в момент часу t_1 , а інший – в момент часу t_2 , це дозволяє зробити висновки про напрям поширення продуктів горіння (див. рис. 2. г).

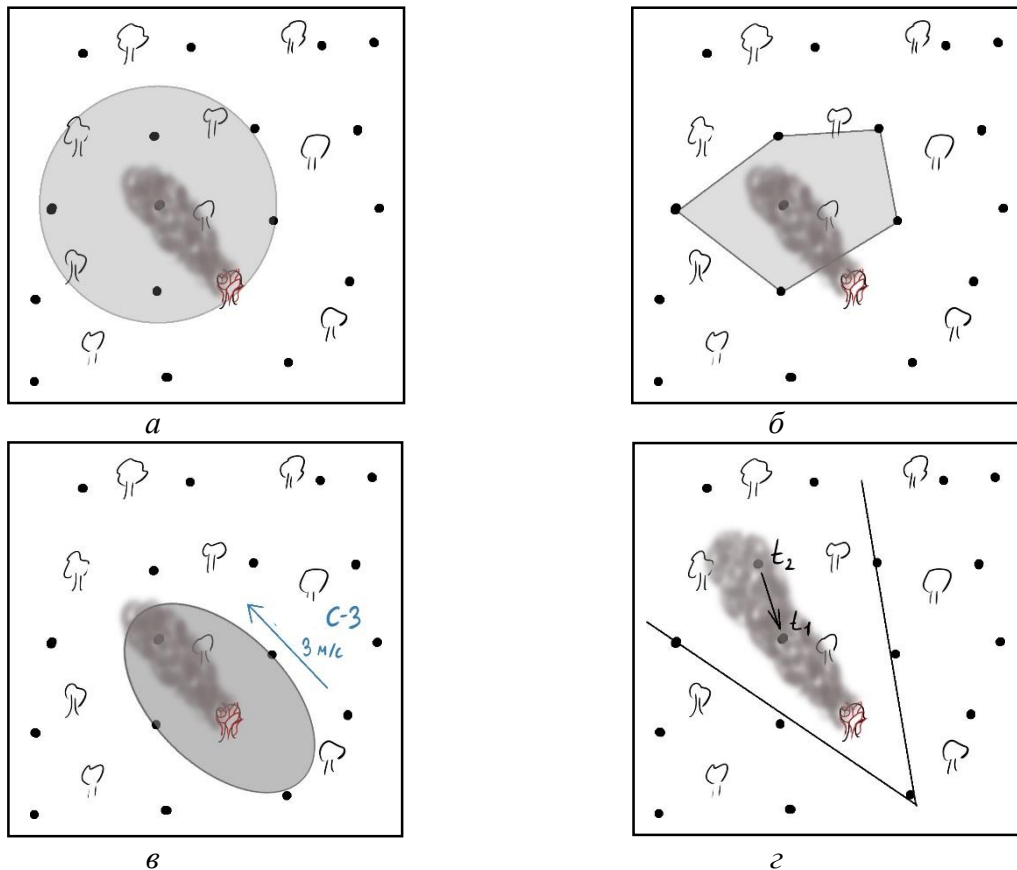


Рис. 2. Визначення області ураження: а – один пристрій; б – полігональне; в – з урахуванням метеоданих; г – на основі кількох датчиків
Джерело сформовано авторами

Проблема захисту лісів від шкідників залишається актуальною, з огляду на те, що переважна більшість шкідників лісу належать до класу комах.

Сосновий пильщик. Цей шкідник є універсальним для місць, де ростуть хвойні дерева, і відомий за вживанням хвої, через що він завдає значних збитків лісам у широкому географічному діапазоні. Він поширений у всіх Європейських країнах, включаючи Україну. У популяції пильщиків існують два види: звичайний (*Diprion pini*) та рудий (*Neodiprion sertifer*).

Рудий пильщик має розмір личинки 2-2,5 см, світло-сіре

забарвлення тіла з білою смугою посередині спини та чорними смугами з боків з білою облямівкою. Голова личинки чорного кольору та блискуча. Личинка звичайного пильщика має жовте або світло-зелене забарвлення, жовте черевце з чорними плямами над кожною лапкою. Довжина тіла становить близько 2,5 см, а голова – коричнева та блискуча (Борисенко & Мешкова, 2021).

Метелик листовійка (*Tortricidae*) поширений у Європі, Малій Азії, північно-західній Африці, зустрічається в центральній частині України. Виглядає як міленький метелик або міль з розмахом крил до

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

2,5 см, зазвичай має товсте тіло, покрите густими волосками, і горизонтально складені крила на спині. Гусениці листовійки майже без волосся, довжиною 1-2 см, з 16 ніжками, мають жовтувате або зелене тіло і чорну або буру голову. Саме гусениці є основними шкідниками рослин (Shelyuk & Astahova, 2021).

Великий сосновий довгоносик (*Hylobius abietis*) широко розповсюджений у лісових та лісостепових зонах території України. Цей жук, завдовжки 7-14 мм, має темно-бурий колір з рідкісними жовтуватими волосками та лусочками, покритий дрібними вм'ятинами та ямками. Великий сосновий довгоносик переважно шкодить соснам, хоча може зустрічатися і на інших хвойних та листяних деревах. Основну шкоду завдають дорослі особини, які пошкоджують кору стовбурів і весняні пагони молодих сосен, бруньки та хвою.

Для запобігання ризиків поширення шкідників та хвороб необхідно своєчасно виявляти осередки їх розмноження та застосовувати відповідні заходи для їх ліквідації, використовуючи різноманітні доступні методи та засоби. Ефективними методами боротьби зі шкідниками та хворобами лісу є фізико-механічні, хімічні, біологічні та спеціальні лісгосподарські заходи (Klouček, et al., 2019).

1. Фізико-механічні методи аналізу ризиків і контролю над шкідниками включають різноманітні механічні техніки та використання ручного інструментарію для їх знищення. Ці методи вимагають значної праці та зазвичай обмежуються невеликими площами. Основною перевагою цих методів є їх низький або відсутній вплив на довкілля та людину. До фізико-механічних методів боротьби відносяться:

–ручне збирання комах з молодих дерев;

–струшування гусениць з дерев, обрізання та знищення вогнем листя, згорнутого гусеницями;

–застосування пасток і приманок з феромонами, липких кілець, що перешкоджають доступу личинок до крон дерев.

2. Хімічний метод боротьби передбачає використання пестицидів для знищення шкідників. Він ефективний, порівняно недорогий і може бути використаний на великих площах за допомогою авіації. Отрутохімікати у вигляді порошку, дрібних крапель або аерозолів розпилюють на заражені ділянки з літаків, машин чи ручних розпилювачів.

3. Біологічні методи аналізу ризиків і боротьби базуються на природних антагоністичних відносинах між різними видами організмів і є ключовими в інтегрованій системі захисту лісу від

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В. шкідників та хвороб. До біологічного методу належать (Cohen, Yang, Kennedy, 2010):

- збереження популяцій природних ворогів комах-шкідників, таких як мурахи, гризуни та птахи;

- встановлення годівниць для комахоїдних птахів у хвойних посадках, наприклад, для синиць. Приваблені кормом, птахи також полюють на личинки комах-шкідників.

4. Лісогосподарські методи захисту полягають у виконанні цілого ряду заходів та дотриманні правил протягом всього процесу вирощування лісу для збільшення його відпорності до атак шкідників та хвороб. До таких лісогосподарських заходів належать:

- створення змішаних та різновікових насаджень, що є більш стійкими до шкідників та хвороб;

- адекватний догляд за лісом, включаючи видалення хворих, заражених шкідниками та ослаблених дерев;

- постійний контроль санітарного стану лісу, який включає прибирання сухостою, видалення дерев, які можуть служити притулком для шкідників під час зимівлі, своєчасне вивезення зрубаної деревини та інші заходи.

Таким чином, боротьба з лісовими шкідниками здійснюється за допомогою різних методів і технічних засобів. Однак, жоден з наявних методів не є універсальним, тобто не

підходить для боротьби з усіма видами шкідників в усіх умовах та в будь-який час. Також немає жодного методу, який би раз і назавжди вирішив проблему з певним шкідником.

Висновки та перспективи. У даній статті представлено систему для раннього виявлення лісових пожеж, засновану на використанні IoT-пристроїв, що об'єднані в мережу з пористою топологією. Досліджено різні фактори, що впливають на ризик виникнення пожеж, і проведено багатофакторний аналіз цих даних. Система раннього виявлення пожеж має велике значення для попередження та ефективного реагування на лісові пожежі. Розглянуто використання різних методів управління ризиками, включаючи нормативно-правові, організаційні, економічні та соціально-психологічні підходи, є критично важливим для зниження ризику пожеж. Використання комбінованих методів, які включають превентивні, репресивні та компенсаційні підходи, є ефективним у боротьбі з пожежами. Використання відеонаглядових камер, супутникового спостереження, патрулювання та безпілотних літальних апаратів значно підвищує ефективність раннього виявлення пожеж. Підкреслено, що немає універсального методу боротьби з лісовими пожежами та шкідниками, і необхідний комплексний підхід, який

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В. включає фізико-механічні, хімічні, біологічні та спеціальні лісогосподарські заходи. Загалом, дослідження підкреслює значення інтегрованих стратегій управління

Список використаних джерел

1. Андреева О.Ю., Мартинчук І.В. Економічні аспекти вирубування дерев, заселених стовбуровими шкідниками, у соснових лісах Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 28 (2). С. 31–36.

2. Балабух В.О. Сучасний стан прогнозування природної пожежної небезпеки за умовами погоди в Україні : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасний стан цивільного захисту України та перспективи розвитку» 10-11 жовтня 2017 року. Київ, 2017. С. 25-29.

3. Борисенко О.І., Мешкова В.Л. Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС : Монографія. Х.: Планета-Прінт, 2021. 148 с.

4. Зібцев С., Сошенський О., Гуменюк В., Богомолів В. План інтегрованого управління ландшафтними пожежами в Луганській області : монографія. Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. 257 с.

5. Глухонець А.О., Морозова Т.В., Морозов А.В., Кобзиста О.П., Самойленко І.В., Стецюк Л.М. Використання ГІС технологій для модернізації систем моніторингу об'єктів природно-заповідного фонду України. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2022. № 2(98). С. 40-54.

6. Інтегрована система охорони лісів від пожеж : монографія / [С. Зібцев, П. Лакида, В. Миронюк та ін.]. Київ : Наукова столиця ; ФОП Шмидко Т. С., 2018. 350 с.

7. Лозінська Т. (2020). Проблеми пожежної небезпеки в лісовому господарстві. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Формування сучасної навкової думки». Кропивницький 31 січня 2020. МЦНД. С. 71-73. <https://doi.org/10.36074/31.01.2020.08>

ризиками та впровадження інноваційних технологій для зменшення ризику лісових пожеж і контролю над шкідниками.

8. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

9. Пузріна Н.В. Шкідники і збудники деревних декоративних рослин. Частина 1. Київ : редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2020. 527 с.

10. Смирнова С.М., Смирнов В.М., Островерха В.О. Наукові засади управління розвитком природно-заповідних територій. *Агросвіт*. 2020. № 2. С. 77-83.

11. Південно-Східне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства. 2023. URL: <https://se.forest.gov.ua/arxiv/luganske-ouimg.html>

12. Яворовський П.П., Сендонін С.Є., Токарева О.В. Рекреаційне лісівництво : підручник. Київ : Наукова столиця, 2019. 299 с.

13. Cohen W.B., Yang Z., Kennedy R. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync – Tools for calibration and validation. *Remote Sensing of Environment*. 2010. vol. 114(12). P. 2911–2924.

14. Klouček T., Komárek J., Surový P., Hrach K., Janata P., Vašíček B. The Use of UAV Mounted Sensors for Precise Detection of Bark Beetle Infestation. *Remote Sensing*. 2019. vol. 11, № 13. P. 1561.

15. Shelyuk Yu.S., Astahova L.Y. Phytoplankton succession in the anthropogenic and climate ecological transformation of freshwater ecosystems. *Biosyst. Divers*. 2021. №29(2). P. 119–128. DOI: <https://doi.org/10.15421/012116>.

16. Ye S., Rogan J., Zhu Z., Hawbaker T.J., Hart S.J., Andrus R.A., Meddens A. J.H., Hicke J.A., Eastman J.R., Kulakowski D. Detecting subtle change from dense Landsat

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

time series: Case studies of mountain pine beetle and spruce beetle disturbance. *Remote Sensing of Environment*. 2021. vol. 263. P. 112-560.

References

1. Andreyeva, O.Yu., Martynchuk, I.V. (2018). Economic aspects of felling trees infested with trunk pests in the pine forests of Polissia. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny – Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 28(2), 31–36. [in Ukrainian].
2. Balabukh, V.O. (2017). The current state of forecasting of natural fire danger in the weather in Ukraine: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Current State of Civil Protection of Ukraine and Prospects for Development" October 10-11, 2017, Kyiv, Ukraine. 25-29. [in Ukrainian].
3. Borysenko, O.I., Meshkova, V.L. (2021). Forecasting the spread of fires and centers of harmful insects in pine forests by means of GIS: Monograph. Kharkyv, Ukraine: Planeta-Print. 148. [in Ukrainian].
4. Zibtsev, S., Soshenskyi, O., Humenyuk, V., Bogomolov, V. (2023). Plan of integrated management of landscape fires in Luhansk region: monograph. Kyiv, Ukraine: Editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine. 257. [in Ukrainian].
5. Hlukhonets, A.O., Morozova, T.V., Morozov, A.V., Kobzysta, O.P., Samoilenko, I.V., Stetsiuk, L.M. (2022). Use of GIS technologies for modernization of monitoring systems of objects of the nature and preserve fund of Ukraine. *Visnyk Natsional'noho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya – Bulletin of the National University of Water Management and Environmental Management*, 2(98), 40-54. [in Ukrainian].
6. Zibtsev, S., Lakyda, P., Myroniuk, V. (2018). Integrated forest fire protection system: monograph. Kyiv, Ukraine: Scientific Capital, 350. [in Ukrainian].
7. Lozins'ka, T. (2020). Problems of fire danger in forestry. *Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Formuvannya suchasnoyi navkovoyi dumky»*. Kropyvnyts'kyi 31 sichnya 2020. MTSND. S. 71-73. <https://doi.org/10.36074/31.01.2020.08>. [in Ukrainian].
8. Makedon, V.V., Bailova O.O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. *Naukovyy visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu. Seriya «Ekonomichni nauky» – Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. [in Ukrainian].
9. Puzrina, N.V. (2020). Pests and pathogens of wooden decorative rolls. Part 1. Kyiv, Ukraine: editorial and publishing department of NUBiP of Ukraine, 527. [in Ukrainian].
10. Smyrnova, S.M., Smirnov, V.M., Ostroverkha, V.O. (2020). Scientific principles of managing the development of nature-protected territories. *Ahrosvit – Agroworld*, 2, 77-83. [in Ukrainian].
11. South-Eastern interregional management of forestry and hunting (2023). URL: <https://se.forest.gov.ua/arxiv/luganske-oulmg.html> [in Ukrainian].
12. Yavorovskyi, P.P., Sendonin, S.E., Tokareva, O.V. (2019). Recreational forestry. Kyiv, Ukraine: Scientific Capital [in Ukrainian].
13. Cohen, W.B., Yang, Z., Kennedy, R. (2010). Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. TimeSync – Tools for calibration and validation. *Remote Sensing of Environment*, 114, 12, 2911–2924.
14. Klouček, T., Komárek, J., Surový, P., Hrach, K., Janata, P., Vašíček, B. (2019). The Use of UAV Mounted Sensors for Precise Detection of Bark Beetle Infestation. *Remote Sensing*, 11, 13, 1561.
15. Shelyuk, Yu.S., Astahova, L.Y. (2021). Phytoplankton succession in the anthropogenic and climate ecological transformation of freshwater ecosystems. *Biosyst. Divers*, 29(2), 119–128. DOI: <https://doi.org/10.15421/012116> [in Ukrainian].
16. Ye, S., Rogan, J., Zhu, Z., Hawbaker, T.J., Hart, S.J., Andrus, R.A., Meddens, A.J.H., Hicke, J.A., Eastman, J.R., Kulakowski, D. (2021). Detecting subtle change from dense Landsat time series: Case studies of mountain

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.
pine beetle and spruce beetle disturbance.
Remote Sensing of Environment, 263, 112-560.

STRATEGIES AND METHODS FOR REDUCING THE RISK OF FOREST FIRES AND THE SPREAD OF PESTS

T. P. Lozinska, A. I. Zadorozhnyy, V. V. Mamchur

Abstract. *The article includes a detailed description of various methods of forest fire prevention and risk management, including the use of regulatory, organizational, economic, socio-psychological, preventive, repressive and compensatory methods.*

It has been determined that forest fires have serious consequences for ecosystems, causing the destruction of plants and animals, deterioration of air quality and increased emissions of greenhouse gases. They also cause significant economic losses, affecting forest resources, infrastructure and tourism. Climate change and changes in environmental conditions contribute to the spread of pests in forests, which can worsen the situation in forestry and biodiversity conservation. Addressing these challenges requires an integrated approach, including scientific research, strategic planning, risk management and active public engagement. The authors provide a classification of these methods, based on the method of influence, the nature of the influence and the direction of the action. The purpose of the study is to identify and analyze effective approaches and methods aimed at reducing the risk of forest fires and controlling the spread of pests in forest ecosystems. The research uses the methods of camera analysis and review of scientific works, supplemented by field research. This made it possible to develop reasonable recommendations for reducing the risk of forest fires. Special attention was paid to the analysis of forest management data, which included information on the distribution of forests by land category, the classification of plantations and their sanitary condition. Field studies have helped to update and clarify data on the state of plantations and identify key factors that increase the risk of fires. Modern methods of detecting forest fires were used, including video surveillance cameras, satellite surveillance, patrolling territories and the use of unmanned aerial vehicles. A forest fire early detection system is described, which includes IoT devices combined in a porous topology and equipped with sensors for temperature, carbon dioxide, hydrogen, and hydrocarbon gases. The article also describes the methods of multivariate data analysis and principal component methods for reducing data dimensionality and identifying key factors affecting the occurrence of fires. Regression analysis is used to establish the relationship between various variables and predict the probability of fire occurrence. Physico-mechanical, chemical, biological and silvicultural methods of reducing the risk of forest fires and the impact of pests and diseases are identified, including manual collection of insects, shaking off caterpillars, use of traps, chemical spraying and creation of mixed and multi-aged stands. Research perspectives may include the following key aspects: exploring and integrating advanced technologies, such as artificial intelligence, machine learning, and remote sensing of the Earth, for early detection of forest fires and monitoring of pest populations; study of the impact of climate change on the frequency and intensity of

Лозінська Т. П., Задорожний А. І., Мамчур В. В.

forest fires and the distribution of pests, as well as the development of adaptation strategies.

Presented a system for early detection of forest fires based on the use of IoT devices connected to a network with a porous topology. Various factors affecting the risk of fires were studied, and a multivariate analysis of these data was carried out. The early fire detection system is of great importance for the prevention and effective response to forest fires. Considered the use of different risk management methods, including regulatory, legal, organizational, economic and socio-psychological approaches, is critical to reducing the risk of fires. The use of combined methods that include preventive, repressive and compensatory approaches is effective in fighting fires. The use of video surveillance cameras, satellite surveillance, patrolling and unmanned aerial vehicles significantly increases the effectiveness of early detection of fires. It is emphasized that there is no universal method of fighting forest fires and pests, and a comprehensive approach is needed, which includes physical-mechanical, chemical, biological and special forestry measures. Overall, the study highlights the importance of integrated risk management strategies and the implementation of innovative technologies for forest fire risk reduction and pest control.

