

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 5/105 (жовтень), 2023
Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 3 від 27 вересня 2023 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Стецюк І. М., Коніщук В. В.** Гідроекологічний стан озера Лиман (ДВСРП «Лиманське» Харківської обл.)
- 2. Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А.** Оцінка інформованості молоді щодо дії іонізуючого радіаційного випромінювання на здоров'я

Агрономія

- 3. Паламарчук І. І., Тисячний О. П.** Дослідження сортових ресурсів винограду (*Vitis vinifera* L.) в умовах Лісостепу України
- 4. Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.** Формування асимілюючої поверхні гібридами соняшнику за впливу умов живлення та ретардантів
- 5. Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.** Якісні показники однорічних саджанців яблуні колоноподібного типу
- 6. Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.** Особливості прояву біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в Лісостепу України
- 7. Войтовик М. В., Панченко О. Б., Цюк О. А., Міщенко Ю. Г.** Енергетична ефективність агротехнологій короткоротаційних сівозмін
- 8. Забарний О. С., Забарна Т. А.** Формування продуктивності гібридів ріпаку озимого залежно від ширини міжрядь
- 9. Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.** Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи
- 10. Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.** Вплив попередника та строків сівби на розвиток насінневої інфекції сортів пшениці озимої в умовах Лісостепу України
- 11. Колісник М. С., Поліщук В. В.** Формування урожайності і якості насіння буряків цукрових залежно від застосування абсорбенту
- 12. Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.** Оцінка генотипів пшениці м'якої озимої за даними дистанційного зондування та агрономічними ознаками, пов'язаними з урожайністю

- 13.Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.** Вміст рухомих фосфорних сполук за різних способів та норм внесення добрив у період їх активного споживання рослинами картоплі

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 14.Ковтун П. В., Мерзлов С. В.** Температурні та мікробіологічні показники посліду птиці за різних режимів його ферментування
- 15.Мітіюгло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В.** Фізико-хімічні показники сінажу люцерни за різних режимів його ферментування
- 16.Кондратюк В. М., Сичов М. Ю., Отченашко В. В., Ільчук І. І., Уманець Д. П., Баланчук І. М., Голубєва Т. А., Пітера В. О.** Ефективність вирощування райдужної форелі за різних рівнів та співвідношень лізину та аргініну у продукційному комбікормі

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

- 17.Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.** Терапевтична ефективність пімобендану за кардіогенної артеріальної тромбоемболії у котів
- 18.Горкава І. М., Малюк М. О.** Вплив різних методів лікування на показники синовіальної рідини за експериментального остеоартрозу в кролів
- 19.Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.** Експертна оцінка м'яса курчат-бройлерів за реалізації на агропродовольчому ринку
- 20.Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.** Вплив алогенної трансфузії еритроцитарної маси на показники функціональної активності нейтрофільних гранулоцитів у організмі кролів-реципієнтів

Лісове і садово-паркове господарство

- 21.Єлісавенко Ю. А., Василевський О. Г., Нейко І. С., Матусяк М. В.** Стан природних дубових лісів філії «Жмеринське лісове господарство»
- 22.Савченко О. М.** Розвиток природного поновлення в незімкнутих дубових культурах Долинського лісництва філії «Ананьївське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Biology, biotechnology, ecology

1. **Stetsiuk I., Konishchuk V.** Hydro-ecological condition of lake Lyman (DVS RP "Lymanske" of Kharkiv region)
2. **Honcharenko M., Komisova T., Sliptsova N.** Assessment of awareness of youth regarding the effects of ionizing radiation on health

Agronomy

3. **Palamarchuk I. I., Tysiachnyi O. P.** Research of varietal resources of grapes in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine
4. **Harbar L. A., Avramchuk V. I.** Formation of the assimilating surface by sunflower hybrids under the influence of nutritional conditions and retardants
5. **Havryliuk O. S., Shevchuk N. V., Mazur B. M.** Quality indicators of one-year columnar apple seedlings
6. **Rysin A. L., Volohdina H. B.** Features of the manifestation of biometric indicators in varieties and breeding lines of bread winter wheat on the autumn vegetation dormancy onset date in the Forest-Steppe of Ukraine
7. **Voitovyk M. V., Panchenko O. B., Tsyuk O. A., Mishchenko Y.** Energy efficiency of agrotechnologies of short rotation crop rotations
8. **Zabarnyi O. S., Zabarna T. A.** Formation of productivity of winter rape hybrids depending on row spacing
9. **Skatula Yu. M., Ostapchuk R. V.** Effectiveness of herbicides in corn agrocenoses
10. **Kirilenko V. V., Humenyuk O. V., Suddenko Yu. M., Murashko L. A., Los R. M.** The influence of the predecessor and sowing dates on the development of seed infection of winter wheat varieties in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine
11. **Polishchuk V. V., Kolisnik M. S.** Formation of yield and quality of sugar beet seeds depending on the use of absorbent
12. **Topko R. I., Voloshchuk S. I., Kovalyshyna H. M.** Evaluation of winter bread wheat genotypes based on remote sensing data and agronomic traits related to yield
13. **Panchuk T., Bordiuzha I., Bordiuzha N., Mizerna N., Nosulia A.** Content of mobile phosphorus compounds under different methods and rates of fertilizer application during the period of their active consumption by potato plants

Technology of production and processing of livestock products

14. **Kovtun P. V., Merzlov S. V.** Temperature and microbiological parameters of poultry manure under different fermentation modes

- 15.Mitioglo L .V., Merzlov S. V., Merzlova G. V.** Physico-chemical indicators of lalfena cayage under different modes of its fermentation
- 16.Kondratiuk V. M., Sychov M. Yu., Otchenashko V. V., Ilchuk I. I., Umanets D. P., Balanchuk I. M., Holubieva T. A., Pitera V. O.** The effectiveness of growing rainbow trout at different levels and ratios of lysine and arginine in grower compound feed

Veterinary medicine, quality and safety of livestock products

- 17.Petrushko A. S., Grushanska N. G.** Effectiveness of pimobendan in cats with cardiogenic arterial thromboembolism
- 18.Gorkava I., Malyuk M.** Effect of different treatments on synovial fluid parameters in experimental osteoarthritis in rabbits
- 19.Tkachuk S.A., Bogatko N.M., Hrynevych N.E., Savchuk L. B.** Expert evaluation of meat of broiler chickens for sale on the agricultural market
- 20.Malyuk M. O., Kulida M. A., Egorov O. V.** The effect of allogeneous transfusion of erythrocyte mass on indicators of the functional activity of neutrophil granulocytes in the body of recipient rabbits

Forestry and ornamental plants

- 21.Yelisavenko Y. A., Vasylevskii O. H., Neyko I. S., Matusyak M. V.** State of natural oak forests of Zhmerynske forestry
- 22.Savchenko O.M.** Development of natural renewal in non-frizzled oak cultures of the Dolynske forestry of the branch "Ananyivske forestry " SE "Forests of Ukraine"

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

УДК: 502.51 (285)(477.54)

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОЗЕРА ЛИМАН
(ДВСРП «ЛИМАНСЬКЕ» ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛ.)****І. М. СТЕЦЮК**, аспірант*

E-mail: stetsyukinna8513@ukr.net

В. В. КОНІЩУК, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу охорони ландшафтів, збереження біорізноманіття і природозаповідання

E-mail: konishchuk_vasyl@ukr.net

Інститут агроекології і природокористування НААН України[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.001](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.001)

Анотація. Проведено порівняльний аналіз гідроекологічного стану озера Лиман (ДВСРП «Лиманське» Харківської обл.) водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС (басейн Сіверського Дінця) за дослідження еколого-генетичних особливостей білого (Hypophthalmichthys molitrix) та строкатого (Aristichthys nobilis) товстолобиків за використання ISSR ДНК-маркерів протягом 2019-2020 рр.

Представлено екологічний стан водойм, визначено видовий склад біоти, природну кормову базу та чинники впливу навколишнього природного середовища на умови ведення аквакультури; вивчені екологічні умови вирощування популяції різновікових груп строкатого (Aristichthys nobilis) та білого товстолобиків (Hypophthalmichthys molitrix) в умовах ДВСРП «Лиманське» Харківської обл. у 2019 році.

Досліджений фітопланктон, свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см, серед яких за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (Cyanophyta), дінофітові (Dinophyta) та діамантові (Bacillariophyta).

Зоопланктон озера Лиман був представлений доволі розповсюдженими формами трьох основних груп: Rotifera, Cladocera, Copepoda.