Key words: *forest fire risk, forest pests, forest vegetation zones, geoinformation system, sanitary condition, conifers*

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

УДК 712.4:711.57(477.411)

ВЕРТИКАЛЬНЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ІСТОРИЧНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА КИЇВ**О.М. БАГАЦЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0003-3040-7859>

E-mail: bagackaya_oksana@nubip.edu.ua

О.А. СНАРОВКІНА, аспірант, <https://orcid.org/0000-0002-4699-4042>

E-mail: o.snarovkina@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.022](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.022)

Анотація. Досліджено використання елементів вертикального озеленення на вулицях, які є найбільш відвідуваними та належать до історичної частини міста Київ. Проведено огляд рослин, визначено видовий склад, оцінено стан та виділені групи за декоративними якостями. Результати огляду та проведеної оцінки показали, що декоративні ліани в цих частинах міста представлені 4 порядками, 4 родинами, 5 родами, 8 видами і однією формою. Всі види відносяться до відділу Покритонасінних (Magnoliophyta). Поділяються вони на багаторічні дерев'янисті ліани та однорічні трав'янисті ліани. Виявлено, що не на всіх досліджуваних історичних вулицях міста Київ присутні елементи вертикального озеленення. За результатами досліджень встановлено загальну декоративність, можна стверджувати, що більшість рослин мають достатню декоративність і лише невеликий відсоток – незначну. Виходячи з даних досліджень, всі виткі рослини розподілено за декоративними якостями і встановлено, що більшість ліан є декоративнолистяними. Менше рослин, які декоративні і листям і квітами, а також ті, що цінуються своїми плодами. Вік рослин коливається від 5 до 30 і більше років. Всі рослини мають задовільний та добрий стан, але потребують постійного догляду. Для більш естетичного вигляду рослин на фоні будівель або споруд необхідно використовувати більш сучасні методи вертикального озеленення. Порівнюючи кількість насаджень витких рослин та насаджень дерев і кущів, було встановлено, що на певних вулицях достатньо вертикального озеленення, а на деяких потрібен його розвиток та вдосконалення.

Ключові слова: ліана, озеленення, зелена стіна, історична вулиця, виткі рослини

Актуальність. Вертикальне озеленення є перспективним та актуальним способом озеленення великих міст. Через малі площі для створення зелених об'єктів є нестача рослин, важливих для покращення мікроклімату та екологічного стану

міста, а також для комфортного існування людини.

У багатьох країнах світу проводяться дослідження, що пов'язані з покращенням кліматичних умов за допомогою витких рослин. Міста в Австралії переживають

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

безпрецедентний рівень перегріву міст, що спричинив значний вплив на соціально-економічне середовище країни, тому було доведено, що вертикальні сади, міська зелень і водні технології можуть значно охолодити навколишнє повітря та створити міста з тепловим балансом (Yenneti et al., 2020). Вивчаючи вертикальне озеленення для покращення кліматичних умов у місті Барселона, науковці пропонують використовувати виткі рослини як другий шар облицювання фасаду (Bagheri et al, 2021). А у місті Ялова, що знаходиться в Туреччині, дослідивши зелені стіни, виявили 3 об'єкти озеленення площею 721,5 м², що є недостатнім для даного міста. У висновку було запропоновано створення 13 вертикальних садів для збільшення кількості відкритих зелених насаджень у місті (Kahraman, Erman, 2021). Аналіз садів у столиці Еквадору місті Кіто, маючи на меті зрозуміти суспільне сприйняття вертикальних садів у зв'язку з покращенням якості навколишнього середовища, добробуту, зниження рівня шуму, показав важливість рівня естетичності об'єктів для опитуваних (Maron, Ramirez, 2020). У місті Алмати (Казахстан) під час дослідження було виявлено 8 видів витких багаторічних рослин, що свідчить про бідний асортимент рослин. Всі види були оцінені як здорові, вони мають характерний прояв декоративних ознак, тому у

висновку було запропоновано введення нових видів ліан та створення більшої кількості об'єктів озеленення з використанням уже пристосованих рослин (Zhussupova, Sarsekova, Seifullin, 2015).

Столиця України – місто Київ, є старовинним містом із багатою історико-культурною спадщиною. Зовнішнім виглядом будь-якого міста виступають вулиці, сквери, площі. Від їх стану, складу та структури залежить сприйняття міста жителями та гостями (КМДА, 2015). Зараз Київ – це динамічне місто зі швидким темпом розвитку, тому воно потребує підвищення якості середовища існування. Велика частина міста має щільну забудову, тому перспективним є використання вертикального озеленення.

Загалом сучасний вигляд столиці був сформований наприкінці XIX ст. Історична частина Києва має достатню кількість туристичних об'єктів, тому є досить популярним місцем. Саме на території Старого Києва була збудована перша кам'яна церква Русі – Десятинна церква. В цій частині міста збереглися унікальні пам'ятки історії, архітектури та духовенства, такі як Софійський собор і руїни монастиря та Михайлівський золотоверхий собор, Андріївська церква, Золоті ворота. Також збереглися споруди середини XIX – першої половини XX століття.

Озеленення даних вулиць є дуже важливим, адже рослини доповнюють

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

загальний вигляд архітектури міста. Іноді, озеленюючи такі території, можуть виникати певні обмеження у зв'язку із загальним історичним архітектурним образом. Тому добір рослин має здійснюватися відповідно. Доглядаючи за такими рослинами також необхідно враховувати особливості даних територій.

Вивчення видового різноманіття витких рослин є актуальним для подальшого аналізу стану озеленення вулиць. У зв'язку з обмеженням місця, дані дослідження в перспективі дозволяють рекомендувати догляд для існуючих насаджень та запропонувати нові елементи вертикального озеленення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час озеленення місць, які вже забудовані, виникають різні перешкоди для створення повноцінних зелених насаджень через високу щільність забудови та неможливість змінити архітектурний вигляд міста (Кустовська, 2016). Особливо це стосується історичної частини міста. Проблема браку місця для озеленення вирішується за допомогою альтернативних видів озеленення. Таким виступає озеленення з використанням витких рослин. Даний засіб декорування є одним із найбільш престижних, доступних і виразних (Кучерявий, 2020).

Різниця між зеленими стінами та зеленими фасадами полягає в тому, що зелені стіни мають середовище

для росту, що підтримується на стіні, в той час як зелені фасади мають лише ґрунт біля основи стіни, а виткі рослини піднімаються вздовж стіни для створення зеленого фасаду (Harsh Mahendrakumar Patel, Sandhya R. Verma, Hitesh A. Solank, 2022).

У результаті аналізу існуючої ситуації в м. Київ було виявлено ряд проблем, а саме: скорочення площ озеленення, забудова парків та зелених зон, нестача озеленення в центральній частині міста, стан зелених насаджень, недосконалість законодавства. Внаслідок цього прогресують хвороби рослин, забруднення та засолення, погіршення стану природи та здоров'я населення, руйнування природних та історичних ландшафтів (Кустовська, 2016).

Озеленення історичної частини міста Києва за дослідженнями О.В. Піхало (2011) можна поділити на насадження: такі, що розділяють проїжджу частину і тротуар; тротуар і забудову; палісадники і курдонери; бульварні насадження; насадження на розподільчій смузі; насадження площ та скверів. Згідно досліджень класифікацій життєвих форм, на історичних вулицях міста Київ зростають 8 видів дерев'янистих ліан (Піхало, 2011).

Мета. Метою дослідження було проаналізувати кількість та стан витких рослин, які зростають на вулицях, що належать історичній частині міста Київ для подальших

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

рекомендацій та проектних пропозицій щодо розвитку вертикального озеленення. Виявити проблеми та перспективи вертикального озеленення на вулицях міста Києва.

Методи. Об'єктами досліджень виступали елементи вертикального озеленення, які розміщені в історичній частині міста Київ. Візуальне обстеження рослин проводилось на найбільших та найвідвідуваніших вулицях: вул. Велика Васильківська, вул. Хрещатик, вул. Інститутська, вул. Круглоуніверситетська, вул. Князів Острозьких, вул. Саксаганського, бульвар Тараса Шевченка, вул. Володимирська, Андріївський узвіз, вул. Верхній Вал, вул. Нижній Вал, вул. Ярославська.

Вивчення таксономічного складу ліан проводили шляхом візуальних обстежень. Визначення рослин проводили за морфологічними ознаками генеративних і вегетативних органів згідно описів у літературних джерелах (Івченко та ін, 2001; Калініченко, 2003). Визначення загальної декоративності проводили за Калініченком О.А. за 5-тибальною шкалою (5 - негативна, 4 - нульова, 3 - незначна, 2 - достатня, 1 - висока) (Калініченко, 2003). Розподіл рослин на групи за декоративними якостями проводили за методикою Хороших О. Г., Хороших О.В. та поділили на групи (декоративнолистяні ліани;

гарноквітучі; ліани, декоративні і листям і квітами; ліани, декоративні плодами) (Хороших, 1999). Стан витких рослин визначали згідно з «Інструкцією з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України»: добрий, задовільний, незадовільний.

Результати досліджень та їх обговорення. Озеленення вулиць історичної частини міста Київ різноманітне. Найчастіше насадження представлені рядовими посадками дерев у лунках. Бульвари як вид лінійних посадок. Досить часто трапляються елементи біля будинків у вигляді кущів, квітників та газонів. Більш сучасне та розвинене озеленення мають ділянки, які знаходяться в користуванні приватних підприємств або закладів харчування. Вони використовують різноманітні рослини, розміщуючи їх у лунки або контейнери. Також елементи вертикального озеленення присутні на балконах та фасадах будинків.

Основними рослинами на досліджуваних територіях є дерев'янисті ліани, які представлені 4 порядками, 4 родинами, 5 родами, 8 видами і однією формою. Всі види відносяться до відділу Покритонасінних (*Magnoliophyta*). Деякі ліани, які зростають на вулицях історичної частини міста Київ є інтродуцентами, отже вони повинні бути зимостійкими, посухостійкими, витримувати загазованість повітря, а

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

також бути стійкими до шкідників та хвороб (Бойко та ін., 2019). Це все необхідно для подальшого використання даних рослин у вертикальному озелененні столиці України. Досліджувані види представлені ареалами: Північна Америка, Мексика, Східна Азія, Європа, Корея та Китай.

Насадження витких рослин по вул. Велика Васильківська, які зростають на опорах та стінах представлені такими видами: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus*

tricuspidata (Sieb. et Zucc.) Rehd.), дівочий виноград трикінцевий 'Veitchii' (*Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii'), виноград справжній (*Vitis vinifera* L.), плющ звичайний (*Hedera helix* L.). Також використовуються виткі рослини в контейнерах, які розміщені поряд із закладами харчування: плющ звичайний (*Hedera helix* L.).

Досліджуючи вул. Круглоуніверситетську та вул. Князів Острозьких, не було виявлено елементів вертикального озеленення. Також відсутні виткі рослини і на вул. Інститутській.



Рис. 1. Вул. Велика Васильківська (2023 р.)

В озелененні вул. Хрещатик встановлені такі види ліан: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград



Рис. 2. Вул. Хрещатик (2023 р.)

трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.), дівочий виноград трикінцевий 'Veitchii' (*Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii'). Озеленення споруд на

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

Хрещатику згадується в літературі 1980 р., як рослини, які мають підкреслювати архітектуру будівель, що є актуальним і в наш час (Брагіна, Бєлова, Сидоренко, 1980).

Найбільше витких рослин було виявлено на вул. Саксаганського, це: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.), дівочий виноград трикінцевий 'Veitchii' (*Parthenocissus tricuspidata*

'Veitchii'), плющ звичайний (*Hedera helix* L.), виноград звичайний (*Vitis vinifera* L.), виноград амурський (*Vitis amurensis* Rupr.).

Переходячи з вул. Саксаганського до бульв. Тараса Шевченка, одразу були виявлені ліани: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.). На даній території вертикальне озеленення не дуже розповсюджене, тому видовий склад даних насаджень складається лише з цих видів рослин.



Рис. 3. Бульвар Тараса Шевченка (2023 р.)



Рис. 4. Вул. Саксаганського (2023 р.)

По вул. Володимирській зростають такі види витких рослин: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.), виноград звичайний (*Vitis vinifera* L.).

Найпопулярнішим місцем та прикладом вертикального озеленення є пам'ятник Богдану Хмельницькому на Софійській площі. Він обплетений рослинами: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.).



Рис. 5. Вул. Володимирська (2023 р.)



Рис. 6. Пам'ятник Богдану Хмельницькому (2023 р.)

На Андріївському узвозі також є привабливі елементи вертикального озеленення на спорудах і представлені вони такими видами: дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.).



Рис. 7. Андріївський узвіз (2023 р.)

Також до історичної частини міста Києва відносять вул. Верхній вал та вул. Нижній вал. Тут зростають такі ліани: дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.), кампсис повзучий (*Campsis radicans* (L.) Seem.). Наймасштабнішими за площею покриття є стіни біля галереї «Арткапітал».



Рис. 8. Вул. Верхній Вал (2023 р.)

По вул. Ярославській знаходяться елементи вертикального озеленення, які розміщені на стінах з

дівочого винограду п'ятилисточкового (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.).



Рис. 9. Вул. Ярославська (2023 р.)

Аналізуючи видовий склад можна зробити висновок, що переважають ліани дівочого винограду трикінцевого (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.) та дівочого винограду п'ятилисточкового (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.). Більшість ліан зростають на стінах будинків та балконах, а також на підпірних

стінках та парканах. Тому, згідно класифікації видів сучасного вертикального озеленення (за Солоненком В.І.), на історичних вулицях Києва розміщені: рослинні вертикалі, вертикальне озеленення на опорах, ампельне озеленення і ландшафтна інсталяція (Солоненко, 2017).

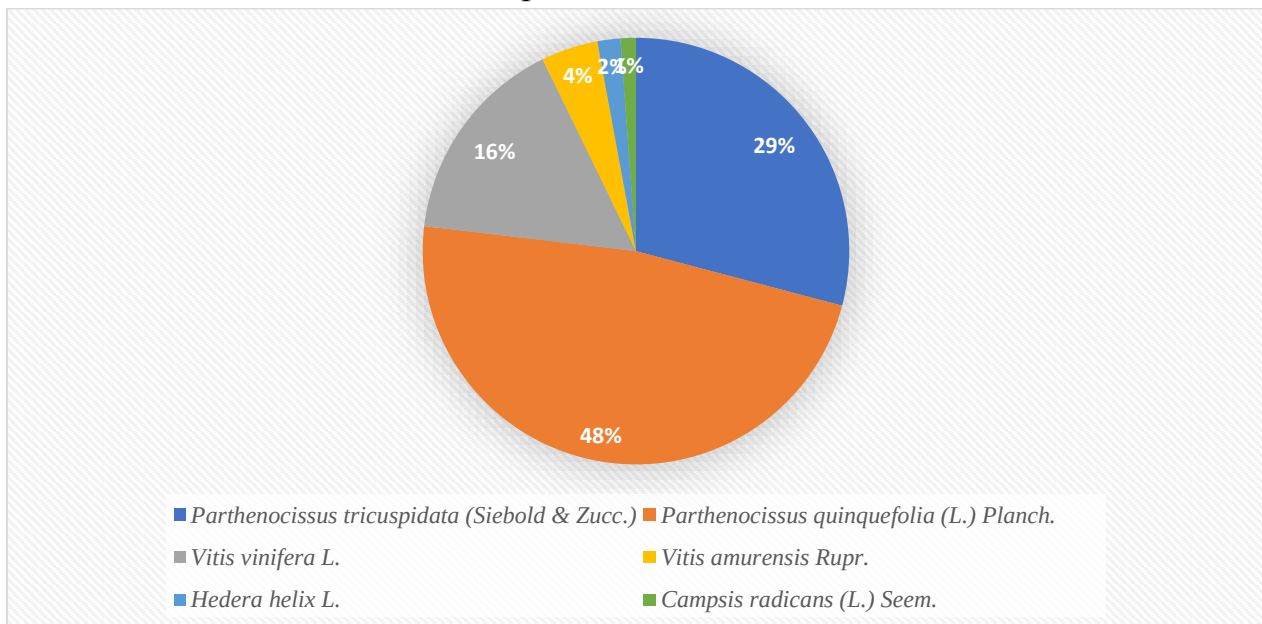


Рис. 10. Розподіл видів дерев'янистих ліан за загальною площею в історичній частині міста Київ

На деяких вулицях зростають представлені видом іпомея трикольорова (*Ipomoea tricolor* Cav.).

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

Вони розміщені на клумбах та в контейнерах біля будинків.

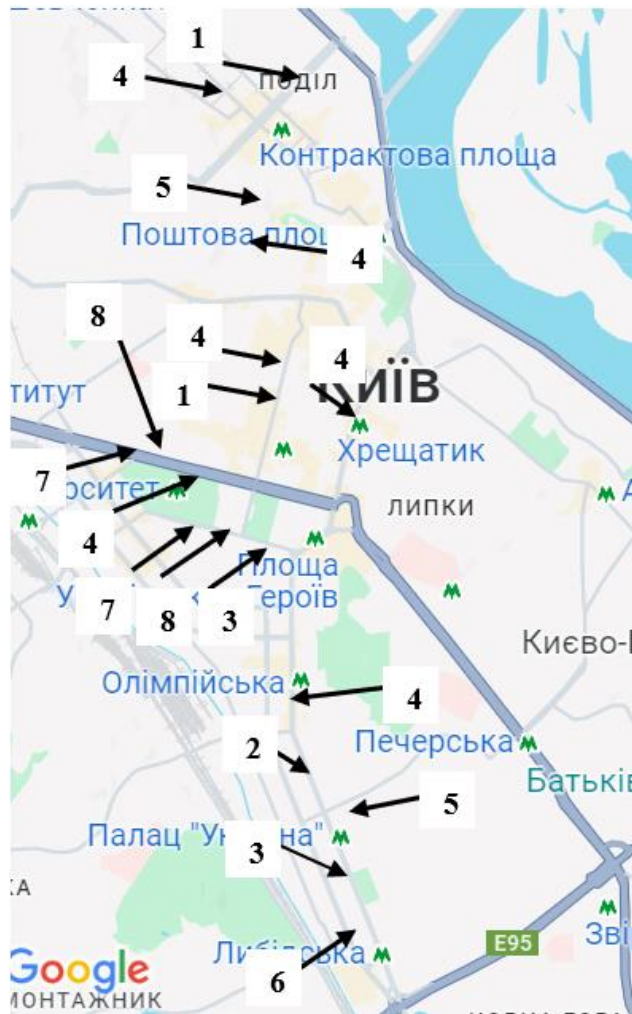


Рис 11. Схема розміщення основних видів витких рослин на досліджуваних територіях

За декоративними ознаками ліани, які зростають в історичній частині Києва можна поділити на декоративнолистяні, ліани декоративні і листям і квітами, ліани декоративні плодами.

Оцінюючи загальний стан рослин, можна стверджувати, що більшість рослин мають добрий та задовільний стан. Деякі рослини зростають в лунках, які заощені навколо тротуарною плиткою. Площа

такої лунки близько $0,7 \text{ м}^2$, тому такі рослини потребують постійного догляду за прикореневою частиною, а саме: очищення лунок від сміття, внесення поживних речовин. В деяких випадках було виявлено використання пагонів ліан для закріплення і маскування дротів та інших елементів комунікації. Такий вплив є негативним для розвитку та росту рослини. Так як більшість ліан є агресивними у своєму рості, тому

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

інколи необхідно проводити обрізку
для покращення стану рослин та
загального вигляду.