Вивчено іхтіофауну водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС, яка зараз нараховує 28 видів риби 8 родин. Основними чинники формування складу риби у водоймі-охолоджувачі є теплове навантаження станції, рибогосподарська діяльність та регулярне постачання води річкової у водойму. Зміни у складі фауни риб у останні роки обумовлені масовим розповсюдженням еврибіонтних риб-інтервентів (риба-голка, колюшка), зниження робочої потужності електростанції (головень, густера або білізна), а також виходом риби з садків при поломках останніх.

Ключові слова: гідроекологічний стан, генетична структура, білий і строкатий товстолобик, зоопланктон, фітопланктон, якість води, іхтіоценоз водойми

* Науковий керівник - **С. І. ТАРАСЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор

Актуальність.

Рибне господарство відіграє значну роль у забезпеченні населення продовольством, а галузей національної економіки – сировиною, а також у підвищенні зайнятості населення. Останнім часом у світовому рибному господарстві спостерігається тенденція щодо збільшення виробництва продукції аквакультури за рахунок її інтенсивного розвитку (від 8,6 млн.т. у 1985 р. до 50 млн.т. у 2005 р.) [1].

Білий і строкатий товстолобики після інтродукції зайняли свою екологічну нішу. В водоймах України їм майже немає конкурентів. Так як ці риби швидкоростучі, вони надзвичайно цінні для ставової аквакультури насамперед в економічному плані так і з біологічного – як біологічні меліоратори проти заростання та цвітіння води. Головним у вирощуванні товстолобиків є заводське відтворення, так як у водоймах нашої країни немає природних місць для нересту. Технологічний процес заводського відтворення дає змогу отримувати статеві продукти, а потім і молодь білого та строкатого товстолобиків для подальшого їхнього вирощування.

Особливості їх біології, в тому числі білого (*Hypophthalmichthys molitrix*) та строкатого (*Arischtys nobilis*) товстолобиків потребують ретельного дотримання

біотехнологічних вимог їх заводського відтворення та вирощування в аквакультурі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Україна володіє великою кількістю теплових і атомних електростанцій. Водойми-охолоджувачі АЕС є важливим резервом рибництва. Завдяки особливостям термічного та гідробіологічного режимів для них характерна висока продуктивність. Реалізація потенційних можливостей цих водойм пов'язана із спрямованим формуванням їх іхтіофауни, за якого місцеві малоцінні види риб замінюються комплексом цінних теплолюбних риб (короп, рослиноїдні риби, буфало, канальний сом, веслоніс, тилapia тощо), які найбільш повно використовують природну кормову базу водойм та дають досить високі показники наростання в них цінної іхтіомаси. Поряд з цим, водойми-охолоджувачі використовуються в рибництві як база для садкового та басейнового індустріального вирощування риби [2, 3, 4, 5, 6].

Електростанція і водойма-охолоджувач створюють єдину природно-техногенну систему, функціонування елементів якої взаємопов'язане та взаємообумовлене [7, 8, 9]. Система технічного водопостачання електростанції може працювати лише в тому випадку, якщо якість води, що надходить до неї, знаходиться не нижче певного

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

рівня. Одним з найпотужніших екологічних факторів, що впливає на екосистему водойми-охолоджувача, є температура. Надходження додаткового тепла з підігрітою скидною водою може порушити природну екологічну ситуацію у водному об'єкті. Це явище отримало назву "термічне евтрофування" [10]. Наслідком евтрофування води у водоймі-охолоджувачі може стати "цвітіння" фітопланктону, що може сприяти процесу накипоутворення і створювати перешкоди в роботі електростанції.

Антропогенний тиск на довкілля досягнув максимуму у наш час. Особливо це проявляється у технозмінених гідроекосистемах, таких як водойми-охолоджувачі теплових і атомних електростанцій (Протасов, Силаєва, 2012). Зміївська ТЕС є одним із найбільших підприємств на теренах східної України.

Мета. Оцінити гідрохімічний стан озера Лиман – водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС, видовий склад біоти, стан природної кормової бази та дію чинників (факторів) довкілля (навколишнього середовища) на генетичну структуру популяцій товстолобиків (білого *Hypophthalmichthys molitrix* та строкатого *Aristichthys nobilis*), у якому вони вирощуються; за використання ISSR ДНК-маркерів.

Методи. Дослідження щодо гідроекологічного стану озера Лиман

було проведено у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС.

Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго» використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС, спеціалізується на виробництві теплової та електричної енергії на базі органічного палива і входить до переліку екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного значення. Зміївська ТЕС – найбільша електростанція у Харківській області, одна з найбільших теплових електростанцій України. Харківська область – область у Словідській Україні в межах Придніпровської низовини і Середньоруської височини [23, 24].

Лиман – найбільше озеро Харківської області. Знаходиться у під.-сх. частині Зміївського району, в межах заплави Сіверського Дінця, за 60 км від Харкова, між с. Лиман і смт. Комсомольське Зміївського району (прилягають з півночі), смт. Андріївка Балаклійського району (з південного сходу) і лісовим масивом «Андріївський бір» (з півдня).

Став-охолоджувач використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС. До реконструкції Зміївської ТЕС (1958–1962 рр.) Лиман був природнім озером довжиною 7,5 км, шириною 2,7 км, глибиною 2 м і загальною площею 16 км². У стародавні часи

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

русло Сіверського Дінця, що протікало поруч, перенеслося на кілька кілометрів на південь, але води річки продовжували підживлювати ділянку старого русла, де на місці стариці й утворилося озеро Лиман. Воно розташоване на відстані майже 5 км від сучасного річища Сіверського Дінця та займає пониження на другій надзаплавній терасі. Раніше вода в озері була солонувата, водойма змінювала свої обриси – у посушливі роки вона скорочувалася та поділялася на дрібні озера, у вологі періоди розливалася. З метою збільшення потужності ТЕС до 1,5 млн кВт озеро перетворили у ставок-охолоджувач: у 1958 році повністю спустили, змінили форму та укріпили береги, у 1962 році знову наповнили водами Сіверського Дінця. Озеро збільшилося майже вдвічі за площею та вдвічі за глибиною – до нинішніх розмірів. Узимку, крім ділянок, де скидають теплі води станції, озеро замерзає. Дно піщане, мулисте, місцями торфує. На берегах – багато солонців. Його води є природною водогосподарською базою рибогосподарського комбінату. Ставок-охолоджувач Зміївської ТЕС (озеро Лиман ДВСРП «Лиманське» Харківської обл.) – наливне водосховище, створене шляхом реконструкції озера Лиман. Водосховище побудовано в 1960 році по проекту Харківського відділення Всесоюзного інституту «Теплоелектропроект».

Призначення – технічне водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ДРЕС, а також для зрошення і риборозведення. Вид регулювання – сезонне. Проектна потужність 2400 МВт. У зв'язку з погіршенням якості твердого палива енергоблоки Зміївської ТЕС у лютому 1991 року перемарковані в 175 МВт і 275 МВт зі зниженням встановленої потужності на 25 МВт нижче проектної по кожному блоку. Встановлена потужність станції склала 2150 МВт. У 2005 році після заміни восьмого енергоблоку станції встановлена потужність склала – 2200 МВт. Види палива – природний газ, вугілля, мазут.

Система золоуловлювання першої черги електростанції – одноступінчата з мокрими скруберами МП-ВТІ діаметром 4,5 м. На кожен енергоблок встановлено по п'ять скруберів. На другій черзі електростанції на кожному блоці встановлені трипільні електрофільтри типу ПГД-3-50.

Система золошлаковидалення – змішана, гідравлічна. Для першої і другої черг електростанції споруджені по дві багерних насосних станції, в кожній по три насоси продуктивністю по 700 м³/год при тиску 37 м водяного стовпа. На електростанції є пристрій з відбору золошлакової суміші для використання її в народному господарстві.

Стецюк І. М., Конішук В. В.

Основні параметри водосховища: нормальний підпірний рівень – 91,0 м; рівень мертвого об'єму – 89,0 м; повний об'єм – 53,1 млн м³; корисний об'єм – 23,18 млн м³; площа дзеркала – 1250 га; довжина – 5,9 км; середня ширина – 2,1 км; максимальні ширина – 2,9 км; середня глибина – 4,25 м; максимальна глибина – 5,85 м.

Основні гідрологічні характеристики: площа водозбірної басейну – 42,2 км²; річний об'єм стоку – 50 % забезпеченості – 1,92 млн м³; паводковий стік – 50 % забезпеченості – 0,88 млн м³; максимальні витрати води – 1 % забезпеченості – 86,05 м³/с.

Склад гідротехнічних споруд:

1. Глуха земляна гребля № 1 довжиною – 1386 м, висотою – 3,6 м, шириною – 6 м, розташована в південно-східній частині ставу.

2. Глуха земляна гребля № 2 (гребля золівдвалу) довжиною – 2334 м, висотою – 6,5 м, шириною – 11 м.

Донний водоспуск призначений для продувки та спорожнення ставу-охолоджувача, виконаний із збірних залізобетонних труб діаметром 1500 мм та сталевих труб діаметром 1400 мм, довжиною – 70 м, обладнані засувками. Розташований у тілі греблі № 2.

Відкритий береговий швидкотік із монолітного залізобетону з бортами відкисного типу. Довжина скату – 27,2 м, довжина кріплення за

водоскатом – 125 м. Розташований на північному березі ставу-охолоджувача на території електростанції.

Струменеспрямовуючі греблі призначені для покращення циркуляції води в ставу-охолоджувачі. Греблі земляні, насипні, загальною довжиною – 1680 м, висотою – 4,6 м, шириною – 4,0 м, закладення укосів – 1:2, розташовані на північному березі ставу-охолоджувача.

Споруда для підкачки води із р. Сіверський Донець – насосна станція, обладнана трьома насосами загальною продуктивністю – 4,3 м³/с, з'єднана із річкою Сіверський Донець каналом довжиною 128 м.

Подача води у ставу-охолоджувач Зміївської ТЕС здійснюється по каналу довжиною 2090 м, залізобетонним трубам діаметром 1500×584 м. Насосна станція підкачки, розташована в 2,1 км південно-східніше земляної греблі № 2.

Ставу-охолоджувач використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС. Також на базі ставу створене підприємство по виробництву товарної риби ДВСРП «Лиманське». Гідротехнічні споруди знаходяться на балансі Зміївської ТЕС.

Озеро Лиман, на базі якого побудовано водойму-охолоджувач Зміївської ТЕС, було кінцевим у

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

ланцюжку Лиманських озер. Слід зазначити, що озеро Лиман (площа 1239 га) – найбільше урочище Лиманської системи водно-болотних угідь. Наразі його площа менша, ніж була до середини ХХ ст., коли значну частину західної половини озера відокремили дамбою від решти озера та перетворили на відвали шламу із Зміївської ТЕС. Саме озеро Лиман було солонуватоводною мілкою степовою водоймою, яке сильно всихало влітку і замерзало взимку. Наразі 2 штучні канали забезпечили подачу прісної води із Сіверського Дінця та промивний режим озера, перетворивши його на прісну водойму із більш постійним гідрорежимом. Скиди підігрітої води зі Зміївської ТЕС призводять до того, що взимку озеро не замерзає повністю.

Берег водойми, що межує зі Зміївською ТЕС укріплений та обладнаний гідротехнічними спорудами для забору води та скиду відпрацьованих вод. Озеро використовується для штучного розведення риби. Взимку озеро замерзає (за виключенням ділянки біля ТЕС), товщина льоду досягає до 0,5 метра. Слід відмітити, що у останні роки у зв'язку із глобальним потеплінням та посиленою роботою станції, озеро не замерзає взагалі [24, 25, 26, 27].

Для оцінки генетичної структури популяцій строкатого (*Aristichthy nobilis*) та білого товстолобиків

(*Hypophthalmichthys molitrix*) досліджено гідрохімічний стан та показники якості води озера Лиман водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС.

Вивчення екологічних умов вирощування популяції різновікових груп строкатого (*Aristichthy nobilis*) та білого товстолобиків (*Hypophthalmichthys molitrix*) здійснювалися на ДВСРП «Лиманське» Харківської обл. у 2019 році.

Відбір проб води для хімічного аналізу та їх обробку в лабораторії екологічних досліджень Інституту рибного господарства НААН проводили за загальноприйнятими методиками [12]. Отримані значення порівнювали з чинними рибницькими нормативами [13].

Гідробіологічні проби (фіто-, зоопланктон та зообентос) відбирали, як правило, у першій половині дня, оскільки дані відбору проб у цей час відповідають середньодобовим. [12].

Збір та камеральне опрацювання альгологічного матеріалу здійснювали згідно із методиками [13].

Проби фітопланктону фіксували 40 % розчином формальдегіду. Камеральне опрацювання альгологічних проб проводили за допомогою мікроскопа марки *MicrosAustriaMC-300*. Видову і надвидову таксономічну приналежність планктонних водоростей визначали за

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

відповідними правилами. Біомасу фітопланктону визначали стандартним розрахунково-об'ємним методом, суть якого полягає у вимірюванні об'єму клітин водоростей за порівняння їх форми з різноманітними геометричними тілами (куля, циліндр, еліпс, конус тощо) та розрахунку за загальноприйнятими геометричними формулами. Обчислений обсяг кожного виду множили на його чисельність та наводили у мг/дм^3 .

Відбір та обробку проб зоопланктону проводили загальноприйнятими методами [15, 27]. Проби зоопланктону відбирали з різних ділянок озера за допомогою малої моделі планктонної сітки Апштейна (капронове сито № 76), крізь яку фільтрували 50 л води. Відібраний матеріал та підрахунок організмів зоопланктону проводили у такий самий, як і для фітопланктону. Для визначення видового складу використовували визначники планктонних тварин [16].

Для відбору проб зообентосу використовували циліндричний дночерпач системи Ланга з площею захоплення $1/100 \text{ м}^2$. До складу однієї проби входив ґрунт трьох дночерпачів з різних точок озера [17].

Відібрані проби промивали через сито із газу № 18, потім вибирали бентосні організми і фіксували їх 40 % розчином формальдегіду. У лабораторних умовах за камеральної обробки організми розподіляли за

систематичними групами, підраховували і зважували на торсійних вагах, а потім здійснювали перерахунок чисельності та біомаси організмів 1 м^2 (екз./м^2 ; г/м^2). Для визначення видового складу організмів послуговувалися визначниками [18].

Загалом, за період дослідження було відібрано, опрацьовано та проаналізовано 7 гідрохімічних та 27 гідробіологічних (фіто-, зоопланктон, зообентос) проб.

Статистичну вірогідність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента (St) у програмі Microsoft Excel. Результати досліджень обробляли методами математичної статистики та біометрії [19].

Результати досліджень. Основним забруднювачем атмосферного повітря у Харківській області у наш час є Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго». Валовий викид у 2019 р. становив 57 302,505 тон.

Якість поверхневих вод р. Сіверський Донець та її притоків на території Харківської області протягом 2019 року була стабільною, без суттєвих змін. Концентрації речовин у водних об'єктах змінюються в межах середньо-багаторічних значень без тенденції до погіршення, в залежності від періоду року та фактичної водності річок.

Основними чинниками (факторами) впливу на формування хімічного складу водойм є надходження забруднювальних

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

речовин із викидами Зміївської ТЕС, поверхневим стоком із водозбору та ґрунтовими водами.

Спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення по важких металах, органічних речовинах та сольових

показниках. Якщо сольові показники понад норму, у основному, за рахунок природних чинників, перевищення по важких металах та органічних речовинах наявне у зв'язку з великим антропогенним навантаженням (табл. 1).

1. Гідрохімічні дослідження та якість води водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС

Показники	Станції відбору проб		
	скид ТЕС	центральна ділянка	водозабір ТЕС
Температура, води, ° t	24	22	21
Глибина, м	3,6	4,5	5,0
pH, одиниці <i>pH</i>	8,60	8,52	8,44
Прозорість по диску Секкі, м	1,10	1,00	0,75
Концентрація кисню, мг/дм ³	Пов. 9,50	8,30	9,20
	% нас. 103,2	73,9	105,0
Концентрація кисню, мг/дм ³	Прид. 8,20	6,30	6,47
	% нас. 75,6	60,7	61,3
Азот амонійний, мг N/дм ³	0,53	0,40	0,50
Нітрити, мг N/дм ³	0,012	0,011	0,022
Нітрати, мг N/дм ³	0,30	0,40	0,45
Фосфати, мг P/дм ³	0,30	0,23	0,27
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	Пов. 4,80	3,50	3,60
	Прид. 3,50	4,60	3,00

Концентрація йонів водню (рН) є одним із найважливіших показників якості води, що впливає на хімічну рівновагу багатьох елементів і має велике значення для хімічних і біологічних процесів. Згідно з отриманими результатами досліджень середовище в усіх відібраних пробах води господарства було слабколужним (рН = 8,44), що є оптимальним для проходження біохімічних процесів у ставах та вирощування риби.