1. Поділ дерев'янистих ліан за декоративними якостями

Родина	Вид, культивар	Місце- знаходження	Декоративна ознака		
			Декора- тивнолистяні	Гарно- квітучі	Декоративні плодами
<i>Bignoniaceae</i> Juss.	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	вул. Верхній Вал	+	+	
<i>Convolvulaceae</i> Juss.	<i>Ipomoea tricolor</i> Cav.	вул. Велика Васильківська	+	+	
<i>Araliaceae</i> Juss.	<i>Hedera helix</i> L.	вул. Велика Васильківська, вул. Саксаганського	+		
<i>Vitaceae</i> Juss.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	вул. Велика Васильківська, вул. Хрещатик, бульв. Тараса Шевченка, вул. Володимирська, вул. Ярославська, Андріївський узвіз	+		
<i>Vitaceae</i> Juss.	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	Андріївський узвіз, вул. Велика Васильківська	+		
<i>Vitaceae</i> Juss.	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> 'Veitchii'	вул. Велика Васильківська	+		
<i>Vitaceae</i> Juss.	<i>Vitis vinifera</i> L.	вул. Саксаганського, бульв. Тараса Шевченка, вул. Володимирська			+
<i>Vitaceae</i> Juss.	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	вул. Саксаганського, бульв. Тараса Шевченка			+

Значна кількість науковців в Україні та по всьому світі насаджень у зв'язку із стрімким збільшенням забудови. Внаслідок стверджують, що у сучасних містах цього утворюються проблеми зменшуються площі зелених

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

естетичного та екологічного характеру.

Згідно з дослідженням М. М. Ратушного (2020) щодо вертикального озеленення правобережжя м. Дніпро встановлено, що даного виду озеленення недостатньо. За видовим складом дещо поступається історичній частині м. Київ та представлене 6 видами і 1 формою багаторічних ліан. Загалом переважає розміщення рослин на паркані і дуже мало на фасадах (Ратушний, 2020). У місті Кривий Ріг, який є великим промисловим містом з видобутком залізної руди, має дуже бідний асортимент витких рослин. Відповідно дослідження Л.І. Бойко (2021), він представлений видами та формами з родини *Vitaceae* Juss. (Бойко та ін., 2021). Як стверджує Л.І. Кравченко (2023), виткі рослини, використовувалися у м. Харків вже дуже давно. На початку XX ст. вони прикрашали не тільки фасади, але і сквери та парки обплітаючи різні архітектурні форми. Найбільш поширеним видом є *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. та *Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch. Метою даного дослідження було наголосити на доцільності використання витких рослин, особливо у промислових містах. (Кравченко, Ужченко, 2023). За дослідженнями Т.О. Бойко та З. Ешкар (2021) у м. Херсон у міжквартальному озелененні використовуються лише 5 видів ліан.

Серед них переважає *Hedera helix* L. (Бойко, Ешкар, 2021). У місті Ужгород є декілька об'єктів з вертикальним озелененням *Hedera helix* L. та мають більш декоративне рішення, ніж поширення масового вертикального озеленення. Для покращення екології міста Д.І. Кайнц, О.А. Михайло, М.Р. Швець (2023) було запропоновано створити нові об'єкти вертикального озеленення (Кайнц, Михайло, Швець, 2023). У місті Львові вертикальне озеленення трапляється дещо рідше, ніж насадження з дерев та кущів, тому В.П. Кучерявий та Н.Д. Кондрат (2003) дане питання дослідили у ботанічних садах міста. Результати показали, що в озелененні використовуються близько 30 видів витких рослин. Ліани на вулицях міста Львів потребують догляду через свій вік та умови зростання в ущільненому ґрунті. (Кучерявий, Кондрат, 2003). Вивчаючи видовий склад та особливості рослин в містах України, найпершим автори відмічали екологічність їх використання. Вертикальне озеленення міста Київ є важливим питанням для мікроклімату міста. Зважаючи, що дослідження проводились не по всьому місту, а лише на основних історичних вулицях, то асортимент рослин є невеликим. В дослідженнях О.В. Піхало (2011) було встановлено, що в історичній частині м. Київ зростають

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

8 видів витких рослин, що також підтверджують наші дослідження.

Висновки і перспективи.

Історична частина міста Київ є обличчям столиці. Було встановлено, що в певних районах міста є проблеми з якісним озелененням територій. Через високу щільність забудови існують різні перешкоди для створення повноцінних зелених насаджень, тому необхідно популяризувати вертикальне озеленення. Під час дослідження витких рослин було виявлено, що серед насаджень переважають дерев'янисті ліани, більшість з яких відносяться до декоративнолистяних видів. Асортимент рослин вертикального озеленення історичної частини міста Київ включає рослини родини *Vitaceae* Juss. Загалом ліани представлені 4 родинами, 5 родами, 8

видами та 1 формою: кампсис повзучий (*Campsis radicans* (L.) Seem.), іпомея трикольорова (*Ipomoea tricolor* Cav.), плющ звичайний (*Hedera helix* L.), дівочий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), дівочий виноград трикінцевий (*Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Rehd.), дівочий виноград трикінцевий 'Veitchii' (*Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii'), виноград звичайний (*Vitis vinifera* L.), виноград амурський (*Vitis amurensis* Rupr.). Використання даних ліани є перспективним у подальшому для розширення площ вертикального озеленення на вулицях міста. Вони добре ростуть та розвиваються в умовах міста. Правильно доглядаючи за рослинами, можна зберегти та додати привабливий вигляд архітектурі міста на довгі роки.

Список використаних джерел

1. Bagheri F. Understanding the Performance of Vertical Gardens by Using Building Simulation and its Influences on Urban Landscape. ACE: Architecture, City and Environment. 2021. № 16(47). doi:10.5821/ace.16.47.10321
2. Harsh Mahendrakumar Patel, Sandhya R. Verma, Hitesh A. Solanki. Vertical gardens as a restoration component in urban spaces: A Review. SSRN Electronic Journal. 2022. Vol. 10. P. 303-306 doi: 10.2139/ssrn.4065857
3. Kahraman Ö., Erman D.. Evaluation of Yalova City Center and Çiftlikköy District in Terms of Vertical Garden. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi. 2021. №17(2), С. 258-268.
4. Maron A., Ramirez F. Social Perception of Living Walls in Quito: A Study of Four Vertical Gardens IOP Conf. Ser.: Earth

Environ. Sci. 2020. 503 012095 doi:10.1088/1755-1315/503/1/012095

5. Yenneti K., Ding L., Prasad D., Ulpiani G., Paolini R., Haddad S., Santamouri, M., Urban Overheating and Cooling Potential in Australia: An Evidence-Based Review. Climate. 2020. №8. С. 126. doi:10.3390/cli8110126

6. Zhussupova Zh., Sarsekova D., Seifullin S. Perspective types of climbing plants for vertical gardening of almaty city. Национальная ассоциация ученых (НАУ). 2015. №IV (9), С. 171-174

7. Багацька О. М. Особливості росту і розвитку інтродукованих видів дерев'янистих ліан та перспективи їх використання в озелененні м. Києва: дис. ... канд. с-г наук: 06.03.01 / Національний аграрний університет. Київ, 2008. 202 с.

8. Бойко Л.І., Юхименко Ю.С., Данильчук Н.М., Шульга О.О. Інтродукція

Багацька О. М., Снарівкіна О. А.

дерев'янистих ліан та перспективи їх використання в озелененні м. Кривий Ріг. Вісник Одеського національного університету. Біологія. 2021 № 26(148). С. 17–28. doi:10.18524/2077-1746.2021.1(48).232852

9. Бойко Т. О., Дементьєва О. І., Котовська Ю. С. Оцінювання біолого-екологічних властивостей деревних ліан в умовах міста Херсон. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29. № 5. С. 31-35. doi: 10.15421/40290506

10. Бойко Т.О., Ешкар З. Використання витких рослин у міжквартальному озелененні міста Херсон. Наукові читання імені В.М. Виноградова: матеріали III-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. (м. Херсон, 18–19 травня 2021 р.) Херсон, 2021. С. 64-66.

11. Брагіна В. И., Белова З. Л., Сидоренко В. М. Вертикальное озеленение зданий и сооружений. Київ: Будівельник, 1980. 128 с.

12. Івченко А. І., Мазепа М. Й., Мельник Ю. А., Проскурницьких В. М., Мельник А. С. Словник таксономічних назв деревних рослин (українською, латинською, російською, англійською, німецькою мовами) / за ред. В. П. Кучерявого. Львів: Світ, 2001. 148 с.

13. Кайнц Д.І., Михайло О.А., Швець М.Р. Системи вертикального озеленення в середмісті та візуальні рішення для м. Ужгорода. Просторовий розвиток. 2023 № 5. С. 51–67. doi:10.32347/2786-7269.2023.5.51-67

14. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія: навч. посіб. для вузів. Київ: Вища школа, 2003. 199 с.

15. Кравченко Л. І., Ужченко Г. І. Ліани в озелененні міста Харків. Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті: матеріали XIX Міжнар. форуму молоді (м. Харків, 6-7 квіт. 2023 р.) Харків: ДБТУ, 2023. С. 275.

16. Кустовська О. В. Розвиток і трансформація мережі озелених територій великих міст. Збалансоване природокористування. 2016. Вип. 2. С. 75-79.

17. Кучерявий В. П., Кучерявий В. С. Озеленення населених місць: підручник для

студентів вищих навчальних закладів. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 666 с.

18. Кучерявий В.П., Кондрат Н.Д. Вертикальне озеленення М. Львова. Науковий вісник НЛТУ України. 2003. №13 (5). С. 145-148.

19. Піхало О. В. Біологічні та екологічні особливості зростання вуличних насаджень в історичній частині м. Києва: дис. ... канд. с-г. наук: 06.03.01 / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2011. 228 с.

20. Посібник з вуличного дизайну м. Києва: Рекомендації щодо влаштування вуличного простору в межах м. Києва. Київ : КМДА, 2015. 86 с.

21. Про затвердження Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України: Наказ, Інструкція від 24.12.2001 р. № 226. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text> (дата звернення: 09.09.2023)

22. Ратушний М.М. Аналіз вертикального озеленення та рекомендації до його удосконалення в правобережній частині м. Дніпро : магістер. дипломна робота: 201 / Дніпровський державний аграрно-економічний університет. Дніпро, 2020. 78 с.

23. Солоненко В. І. Класифікація видів вертикального озеленення в ландшафтному будівництві. Сільське господарство та лісівництво. 2017. Вип. 5. С. 126-136.

24. Хороших О. Г. Шкала комплексної оцінки декоративних ознак деревних рослин. Львів: УкрДЛТУ, 1999. Вип. 9.9. 300 с.

References

1. Bagheri F. (2021). Understanding the Performance of Vertical Gardens by Using Building Simulation and its Influences on Urban Landscape. *ACE: Architecture, City and Environment*, 16(47). doi:10.5821/ace.16.47.10321

2. Harsh Mahendrakumar Patel, Sandhya R. Verma, Hitesh A. Solanki (2022). Vertical gardens as a restoration component in urban spaces: A Review. *SSRN Electronic Journal*, 10, 303-306. doi: 10.2139/ssrn.4065857

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

3. Kahraman Ö., Erman D. (2021). Evaluation of Yalova City Center and Çiftlikköy District in Terms of Vertical Garden. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 17(2), 258-268.
4. Maron A., Ramirez F. (2020) Social Perception of Living Walls in Quito: A Study of Four Vertical Gardens. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci* ,503, 012095. doi:10.1088/1755-1315/503/1/012095
5. Yenneti K., Ding L., Prasad D., Ulpiani G., Paolini R., Haddad S., Santamouri, M. (2020). Urban Overheating and Cooling Potential in Australia: An Evidence-Based Review. *Climate*, 8, 126. doi:10.3390/cli8110126
6. Zhussupova Zh., Sarsekova D., Seifullin S. (2015). Perspective types of climbing plants for vertical gardening of almaty city. *Национальная ассоциация ученых (HAY)*, IV (9), 171-174.
7. Bahatska O. M. (2008). *Peculiarities of the growth and development of the introduced species of woody vines and the prospects of their use in landscaping in Kyiv* (PhD thesis, National Agrarian University, Kyiv, Ukraine).
8. Boiko L.I., Yukhymenko Yu.S., Danylchuk N.M., Shulha O.O. (2021). Introduction of woody vines and prospects for their use in landscaping in Kryvyi Rih. *Odesa National University Herald. Biology*, 26(1(48), 17–28. doi:10.18524/2077-1746.2021.1(48).232852
9. Boiko T. O., Dementieva O. I., & Kotovska Y. S. (2019). Assessment of biological and ecological properties of woody lianas in the conditions of the city of Kherson. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(5), 31-35. doi: 10.15421/40290506.
10. Boiko T. O., Eshkar Z. (2021). The use of climbing plants in inter-quarter landscaping of the city of Kherson. *Scientific readings named after V.M. Vinogradov: materials of the III All-Ukrainian scientific and practical conference of higher education students and young scientists*. (pp. 64-66). Kherson: Kherson State Agricultural University.
11. Bragina V. I., Belova Z. L., Sidorenko V. M. (1980). Vertical landscaping of buildings and structures. Kyiv: Budivelnik.
12. Kucheriavyy V. P., Ivchenko A. I., Mazepa M. Y., Melnyk Y. A., Proskurnytskykh V. M., Melnyk A. S. (2001). *Taxonomic names of wood plants dictionary*. Lviv: Svit.
13. Kaints D.I., Mykailo O.A., Shvets M.R. (2023). Vertical gardening systems in the city centre and visual solutions for Uzhhorod. *Prostorovyi rozvytok*, 5, 51-67. doi:10.32347/2786-7269.2023.5.51-67
14. Kalinichenko O. A. (2003). *Decorative dendrology*. Kyiv: Vyshcha shkola.
15. Kravchenko L. I., Uzhchenko H. I. (2023). Vines in the landscaping of the city of Kharkiv. *Youth and Industry 4.0 in the 21st century: materials of the XIX International Youth Forum*. (pp. 275). Kharkiv: State Biotechnological University.
16. Kustovska O. V. (2016). Development and transformation of the network of green areas in large cities. *Balanced nature using*, 2, 75-79.
17. Kucheriavyy V. P., Kucheriavyy V. S. (2020). Landscaping of populated areas. Lviv: Svit.
18. Kucheriavyy V.P., Kondrat N.D. (2003). Vertical landscaping in Lviv. *Scientific Bulletin of UNFU*, 13(5), 145-148.
19. Pikhalo O. V. (2011). *Biological and ecological features of street plantations growth in the historical part of Kyiv* (PhD thesis, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
20. *Manual on street design in Kyiv: Recommendations for the arrangement of street space within the city of Kyiv*. (2015) Kyiv: Kyiv Municipal State Administration.
21. Order № 226 “On Approval of the Instruction on Inventory of Green Areas in Ukrainian Settlements” (2001, December). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text>
22. Ratushnyi M.M. (2020). *Analysis of vertical gardening and recommendations for its improvement in the right-bank part of Dnipro city*. (master's thesis, Dnipro State Agrarian And Economic University, Dnipro, Ukraine).
23. Solonenko V. I. (2017). Classification of types of vertical gardening in landscape construction. *Agriculture and forestry*, 5. 126-136.

Багацька О. М., Снаровкіна О. А.

24. Khoroshykh O. G. (1999). Scale of complex assessment of ornamental traits of woody plants. Lviv: UNFU.

VERTICAL GREENING OF THE HISTORICAL PART OF KYIV

O. M. Bahatska, O. A. Snarovkina

Abstract. *The use of elements of vertical landscaping on streets that are the most visited and belong to the historical part of the city of Kyiv was studied. An inspection of the plants was carried out, the species composition was determined, the condition was assessed and groups were selected for decorative qualities. The results of the survey and assessment showed that decorative vines in these parts of the city are represented by 4 orders, 4 families, 5 genera, 8 species and one form. All species belong to the department of Angiosperms (Magnoliophyta). They are divided into perennial woody vines and annual herbaceous vines. It was found that not all the investigated historical streets of the city of Kyiv have elements of vertical landscaping. Having determined the general decorativeness, it can be stated that most plants have sufficient decorativeness and only a small percentage - insignificant. Based on the data of the researches, the division of creeping plants was carried out according to decorative qualities and it was established that the majority of vines are decorative leaves. There are fewer plants that are decorative with leaves and flowers, as well as those that are valued for their fruits. The age of the plants ranges from 5 years to 30 or more years. All plants are in satisfactory and good condition, but need constant care. For a more aesthetic appearance of plants against the background of buildings or structures, it is necessary to use more modern methods of vertical gardening. Comparing the number of plantings of thorny plants and plantings of trees and bushes, it was established that vertical landscaping is sufficient on certain streets, and on some streets it needs to be developed and improved.*

Keywords: *creeper, vertical landscaping, wall, historical street, winding plants*

**ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ТА ЖИТТЄВИЙ СТАН ДЕНДРОФЛОРИ
КЛІНІЧНОЇ ЛІКАРНІ АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» м. ДНІПРО****Л. А. ІЛЬЧЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-2921-9933>**О. О. МИЛЬНІКОВА**, кандидат біологічних наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0001-9393-0319>**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**E-mail: larisamaize@gmail.com, olgadnepr@i.ua[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.023](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.023)

Анотація. Розглянуто роль озеленення лікарняних територій. За мету дослідження обрано ідентифікацію видового складу та оцінку життєвого стану зелених насаджень клінічної лікарні на залізничному транспорті філії «Центр охорони здоров'я» акціонерного товариства «Укрзалізниця» у м. Дніпро. Для її досягнення застосовано методи маршрутних та візуальних обстежень, аналізу та розрахунків.

Обстежено асортимент деревно-чагарникової рослинності та виявлено 44 види, що належать до 35 родів і 18 родин. Встановлено неоднорідність дендрофлори за видовим різноманіттям залежно від місця зростання рослин на території лікарні. Наведено відсоток участі хвойних та листяних порід у зелених насадженнях із розподілом життєвих форм. Асортимент Голонасінних рослин оцінено як недостатній. Визначено найрізноманітнішу за таксономічним та найчисельнішу за кількісним складом родини – відповідно *Rosaceae* та *Cupressaceae*. Виокремлено дерева та чагарники за декоративними властивостями. Акцентовано увагу на проблемі, що обумовлена неконтрольованим самовідтворенням деяких деревних порід: *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Acer ptatanoides*, *Morus alba*, *Fraxinus lanceolata*, *Ulmus pumila*, *Padus racemosa*. З'ясовано, що озеленення вказаної території сформоване переважно за рахунок інтродуцентів. Панівне становище за представниками Північної Америки. Найпоширенішими видами між ними були *Thuja occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*. Здійснено розподіл дерев та чагарників за відношенням до зволоження: домінантною групою визначено мезофіти (40,5 % від загальної кількості рослин), ксерофітами, ксеромезофітами та мезоксерофітами охоплено 56,7 %. Оприлюднено дані замірів діаметрів стовбурів (в межах 2-106 см) та висоти рослин з обґрунтуванням її варіації, залежно від віку. Найвищі особини трапляються серед видів *Populus nigra* та *Populus Simonii*. Оцінено життєвий стан зелених насаджень за відповідними категоріями. Кількість здорових екземплярів зафіксовано на рівні показника 63,7 %. Решту (36,3 %) представлено породами різного ступеня ослаблення та пошкодження. Серед них левову частку рослин (23 %) віднесено до першої категорії. Надано рекомендації щодо оптимізації

асортименту дослідженої дендрофлори та окреслено перспективу подальших наукових розвідок.

Ключові слова: озеленення лікарень, деревно-чагарникова рослинність, зелені насадження, деревні породи, категорії життєвого стану

Актуальність. Деревно-чагарникова рослинність є невід’ємною частиною урбанізованого середовища і стримуючим фактором його негативного впливу на довкілля. На державному рівні створено класифікацію зелених насаджень за певними категоріями, що розглядаються у якості об’єктів загального, обмеженого та спеціального призначення. О. В. Зібцевою (2018) акцентовано увагу на необхідності врахування діючих нормативів та вимог під час планування саме насаджень обмеженого користування, а їх склад, на думку дослідниці, повинен узгоджуватися із функціональним зонуванням території та її призначенням. Зокрема, вектор озеленення лікарняних територій передбачає їх ізоляцію від гамірних міських вулиць, що межують із медичними закладами та має на меті створення найкомфортніших умов для гарного самопочуття і відновлення здоров’я пацієнтів. Важливе значення при цьому має як склад зелених насаджень, так і їх властивості (фітонцидні, декоративні, іонізуючі) за умови здорового деревостану. Тому обстеження дендрофлори однієї з найбільших лікарень м. Дніпро, що обслуговує залізничників, є

актуальним в умовах сьогодення для оптимального функціонування її зеленої зони.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Моніторингом зелених насаджень лікувальних установ в населених пунктах різної величини (від обласних центрів до районних містечок, а також селищних громад) займалась низка вітчизняних науковців (Головчак, Маленко, 2021; Зільберварг, Іслямова, 2012; Дерев’янка, Кацюба, 2016; Ловинська та інші, 2010; Мильнікова, Морозов, 2018; Підховна, 2015; Потоцька, 2012; Скороходова, Чернявська, 2016; Чипиляк та інші, 2017). Загалом представлено інформацію щодо видового складу наявної дендрофлори, надано пропозиції стосовно її розширення, вказано пріоритети щодо добору асортименту рослин.

Зокрема, чернігівською дослідницею (Потоцька, 2012) представлено умовний «рейтинг» лікарень з огляду на видовий склад зелених насаджень. Охарактеризовано властивості панівних деревних порід з виокремленням декоративних, поглинаючих, санітарно-гігієнічних функцій, на підставі яких і створено зелені зони медичних закладів обласного центру.

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

Полтавськими науковцями (Дерев'янка, Кацюба, 2016) обстежено таксономічну структуру зелених насаджень навколо міської лікарні № 2 та висвітлено доречність застосування кожного виду як елемента її озеленення. За твердженням авторів публікації, естетично приваблива та доглянута ландшафтна територія медичної установи поліпшує емоційний стан, відволікає від негативних переживань та виконує роль своєрідної лікувальної процедури у природному оточенні.

У разі формування функціонального зеленого простору біля лікарень, на думку О. І. Косик та М. І. Білоног (2022), слід дотримуватися таких основних принципів терапевтичного ландшафту як: візуальна та фізична доступність зелених зон; інклюзивність; різноманітність функціональних просторів, що відповідають різним потребам; забезпечення сенсорної стимуляції.

Мета дослідження – визначити видовий та кількісний склад зелених насаджень клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» з оцінкою життєвого стану, з'ясувати їх географічне походження та відповідність умовам зростання.

Матеріали і методи дослідження. Клінічна лікарня на залізничному транспорті філії «Центр охорони здоров'я» АТ «Укрзалізниця» знаходиться в Чечелівському районі Дніпра. Це правобережна частина міста. Територія лікарні обмежена такими вулицями як: Кедріна, Театральна, Макарова та Павла Чубинського (рис. 1). Остання лежить паралельно Криворізькій магістралі, де розташовані будівлі Південного машинобудівного заводу. Найбільш інтенсивним рухом автотранспорту, в тому числі вантажних машин та міських автобусів для перевезення громадян, характеризується вул Макарова.

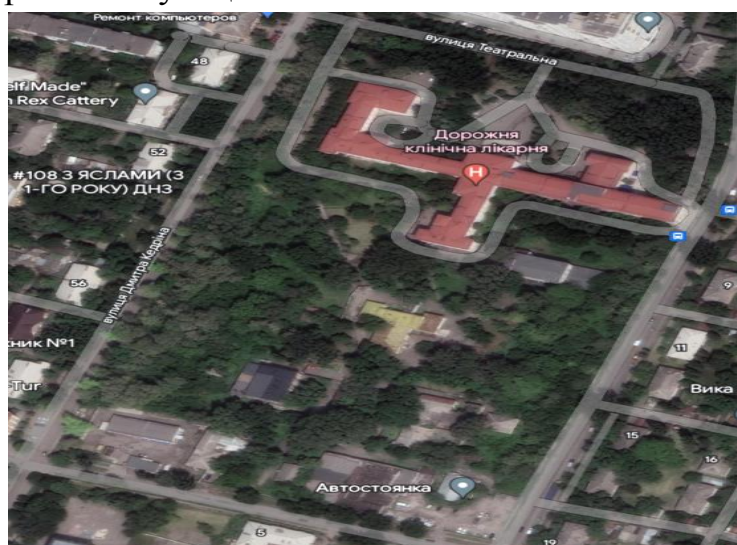


Рис. 1. Розташування клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця»

Об'єктом дослідження слугувала деревно-чагарникова рослинність на території клінічної лікарні. За даними головного інженера вказаної установи, зеленими насадженнями охоплено територію площею 3,15 га (31494,3 м²).

Методами дослідження обрали маршрутні та візуальні обстеження. Для ідентифікації та опису рослин користувалися відповідними джерелами літератури (Заячук, 2014; Тарасов, 2012). Життєздатність рослин оцінювали за методикою Е. Г. Мозолевської, яка розробила шість відповідних категорій життєвого стану рослин. Звертали увагу на пошкодження стовбура, гілок, листя, всохлі екземпляри. Заміри діаметрів стовбурів дерев здійснювали згідно усталеної методики за допомогою мірної вилки на рівні 1,3 м від поверхні землі, а висоту дерев – оптичним висотоміром Suunto PM-5/1520. Результати досліджень опрацьовано за допомогою програмного забезпечення Microsoft Word та Microsoft Excel, розробленого для персональних комп'ютерів.

Результати дослідження та їх обговорення. Асортимент деревно-чагарникової рослинності медичної установи дещо відрізнявся залежно від місця зростання: біля основних корпусів та дитячої поліклініки виявлено різноманітніший видовий склад порівняно із господарськими та складськими приміщеннями (рис. 2).

Частина насаджень перебуває в занедбаному та захаращеному стані, хоча, варто зауважити, що працівники господарського відділу намагаються підтримувати ділянки біля корпусів в належному стані та поступово вирішують проблеми на решті території. Подібний висновок зроблено харківськими дослідницями (Скороходова, Чернявська, 2016). За їх повідомленням, зелені зони лікувальних закладів обласного центру потребують величезної агротехнічної роботи, бо ж мають вигляд позбавлених догляду ділянок. Більшість дерев з ознаками хвороб, пошкодження, загушення та всихання крон; багато старих екземплярів.

Зелена частина території клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» представлена 44 видами рослин, що належать до 35 родів та об'єднані 18 родинами (рис. 3). Всього обстежено 768 екземплярів.

Серед хвойних порід визначено чотири роди, що належать до двох родин Соснові (*Pinaceae*) та Кипарисові (*Cupressaceae*). Перша репрезентована такими видами як: *Pinus sylvestris* (4 шт.), *Picea abies* (5 шт.) та *Picea pungens* (2 шт.). Друга родина є найчисельнішою на території медичного закладу за кількісним складом (21,4% від усіх обстежених рослин) з домінуючою часткою *Thuja occidentalis* (157 шт.) та незначним числом *Juniperus sabina* (8 шт.).



Рис. 2. Вигляд зелених насаджень біля приймального відділення лікарні (ліворуч) і господарських споруд (праворуч)

Ліани представлені однією родиною Виноградові (*Vitaceae*), одним родом та двома видами. Доречно зауважити, що *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii' прикрашає фасад приймального відділення, інший вид (*Parthenocissus quinquefolia*) росте хаотично, обплітаючи подекуди дерева і паркан. На значущість вертикального озеленення як захисту від стресу, в разі застосування на фасадах будівель, вказують Esposito G., MayChan S., Qiu L. (2021). За твердженням, О. О. Мильнікової та О. Морозова (2018) вузький асортимент ліан притаманний також 4-м закладам охорони здоров'я лівобережної частини м. Дніпро. До його складу входили лише види згаданої вище родини: *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii', *Parthenocissus quinquefolia* та *Vitis vinifera*.

Найрізноманітнішими за таксономічним складом в зелених насадженнях лікарні виявилися родини Розові (*Rosaceae*), Маслинові (*Oleaceae*) – відповідно 12 і 5 видів; трьома видами репрезентовані Вербові (*Salicaceae*) та Сапіндові (*Sapindaceae*), двома – Адоксові (*Adoxaceae*), Гортензіїві (*Hydrangeaceae*), Мальвові (*Malvaceae*), решта родин представлено лише одним видом.

Відсоток участі особин родини Маслинові (*Oleaceae*) становить 14,1% від загальної кількості рослин (рис. 3), частка Сапіндових (*Sapindaceae*) і Бобових (*Fabaceae*) майже однакова, відповідно 11,8 і 11,3 %. До малочисельних родин віднесено Бігніонієві (*Bignoniaceae*), Гіркокаштанові (*Hippocastanaceae*), Симарубові (*Simaroubaceae*).

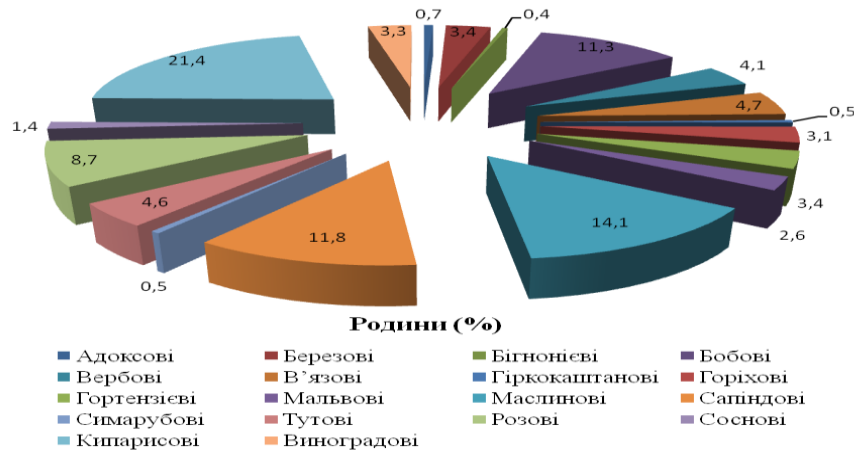


Рис. 3. Розподіл дендрофлори клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» за родинами (%) до загальної кількості екземплярів

Багатьма екземплярами репрезентовані наступні деревні породи: *Robinia pseudoacacia* (87 шт.), *Acer negundo* (60 шт.), *Fraxinus lanceolata* (42 шт.), *Ulmus pumila* (36 шт.), *Morus alba* (35 шт.).

Частина рослин *Robinia pseudoacacia* – молодого віку, що розповсюдилась порослевим способом, створює чимало проблем на території лікарні. Окрім вказаного виду, за господарськими спорудами зафіксовано велику кількість самосіву *Acer negundo*, *Acer ptatanoides*, *Morus alba*, *Fraxinus lanceolata*, *Ulmus pumila*, *Padus racemosa*. Лише на одній ділянці, між котельнею і парканом з боку вул. Кедріна, останній вид відтворився 56 екземплярами, а самосів *Acer ptatanoides* представлено 72 рослинами. Погіршує ситуацію періодичне скошування порослі, що сприяє ще активнішому її відростанню. Зокрема, на 1 м² вказаної території нарахували 89 шт.

порослевих особин різних видів, що почали з'являтися (станом на 03.05.23). З боку вулиць Павла Чубинського та Макарова є досить захаращені ділянки з відтвореною рослинністю самосівом, обстеження їх не проводилось через обмежену доступність.

За декоративними ознаками виокремлено *Sorbus intermedia* (15 екз.): рясні дрібні білі квітки, зібрані у щитоподібні суцвіття, сизо-зелене листя та яскраво-червоні плоди. Гарноквітучі дерева представлені: *Aesculus hippocastanum* (4 екз.) та *Catalpa bignonioides* (3 екз.). Серед чагарників білим цвітінням вирізняються *Deutzia scabra*, *Spiraea vanhouttei*, *Philadelphus coronarius*; світло-ліловим – *Syringa vulgaris*, жовтим – *Forsythia europaea*.

Нами з'ясовано, що *Ligustrum vulgare* зростає в живоплотах, рядовій посадці і поодинокі. *Philadelphus coronarius* (25 шт.) представлений рядовою посадкою вздовж алеї, а

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

Syringa vulgaris – груповою біля господарських будівель. В одиночному екземплярі зафіксовано *Deutzia scabra*, а *Lonicera tatarica* та *Forsythia europaea* репрезентовано двома особинами. *Juniperus sabina* (8 шт.) має місце лише біля лікувального корпусу, перед фасадом. *Rubus idaeus* висаджено, швидше за все, для особистих потреб, зростає в одному місці, поряд також виявлено плодові дерева: *Malus domestica*, *Cerasus avium*, *Pyrus communis*. Варто відмітити, алеїні і рядові посадки *Philadelphus coronarius* та *Ligustrum vulgare*, розташовані з боку вул. Кедріна, є додатковим захистом від негативного впливу її проїжджої частини.

Дніпропетровщина відноситься до зони Степу, тому основним лімітуючим чинником тут є нестача вологи. У зв'язку з цим, розподіл дендрофлори за потребою до зволоження залишається пріоритетним (табл. 1). Нами зроблено висновок, що зростаючі чагарники здебільшого відповідають умовам зростання: 69,2 % зафіксованих видів (9 із 13) є ксеромезофітами та мезоксерофітами. Левова частка належить аборигенній рослині *Ligustrum vulgare* (6,9 %), що пристосована до степової зони. *Forsythia europaea*, *Deutzia scabra*, *Rubus idaeus* класифіковані як мезофіти та репрезентовані незначною кількістю (табл. 1).

1. Географічне походження та відношення до вологи досліджуваних видів чагарників та ліан

№ п/п	Досліджуваний вид	Природний ареал	Відношення до вологи	% участі
Чагарники				
1	<i>Sambucus nigra</i>	Україна, Кавказ, Крим	Ксеромезофіт	0,4
2	<i>Syringa vulgaris</i>	Албанія, Болгарія, Греція,	мезоксерофіт	0,9
3	<i>Ligustrum vulgare</i>	Західна Україна, Крим	мезоксерофіт	6,9
4	<i>Deutzia scabra</i>	Китай, Японія	мезофіт	0,1
5	<i>Lonicera tatarica</i>	Центральна Азія	ксеромезофіт	0,3
6	<i>Rubus idaeus</i>	Греція	мезофіт	0,8
7	<i>Spiraea vanhouttei</i>	Японія, Китай	ксеромезофіт	0,6
8	<i>Philadelphus coronarius</i>	Середземномор'я, Кавказ	ксеромезофіт	3,3
9	<i>Rosa canina</i>	Європа, Західна Азія	ксеромезофіт	0,3
10	<i>Forsythia europaea</i>	Албанія, Словаччина	мезофіт	0,3
11	<i>Juniperus sabina</i>	Гори Південної і Центральної Європи	мезоксерофіт	1,0
Ліани				
12	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Північна Америка	мезофіт	2,9
13	<i>Parthenocissus tricuspidata Veitchii</i>	Китай, Японія,	ксеромезофіт	0,4

До аборигенних деревних рослин віднесено *Betula pendula*, *Sorbus*

Гльченко Л. А., Мильнікова О. О.

aucuparia, *Acer ptatanoides*, *Tilia europaea*, *Tilia cordata*, *Padus racemosa*, *Pinus sylvestris* та *Picea abies* (табл. 2). Констатуємо: в

зелених насадженнях клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» переважає дендрофлора іноземного походження.

2. Географічне походження та відношення до вологості деревних порід

№ п/п	Досліджуваний вид	Природний ареал	Відношення до вологості	% участі
1	<i>Armeniaca vulgaris</i>	Китай, Середня Азія	Ксерофіт	0,4
2	<i>Ailanthus altissima</i>	Китай	ксерофіт	0,5
3	<i>Betula pendula</i>	Європа, Кавказ	мезофіт	3,4
4	<i>Salix babylonica</i>	Іран, Китай	мезофіт	0,4
5	<i>Cerasus vulgaris</i>	В дикому виді невідомо	мезофіт	0,8
6	<i>Cerasus avium</i>	Південна Європа	мезофіт	0,1
7	<i>Ulmus pumila</i>	Далекий Схід, Забайкалля	ксерофіт	4,7
8	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Албанія, Греція, Болгарія	мезофіт	0,5
9	<i>Juglans regia</i>	Центральна Азія	ксеромезофіт	3,1
10	<i>Sorbus aucuparia</i>	Європа, Азія	ксеромезофіт	2,6
11	<i>Sorbus intermedia</i>	Скандинавія, Прибалтика	мезофіт	1,9
12	<i>Pyrus communis</i>	Греція, Італія	ксеромезофіт	0,3
13	<i>Catalpa bignonioides</i>	Північна Америка	мезофіт	0,4
14	<i>Acer ptatanoides</i>	Східна Європа	мезофіт	3,0
15	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Європа, Україна	ксеромезофіт	1,0
16	<i>Acer negundo</i>	Північна Америка, Канада	ксеромезофіт	7,8
17	<i>Tilia cordata</i>	Європа, Україна	ксеромезофіт	1,2
18	<i>Tilia europaea</i>	Південно-Західна Україна	ксеромезофіт	1,4
19	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Північна Америка	ксерофіт	11,3
20	<i>Prunus domestica</i>	Східний Кавказ, Балкани	ксеромезофіт	0,3
21	<i>Pinus sylvestris</i>	Європа, Україна	ксерофіт	0,5
22	<i>Populus simonii</i>	Китай	ксеромезофіт	0,9
23	<i>Populus nigra</i>	Європа, Україна	мезогігрофіт	2,8
24	<i>Padus racemosa</i>	Середня Азія, Кавказ, Україна	ксеромезофіт	0,3
25	<i>Thuja occidentalis</i>	Канада, Північна Америка	мезофіт	20,4
26	<i>Morus alba</i>	Іран і Афганістан	мезофіт	4,6
27	<i>Malus domestica</i>	Кавказ, Середня Азія	мезофіт	0,3
28	<i>Picea abies</i>	Північна Європа, Карпати	мезофіт	0,6
29	<i>Picea pungens</i>	Північна Америка	ксеромезофіт	0,3
30	<i>Fraxinus lanceolata</i>	Північна Америка	мезоксерофіт	5,5
31	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Північна Америка	мезоксерофіт	0,5

Зокрема, північно-американські інтродуценти (49,1 % від загальної кількості рослин) представлені видами: *Catalpa bignonioides*, *Acer negundo*, *Thuja occidentalis*, *Picea pungens*, *Fraxinus lanceolata*, *Fraxinus*

pennsylvanica.

Варто зауважити, що на відміну від чагарників, серед деревних порід трапляються ксерофіти – *Armeniaca vulgaris*, *Ailanthus altissima*, *Ulmus pumila*, *Robinia pseudoacacia*, *Pinus*

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

syvestris. Мезогігрофітом визначено лише *Populus nigra*. Мезофітів нараховано 12 видів, решта припадає на ксеромезофіти та мезоксерофіти (табл. 2).