Нітритів та нітратів у досліджуваних пробах зафіксовано у

малій кількості, що відповідає нормативному значенню для ставової води. Йон амонію з'являється у воді внаслідок розчинення в ній аміаку – продукту розкладу органічних азотовмісних речовин. NH₄⁺ є нестійким, він швидко окиснюється до нітритів та нітратів. Так, вода ставу досліджуваного рибного господарства не має забруднень амонійним азотом.

Величина вмісту фосфору у воді має сезонний характер і залежить від співвідношення інтенсивності

Стецюк І. М., Конішук В. В.

процесів фотосинтезу та біохімічного розкладу органічних речовин.

Не менш важливим біотичним чинником за вирощування риби є розвиток кормових організмів у ставах, оскільки особливе значення має забезпечення їх племінного матеріалу повноцінними кормами. Відомо, що харчова цінність живих природних кормів за вмістом у них поживних речовин і амінокислотним складом білка значно перевищує харчову цінність штучних кормів. Основними кормовими організмами для коропових риб у рибницьких ставах є фіто-, зоопланктон та зообентос.

Фітопланктон спричиняє значний вплив на формування технічних якостей води водойм-охолоджувачів енергетичних об'єктів. Помірний розвиток водоростей є корисним, оскільки сприяє процесам самоочищення, сильний – відіграє негативну роль, знижуючи вміст у воді CO_2 та підсилюючи утворення накипу на конденсаторах турбін. Крім того, інтенсивний розвиток водоростей сприяє появі органічних відкладень на стінках конденсаторів. Масове зариблення водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС дволітками білого та строкатого товстолобиків у 1983-1985 рр. призвело до зниження розвитку фітопланктону: через 2 роки його біомаса зменшилась з 11,3 до 4,5 г/м³ [19, 26].

Паралельно з відбором зразків крові у риби для аналізу генетичної структури стад білого та строкатого товстолобиків були проаналізовані зразки фітопланктону та зоопланктону.

Дослідження фітопланктону свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см. Слід підкреслити, що на 2 із 3 станцій відбору у складі фітопланктону за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (Cyanophyta). Максимальні біомаси на всіх станціях фіксувалися для Dinophyta (Дінофітові) та Bacillariophyta (Діатомові) (табл. 2).

Необхідно підкреслити, що отримані результати дослідження досить добре відповідають раніше проведеним на водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС [9].

Зоопланктон – один з індикаторів оцінки стану водних екосистем. У водоймах помітно впливає на чисельність водоростей фітопланктонних угруповань, регулюючи кисневий режим, але при значній кількості організмів зоопланктону у водоймах можливе зниження розчиненого у воді кисню до мінімальних значень [11]. Крім того, зоопланктонні організми є чутливим індикатором умов існування риби. Для ефективного ведення господарства у ставу повинна

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

бути достатня кількість зоопланктону для живлення.

2. Кількість видів (n), ч чисельність (N, млн кл/дм³) та біомаса (B, мг/дм³) фітопланктону водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС при відборі проб, 2019 р.

Станція відбору проб		Водорості							Всього
		Cyano-phyta	Dino-phyta	Chryso-phyta	Xan-thoph-phyta	Bacil-lario-phyta	Eug-leno-phyta	Chlo-ro-phyta	
Водозабір ТЕС	n	4	1	1	-	6	1	10	23
	N	1,437	0,595	0,009	-	0,129	0,009	0,733	2,912
	B	0,102	26,01	0,001	-	0,671	0,198	0,466	27,43
Центральна частина	n	2	2	2	1	11	2	18	38
	N	2,237	0,420	0,025	0,655	0,860	0,042	3,738	8,476
	B	0,161	0,161	0,020	0,145	2,116	0,175	1,480	21,685
Скид ТЕС	n	7	1	1	1	11	1	24	46
	N	28,10	0,119	0,013	0,488	1,982	0,013	4,473	35,166
	B	1,401	6,071	0,001	0,132	7,014	0,006	1,304	15,980

У рибоводних ставках при вселенні білого товстолобика спостерігалось збільшення біомаси зоопланктону. Це, на думку автора, пояснюється дією добрив фекалій товстолобика, що є гарним субстратом для інтенсивного розвитку бактеріопланктону, який, у свою чергу, слугує їжею для нижчих ракоподібних і коловерток [11].

Зоопланктон є одним з важливих компонентів екосистеми водойм, що слугує чутливим індикатором якості водного середовища, відіграє значну роль у процесах самоочищення та біологічній продуктивності, в трансформації органічної речовини і енергії, а також є важливою складовою частиною кормової бази молоді та планктоноїдних риб. Значення зоопланктону як біоіндикатора якості води зумовлене високою чутливістю угруповання і окремих його представників до зміни чинників навколишнього середовища, і в тому числі до різного роду забруднення (хімічного,

термічного, біологічного, радіаційного). При цьому реакції зоопланктону не залежать від природи забруднення, є неспецифічними, стереотипними і виражаються в певній зміні, насамперед, структурних характеристик: видового складу, комплексу домінантів, співвідношення груп, трофічної структури, кількісних показників та ін. Крім того, організми зоопланктону завдяки своїм біологічним особливостям швидко розвиваються (особливо коловертки), що зменшує час відгуку на зміну чинників середовища, і, в той же час, тривалість їх життя досить велика (близько місяця), що дозволяє їм нагромаджувати і відображати сумарний характер змін в екосистемі. Завдяки цьому зоопланктон відображає найбільш характерні для біотопу чинники, а як досить високоорганізовані тваринні організми (ракоподібні) менше залежить від їх флуктуацій (табл. 3).

3. Зоопланктон водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС при відборі проб, 2019 р.

Група		Водозабір ТЕС	Центральна частина	Скид ТЕС
Rotatoria	N	52	78	26
	B	0,07	0,3	0,13
Cladocera	N	11	8,4	4,6
	B	0,08	0,38	0,4
Copepoda	N	7	15,9	8,2
	B	0,04	0,054	0,12
Всього	N	70	102,3	38,8
	B	0,19	0,734	0,64

Улітку біомасу зоопланктону визначає в основному розвиток гіллястовусих рачків хідорусів (7–45 % від чисельності і 50–92 % від біомаси). Але чисельно протягом року, як правило, домінують коловертки.

Індекс сапробності змінюється від 1,3 до 1,82 і характеризує воду озера у середньому як β -мезосапробну, помірно забруднену, що відноситься до III класу 3 категорії якості води згідно (Романенко та ін., 1998). Таким чином, аналізуючи гідроекосистему водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС за зоопланктонними угрупованнями, можна відзначити, що її стан неоднорідний і відрізняється на різних ділянках водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС. Це створює різноманітні умови сапробності: від помірно забруднених – до брудних. Тип розвитку зоопланктону в озері Чайка за біомасою є кладоцерно-ротаторним, а за чисельністю ротаторно-копеподним.

Озеро Лиман, на основі якого було споруджено водойму-охолоджувач Зміївської ТЕС, було кінцевим у ланцюжку Лиманських озер. За повідомленням О. Г. Васенка (Васенко, 2004) відмічено, що ще у 1920-30-х роках минулого століття у цих водоймах фіксували лише декілька видів іхтіофауни – карася золотого, окуня та в'юна. Після будівництва водойму-охолоджувача Зміївської ТЕС заповнювали водою із річки Сіверський Донець, що і визначило первинний склад іхтіофауни. Відповідно, що у цей період склад іхтіофауни був сформований іхтіофауною з ділянки річки із якої подавалася вода. У цей період фіксувалися 22 види риби 7 родин. Із них було 19 річкових видів, які потрапили з річки та 3 інтродукованих (короп, пелядь та сом). Введення у роботу нових блоків Зміївської ТЕС та, відповідно наростання теплового навантаження на водойму привело до зникнення низки звичних раніш видів риби – в'язя, головня, синця та густери (білизни). Також зникла також і

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

інтродукована пелядь. Збільшення рибогосподарської діяльності на даній водоймі пов'язано з вирощуванням рослинорідних видів риби білого та строкатого товстолобиків і білого амура.

Поява у 2002 р. виду-інтервента, чорноморської риби – голки іглиці *Syngnathus nigrolineatus*, яка попала у водойму-охолоджувач з водою із Дніпровських водосховищ по каналу Дніпро-Донбасс. Крім того, у 2006 році у водоймі-охолоджувачі виявлено колюшку малу південну *Pungitius platygaster* (поодинокі екземпляри) та густера (або білизна) *Blicca bjoerkna* (L.). Густера, звичайний тут водний вид риби з Сіверського Дінця. І звичайно, що масово фіксувалася у водоймі-охолоджувачі у перші роки роботи Зміївської ТЕС. Але з наростанням теплового навантаження колюшка мала південна *Pungitius platygaster* більше не фіксувалася. Щодо густери (або білизна) *Blicca bjoerkna* (L.), то даний вид регулярно фіксується в уловах, що свідчить про відновлення популяції після первинного заповнення водосховища. У 2007 році неподалік від водозабору Зміївської ТЕС на річці Сіверський Дінець вперше було зафіксовано амурського чебачка (*Pseudorasbora parva*). Далі, природно його виявили у озері Лиман. З 2008 році у ставку-охолоджувачі знову виявили голавля *Leuciscus cephalus*. Голавль чисто річковий вид риби. Також почали використовувати

садки та садкові лінії. З 2007 року у ставку-охолоджувачі регулярно та скрізь фіксується канальний сом *Ictalurus nebulosus*.