До показників інвентаризації також входять висота рослин та

діаметр стовбура. Найбільшу кількість дерев визначено із діаметром стовбура (рис. 4.) в межах від 8,1 до 16 см. Їх частка складає 22,5 %; зокрема, домінує *Acer negundo*.



Рис. 4. Результати визначення діаметру стовбура дерев (см) на території клінічної лікарні АТ «Укрзалізня»

Друге місце за двома деревними групами, в яких діаметр стовбура коливається від 40,1 до 58 см (15,2 %) та від 24,1 до 32 см (15 %). Найпоширенішим з першої групи є *Fraxinus lanceolata*, а в другій частіше за інших трапляються *Juglans regia* і *Betula pendula*. Третє місце належить особинам із діаметром стовбура від 2,1 до 8 см, серед них найбільше *Acer negundo* та *Morus alba*. Найтовстішими стовбурами (від 88,1 до 106 см) характеризується екземпляри *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, їх частка становить 3,6 %. Дерев з товщиною стовбура понад 100 см – 7 штук.

На нашу думку, варіація показників діаметрів обумовлена різновіковим станом рослин, що обстежувалися. Дерев, що мають найбільші діаметри стовбурів, досягли своєї вікової межі в умовах урбанізованого середовища та потребують поступової заміни іншими екземплярами.

Найвищими деревами в складі зелених насаджень вказаного медичного закладу визнано *Populus nigra* та *Populus simonii*, вони входять до групи рослин з висотою понад 16 м (із незначним відсотком участі – 1,5 %). Безпосередньо дерев (рис. 5), висота яких коливається в межах 8,1-

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

10 м, виявлено найбільше – 17,9 %. Найчисельнішою є група рослин з висотою до 4 м за рахунок чагарників,

загальну їх кількість зафіксовано на рівні 21,8 %.

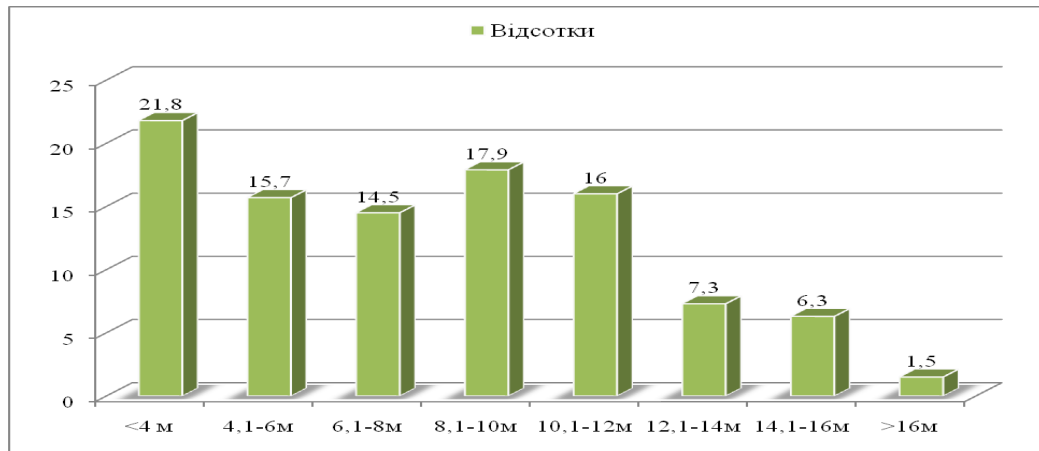


Рис. 5. Розподіл досліджуваної дендрофлори за висотою рослин, %

Практична значущість досліджень має місце в тому разі, коли оцінено життєвий стан зростаючих рослин. Результати обстеження показали (рис. 6), що кількість здорових екземплярів дендрофлори лікарні, без явних ознак

ослаблення та хвороб, досягла показника 63,7 %. Решту (36,3 %), представлено породами різного ступеня ослаблення та пошкодження. Серед них лєвова частка (23 %) належить екземплярам, що віднесли до категорії «1».

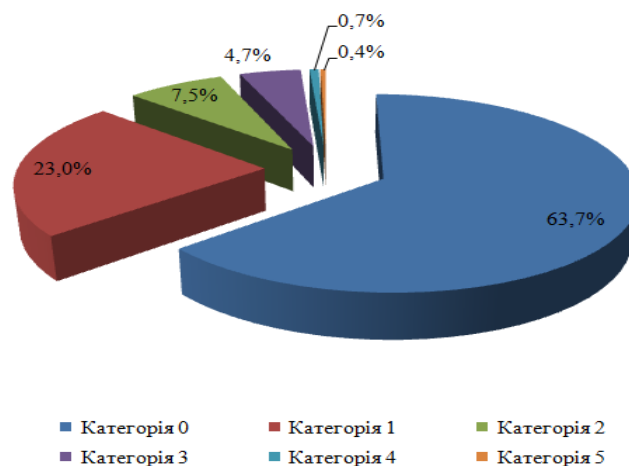


Рис. 6. Розподіл зелених насаджень за категоріями життєвого стану

Переважаюча більшість рослин з категорією «3» репрезентована *Robinia pseudoacacia* – 33,3 %; хоча трапляються в незначній кількості також представники *Populus nigra* (3 шт.) та *Fraxinus lanceolata* (4 шт.).

Деревно-чагарникова рослинність із незадовільним життєвим станом (категорії 4 і 5) відповідно визначена наступними показниками: 0,4 та 0,7 %.

Варто зазначити, що два відмерлі

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

екземпляри *Sambucus nigra* перед фасадом лікарні псують загальний вигляд зростаючих тут рослин, а ялівці козацькі (*Juniperus sabina*) зі всохлими гілками (біля 50 %) потребують належного догляду. Їх на обстеженій території всього 8 і лише два мають добрий життєвий стан. На наш погляд, бажано розширити асортимент цих вічнозелених чагарників за рахунок інших видів: *Juniperus x media 'Pfitzeriana Glauca'*, *Juniperus communis 'Green Carpet'*. Залучати рослини роду *Juniperus* до озеленення медичних установ, з огляду на їх фітонцидні властивості, пропонують Т. В. Дерев'янка, Я. В. Кацюба (2016), І. Р. Зільберварг, Е. А. Іслямова (2012), В. М. Ловинська та інші (2010), С. М. Підховна (2015). Авторами обрано між ними наступні види: *Juniperus communis*, *Juniperus sabina*, *Juniperus conferta 'Schlager'*, *Juniperus chinensis 'Gold Coast'*.

Серед обстеженої рослинності негативне враження спричиняють всохлий та похилий (через пошкодження стовбуру) екземпляри *Betula pendula*. Обидва дерева зафіксовано біля центрального лікувального корпусу.

Є питання і до розміщення деяких порід на окремих ділянках. Зокрема, біля акушерського відділення висаджено ряд із 15 екземплярів *Sorbus intermedia*, є порушення нормативів щодо відстані між рослинами і спорудами лікарні. Окрім цього, біля згаданих дерев на

рівні їх крон, на незначному схилі, виявлено *Thuja occidentalis* у загущеній лінійній посадці. Таке насадження негативно впливає на габітус *Sorbus intermedia*, затіняючи представників даної породи, що в подальшому може призвести до погіршення їх життєвого стану.

Висновки і перспективи.

1. Зелену зону клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» представлено 44 видами рослин, що належать до 35 родів та об'єднані 18 родинами. Серед життєвих форм мають перевагу дерева, їх відсоток визначено на рівні 81,8 %.

2. Найрізноманітнішими за таксономічним складом виявилися родини *Rosaceae* та *Oleaceae* – відповідно 12 і 5 видів; 8 родин репрезентовано лише одним видом. Найчисельнішою за кількісним складом визначено родину *Cupressaceae* (21,4 % від усіх обстежених рослин) з домінуючою часткою *Thuja occidentalis* – 157 екземплярів. Асортимент хвойних є недостатнім.

3. Озеленення території медичного закладу сформоване переважно за рахунок інтродукованої дендрофлори. Панівне становище за представниками Північної Америки. Найпоширеніші види – *Thuja occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*.

4. За відношенням до зволоження у зеленій зоні лікарні превалює група мезофітів, їх частка становить 40,5 %.

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

Ксеромезофіти посіли друге місце (24,5 %), залишок складають ксерофіти та мезоксерофіти із незначною різницею між показниками (2,6 %), а також мезогігрофіти (2,8 %).

5. Варіація діаметрів стовбурів зелених насаджень обумовлена різновіковим станом досліджуваних рослин і знаходиться в межах 2–106 см. Найчисельнішою визначено градаційну групу із діаметром стовбура від 8,1 до 16 см. Її частка складає 22,5 %; домінує *Acer negundo*. На підставі даних щодо висоти рослин встановлено, що переважає група рослин до 4 м за рахунок чагарників, відсоток участі 21,8 %. Найвищі особини трапляються серед деревних порід *Populus nigra* та *Populus simonii*.

6. Аналіз життєвого стану показав, що кількість здорових екземплярів деревно-чагарникової рослинності (категорія «0») визначено на рівні показника 63,7 %. Решту (36,3 %) представлено породами різного ступеня ослаблення та пошкодження. Серед них левову частку (23 %) складають рослини категорії «1».

7. Для підвищення декоративності зелених насаджень та уникнення випадків травмування необхідно проводити систематичну санітарну обрізку деревних порід та вчасно видаляти всохлі особини, насамперед, на ділянках поблизу лікувальних корпусів.

8. Рекомендовано вчасно ліквідувати самосів *Ailanthus altissima*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila* для запобігання захаращення території, де фіксується його поява. Порослеві екземпляри *Acer platanoides*, *Padus racemosa* можна застосовувати для відновлення зеленої зони лікарні із дотриманням агротехнічних заходів, не витрачаючи кошти на придбання посадкового матеріалу.

9. Запропоновано оптимізувати асортимент дендрофлори лікувальної установи за рахунок декоративних та вічнозелених чагарників: *Berberis thunbergii*, *Mahonia aquifolium*, *Cotoneaster dammeri*, *Juniperus x media 'Pfitzeriana Glauca'*, *Juniperus communis 'Green Carpet'*. Варто поповнити кількісний склад наступних гарноквітучих видів: *Deutzia scabra*, *Syringa vulgaris*, *Spiraea Vanhouttei*, *Forsythia europaea*. В разі планової заміни дерев потрібно надавати перевагу *Picea pungens 'Glauca'*, *Pinus sylvestris*, *Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*, можливе додаткове введення до насадження *Larix decidua*, *Acer saccharinum*.

10. Перспективним розвитком тематики проведених досліджень вважаємо розробку проекту часткової реконструкції зеленої зони клінічної лікарні АТ «Укрзалізниця» на основі науково обґрунтованих рекомендацій щодо впровадження до існуючого асортименту деревних рослин видів з відповідними функціональними

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

характеристиками: пилоосадження, зниження шумового ефекту в зоні споруд господарського призначення;

Список використаних джерел

1. Головчак А. В., Маленко Я. В. Видовий склад хвойних рослин зелених насаджень Металургійного та Довгинцівського районів міста Кривий Ріг. *Екологічний вісник Криворіжжя*. 2021. Вип. 6. С. 72–91. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v6i0.4562.

2. Дерев'яно Т. В., Кацюба Я. В. Екологічна роль зелених насаджень на території Полтавської міської лікарні №2. Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Полтава, 14 квітня 2016 р.). Полтава: Астроя, 2016. С. 176–178.

3. Заячук В. Я. Дендрологія: підручник, вид. 2-ге зі змін. та доповн. Львів: СПОЛОМ, 2014. 676 с.

4. Зібцева О. В. Видовий склад, стан і декоративність деревних насаджень навчальних закладів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28. №3. С. 22–25. DOI: 10.15421/40280304.

5. Зільберварг І. Р., Іслямова Е. А. Особливості озеленення території Нижньогірської центральної районної лікарні у Степовому Криму. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.12. С. 14–19.

6. Косик О. І., Білоног М. І. Особливості планування та озеленення терапевтичних ландшафтів дитячих лікарень. Теорія та практика дизайну: зб. наук. праць. Садово-паркове господарство. Київ: НАУ, 2022. Вип. 25. С. 228–235. DOI: 10.18372/2415-8151.25.16800.

7. Ловинська В. М. Модернізація системи зелених насаджень на території лікарні залізничників м. Запоріжжя / В. М. Ловинська та ін. *Питання біоіндикації та екології*. Запоріжжя: ЗНУ, 2010. Вип. 15, № 2. С. 135–144.

8. Мильнікова О. О., Морозов О. П. Видовий склад деревних рослин в озелененні територій лікувальних закладів Індустріального району м. Дніпро. Рослини та урбанізація: матеріали VII міжнар. наук.-

декорування запроєктованих альтанок гарноквітучими ліанами та оновлення газонного покриття.

практ. конф. м. Дніпро, 3 березня 2018 р. Дніпро: ДДАЕУ, 2018. С. 105–106.

9. Підховна С. М. Проектні пропозиції щодо впорядкування території комунальної установи «Микулинецька обласна фізіотерапевтична лікарня реабілітації». *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Біологія, біотехнологія, екологія*. 2015. Вип. 214. С. 234–239.

10. Потоцька С. О. Порівняльний аналіз дендрофлори зелених насаджень міста Чернігова. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2012. Вип. 33. С. 64–70.

11. Скороходова А. В., Чернявська К. Озеленення як природний фактор гігієнізації зовнішнього та внутрішнього середовища діючих лікарень. *Науковий вісник будівництва*. 2016. № 1. С. 14–17.

12. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Дніпро: «Ліра». 2012. 296 с.

13. Чипиляк Т. Ф., Лещенюк О. М., Мазура М. Ю. Стан деревно-чагарникових насаджень територій обмеженого користування промислового району міста Кривий Ріг. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27. № 1. С. 97–100.

14. Esposito G., MayChan S., Qiu L. Vertical greenery buffers against stress: Evidence from psychophysiological responses in virtual reality. *Landscape and Urban Planning*. 2021. Vol. 213. P. 147–169. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104127.

References

1. Holovchak, A. V., & Malenko, Ya. V. (2021). Species composition of coniferous green plantations of Metelnyy and Dovhyntsiy Districts of Kryvyi Rih. *Bulletin of Kryvyi Ecological Rih District*, 6, 72–91. Doi: 10.31812/eco-bulletinkrd.v6i0.

2. Deriv'yanko, T. V., & Kacyuba, Ya. V. (2016). The ecological role of green spaces on the territory of Poltava City Hospital No. 2. *Problems of creation and protection of biodiversity of Ukraine: materials of the*

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

international scientific conference (pp. 176–178). Poltava: Poltava National Pedagogical University named after V. G. Korolenko.

3. Zayachuk, V.Y. (2014). *Dendrology* (2nd ed.). Lviv: SPOLOM.

4. Zibtseva, O. V. (2018). Species Composition, Condition and Ornamental State of Tree Plantations of Educational Institution. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(3), 22–25. Doi: 10.15421/40280304.

5. Zil'bervarg, I. R., & Islyamova, E. A. (2012). Features of planting of greenery of territory of Nizhnegorsky Central Regional Hospital in the Steppe Crimea. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22.12, 14–19.

6. Kosyk O., & Bilonog M. (2022). Features of planning and landscaping of therapeutic landscapes for children's hospitals. *Theory and practice of design. Landscaping*, 1(25), 228–235. Doi: 10.18372/2415-8151.25.16800.

7. Lovinska, V.M., Zaytseva, I.A., Sytnik, S.A., Verbicka, O.O. & Tsymbal, T.S. (2010). Greening the hospital railway of Zaporozhye. *Problems of bioindications and ecology*, 15(2), 135–144.

8. Mylnikova, O. O., & Morozov, O. P. (2018). Species composition of wood plants in landscaping of the hospitals territories of the industrial district, Dnipro. *Plants and urbanization: materials of the international scientific conference* (pp. 105–106). Dnipro:

Dnipro State Agrarian and Economic University.

9. Pidxovna, S. M. (2015). Design proposals for ordering of territory municipal institution "Mykulynetska Regional Hospital physiotherapy rehabilitation." (Ser: Biology, biotechnology, ecology). *Scientific bulletin National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 214, 234–239.

10. Pototska, S. O. (2012). Comparative analysis of the dendroflora of greenery in the city of Chernihiv. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 33, 64–70.

11. Skorokhodova, A. V., & Chernyavska, K. (2016). Landscaping as the natural factor of hygienization of external and internal environment of operating hospitals. *Science Visnyk of Construction*, 1, 14–17.

12. Tarasov, V. V. (2012). Flora of the Dnepropetrovsk and Zaporozhye regions. Vascular plants with their biology-ecological characteristic. Dnepropetrovsk: Lira.

13. Chypyliak, T. F., Leshcheniuk, O. M., & Mazura, M. Yu. (2017). Condition of tree and shrub plantations in areas of limited use of the industrial district of the city of Kryvyi Rih. *Scientific bulletin of UNFU*, 27 (1), 97–100.

14. Esposito, G., MayChan, S., & Qiu, L. (2021). Vertical greenery buffers against stress: Evidence from psychophysiological responses in virtual reality. *Landscape and Urban Planning*. 213. 147–169. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104127.

THE SPECIES DIVERSITY AND LIFE CONDITIONS OF DENDROFLORA OF THE CLINICAL HOSPITAL OF UKRZALIZNYTSIA JSC, DNIPRO CITY

L. A. Ilchenko, O. O. Mylnikova

Abstract. *The role of the landscaping of hospital areas is considered. The purpose of the study is to identify the species composition and assess the life conditions of green spaces of the Clinical Hospital On Railway Transport of the "Healthcare Centre" Branch of Ukrzaliznytsia JSC in Dnipro City. To achieve it, the methods of route and visual surveys, analysis and calculations are applied.*

The range of tree and shrub vegetation is examined and 44 species belonging to 35 genera and 18 families are found. The heterogeneity of dendroflora in terms of species diversity depending on the place of plant growth on the territory of the hospital is established. The rate of coniferous and broadleaved species in green spaces with the distribution of life forms is illustrated. The range of gymnosperms is assessed as

Ільченко Л. А., Мильнікова О. О.

insufficient. The most diverse in terms of taxonomic and the most numerous in terms of quantitative composition of the family are determined – Rosaceae and Cupressaceae, respectively. Trees and shrubs are singled out for their decorative properties. Attention is focused on the problem caused by uncontrolled self-reproduction of some tree species: Robinia pseudoacacia, Acer negundo, Acer ptatanoides, Morus alba, Fraxinus lanceolata, Ulmus pumila, Padus racemosa. It is found that the landscaping of the specified area is formed mainly by introduced species. The representatives of North America are dominant. The most common species are found to be Thuja occidentalis, Robinia pseudoacacia, Acer negundo. An analysis of the compatibility of trees and shrubs in relation to moisture is made: mesophytes are identified as the dominant group (40.5% of the total number of plants), xerophytes, xeromesophytes and mesoxerophytes cover 56.7%. The data of measurements of trunk diameters (in the range of 2 to 106 cm) and plant height with justification of its variation, depending on age, are published. The tallest individuals are found among the Populus nigra and P. Simonii species. The life conditions of green spaces are assessed based on the distribution by appropriate categories. The number of healthy specimens is recorded at the level of 63.7%. The rest (36.3%) are represented by the species of varying degrees of weakening and damage. Among them, the lion's share of plants (23%) belongs to the first category. Recommendations for the optimization of the range of studied dendroflora are given and the perspective of further scientific research is outlined.