За час іхтіологічних досліджень у водоймі-охолоджувачі з першого періоду 1966-1968 рр. до останнього, на даний час, 2008-2016 рр. змінився як кількісний, так і якісний склад іхтіофауни. Так, для родини Cyprinidae кількість видів збільшилася з 13 до 16; у родині Percidae кількість не змінилася (3); у родині Gobiidae кількість видів дещо збільшилася з 2 до 3; також на один вид зросло представництво у родині Gobiidae з 2 до 3. У родині Esocidae та родини Siluridae по одному представнику незмінно. Представників родин Ictaluridae та Syngnathidae лише 1 вид, хоч протягом першого періоду досліджень їх не фіксували. Зате представників родин Salmonidae та Catostomidae не зафіксовано, хоч на попередніх етапах вони фіксувалися. Всього кількість видів виросла з 22 до 28, кількість родин зросла з 7 до 8 [11].

Іхтіоценоз водойми-охолоджувача зараз нараховує 28 видів риби 8 родин. Основні чинники формування складу риби у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС є теплове навантаження станції, рибогосподарська діяльність та регулярне постачання води річкової води у водойму. Зміни у складі фауни риб у останні роки обумовлені масовим розповсюдженням

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

еврибійонтичних риб-інтервентів (риба-голка, колюшка), зниження робочої потужності електростанції (головень,

густера або білізна), а також виходом риби з садків при поломках останніх [9,10] (табл. 4).

Таблиця 4. Загальна характеристика складу іхтіоценозу водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС і зустрічність окремих видів у промислових і контрольних умовах у різні роки [7, 9].

Види риби	1966-1968 рр.	2008-2011 рр.
Родина Cyprinidae		
Жерех <i>Aspius aspius</i>	+	-
Головень <i>Leuciscus cephalus</i>	+	-
Плоскирка <i>Blicca bjoerkna</i>	+	+++
Карась сріблястий <i>Carassius auratus gibelio</i>	-	+++
Карась золотий <i>Carassius carassius</i>	+	+
Лящ <i>Abramis brama</i>	+++	++
Плітка <i>Rutilus rutilus</i>	++	++
Лин <i>Tinca tinca</i>	+	++
Синець <i>Abramis ballerus</i>	+	-
Товстолобик білий <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	-	+++
Товстолобик строкатий <i>Aristichthys nobilis</i>	-	+++
Білий амур <i>Ctenopharyngodon idella</i>	-	++
Короп (сазан) <i>Cyprinus carpio</i>	++	++
Верховодка <i>Alburnus alburnus</i>	+++	+++
Гірчак <i>Rhodeus sireceus</i>	-	+
Пічкур звичайний <i>Gobio gobio</i>	+	+
Краснопірка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+++	++
В'язь <i>Leuciscus idus</i>	++	-
Родина Percidae		
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	+++	+++
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	+++	++
Йорж <i>Gymnocephalus cernua</i>	+	+
Родина Gobiidae		
Бичок мармуровий <i>Proterorhinus marmoratus</i>	+	++
Бичок-піщаник <i>Neogobius fluviatilis</i>	++	++
Родина Gobitidae		
Щиповка звичайна <i>Cobitis taenia</i>	++	+
В'юн <i>Misgurnus fossilis</i>	-	+
Родина Esocidae		
Щука <i>Esox lucius</i>	++	+
Родина Siluridae		
Сом <i>Silurus glanis</i>	+	+

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

Родина Ictaluridae		
Канальний сом <i>Ictalurus nebulosus</i>	-	+
Родина Salmonidae		
Пелядь <i>Coregonus peled</i> (Gmelin)	+	-
Родина Catostomidae		
Буфало великоротий <i>Ictiobus cyprinellus</i>	+	-
Родина Syngnathidae		
Риба-голка пухлощека <i>Syngnathus nigrolineatus</i>	-	++
Разом	Видів 25	27
	Родин 8	8
Примітки: +++ - масовий вид; ++ - часто зустрічається; + - поодинокі екземпляри; - - в уловах не відмічений.		

Слід підкреслити, що працівники Лиманського державного виробничого сільськогосподарсько-рибоводного підприємства проводять періодичне зариблення озера Лиман селища Комсомольське Зміївського району Харківської області. Підприємство існує з 1970 р. У грудні 2014 р. понад 300 тисяч штук риб-дволіток загальною вагою 40 т випустили в озеро, а це більше 200 тисяч екземплярів товстолобика білого, 40 тисяч товстолобика строкатого, 40 тисяч одиниць коропа та понад 20 тисяч амура білого. Подібні зариблення проводять з інтервалом 1-2 роки.

Таким чином, у даний час у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС вирощуються інтродуковані види риби: товстолобики білий та строкатий, амури, сом чорний, сом канальний, карась сріблястий, білий амур. Також і місцеві (туводні): щука, окунь, плітка, лящ, сом, судак, жерех, короп (сазан), верховодка, краснопірка.

Висновки і перспективи.

1. Згідно із проведених досліджень, гідрохімічний режим у ставках господарства, у загальному, відповідав існуючим вимогам для риборозведення. Спостерігалось перевищення гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення, вміст важких металів, органічних речовин та сольових показників, що пов'язано в, основному, за рахунок природних чинників, та у зв'язку з великим антропогенним навантаженням.

2. Дослідження фітопланктону свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см, серед яких за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*), дінофітові (*Dinophyta*) та діамантові (*Bacillariophyta*).

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

3. Зоопланктон озера Лиман був представлений доволі розповсюдженими формами. Видове різноманіття зоопланктону було незначним – усього в ставах було виявлено 18 таксонів гідробіонтів, що належать до трьох основних груп: *Rotifera*, *Cladocera*, *Copepoda*. Ключове положення в

Список використаних джерел

1. Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И., Калиниченко Р.А., Афанасьев С.А., Ленчина Л.Г. Гидробиологические исследования как научная основа для разработки принципов управления экосистемами водоемов-охладителей ТЭС и АЭС. Развитие гидробиологических исследований в Украине. К.: Наукова думка, 1993. С. 53-68.
2. Протасов А.А. Состав и распределение зоопланктона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС. Гидробиологический журнал. 2004. Т. 40, №4. С. 35-45.
3. Протасов А., Силаева А., Гулейкова Л., Бабарига С., Морозовская И., Куриленко О. Планктон, бентос и перифитон водоема-охладителя Хмельницкой АЭС. Озера и искусственные водоемы Украины: современное состояние и антропогенные изменения. Материалы I Международной научно-практической конференции. Луцк: "Вета", 2008. С. 303-307.
4. Пузанков А.С. Влияние АЭС на экосистему. Экологическая безопасность. 2009. №3. С. 68-69.
5. Jančula D., Mikovcová M., Adámek Z. Changes in the photosynthetic activity of microcystis colonies after gut passage through nile tilapia (*oreochromis niloticus*) and silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*). Aquaculture research. 2008. №3 p. 311-314.
6. Opaliński C. Tanie źródło energii cieplnej dla rolnictwa Nowe Roln. 1978. r. 27, №5. s. 18-19.
7. Кружиліна С.В. Трофічні взаємовідносини білого (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) і строкатого (*Aristichthys nobilis*

таксономічному спектрі (співвідношення основних таксономічних груп за кількістю видів) займали: гіллястовусі рачки хідорусів (7–45 % від чисельності і 50–92 % від біомаси) та коловертки. Тобто видовий спектр зоопланктону мав кладоцерно-ротаторний характер.

Rich.) товстолобів та молоді промислових видів риб Кременчуцького водосховища: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. б. наук. Київ, 2006. 24 с.

8. Кошелева С.И. Формирование гидрохимического режима. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наукова думка, 1991. С. 24-48.

9. Чемерис В.А., Душка В.І., Максим В.Л. Стан та перспективи розвитку аквакультури в Україні. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2016. Т. 18. № 2 (69). С. 169-175.

10. Тарасюк С.І., Грициняк І.І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибистві: моногр. Київ: Аграр. наука, 2013. 310 с.

11. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев, 2012. 274 с.

12. ДСТУ 5667-6:2009

13. СОУ-05.01.-37-385:2006: Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України. 2006. 7 с.

14. Харитоновна Н.Н. Суточные изменения в вертикальном распределении планктона рыбоводных прудов. *Гидробиологический журнал*. 1975. Т. XI. № 5. С. 85–88.

15. Кражан С.А., Лупачёва Л.И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. Львов, 1991. 105 с.

16. Трохимець В.М. Методика комплексних досліджень гідробіонтів у

Стецюк І. М., Конішук В. В.

водоймах різного типу. *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 1. С. 16-23

17. Хижняк М.І., Євтушенко М.Ю., Кражан С.А. Біологічні методи дослідження водойм: моногр. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2013. 404 с.

18. Атраментова Л.О., Утєвська О.М. Біометрія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Харків: Ранок, 2007. 176 с.

19. Васенко О. Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці. Харків: УкрНДІЕП, 2000. Том 1. 243 с.

20. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2014. 333 с.

21. Васенко А. Г., Старко Н. В. Динамика изменения ихтиофауны водоема-охладителя змиевской ТЭС. Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: матеріали XIV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції (м. Харків, 23-25 вересня 2021 року). Харків: Факт, 2021. С. 25-29

22. Васенко О. Г., Бузевич І. Ю., Старко М. В. Іхтіофауна водойми-охолоджувача Зміївської ДРЭС в умовах антропогенного навантаження. Харків: Торнадо, 1999. 70 с.

23. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: 2. Довідник. За ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. К.: Інтерпрес, 2014. 164 с.

24. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України: Довідниковий посібник / За ред. В. М. Хорєва, К. А. Алієва. К.: Ніка-Центр, 2001. 392 с.

25. Вишневский В.І. Гідрологічні характеристики річок України. «Ніка-Центр», Київ, 2003. 320 с.

26. Васенко О. Г., Бузевич І. Ю., Старко М. В. Іхтіофауна водойми-охолоджувача Зміївської ДРЭС в умовах антропогенного навантаження. Харків: Торнадо, 1999. 70 с.

27. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2014. 333 с.

References

1. Protasov, A.A., Kosheleva O.A., Kalinichenko R.A., Afanasyev S.A., Lenchina L.G. (1993). Hydrobiological studies as a scientific basis for the development of principles of management of ecosystems of TPP and NPP cooling ponds. Development of hydrobiological studies in Ukraine. Development of Hydrobiological Research in Ukraine. K.: Naukova Dumka, 53-68.

2. Protasov, A.A. (2004). Composition and distribution of zooplankton of the Khmelnytsky NPP cooling pond. Hydrobiological Journal. T. 40, №4. 35-45.

3. Protasov A., Silaeva A., Guleikova L., Babariga S., Morozovskaya I., Kurilenko O. (2008). Plankton, benthos and periphyton of Khmelnytsky NPP cooling pond. Lakes and artificial water bodies of Ukraine: current state and anthropogenic changes. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference. Lutsk: "Veta", 303-307.

4. Puzankov, A.S. (2009). Impact of NPP on the ecosystem. Ecological safety. №3. 68-69.

5. Jančula D., Mikovcová M., Adámek Z. (2008). Changes in the photosynthetic activity of microcystis colonies after gut passage through nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Aquaculture research. №3. 311-314.

6. Opalinski C. (1978). Cheap source of heat energy for agriculture. Nowe Roln. r. 27, №5. 18-19.

7. Kruzhylina S.V. (2006). Trophic relationships of white (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and variegated (*Aristichthys nobilis* Rich.) silver carp and juvenile commercial fish species of the Kremenchuk reservoir: PhD thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences. Kyiv, 24

8. Kosheleva S.I. (1991). Formation of hydrochemical regime. Hydrobiology of cooling ponds of thermal and nuclear power plants of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 24-48.

9. Chemeris V.A., Dushka V.I., Maksym V.L. (2016). State and prospects of aquaculture development in Ukraine. Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Grzycki. T. 18. № 2 (69). 169-175.

Стецюк І. М., Конішчук В. В.

10. Tarasiuk S.I., Hrytsyniak I.I. (2013). Molecular genetic studies in fish farming: monograph. Kyiv: Agrarian Science, 310
11. Protasov A.A., Silaeva A.A. (2012). Contour groupings of hydrobionts in technoecosystems of TPPs and NPPs. Kiev, 274
12. DSTU 5667-6:2009
13. COY-05.01.-37-385:2006: Water of fishery enterprises. General requirements and norms. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. 2006. 7
14. Kharitonova N.N. (1975). Daily changes in vertical distribution of plankton of fish ponds. Hydrobiological Journal. T. XI. № 5. 85-88.
15. Krazhan S.A., Lupacheva L.I. (1991). Natural fodder base of reservoirs and methods of its determination under intensive fishery management. Lvov, 105
16. Trokhymets V.M. (2011). Methods of complex studies of aquatic organisms in water bodies of different types. Fisheries science of Ukraine. № 1. 16-23
17. Khyzhnyak M.I., Yevtushenko M.Y., Krazhan S.A. (2013). Biological methods of water bodies research: monograph: Ukrainian Phytosociological Center, 404
18. Atramentova L.O., Utevska O.M. (2007). Biometrics: a textbook for students of higher educational institutions. Kharkiv: Ranok, 176
19. Vasenko O. G. (2000). Ecological bases of water protection activity in heat power engineering: UkrNDIEP, Volume 1. 243
20. Krazhan S.A., Khyzhnyak M.I. (2014). Natural forage base of fishery reservoirs: a textbook. K.: Agrarian education, 333
21. Vasenko AG, Starko NV (2021). Dynamics of changes in the ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiivska TPP. Modern problems of theoretical and practical ichthyology: materials of the XIV International Ichthyological Scientific and Practical Conference (Kharkiv, September 23-25, 2021). Kharkiv: Fakt, 25-29
22. Vasenko O.G., Buzevych I.Y., Starko M.V. (1999). Ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiyivska SES under conditions of anthropogenic load: Tornado, 70
23. Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs - reservoirs and ponds: 2. Handbook / Edited by V.K. Khilchevskyi, V.V. Hreben - Kyiv: Interpress, 2014. 164
24. Palamarchuk MM, Zakorchevna NB (2001). Water Fund of Ukraine: A reference manual / Edited by V. M. Khorev, K. A. Aliyev Kyiv: Nika-Center, 392
25. Vyshnevsky V.I. (2003). Hydrological characteristics of the rivers of Ukraine Nika-Center, Kyiv, 320
26. Vasenko O.G., Buzevych I.Y., Starko M.V. (1999). Ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiyivska SES under conditions of anthropogenic load: Tornado, 70

HYDRO-ECOLOGICAL CONDITION OF LAKE LYMAN (DVS RP "LYMANSKE" OF KHARKIV REGION)

I. Stetsiuk, V. Konishchuk

Abstract. A comparative analysis of the hydro-ecological state of Lake Lyman (DVS RP "Lymanke" of the Kharkiv region) of the cooling reservoir of the Zmiyivska TPP (Siverski Dinets basin) was carried out for the study of ecological and genetic features of white (*Hypophthalmichthys molitrix*) and variegated (*Aristichthys nobilis*) carp using ISSR DNA markers during 2019-2020

The ecological state of water bodies is presented, the species composition of the biota, the natural fodder base and the factors influencing the environment on the conditions of aquaculture are defined; the ecological conditions of growing a population of different age groups of variegated (*Aristichthys nobilis*) and white carp

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

(Hypophthalmichthys molitrix) in the conditions of the Lymanske DVSRP of the Kharkiv region were studied in 2019.

The studied phytoplankton shows a rather significant increase in biomass compared to previous research results (1984-2010). A significant increase in the number of phytoplankton is also evidenced by the fixation of floating masses of phytoplankton in the reservoir with a layer of up to 2-3 cm, among which blue-green algae (Cyanophyta), dinophyta (Dinophyta), and diamond algae (Bacillariophyta) predominated in number.

The zooplankton of Lake Lyman was represented by rather widespread forms of three main groups: Rotifera, Cladocera, Copepoda.

The ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiivskaya TPP, which now includes 28 species of fish from 8 families, was studied. The main factors in the formation of the composition of fish in the cooling reservoir are the thermal load of the station, fishing activity and regular supply of river water to the reservoir. Changes in the composition of the fish fauna in recent years are due to the massive spread of evribiont fish-intervenors (needle fish, stickleback), a decrease in the power plant's working capacity (chub fish, guster, or whitefish), as well as the release of fish from cages when the latter are broken.