Keywords: landscaping of hospitals, tree and shrub vegetation, green spaces, tree species, categories of life condition

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

УДК 630*26:631452:631.6.03(4.46)

ВПЛИВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА РОДЮЧІСТЬ ТА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

В. П. ШЛАПАК, доктор сільськогосподарських наук, професор

E-mail: shlapakwp@gmail.com

Н. В. ЗВОРСЬКА, аспірант

E-mail: zvorskanatala@gmail.com

Уманський національний університет садівництва[https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.024](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.024)

Анотація. Упродовж 2020-2023 років авторами досліджувалися запаси поживних речовин, а саме вміст гумусу, рухомого азоту, фосфору та калію, а також рівень кислотності в шарах ґрунту 0-20 і 20-50 см в ажурно-продувних, ажурних, щільних лісових смугах, визначалися запаси загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи та вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду в окремих колективних господарствах на території Уманського району Черкаської області. Проведеними дослідженнями встановлено, що вміст гумусу в лісових смугах різної конструкції коливається від 2,5 до 3,6 %. Тобто, вміст гумусу є низьким. Найбільше гумусу виявилося в ажурній конструкції лісової смуги. Рівень кислотності рН в 0-20 см шарі ґрунту коливається від 5,87 в ажурно-продувній лісовій смузі до 7,3 одиниць в щільній. Найбільший вміст NO_3 простежується у шарі ґрунту 20-50 см в ажурній лісовій смузі – 141,4 мг/кг. Вміст P_2O_5 у нижньому шарі ґрунту коливається від 62,1 мг/кг до 142,0 мг/кг. Найбільший вміст P_2O_5 - 168,0 мг/кг виявлено у 0 - 20 см шарі ґрунту ажурно-продувної лісосмуги. Кількість K_2O у верхньому шарі ґрунту однакова для всіх варіантів, у нижньому варіюється від 73,3 до 91,0 мг/кг.

Ажурно-продувна лісова смуга має запас доступної вологи 44,88 мм, відповідно - ажурна – 51,03 мм, а щільна – 67,24 мм, що в порівнянні з лісосмугою щільної конструкції вологість ажурно-продувної смуги на 33,27 %, а ажурної на 24,11 % нижча.

Досліджуючи динаміку зміни продуктивності вологи і вологозабезпеченість у продовж вегетаційного періоду (травень-жовтень) у всіх варіантах досліду як в 0-20 см, так і в 0-50 см шарі ґрунту простежується значне зменшення вказаних показників. Так, в ажурно-продувній лісовій смузі в 0-20 см шарі ґрунту в травні з 68 мм і 78 % ці показники зменшилися у жовтні місяці відповідно до 17 мм і 18 %, тобто за продуктивністю вологи у 4 рази, а вологозабезпеченістю у 4,3 рази. Це свідчить про те, що продуктивність і вологість дослідних лісових смуг значно вища в порівнянні з контролем (відкрите поле), де продуктивність вологи становить 42 мм, а вологозабезпеченість – 35 %.

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

На глибині до 50 см у лісових смугах, що продуваються, вологи в ґрунті в півтора-два рази менше, ніж в ажурних. У сприятливі роки така різниця в запасі вологи у ґрунті зберігається протягом усього вегетаційного періоду. Ріст і розвиток деревних порід в першу половину вегетаційного періоду (травень-червень) здійснюється за рахунок вологи, що накопичилася в період сніготанення чи зимових дощів у нижніх шарах ґрунту. У другу половину вегетаційного періоду деревні породи отримують вологу за рахунок літніх опадів, що випадають наприкінці липня – на початку серпня і накопичуються у верхніх шарах ґрунту.

Ключові слова: лісові смуги, родючість ґрунту, кислотність, вологість, вологозабезпеченість

Вступ. Полезахисні насадження виконують багатофункціональну роль у перетворенні, збереженні та відновленні ландшафтів. Вони також відіграють виняткову роль у підтримці екологічної рівноваги. Створювані на відкритих сільськогосподарських землях, лісосмуги перетворюють аграрний ландшафт в аграрнолісовий (Зворська & Шлапак, 2022), істотно збагачують його, змінюють екологічні умови вирощування сільськогосподарських культур, сприяють створенню сприятливого водного режиму та збереженню ґрунтової родючості.

Смуга польових ландшафтів, що примикає до полезахисної лісосмуги, шириною близько 20–23 м у залежності від висоти захисних насаджень, характеризується своїм розподілом опадів, температурою повітря, вологістю ґрунтів, а головне – продуктивністю сільськогосподарських культур.

Лісові смуги різної конструкції є перешкодами для проходження крізь них вітрових потоків. Лісові смуги достатньої щільності, являючи собою

перешкоди для вітру, частину їх пропускають крізь себе, частина повітряного потоку відхиляється вгору і перевалюється через смуги, обтікає їх. Швидкість вітру, що проникає через смугу (при середніх швидкостях), становить 45-60 % від швидкості його у відкритому лісостепу, так як в продувних лісових смугах зниження швидкості вітру не відбувається, а нерідко спостерігається її збільшення. Тут швидкість вітру змінюється дуже мало, і навіть на підвітряному узліссі вона або залишається рівною початковій швидкості або збільшується. Область затишшя або знищилася або перетворилася на область посиленних швидкостей, особливо у середині смуги. Розріджені лісові смуги, а 2-рядні завжди являються розрідженими піддаються найбільшому впливу вітру. Збільшення швидкості вітру завжди викликає збільшення випаровування та безпосередньо пов'язану з ним транспірацію. Це означає, що у зріджених (або дуже

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

вузьких лісових смугах) транспірація буде неминуче підвищеною.

Мета роботи – обґрунтування впливу різних конструкцій полежахисних лісових смуг на родючість ґрунту, накопичення запасів загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи та вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду в окремих колективних господарствах на території Уманського району Черкаської області.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: охарактеризувати полежахисні лісові смуги, встановити запаси поживних речовин у ґрунтах, визначити запаси загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи та вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду.

Об'єкт дослідження - полежахисні лісові смуги різних конструкцій в окремих колективних господарствах на території Уманського району Черкаської області.

Предмет дослідження – визначити вміст гумусу, рівень кислотності, рухомого азоту, фосфору та калію в шарах ґрунту 0-20 і 20-50 см в ажурно-продувних, ажурних, щільних лісових смугах, визначити запаси загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи та

вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду.

Матеріал та методи дослідження. Основними із застосованих методів були такі, як аналіз, спостереження, вимірювання та порівняння. Процес дослідження вологоємності, запасу поживних речовин та кислотності ґрунтів включав попередній відбір зразків і їх подальший аналіз безпосередньо в лабораторії. Відбір зразків проводився за допомогою буру для забору проб, на якому через кожні 10 см нанесені мітки. Також використовувалися алюмінієві термостійкі стаканчики (бюкси), які попередньо зважували пустими та контейнер, куди щільно виставлялися стаканчики для транспортування в поле, а надалі в лабораторію для подальшого зважування та сушіння. Пробні площі закладали у полежахисних лісосмугах на території господарств Уманського району Черкаської області.

Закладку та опис ґрунтових розрізів, а також відбір ґрунтових зразків проводили відповідно до наявних методичних вказівок М. І. Гордієнка.

Лабораторні дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів проводили у Черкаській обласній державній проектно-вишукувальній станції хімізації сільського господарства за провідними методиками. Вміст гумусу визначалося методом Тюріна.

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

Легкогідролізований азот – за методом Корнфілда, рН водних витяжок – потенціометрично. Рухливі форми фосфору та обмінний калій – по Чирикову.

Вологість ґрунту визначалася за допомогою формули вологості ґрунту за гравіметричним методом, (%):

$$W = [m_{\text{(вол)}} - m_{\text{(сух)}} / m_{\text{(сух)}}] \times 100$$

[маса вологого ґрунту – маса висушеного ґрунту (г) / маса висушеного ґрунту (г)] x 100;

вміст води в ґрунті за волюметричним методом (%) = [обсяг води (см³) / обсяг ґрунту (см³)] · 100.

Для оброблення даних, отриманих під час досліджень, використовували математико-статистичні методи.

Результати дослідження та їх обговорення. Уманський район, де знаходяться дослідні об'єкти вирізняється родючістю ґрунту, рівнинним рельєфом, відносно неглибоким заляганням ґрунтових вод. У той же час на врожайність сільськогосподарських культур в районі досліджень згубно впливають окремі несприятливі природні фактори. Серед яких: посухи, суховії, зрідка пилові бурі, зливові дощі (Ткачук & Панкова, 2023; Юхновський, 2003). В останні роки зрідка хуртовини, не глибоке промерзання ґрунту (Юхновський, Дударець, Малюга, 2012). Водночас, недостатня кількість атмосферних опадів і випаровуваність, висока

інсоляція, несприятливий вітровий режим і часта повторюваність посух створює важкі умови для лісорозведення (Клименко, Ткачук, Панкова, 2021; Козішкурт, Токар 2021; Юхновський, Дударець, Малюга, 2012).

Досвід сільськогосподарського виробництва показує, що ці негативні чинники можна значно послабити за допомогою комплексу протиерозійних заходів, зокрема створенням на полях системи захисних лісових смуг. Для успішного вирощування їх потрібні всебічні дослідження особливостей впливу родючості ґрунту та вологозабезпеченості, наріст та розвиток деревних порід, зокрема дуба черешчатого у даних умовах.

Одним із головних питань створення біологічно стійких і довговічних полезахисних лісових смуг є вирощування високих лісів, оскільки висота лісу є основним елементом, що визначає величину території, що захищається лісовою смугою (Стрельчук, 2015).

За архівними матеріалами нами розглянуто агротехнологічні прийоми створення лісових смуг та досліджено полезахисні лісові смуги території Уманського району. Загалом у сучасній ландшафтній структурі Уманщини переважають антропогенні ландшафти, серед яких найбільше значення мають сільськогосподарські ландшафти. На території району є багато рік, ставків,

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

підземних вод. Система рік відноситься до басейну річки Південний Буг. У результаті певного розміщення ґрунтів та відповідних кліматичних умов, на території району (в природних але не аграрних територіальних комплексах) переважають дубово-ясеневі та грабові ліси. У підліску поширені ліщина (*Corylus avellana*), бузина (*Sambucus nigra* L.); терен (*Prunus spinosa*), глід (*Crataegus*), жимолость (*Lonicera xylosteum*). Хвойні породи зустрічаються досить рідко.

Поряд з цим практикою встановлено, у першому поколінні достатньої біологічної стійкості та довговічністю мають змішані насадження з пануванням дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), створені чистими рядами у поєднанні (через 1,5 м) з його найкращими біологічними супутниками. До них насамперед відноситься клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) і липа дрібнолиста (*Tilia cordata* L.) на звичайних чорноземах або підлісок з клена татарського (*Acer tataricum* L.), скумпії (*Cotinus coggygria* Scop.), свидини (*Cornus sanguinea* L.) та інших чагарників.

За оптимальних умов місцевиростання, наприклад, у природних дубняках лісостепової зони, особливо на тих ділянках, де немає небезпечних для нього конкурентів, дуб росте цілком успішно і при одиночному розміщенні утворює

високопродуктивні насадження. З іншого боку, на степових ґрунтах дуб, як і більшість зазначених його супутників, при звичайній агротехніці його розведення не відрізняється у молодому віці швидкістю зростання у висоту. Тому вирощування ползахисних лісових смуг із дуба (хоч і довговічного, але повільно ростучого в молодому віці) належного ефекту для виробництва не дає принаймні у перше десятиліття після закладання таких насаджень. На цій підставі деякі лісівники, забуваючи позитивні властивості дуба, намагаються виключити його з асортименту головних порід для ползахисного лісорозведення.

Ґрунт вважається головним і вирішальним фактором у рості та продуктивності насаджень, що акумулює і, певною мірою відображає у собі суму інших зовнішніх умов (Чорний, 2018). Ґрунтові умови нерідко є серйозною перешкодою для розведення лісової рослинності без попередньої меліорації (Юхновський, 2003; Юхновський, Дударець, Малюга, 2012). Вони ж в основному і визначають якість деревостану за інших різних умов або його бонітет і пов'язану з ним продуктивність насаджень (Мірошник, та ін.2020; Ситник, 2005; Соваков, 2010).

Нами проведено аналіз ґрунту на дослідних ділянках на території колективних господарств Уманського району Черкаської області, де впродовж 2020-2023 років

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

досліджувалися запаси поживних речовин та кислотність у шарах ґрунту до 50 см в ажурно-продувних, ажурних, щільних лісових смугах, запаси загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи

та вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду.

Середній вміст гумусу, рухомого азоту, фосфору та калію, а також рівень кислотності ґрунту отримані в результаті наших досліджень показані в табл. 1.

1. Запаси поживних речовин у лісових смугах різної конструкції

варіант	горизонт	Гумус, %	pH	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Ажурно-продувна	0-20	2,3	5,87	228,2	168,0	250,0
	20-50	2,6	5,41	74,9	142,0	73,3
	середнє	2,4	5,64	151,5	155,0	161,6
	HIP _{0,5}	1,15	1,45	2,67	2,43	2,76
Ажурна	0-20	3,1	6,79	268,8	146	250,0
	20-50	3,4	6,01	141,4	98,7	91,0
	середнє	3,2	6,41	205,1	122,3	170,5
	HIP _{0,5}	1,23	1,15	2,63	2,98	2,58
Щільна	0-20	4,4	7,30	225,4	103,0	250,0
	20-50	2,9	6,97	97,3	62,1	82,1
	середнє	3,6	7,14	161,3	82,5	166,05
	HIP _{0,5}	2,24	1,57	2,98	2,15	2,99

Як видно з табл. 1, вміст гумусу в горизонті 0-20 см у різних конструкціях лісових смуг коливається в межах 2,3-4,4 %, а в шарі ґрунту 20-50 см його міститься від 2,6 до 3,4 %. Найбільше гумусу виявилось в ажурній конструкції лісової смуги. Найвищий рівень NO₃ у верхньому 0-20 см шарі ґрунту спостерігався у полежахисних смугах ажурної конструкції – 268,8 мг/кг, у нижньому вміст варіюється від 74,9 мг/кг у смугах ажурно-продувної конструкції до 141,4 мг/кг у смугах щільної конструкції. Водночас

найбільший вміст NO₃ простежується у шарі ґрунту 20-40 см в ажурній лісовій смузі – 141,4 мг/кг. Вміст P₂O₅ у нижньому шарі ґрунту коливається від 62,1 мг/кг до 142,0 мг/кг. Найбільший вміст P₂O₅ - 168,0 мг/кг виявлено у 0-20 см шарі ґрунту ажурно-продувної лісосмузи. Кількість K₂O у верхньому шарі ґрунту однакова для всіх варіантів, у нижньому варіюється від 73,3 до 91,0 мг/кг.

Середні дані вмісту гумусу та реакцію ґрунтового розчину відображено на рис. 1.

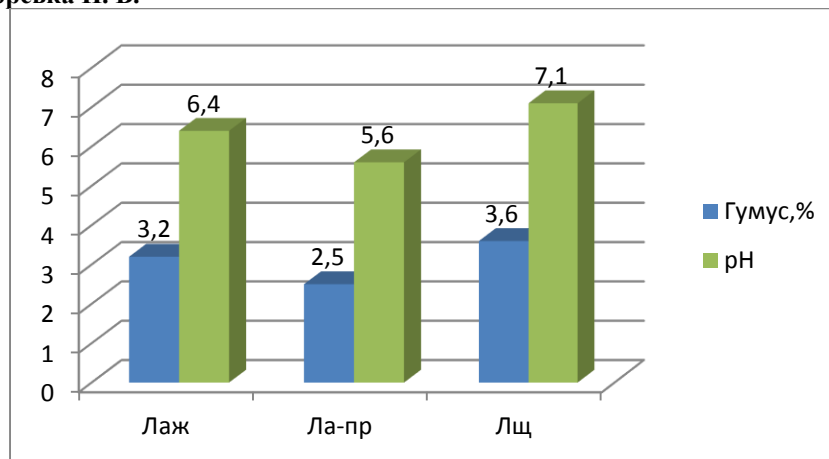


Рис 1. Лінійна діаграма запасу гумусу та кислотності ґрунтів /Line diagram of humus stock and soil acidity

Згідно діаграми, бачимо що вміст гумусу в середньому коливається від 2,5 до 3,6 %. Тобто, розглянувши представлену вище лінійну діаграму (рис. 1), можемо визначити, що вміст гумусу є низьким, що характерно для типів ґрунту даного регіону та становить в середньому 3,1%. Для більшості деревних і кущових рослин найбільш сприятлива слабо кисла або нейтральна реакція середовища. Кисла реакція шкідлива для більшості деревних рослин, так як вона затримує синтез білкових речовин. Однак, якщо змінити реакції середовища в межах, допустимих для деревних рослин, катіони та аніони потрапляють у рослини по-різному: за слабкокислої реакції середовища в рослину краще потрапляють аніони, а при нейтральній і лужній -- катіони. Рівень кислотності pH в 0-20 см шарі ґрунту коливається від 5,87 в ажурно-продувній лісовій смузі до 7,3 одиниць в щільній. У шарі ґрунту 20-40 pH має ту ж саму тенденцію, проте його значення чуть нижчі - 5,41-6,97.

Як видно з рис. 1, реакція ґрунтового розчину нейтральна, тобто рівень кислотності в межах норми та в середньому становить 6,37 pH ($6,4+5,6+7,1$), що є позитивним фактором для вирощування високопродуктивних лісових смуг за участю дуба черешчатого.

Вирішальне значення для життєдіяльності деревних рослин має волога (Висоцька, С. В. Сидоренко, С. Г Сидоренко, 2018; Зворська & Шлапак, 2022). Від наявності вологи в ґрунті залежить ріст і розвиток кореневої системи та надземної частини деревних порід. Великий вплив на характер формування коренів деревних порід надає інтенсивність і глибина промивання ґрунту талими водами (Ситник, 2005). Дослідження показали, що за інтенсивного промочування ґрунту талою водою під насадженнями помітно змінюється хімічний склад профілю ґрунту: солі, що розчиняються, вимиваються з верхніх шарів ґрунту в нижні (Зворська &

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

Шлапак, 2022). Поліпшуються фізико-хімічні і водні властивості ґрунту, деревні породи утворюють потужну мережу вертикальних і горизонтальних якірних коренів, що

вільно проникають у нижні горизонти.

Дані досліджень вологості ґрунтів наведено в табл. 2.

2. Вологоємкість лісових смуг різної конструкції

Варіант	Вологість		Щільність ґрунту	Запаси загальної вологи		Запаси недос-татньоїв ологи	Запаси доступної вологи	
Гори-зонт	%	серед-незнач е-ння		мм	серед-незнач е-ння	мм	мм	серед-незначе-ння
Ажурно-продувна лісова смуга								
0-20	32,13	28,52	1,24	79,68	71,48	26,29	53,40	44,88
20-50	24,91		1,27	63,28		26,92	36,35	
НІР _{0,5}	-	2,54	-	-	2,31	-	-	2,84
Ажурна лісова смуга								
0-20	35,87	30,99	1,24	88,95	77,63	26,29	62,66	51,03
20-50	26,11		1,27	66,31		26,924	39,39	
НІР _{0,5}	-	2,54	-	-	2,17	-	-	2,87
Щільна лісова смуга								
0-20	44,61	37,47	1,24	110,64	93,85	26,29	84,35	67,24
20-50	30,33		1,27	77,05		26,92	50,12	
НІР _{0,5}	-	2,98	-	-	2,65	-	-	2,97

Аналізуючи дані табл. 2, видно, що запаси загальної вологи становлять від 71,48 мм у полежахисних смугах ажурно-продувної конструкції до 93,85 мм в лісосмугах щільної конструкції, запаси доступної вологи відповідно від 44,88 мм до 67,24 мм. Звертає на себе увагу те, що за середніми значеннями запас доступної вологи має тенденцію до збільшення в залежності від конструкції лісової смуги. Так, ажурно-продувна лісова смуга має запас доступної вологи

44,88 мм, відповідно - ажурна – 51,03 мм, а щільна – 67,24 мм, що в порівнянні з щільною конструкцією лісової смуги вологість ажурно-продувної смуги на 33,27 %, а ажурної на 24,11 % нижча.