Key words: hydroecological condition, genetic structure, white and variegated carps, zooplankton, phytoplankton, water quality, ichthyocenosis of the reservoir

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А.

УДК 612.014.422+616-001.28+613.169.16

**ОЦІНКА ІНФОРМОВАНOSTІ МОЛОДІ ЩОДО ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО
РАДІАЦІЙНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЗДОРОВ'Я****М. С. ГОНЧАРЕНКО**, доктор біологічних наук, професор,<https://orcid.org/0000-0002-8205-1236>**Т. Є. КОМІСОВА**, кандидат біологічних наук, професор,<http://orcid.org/0000-0003-3959-8575>*Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди*E-mail: kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua**Н. А. СЛІПЦОВА**, асистент, <http://orcid.org/0000-0002-4041-5396>*Донецький національний медичний університет*E-mail: apteka111888111@gmail.com[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.002](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.002)

Анотація. Робота присвячена вивченню рівня обізнаності з фактором іонізуючого випромінювання, проблемою впливу радіаційного фону, іонізуючого радіаційного випромінювання та способами захисту. В останні роки дослідження впливу малих доз радіації на здоров'я стало гострою проблемою. Мета. Вивчення здоров'язбережувальних аспектів формування поглядів молодих дівчат. Результати досліджень. Відомо, що внутрішнє середовище, імунна система, особливо репродуктивна система людини і тварини є однією з найбільш чутливих ланок, що гостро реагує на вплив факторів зовнішнього середовища, особливо на радіаційне забруднення. В умовах тривалої дії малих доз радіації, можуть відбуватися ураження статевих клітин, а також може бути прямий вплив на різні системи організму, та також опосередковано через нервову і ендокринну системи. Проведення самооцінки здоров'я показало, що 93,4% респондентів оцінили своє здоров'я як задовільне, при цьому ж, третина – як хороше та відмінне. Для більшості дівчат (44,6 %) значення здоров'я полягає в тому, що його наявність надає впевненість в собі, а для 36,5 % – сприяє самореалізації. Тим не менш небезпека здоров'ю на сучасному етапі, на думку кожного п'ятого респондента (20,7 %), представляє забруднення навколишнього середовища, причому кожен десятий (9,9 %) вибрав іонізуюче радіаційне випромінювання. Сприйняття радіації як антропогенного фактора відзначили 59,7 % респондентів, природного фактора – 7,9 %. Недостатній рівень спеціальних знань проявляється у 59,04 % респондентів. Вплив на здоров'я випромінювання від діагностичних і лікувальних медичних процедур відзначили 12,9 % дівчат. Висновки. Показана недостатня інформованість щодо питань впливу радіаційного фактора на здоров'я. Це свідчить про необхідність постійної радіологічної та здоров'язбережувальної освіти в медичному університеті. На курсах при навчанні необхідне формування у майбутніх лікарів-спеціалістів високої методологічної культури і творчого оволодіння методами діагностики здоров'я і профілактики для застосування їх в практичній

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А.

діяльності. Перспективами подальших досліджень є розробка здоров'язбережувальних програм з врахуванням теми радіаційної безпеки та перевірка їх ефективності дії.

Ключові слова: здоров'я, молодь, іонізуюче радіаційне випромінювання

Актуальність. В освітніх закладах постійно удосконалюються і модернізуються методики навчання здоров'ю суб'єктів освітнього процесу. Нові професійні навички та уміння щодо захисту від негативного впливу іонізуючого радіаційного випромінювання, опанування знаннями захисту здоров'я особистості необхідні заради використання у власній професійній діяльності, особистому житті. Опромінення від різних джерел іонізуючої радіації є одним із важливих абіотичних факторів.

Можливість опромінення та рівні радіоактивного опромінення людини від ряду різних джерел – космічне випромінювання, надходження з продуктами харчування, медичні процедури, радіоактивність ґрунтів, радіоактивність води – вивчається активно на даний час рядом вчених [1-7], проводили дозиметричні дослідження в Запоріжській області. Вивчається вплив низькоінтенсивної радіації природного і техногенного походження у Кіровоградській області, вплив на показники крові та імунної системи мають нароби з досліджень зі вмісту природних радіонуклідів у воді [5-6, 8-9].

Проблема захисту здоров'я від негативних факторів завжди є та буде актуальною. Дія радіаційного випромінювання на організм має різноманітний характер та різні напрями. Розміри шкоди для організму залежать також від цілого ряду факторів: часу дії, дози опромінення, типів ізотопів, типів тканин, органів, індивідуальних особливостей організму, дії додаткових факторів.

Щодо опромінення, то дані по світу щодо рівнів опромінення різні. В нашій державі в різних областях рівні опромінення залежать від природних та техногенно-підсилених джерел, а також суттєві зміни роблять наслідки радіоактивного забруднення довкілля через аварію на Чорнобильській АЕС, що обумовлює різницю із даними опромінення по світу [10].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки дослідження впливу малих доз радіації на репродуктивне здоров'я молодих дівчат стало гострою проблемою. Відомо, що репродуктивна система людини і тварини є однією з найбільш чутливих ланок, що гостро реагує на вплив факторів зовнішнього середовища, особливо на

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. радіаційне забруднення [11]. В умовах тривалої дії малих доз радіації, розлади репродуктивної системи можуть бути обумовлені не тільки ураженням статевих клітин, а й прямим впливом на всі ланки репродуктивної системи, а також опосередковано через нервову і ендокринну системи. [12, 13].

Робота присвячена вивченню рівня обізнаності з фактором іонізуючого випромінювання, проблемою впливу радіаційного фону, іонізуючого радіаційного випромінювання та способами захисту.

Мета досліджень - вивчення здоров'язбережувальних аспектів формування поглядів молодих дівчат.

Матеріали і методи дослідження. Було проведено дослідження на 310 дівчат-студенток 1-2 курс медичного університету. Програма досліджень включала анкетування і діагностичний аналіз. Матеріали систематизовані, проведена статистична обробка результатів.

Результати дослідження та їх обговорення. Отримані результати показали, що при вивченні ієрархії життєвих цілей для 35,7% молодих дівчат найбільш важливими в їхньому житті є створення сім'ї, 12,9 % – віддають перевагу саморозвитку, і лише 12,5 % – фокусуються на цінності здоров'я для людини, як основне. При

вивченні психологічних аспектів відношення студенток в період свого життя до фактору радіаційного випромінювання було виявлено, що в формуванні поглядів істотне значення має відношення до формування здоров'я. Проведення самооцінки здоров'я показало, що 93,4 % респондентів оцінили своє здоров'я як задовільне, при цьому ж, третина – як хороше та відмінне. Для більшості дівчат (44,6 %) значення здоров'я полягає в тому, що його наявність надає впевненість в собі, а для 36,5 % – сприяє самореалізації. Тим не менш небезпека здоров'ю на сучасному етапі, на думку кожного п'ятого респондента (20,7 %), представляє забруднення навколишнього середовища, причому кожен десятий (9,9 %) вибрав іонізуюче радіаційне випромінювання. Порушення здорового способу життя виявився менш значущим фактором ризику.

Що стосується безпосереднього впливу іонізуючого випромінювання на формування здоров'я, то небезпеку його представляють для себе 65,4 % молодих дівчат, причому 72,4 % вважають, що піддаються впливу радіації в повсякденному житті. Недостатній рівень спеціальних знань проявляється і в тому, що 79,3 % респондентів відносять сонце та магнітні бурі до основного

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. джерела проникаючої, іонізуючої радіації [14-16].

Прояснення відношення до проблем, що визначають обізнаність респондентів про способи потрапляння радіоактивних речовин в організм людини, основних джерел формування природного фону і впливу радіації на здоров'я, показало, що переважна більшість дівчат (78,9 %) мають досить погане уявлення про дану область, причому вони часто володіють невірними та суперечливими знаннями. У питаннях впливу на людський організм різних джерел радіації у молоді існує певна упередженість.

Найбільш вірогідними наслідками опромінення іонізуючою радіацією вважають онкологічні захворювання 34,8 % студенток, мутації – 23,5 %, вплив на спадковість – 14,4 %. Вплив на здоров'я випромінювання від діагностичних і лікувальних медичних процедур відзначили 12,9 % дівчат, при цьому періодичність їх проходження у 75,1 % респондентів становить 1 раз

в рік, у 23,1 % рідше – раз в 2 роки.