Така закономірність наглядно демонструється згідно з даними графіка (рис. 2), де можемо побачити, що значення вологості ґрунтів варіюються в межах від 28,52 % у полежахисних лісосмугах ажурно-продувної конструкції до 37,47 % у насадженнях щільної конструкції.

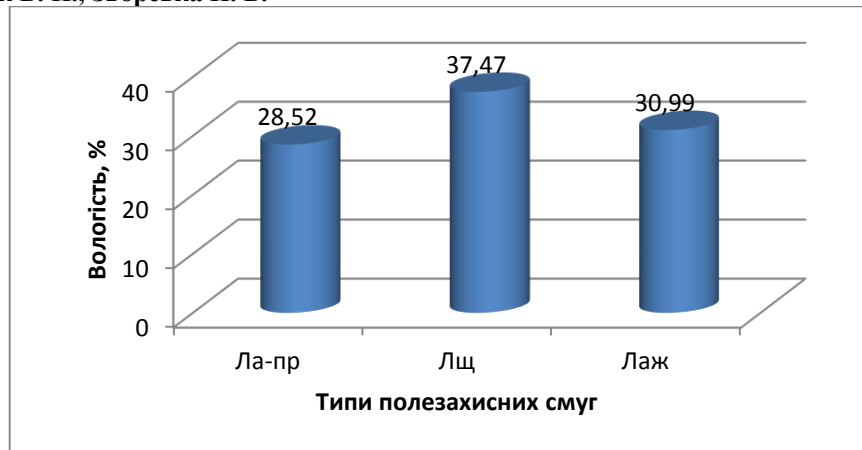


Рис. 2. Динаміка вологості ґрунтів, % / Dynamics of soil moisture, %.

Враховуючи, що за вегетаційний період у регіоні випадає недостатня кількість опадів, а в окремі роки їх кількість у середньому знижується до 300 мм з яких значна частина їх (25-30 %) для рослин недоступна. З травня по другу декаду червня, опадів буває дуже мало, тому в півметровому шарі ґрунту під насадженнями у червні-серпні вологи залишаються дуже мало. Більшу частину вегетаційного періоду деревні породи можуть існувати за

рахунок вологи, що накопичилася в нижніх шарах ґрунту під час весняного сніготанення і літніх дощів. Водоутримуюча здатність у 0-50 см шару ґрунту досягає 200 мм. На початок зими запас вологи у ґрунті під насадженнями лісових смуг знаходиться в межах від 65 до 139 мм.

У табл. 3 подаємо динаміку продуктивності вологи (мм) і вологозабезпеченість (%) ґрунту в лісових смугах різних конструкцій.

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

3. Динаміка продуктивності вологи (мм) і вологозабезпеченість (%) ґрунту в лісових смугах різних конструкцій

Дослідні об'єкти (лісосмуги)	Шар ґрунту, см	2020						2021						2022					
		травень		липень		жовтень		травень		липень		жовтень		травень		липень		жовтень	
		мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Ажурно-продувна	0-20	68	78	33	25	17	18	89	75	29	19	11	5	72	63	33	26	20	19
	20-50	143	68	44	39	38	35	215	78	49	32	24	19	135	65	38	31	25	22
	середнє	105,5	73	38,5	32	27,5	26,5	152	76,5	39	25,5	17,5	12	103,5	64	35,5	28,5	22,5	20,5
	<i>НІР_{0,5}</i>	2,54	2,91	2,55	2,67	2,85	2,19	2,76	2,15	2,54	2,54	2,76	2,61	2,60	2,31	2,84	2,69	2,67	2,63
Ажурна	0-20	113	95	47	35	38	42	112	94	28	25	18	17	84	45	11	8	20	13
	20-50	219	93	76	32	95	42	145	89	85	36	64	31	176	81	75	32	71	31
	середнє	166	94	61,5	33,5	66,5	42	128,5	91,5	56,5	30,5	41	24	130	63	43	20	45,5	22
	<i>НІР_{0,5}</i>	2,59	2,51	2,64	2,79	2,33	1,01	2,59	2,51	2,74	2,67	2,69	2,63	2,93	2,17	2,54	2,99	2,89	2,58
Щільна	0-20	112	98	64	49	88	69	115	95	27	24	16	14	89	79	15	14	30	25
	20-50	245	96	94	51	125	57	258	99	91	40	95	42	167	88	82	36	55	28
	середнє	178,5	97	79	50	106,5	63	186,5	97	59	32	55,5	28	128	83,5	51,5	25	42,5	26,5
	<i>НІР_{0,5}</i>	2,68	2,59	2,54	2,17	2,76	2,93	2,69	2,45	2,74	2,49	2,39	2,47	2,38	2,67	2,51	2,47	2,83	2,19
Відкрите поле (контроль)	0-20	42	35	36	29	58	51	93	80	33	24	29	21	56	45	14	35	23	19
	20-50	85	33	64	31	95	42	142	73	75	26	75	28	131	58	63	25	78	44
	середнє	63,5	34	50	30	76,5	46,5	117,5	76,5	54	25	52	24	93,5	51,5	38,5	30	50,5	31,5
	<i>НІР_{0,5}</i>	2,51	2,83	2,79	2,39	2,71	2,49	2,38	2,53	2,91	2,85	2,94	2,94	2,87	2,49	2,93	2,47	2,69	2,19

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

У 2021-2022 і 2023 роках досліджуючи впродовж вегетаційного періоду (травень, липень, жовтень) динаміку продуктивності вологи і вологозабезпеченість ґрунту в лісових смугах різних конструкцій (ажурно-продувна, ажурна, щільна) нами виявлено (табл. 3), що найбільше продуктивної вологи в ґрунті, не залежно від конструкції лісової смуги, за всіма роками спостереження знаходиться у травні місяці. У липневій і жовтневій місяці вона значно зменшується. Така ж закономірність переважно зберігається із вологозабезпеченістю. У всіх варіантах дослідів простежується тенденція збільшення вологості у 20-50 см шарі ґрунту в порівнянні з 0-20 см у 1,5-2,5 рази. Так, у травні місяці 2020 року продуктивність вологи 0-20 см шарі ґрунту коливалася від 68 мм у ажурно-продувній лісовій смузі до 112 мм у щільній. Насиченість вологою коливається в межах 78-98 %. Це свідчить про те, що продуктивність і вологість дослідних лісових смуг значно вища в порівнянні з контролем (відкрите поле), де продуктивність вологи становить 42 мм, а вологозабезпеченість – 35 %.

Значно вищі показники продуктивності вологи і вологозабезпеченості простежуються в шарі ґрунту 20-50 см, які знаходяться в межах 219-245 мм і

88-96 %. У контролі (відкрите поле) в цьому шарі ґрунту виявлено 85 мм вологи, що забезпечує поле на 33 %. Це є низьким показником. Слід також відмітити, що в малосніжні зими в ажурно-продувних лісових смугах вологи в ґрунті в півтора-два рази менше, ніж в ажурних.

Досліджуючи динаміку зміни продуктивності вологи і вологозабезпеченість у продовж вегетаційного періоду (травень-жовтень) у всіх варіантах дослідів як в 0-20 см, так і в 0-50 см шарі ґрунту простежується значне зменшення вказаних показників. Так, в ажурно-продувній лісовій смузі в 0-20 см шарі ґрунту в травні з 68 мм і 78 % ці показники зменшилися у жовтні місяці відповідно до 17 мм і 18 %, тобто за продуктивністю вологи у 4 рази, а вологозабезпеченістю у 4,3 рази. Така ж тенденція зберігається у межах усіх об'єктів дослідження. На контролі (відкрите поле) досліджувані показники менш виражені. Хоча тенденція зберігається.

Обговорення досліджень.

Полезахисне лісорозведення, як зазначає О. В. Соваков (2010) є важливим елементом для створення зональних лісоаграрних екологічних систем, основним елементом яких виступають полезахисні смуги, для захисту ріллі та сільськогосподарських угідь від впливу несприятливих природних і антропогенних факторів.

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

Досліджуючи полезахисні смуги Л. М. Стрельчук (2015) вказує, що вони зумовлюють рівномірний розподіл снігового покриву на полях, знижують показники ерозії та видування ґрунту, позитивно впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Більшість досліджених полезахисних лісосмуг значно трансформовані внаслідок тривалої відсутності лісгосподарського догляду, що відзначає також і Н. В. Мірошник (2020) досліджуючи екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг. Відсутність лісівничих заходів упродовж тривалого періоду вплинула на всі компоненти полезахисної лісової смуги. Негативні зміни стану лісосмуг зустрічаємо в роботах Н. Ю. Висоцької (2018), яка відзначає що смуги різнилися за таксаційними показниками, санітарним станом, станом підросту, підліску та живого надґрунтового покриву, а також за ажурністю вертикального профілю. Одними з основних факторів отримання високих урожаїв є достатні вологозабезпеченість та родючість ґрунту. Запаси продуктивної вологи в ґрунті залежать від низки чинників. Як зазначали В. П. Шлапак, Н. В. Зворська (2024) вміст вологи у ґрунті на полях, які оточені лісовими смугами, є вищим, ніж на відкритих просторах. С. В. Сидоренко (2017) відзначає, що надходження води в ґрунт на захищених лісовими

смугами полях також є більшим, ніж на відкритих полях. Досліджуючи екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Правобережного Лісостепу України М. О. Клименко, О. П. Ткачук, С. О. Панков (2021) вбачають позитивний вплив на польові угіддя лісових смуг, які захищають 20-30 га оброблюваної землі та підвищують врожайність сільськогосподарських культур приблизно на 15 %.

За останні десятиліття ґрунти України систематично деградують в наслідок надмірної розораності ґрунтів, інтенсивного механічного обробітку і зниження вмісту в ґрунтах органічної речовини, яка проявляється у деструктивних процесах верхнього шару, брилистості після оранки, наявності плужної підшви, переуцільненні підорного і глибших шарів. Досліджуючи сільськогосподарські чинники впливу на екологічний стан полезахисних лісосмуг Правобережного Лісостепу О. П. Ткачук, С. О. Панкова (2023) зазначає, що фізично деградовані ґрунти зазнають ерозії, гірше вбирають й утримують атмосферну вологу, впливають на родючість ґрунту чим обмежують розвиток кореневих систем рослин.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження. Уперше для регіону дослідження встановлений вплив поєднання лісових смуг різних конструкцій на родючість ґрунту, проаналізовано динаміку зміни продуктивності вологи і вологозабезпеченості упродовж вегетаційного періоду в межах Правобережного Лісостепу.

Практична значущість результатів дослідження – результати дослідження зміни вологозабезпеченості ґрунту впродовж вегетаційного періоду можна використати за підбору асортименту рослин для культивування їх в зоні екотонних ландшафтів.

Висновки

Для вирішення поставленої проблеми впродовж 2020-2023 років досліджувалися запаси поживних речовин, а саме вміст гумусу, рухомого азоту, фосфору та калію, рівень кислотності в шарах ґрунту до 50 см в ажурно-продувних, ажурних, щільних лісових смугах, запаси загальної та доступної вологи, динаміку продуктивної вологи та вологозабезпеченість впродовж вегетаційного періоду.

1. Вміст гумусу в лісових смугах різної конструкції коливається від 2,5 до 3,6 %. Тобто, вміст гумусу є низьким. Найбільше гумусу виявилось в ажурній конструкції лісової смуги.

2. Найбільший вміст NO_3 простежується у шарі ґрунту 20-50 см в ажурній лісовій смузі – 141,4 мг/кг. Вміст P_2O_5 у нижньому шарі ґрунту коливається від 62,1 мг/кг до 142,0 мг/кг. Найбільший вміст P_2O_5 – 168,0 мг/кг виявлено у 0-20 см шарі ґрунту ажурно-продувної лісосмуги. Кількість K_2O у верхньому шарі ґрунту однакова для всіх варіантів, у нижньому варіює від 73,3 до 91,0 мг/кг.

3. На глибині до 50 см у лісових смугах, що продуваються, вологи в ґрунті в півтора-два рази менше, ніж в ажурних. У сприятливі роки така різниця в запасі вологи у ґрунті зберігається протягом усього вегетаційного періоду.

4. Ріст і розвиток деревних порід в першу половину вегетаційного періоду (травень-червень) здійснюється за рахунок вологи, що накопичилася в період сніготанення чи зимових дощів у нижніх шарах ґрунту.

5. У другу половину вегетаційного періоду деревні породи отримують вологу за рахунок літніх опадів, що випадають наприкінці липня – на початку серпня і накопичуються у верхніх шарах ґрунту.

6. Ажурно-продувна лісова смуга має запас доступної вологи 44,88 мм, відповідно - ажурна – 51,03 мм, а щільна – 67,24 мм, що в порівнянні з лісосмугою щільної конструкції вологість ажурно-

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

продувної смуги на 33,27 %, а ажурної на 24,11 % нижча.

7. Рівень кислотності рН в 0-20 см шарі ґрунту коливається від 5,87 в

Список використаних джерел

1. Висоцька Н. Ю., Сидоренко С. В., Сидоренко С. Г. Вплив рекреації на стан і структуру полезахисних лісових смуг. Лісівництво і агролісомеліорація. 2018. Вип. 132. С. 84-93. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2018_132_12.

2. Зворська Н. В., Шлапак В. П. Вплив полезахисних лісових смуг у межах дії екотону на врожайність соняшнику у Правобережному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, Т. 32. № 2. С. 13-18.

3. Клименко М. О., Ткачук О. П., Панкова С. О. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Лісостепу Правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 1 (20). С. 179-194. DOI:10.37128/2707-5826-2021-14.

4. Козішкурт С. М., Токар І. В. Збереження ґрунтової вологи – важлива умова ефективного агровиробництва. Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених “Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції”, 11 листопада 2021 року. – Житомир: «Житомирська політехніка», 2021. С. 102-104.

5. Мірошник Н. В., Лавров В. В., Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Тесленко І. К. Порівняльний аналіз екологічної структури фіторізноманіття полезахисних лісосмуг на полях органічного та традиційного виробництва. Екологічні науки. 2020. № 3. С. 64-72. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolnauk_2020_3_13.

6. Сидоренко С. В., Біла Ю. М. Особливості розподілу снігу й вологи під впливом полезахисних лісових смуг щільної конструкції. Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 131. С. 104-112. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2017_131_14.

ажурно-продувній лісовій смузі до 7,3 одиниць в щільній.

7. Ситник О. С. Лісівничі особливості та полезахисна роль лісових смуг різних конструкцій в умовах Правобережного Лісостепу: автореф. дис. канд. с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». Київ. 2005. 18 с.

8. Соваков О. В. Полезахисна ефективність системи лісових смуг в умовах Правобережного Лісостепу: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. К., 2010. 20 с.

9. Стрельчук Л. М. Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за впливу полезахисних насаджень у Херсонській області. Агроекологічний журнал. 2015. № 2. С. 78-82. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2015_2_16.

10. Ткачук О. П., Панкова С. О. Сільськогосподарські чинники впливу на екологічний стан полезахисних лісосмуг Лісостепу Правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2023. №1 (28). С. 183-194. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-13

11. Чорний С. Г. Оцінка якості ґрунтів. Навчальний посібник. Миколаїв. МНАУ. 2018. 233 с.

12. Юхновський В. Ю. Лісоагратні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. Київ. Ін-т агратної економіки. 2003. 273 с.

13. Юхновський В. Ю., Дударець С. М., Малюга В. М. Агролісомеліорація. Підручник. Київ. Кондор. 2012. 372 с.

References

1. Vysotska, N.Y., Sydorenko, S.V., & Sydorenko, S.H. (2018). Recreational influence on the condition and structure of forest shelter belts. *Forestry and agroforestry*. 132. 84-93. http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2018_132_12.

2. Zvorska, N.V., & Shlapak, V.P. (2022). Influence of field windbreaks within ekoton effect on sunflower yield on the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Scientific*

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

Bulletin of UNFU, 32(2), 13–18.
<https://doi.org/10.36930/40320202>

3. Klymenko, M.O., Tkachuk, O.P. & Pankova S.O. (2021). Ecological problems of functioning of protective forest lands in the conditions of Forest Steppe of the Right Bank. Agriculture and forestry, 1 (20), 179-194. DOI:10.37128/2707-5826-2021-14.

4. Kozishkurt, S. M. & Tokar, I. V. (2021). Soil moisture conservation is an important condition for efficient agricultural production. Sustainable development of the country in the context of European integration: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference of higher education applicants and young scientists (pp. 102-104). Zhytomyr: Zhytomyr Polytechnic.

5. Miroshnyk N., Lavrov V., Grabovskyi M., Grabovska T., Teslenko I. (2020). Comparative analysis of the ecological structure of phytodiversity of field protective forests in the fields of organic and traditional production. Ecological sciences, 3(30), 64-72. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolnauk_2020_3_13.

6. Sydorenko, S.V, Bila, Yu. M. (2017). Features of snow and moisture distribution under the influence of shelter belts of dense construction. Forestry and Forest Melioration, 131, 104-112. <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000869700> [In Ukrainian]

7. Sytnyk O.S. (2005). Forestry features and field-protective role of different structure windbreaks in Right Bank Forest-Steppe Zone. (Doctoral thesis, National Agricultural University, Kyiv, Ukraine).

8. Sovakov O.V. (2010). The windbreaks field-protective effectiveness system in the Right-Bank of the Forest-Steppe Zone (Doctoral thesis, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv).

9. Strelchuk, L. M. (2015). Increasing the productivity of crops under the influence of field protection plantations in the Kherson region. Agroecological Journal, 2, 78-82. http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2015_2_16.

10. Tkachuk, O.P. & Pankova, S.O. (2023). Agricultural influence factors on the environmental state of the low-protected forest strips of the Right-bank Forest Steppe. Agriculture and forestry, 1 (28), 183-194. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-13

11. Chornyj, S.G. (2018). Ocinka jakosti gruntiv. Mykolaiv: MNAU.

12. Yukhnovskiy, V.Y. (2003). Forest and agricultural landscapes of the plain Ukraine: optimization, standards, environmental aspects. Kyiv. Institute of Agrarian Economics.

13. Yukhnovskiy, V.Y., Dudarets, S.M. & Maliuha V.M. (2012). Agroforestry. Kyiv, Condor.

INFLUENCE OF SHELTERBELTS OF DIFFERENT DESIGNS ON SOIL FERTILITY AND MOISTURE AVAILABILITY IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE

V. P. Shlapak, N. V. Zvorska

Abstract. During 2020-2023, the authors studied nutrient reserves, namely the content of humus, mobile nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the level of acidity in the soil layers of 0-20 and 20-50 cm in openwork-blowing, openwork, dense forest strips, determined the reserves of total and available moisture, the dynamics of productive moisture and moisture availability during the growing season in individual collective farms in the Uman district of Cherkasy region. Studies have shown that the humus content in forest strips of various designs ranges from 2.5 to 3.6%. That is, the humus content is low. The highest amount of humus was found in the openwork design of the forest belt. The pH level in the 0-20 cm soil layer ranges from 5.87 in the openwork-blown forest belt to 7.3 units in the dense one. The highest NO₃ content is observed in the 20-50 cm soil layer in the openwork forest belt - 141.4 mg/kg. The P₂O₅

Шлапак В. П., Зворська Н. В.

content in the lower soil layer ranges from 62.1 mg/kg to 142.0 mg/kg. The highest P_2O_5 content of 168.0 mg/kg was found in the 0-20 cm soil layer of the openwork-blow forest belt. The amount of K_2O in the upper soil layer is the same for all variants, in the lower layer it varies from 73.3 to 91.0 mg/kg.

The openwork-blown forest belt has an available moisture reserve of 44.88 mm, the openwork belt - 51.03 mm, and the dense belt - 67.24 mm, which, compared to the dense forest belt, the moisture content of the openwork-blown belt is 33.27% lower and that of the openwork belt is 24.11% lower.

Investigating the dynamics of changes in moisture productivity and moisture availability during the growing season (May-October) in all variants of the experiment both in 0-20 cm and 0-50 cm soil layer, a significant decrease in these indicators is observed. Thus, in the openwork-blown forest strip in the 0-20 cm soil layer in May, from 68 mm and 78%, these indicators decreased in October to 17 mm and 18%, respectively, i.e., in terms of moisture productivity by 4 times and moisture availability by 4.3 times. This indicates that the productivity and moisture content of the experimental forest strips are much higher compared to the control (open field), where the moisture productivity is 42 mm and the moisture availability is 35%.

At a depth of up to 50 cm, the soil moisture content in the blown forest strips is one and a half to two times less than in the openwork forest strips. In favorable years, this difference in soil moisture remains throughout the growing season. The growth and development of tree species in the first half of the growing season (May-June) is carried out at the expense of moisture accumulated during snowmelt or winter rains in the lower soil layers. In the second half of the growing season, tree species receive moisture from summer precipitation that falls in late July and early August and accumulates in the upper soil layers.

Keywords: forest belts, soil fertility, acidity, humidity, moisture availability

**ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК КРОКУ ЗУБІВ ТА ПЛОЩІ ЗАПАДИН З ПОДАЧЕЮ
НА ЗУБ ПИЛИ ПІД ЧАС РОЗПИЛЮВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТВЕРДИХ
ЛИСТЯНИХ ПОРІД****З. С. СІРКО**, кандидат технічних наук**О. С. ПРОТАСОВ, С. М. ОХРИМЕНКО, Є. А. СТАРИШ,****Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ, В. М. ГРИЦУН***Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»*

E-mail: z.sirko@ukr.net

Н. NICKEL**Altendorf GmbH & Co KG Maschinenbau**[https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.025](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.025)

Анотація. У статті висвітлені питання, що пов'язані із розпилюванням деревини твердих листяних порід. Зокрема акцентується увага на взаємозв'язку кроку зубів та площі западини з подачею на зуб рамної пили. Зазначено, що деревина твердих листяних порід за своїми фізичними, хімічними, фізико-механічними та експлуатаційними властивостями суттєво відрізняється від деревини хвойних та м'яких листяних порід. Деревина твердих листяних порід має підвищені фізико-механічні показники та володіє красивою текстурою, що відносить її до цінних порід деревини. Наведені фізичні, хімічні, фізико-механічні та експлуатаційні властивості деревини твердих листяних порід. Показано, що дані властивості деревини суттєво впливають на оброблення її різанням та зумовлюють певні вимоги до конструктивних параметрів дереворізального інструменту. Приведені формули для розрахунку продуктивності лісопиляльних рам, технічної лінійної продуктивності рамної пили та продуктивності одного зуба пили. Зазначено, що подача на зуб рамної пили залежить від форми западини між зубами, її площі, а також від жорсткості зубів, їх гостроти та якості поверхні, яку отримують під час розпилювання. Наведені також формули для розрахунку подачі на один зуб пили, коефіцієнта напруженості западини, найбільшої висоти пропилу на середині довжини колоди, коефіцієнта ущільнення стружкою западини, площі западини та величини посилення колоди. Зазначено, що під час розпилювання деревини твердих листяних порід, величина посилення колоди залежить від кроку зубів та коефіцієнта форми западини. У процесі досліджень зроблено висновок, що величина подачі на зуб під час розпилювання деревини твердих листяних порід повинна бути нижча на 24–29 % у порівнянні з величиною подачі на зуб для сосни.

Ключові слова: деревина твердих листяних порід, розпилювання, крок зубів, площа западини, подача на зуб, взаємозв'язок, пила

Постановка**проблеми.**

Деревина твердих листяних порід за своїми фізичними, хімічними, фізико-

механічними та експлуатаційними властивостями суттєво відрізняється від деревини хвойних та м'яких

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Стариш Є. А., Торчилевський Д. П., Грицун В. М., Nickel H. листяних порід (Сопушинський, Маєвський, Вінтонів, et al., 2007). До фізичних властивостей деревини відноситься текстура, колір, блиск, вага, щільність, вологість, гігроскопічність, усушка, розбухання, розтріскування, звуко-тепло-електропровідність та проникність (Вінтонів, Сопушинський, Тайшінгер, 2007). Деревина твердих листяних порід має підвищені фізико-механічні показники та володіє красивою текстурою – природним малюнком, який утворюється на гладкому зрізі деревини у результаті перетину волокон річних кілець та серцевинних променів. Такі властивості відносять деревину твердих листяних порід до цінних порід (Благородні породи дерева, 2018). До хімічних властивостей деревини відносяться целюлоза, лігнін, геміцелюлози та екстрактивні речовини. Фізичні та хімічні властивості деревини суттєво впливають на оброблення її різанням та зумовлюють певні вимоги до конструктивних параметрів дереворізального інструменту (Кірик, 1999). До основних експлуатаційних властивостей деревини твердих листяних порід відносять звукові, теплові та механічні властивості. Останні значно впливають на процес різання (більші сили та потужність на різання), що створює умови для

зміцнення зубів пил з метою покращення їх працездатності (Кірик, 2006). Взаємозв'язок між параметрами зубів пил – їхніми лінійними та кутовими характеристиками, впливає на продуктивність розпилювання деревини твердих листяних порід та на якість розпилювання і, таким чином, забезпечує найменші витрати на виробництво одиниці продукції.

Мета дослідження – визначити взаємозв'язок кроку зубів та площі западни з подачею на зуб рамної пили під час розпилювання деревини твердих листяних порід.

Методика досліджень. Для досліджень використовували рамні пили із легованої сталі марки 7ХНМФБ товщиною 2,2 мм. Розкроювання деревини твердих листяних порід проводили на середньопросвітній лісопиляльній рамі першого ряду моделі 2Р75. У роботі застосовані аналітичні методи досліджень, які ґрунтуються на співвідношенні постійних та змінних чинників, що мають місце під час розпилювання деревини твердих листяних порід.

Результати досліджень. Продуктивність лісопиляльних рам зазвичай визначають у кубічних метрах за формулою

$$Q = \frac{\Delta \cdot n}{1000} TK_{\partial} K_m \frac{q}{L_k}, \quad (1)$$

де Δ – подача колоди за подвійний хід пилкової рамки, мм;

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Стариш Є. А., Торчиловський Д. П., Григун В. М., Nickel H.

n – частота обертів валу або число подвійних ходів пилкової рамки, хв^{-1} ;

T – тривалість робочої зміни, хв ;

K_∂ – коефіцієнт використання робочого дня;

K_m – коефіцієнт використання машинного часу;

$$Q = Q_n \cdot T_p \cdot P_\partial,$$

де Q_n – технічна лінійна продуктивність рамної пилки, $\text{м}/\text{хв}$;

T_p – дійсний робочий час лісопиляльної рами, хв ;

$$Q_{nm} = \Delta \cdot h \cdot n, \text{мм}^2/\text{хв},$$

де h – висота пропилу, мм .

$$Q_{nm} = \Delta \cdot h \cdot n \cdot K_{en}, \text{мм}^2/\text{хв}.$$

Аналітично визначаємо продуктивність одного зуба пилки

$$Q_3 = S_z \cdot h \cdot n,$$

де S_z – подача на один зуб пилки, мм .

Із формули (4) виходить, що продуктивність поєднується з

$$Q_n = \varphi(S_z, Z, K_{en}),$$

де Z – число зубів рамної пилки, які приймають участь у різанні за хід пилкової рамки.

Подача на один зуб рамної пилки залежить від форми западини між

$$S_z = \varphi(F_3, J_z, \rho, R_m).$$

Із врахуванням напруженості роботи западини та виразу $F_3 = Q \cdot t^2$ отримаємо

q – середній об'єм колоди, м^3 ;

L_k – довжина колоди, м .

Якщо позначити $Q_n = \frac{\Delta \cdot n}{1000}$;

$$T_p = T \cdot K_\partial \cdot K_m; P_\partial = \frac{q}{L_k}, \text{отримаємо}$$

$$(2)$$

P_∂ – множник, що характеризує параметри колод, які розпилюються, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Технічну продуктивність рамної пилки описують виразом

$$(3)$$

Із врахуванням втрат K_{en} з вини пилки, середня за зміну продуктивність пилки буде

$$(4)$$

інструментом через фактори Δ , S_z , K_{en} , але зважаючи, що $\Delta = S_z \cdot Z$ функціональний зв'язок можна виразити формулою

зубами, її площі (F_3), а також від жорсткості зубів (J_z), їх гостроти (ρ) та якості поверхні, яку отримують під час розпилювання R_m , тобто

$$S_z = \frac{Q \cdot t^2}{\tau(h_{\max} - t)K_z}, \quad (5)$$

де Q – коефіцієнт форми западини;

t – крок зубів, мм;

$h_{\max}$ – найбільша висота пропилу, мм;

τ – коефіцієнт напруженості западини, який відображає співвідношення між площею западини та боковою площею стружки і визначається відношенням

$$\tau = \alpha_{уц} / \beta_{зан}$$

де $\alpha_{уц}$ – коефіцієнт ущільнення стружки під час її пресування у западині;

$\beta_{зан}$ – коефіцієнт заповнення западин зубів стружкою (тирсою);

K_z – поплашковий коефіцієнт.

Коефіцієнт $\beta_{зан}$ не залежить від породи деревини, але він залежить від форми западини та радіуса заокруглення її дна. За прийнятих форм западин $h_{\max} < H - 50 \text{ мм}$; $\beta_{зан} = 0,54$. За $h_{\max} \geq H - 50 \text{ мм}$ рекомендують застосовувати рамні

$$K_z = (1,78 - 0,85h_{\max}) / H. \quad (7)$$

Найбільша висота пропилу на середині довжині колоди, що

розпилюється врозвал, враховують за допомогою виразу

$$h_{\max} = 10 \sqrt{(d_g + 0,5L_k C)^2 - B_n^2},$$

де d_g – діаметр колоди у вершинному торці, см;

L_k – довжина колоди, м;

C – збіг колоди, см/м, приймають за довідковими даними 16, 20, 22;

B_n – відстань між двома середніми пилами у поставі, см, за наявності центральної пили $B_n = 0$.

Поправочний коефіцієнт K_z враховують тільки за умови, якщо його розрахункове значення більше одиниці.

Коефіцієнт ущільнення стружки залежить від породи деревини, точніше від її щільності. Якщо для сосни $\alpha_{уц,с} = 0,45$, то для твердих листяних порід деревини коефіцієнт ущільнення буде

$$\alpha_{уц,т} = \alpha_{уц,с} \cdot \rho_t / \rho_c,$$

Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Стариш Є. А., Торчиловський Д. П., Грицун В. М., Nickel Н.

де ρ_m і ρ_c – щільність вологої
деревини відповідно твердих
листяних порід та сосни.

Щільність
(свіжезрубленої)
деревини
визначають за формулою

$$\rho = \rho_c (1 + 0,01W)(1 - 0,30 \cdot K_o),$$

де ρ_c – щільність деревини в
абсолютно сухому стані, кг/м³;

K_o – коефіцієнт об'ємної
усушки, % / %.

W – вологість свіжезрубленої
деревини, %;

Використовуючи довідкові дані,
визначаємо щільність вологої
деревини дуба

$$\rho_d = 650(1 + 0,01 \cdot 70)(1 - 0,30 \cdot 0,50) = 939 \text{ кг/м}^3 \text{ - для дуба;}$$

$$\rho_b = 650(1 + 0,01 \cdot 64)(1 - 0,30 \cdot 0,56) = 887 \text{ кг/м}^3 \text{ - для бука;}$$

$$\rho_c = 450(1 + 0,01 \cdot 88)(1 - 0,30 \cdot 0,57) = 716 \text{ кг/м}^3 \text{ - для сосни.}$$

Відповідно, коефіцієнт
ущільнення стружки, буде

$$\alpha_{уц,д} = 0,45 \frac{939}{716} = 0,59 \text{ - для дуба;}$$

$$\alpha_{уц,б} = 0,45 \frac{887}{716} = 0,56 \text{ - для бука.}$$

Якщо підставити значення $\alpha_{уц}$ у
формулу (6) та прийняти для якісного
розпилювання $\alpha_{зан} = 0,54$, отримаємо

$$\tau = 0,59 / 0,54 = 1,09 \text{ - для дуба;}$$

$$\tau = 1,04 \text{ - для бука.}$$

Для розпилювання сосни з
отриманням пиломатеріалів високої
якості нормальним є
 $\tau = 0,45 / 0,54 = 0,83$.

Виходячи із формули (5) для
однієї і тієї ж пили величина подачі на
зуб для твердих порід деревини
повинна бути нижча на 24-29 % у
порівнянні з величиною подачі на зуб

для сосни, у зв'язку з підвищеним
значенням коефіцієнта напруженості
 τ . Отже, стає очевидною необхідність
підвищення площі западни
пропорціональне підвищенню
коефіцієнта її напруженості.

Площа западни залежить від
кроку зубів і приблизно визначається
із виразу

$$t = \sqrt{S_z \cdot h_{\max} \cdot \tau \cdot K_z / Q}.$$

Розраховані за даною формулою
значення кроку зубів для пиляння
дуба (за $\tau = 1,1$ і $Q = 0,4$) в залежності

від подачі на зуб, висоти пропилу та
коефіцієнта форми западни зубів,
наведені у таблиці.

Розрахункові значення кроку зубів рамної пилки

Подача на зуб, мм	Крок зубів, мм, за висоти пропилу		
	150	550	950
0,2	9	17	35
0,4	13	24	49
0,6	16	30	60
0,8	18	36	69
1,0	20	39	77
1,2	22	43	85
1,4	24	46	92
1,6	26	49	96

Під час виконання розрахунків для висоти пропилу 950 мм приймають $H=600$ мм. Тоді за формулою (7) $K_z=2,3$.

Результати розрахунків показують, що для пиляння

лісоматеріалів деревини твердих листяних порід є необхідність застосовувати пили з кроком зубів більше 40 мм.

Величина посилення колоди, яка характеризує продуктивність пилки, визначають за формулою

$$\Delta = \frac{Q \cdot t \cdot H}{\tau(h_{\max} - t)K_z},$$

із якої можна зазначити, що за інших рівних умов величина посилення залежить від кроку зубів та коефіцієнта форми западини.

Висновки.

1. Фізичні, хімічні та фізико-механічні властивості деревини суттєво впливають на оброблення її різанням і зумовлюють певні вимоги до конструктивних параметрів дереворізального інструменту.

Список використаних джерел

1. Сопушинський І.М., Маєвський В.О., Вінтонів І.С., Сопушинська М.П., Тайшингер А., Ангельстан П., et al. Зв'язок властивостей деревини та якості виробів з деревини. Науковий вісник НЛТУ, 2007, вип. 17.4. С. 104-107.

2. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшингер А. Деревинознавство:

2.

Продуктивність лісопиляльних рам поєднується з інструментом через величину посилення колоди, подачу на зуб рамної пилки та коефіцієнт втрат з вини пилки.

3. Величина подачі на зуб для твердих листяних порід деревини нижча на 24-29 % у порівнянні з величиною подачі на зуб для сосни

навчальний посібник. Львів: Апріорі, 2007. 312 с.

3. Благородні породи дерева. URL:goodandgreenguides.com>blahorodni-porody-dereva. 2018 (дата звернення 25.10.2023).

4. Кірик М.Д. Інструмент для оброблення деревини та деревних матеріалів. Коломия: ТМЦ Коломийського

- Сірко З. С., Протасов О. С., Охріменко С. М., Стариш Є. А., Торчилевський Д. П., Грицун В. М., Nickel Н. механіко-технологічного коледжу, 1999. 190 с.
5. Кірик М.Д. Механічне оброблення деревини та деревних матеріалів. Львів: ТЗОВ «Кольорове небо», 2006. 412 с.

Reference

1. Sopushynskii I.M., Maevskii V.O., Vintoniv I.S., Sopushynska M.P., Taishynger A. Angelstan P., et al. Zvyazok vlastyvoستي derevyny ta yakosti vyrobiv z derevyny. Naukovyi visnyk NLTU, 2007, vyp 17.4. S. 104-107.
2. Vintoniv I.S., Sopushynskii I.M., Taishynger A. Derevynoznavstvo: navchalnyi posibnyk. Lviv: Apriori, 2007. 312 s.
3. Blagorodni porody dereva. URL: goodandgreenguides.com>blagorodni-porody-dereva. 2018 (data zvernennya 25.10.2023).
4. Kiryk M.D. (1999). Instrument dlya obroblyenya derevyny ta derevnykh materialiv. Kolomyia: VMTS Kolomyiskogo mekhaniko-tekhnologichnogo koledzhu, 190.
5. Kiryk M.D. (2006). Mekhanichne obroblyenya derevyny ta derevnykh materialiv. Lviv: TzOV «Kolorove nebo», 412.

THE RELATIONSHIP OF THE PITCH OF THE TEETH AND THE AREA OF THE DEPTHS WITH THE FEED TO THE SAW TOOTH DURING CUTTING WOOD OF HARD LEAVED BREEDS

Z. Sirko, O. Protasov, S. Okhrimenko, E. Starysh,
D. Torchilevskiy, V. Hrytsun, H. Nickel

Abstract. *The article covers issues related to the sawing of hard hardwoods.*

In particular, attention is focused on the relationship between the pitch of the teeth and the area of the cavity with the feed per tooth of the frame saw.

It is noted that the physical, chemical, physico-mechanical and operational properties of hardwood differ significantly from coniferous and soft hardwood.

The wood of hard deciduous species has increased physical and mechanical indicators and has a beautiful texture, which makes it a valuable species of wood.

The physical, chemical, physico-mechanical and operational properties of hardwood are given.

It is shown that these properties of wood significantly affect its processing by cutting and determine certain requirements for the structural parameters of the wood-cutting tool.

Formulas are given for calculating the productivity of sawmill frames, the technical linear productivity of a frame saw and the productivity of one saw tooth.

It is noted that the feed per tooth of the frame saw depends on the shape of the cavity between the teeth, its area, as well as on the hardness of the teeth, their sharpness and the quality of the surface obtained during sawing.

Formulas for calculating the feed per saw tooth, the stress coefficient of the cavity, the largest height of the cut in the middle of the length of the log, the coefficient of chip compaction of the cavity, the area of the cavity and the reference value of the log are also given.

It is noted that when sawing hardwood, the size of the log reference depends on the pitch of the teeth and the coefficient of the cavity shape.

In the process of research, it was concluded that the amount of feed per tooth during sawing of hardwood should be lower by 24 - 29% compared to the amount of feed per tooth for pine.

Keywords: *hardwood, sawing, tooth pitch, depths area, feed per tooth, relationship, saw*