Сприйняття радіації як антропогенного чинника відзначили 59,7 % респондентів, природного фактора – 7,9 %. Недостатній рівень спеціальних знань проявляється і в тому, що 59,04 % респондентів відносять сонце до основних джерел іонізуючої радіації. Про істотний вплив газу радону в формування природного радіаційного фону знають тільки 16,3 % дівчат. Основними джерелами природного радіаційного фону в даний час 9,8 % респондентів вважають наслідки від аварії на Чорнобильській станції.

Шкала пошуку гострих відчуттів, яка зазвичай використовується для дослідження рівня потреб у відчуттях різного роду, показала, що у переважної більшості (68,8 %) середньостатистичні показники домінували в основному на середніх величинах $8,5 \pm 0,02$, демонструючи невисокий рівень потреби в гострих відчуттях різного роду (табл.1).

1. Розподілення середньостатистичних показників респондентів за шкалою пошуку гострих відчуттів

	до 4 балів		від 4 до 9 балів		від 10 до 16 балів	
	Низький рівень		Середній рівень		Високий рівень	
	M±m	%	M±m	%	M±m	%
Респонденти - дівчата	3,5±0,03	24,6	8,5±0,02	68,8%	15,3±0,06	6,6

Потреба в гострих відчуттях відмічена у 6,6 % респондентів і

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. знаходиться на високому рівні – $15,3 \pm 0,06$. У той час, як низький рівень спостерігається у 24,6 % студенток, що становить $3,5 \pm 0,03$. Це свідчить про невисокий показник пошуку гострих відчуттів.

Тем не менше, 56,8 % молодих дівчат допускають для себе можливість екскурсії на (ЧАЕС) Чорнобильську атомну електростанцію. Вивчення питання зниження рівня вмісту радіоактивних речовин в продуктах харчування показало низький рівень знань. Дезактивувати радіоактивне молоко кип'ятінням вважає нормальним кожен шостий респондент (16,7 %), а 7,6 % бояться радіоактивного випромінювання від мікрохвильової печі. Не вважають загрозою для формування здоров'я тривалу роботу біля холодильника або перегляд соціальних мереж 78,8 % дівчат. Не бачать ніякої радіаційної небезпеки у вживанні в їжу зібраних у лісі грибів і ягід 87,16 % молодих дівчат, м'яса диких тварин – 75,23 %. Не задумувалися про безпеку морепродуктів після аварії на Фукусімській АЕС 47,62 % респондентів. 51,6 % студенток вважають, що морепродукти небезпечні.

Відповіді на питання, пов'язані з радіаційною безпекою, показали низьку інформованість респондентів про екологічні переваги і недоліки використання атомних станцій. Не знають про такі найважливіші

екологічні переваги атомної енергетики, як відсутність викидів вуглекислого газу (CO_2) і збереження в атмосфері кисню (O_2), 90,6 % дівчат, а 35,94 % – вважають, що АЕС присвоєї роботі виділяють вуглекислий газ, що, мабуть, є однією із причин негативного відношення до її використання. Тільки 29,49 % респондентів дали правильну відповідь про збереження кисню в атмосфері при виробленні енергії на ядерних енергетичних установках. 25,35 % – схильні перебільшувати небезпеку радіоактивних відходів для забруднення навколишнього середовища.

Недостатня освідченість населення про шкідливу хімічну і радіаційну дію на навколишнє середовище теплових електростанцій (ТЕС) (особливо вугільних) може пояснити той факт, що близько половини респондентів впевнені, що тепла енергетика не здійснює радіаційного впливу на навколишнє середовище. За їх словами, викиди та відходи ТЕС не містять радіоактивних речовин і не забруднюють ґрунту і повітря радіонуклідами. Аналізуючи результати анкетування, можна прийти до висновку, що однією з причин недовіри громадськості до ядерних технологій є відсутність знань про умови зберігання радіоактивних відходів. 25,33% респондентів вважають, що ядерні

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. відходи вибухонебезпечні самі по собі, а 3,89% впевнені, що з них можна зробити ядерну бомбу. При цьому респонденти припускають, що відходи ненадійно зберігаються, і 14,78 % відповіли, що " їх можуть вкрасти ".

Атомна енергетика – як майбутній прогрес для 35,78 % молодих дівчат і 34,86 % вважають, що це економічно вигідно, тому для 33,3 % респондентів ядерна енергетика асоціюється з червоним кольором, для 33,03 % – з жовтим, для 17,43 % – з оранжевим, а для 10,09 % – із зеленим. Чорний колір не вибрав ніхто. Вибираючи серед геометричних форм знак, для позначення ядерної небезпеки 57,8 % дівчат позначили трикутник, 19,27 % – коло, але в той же час повністю знак радіаційної небезпеки не позначив ніхто.

2. Результати діагностики респондентів за шкалою довіри

	0-1 балів		2 бала		3 бала і більше	
	Низький рівень		Середній рівень		Високий рівень	
	M±m	%	M±m	%	M±m	%
Респонденти - дівчата	0,9±0,02	11,9	2,5±0,02	29,8	4,3±0,03	58,3

Основним джерелом інформації щодо реальної радіоекологічної обстановки та дії радіації на людину для 42,2 % дівчат є експерти-спеціалісти, 19,6% респондентів не довіряють нікому. Інтернет-ресурси і засоби масової інформації важливі тільки для 6,9 %. Бажання вивчати

Знають про альтернативні джерела енергії 42,86 % дівчат. Тільки 18,43 % респондентів вибрали атомну енергетику найбільш перспективним джерелом електроенергії. Вважають, що радіація поступає в організм людини по повітрю 31,72 % студенток, через продукти харчування – 31,72 %, за рахунок медичного обстеження – 11,45 %.

Середньостатистичні показники шкали довіри виявилися високими у 58,3 % і склали $4,3 \pm 0,03$. Середній показник довіри був виявлений у 29,8%, ($2,5 \pm 0,02$), 11,9 % респондентів медичного університету мають низький рівень довіри, у зв'язку з цим середньостатистичний показник величини становить $0,9 \pm 0,02$. (табл. 2).

питання радіаційної екології та безпеки висловили 86,9 % респондентів. На відношення до аспектів радіобезпеки у молоді найбільший вплив здійснюють ціннісні орієнтації, світогляд, життєвий досвід і вплив інформації в соціальних мережах. Данні,

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. отримані під час проведення тесту Айзенка, виявили, що середні статистичні показники ситуативної

тривоги у 67,9 % виявилися в межах 17,00 - 17,03, що відповідає середньовіковим значенням (табл.3).

3. Оцінка у респондентів показників тривожності та комунікабельності за допомогою тесту Айзенка

	Тривожність	Комунікабельність
	M±m	M±m
Респонденти - дівчата	16,6 ±0,05	18,5 ± 0,01

Висновки і перспективи.

Таким чином, аналіз даних показав, що лише малий відсоток майбутніх лікарів серед основних життєвих цілей поставили цінність власного здоров'я і його формування. Показана недостатня інформованість щодо питань впливу радіаційного чинника на здоров'я. Це свідчить про необхідність постійної радіологічної та здоров'язбережувальної освіти в медичному університеті. На курсах

при навчанні необхідне формування у майбутніх лікарів-спеціалістів високої методологічної культури і творчого оволодіння методами діагностики здоров'я і профілактики для застосування їх в практичній діяльності. Перспективами подальших досліджень є розробка здоров'язбережувальних програм з врахуванням теми радіаційної безпеки та перевірка їх ефективності дії.

Список використаних джерел

1. Фризюк М.А., Аксьонов М.В., Федоренко О.В. та ін. Оцінка рівнів радону у дитячих навчальних закладах м. Кропивницький для впровадження протирадонових заходів. Довкілля та здоров'я. 2018. № 3. С. 56–62.

2. Павленко Т.О., Сердюк А.М., Оперчук А.П. та ін. Рівні опромінення населення України в контексті плану дій щодо зменшення рівнів радону в повітрі приміщень. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2020. Вип. 25. С. 220–229.

3. Павленко Т.О., Костенецький М.І., Куцак А.В. та ін. Радон у дошкільних закладах Запорізької області та дози опромінення дітей. Довкілля та здоров'я. 2013. № 1. С. 49–53.

4. Kots S.M., Kots V.P., Kovalenko P.G. The effect of small doses of

radiation. Problems and Innovations in Science: The 1st International scientific and practical conference. (.May 4-5, 2020). Nika Publishing, London, Great Britain 2020. V. 1. P. 256–261. <https://el-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/11/GB.5.2020.pdf>

5. Коваленко П.Г. Дослідження впливу комбінованого з техногенним природного іонізуючого опромінення на показники червоної крові. Природничий альманах. 2022. Т. 32. № 2. С. 20–27. DOI: [10.32999/ksu2524-0838/2022-32-2](https://doi.org/10.32999/ksu2524-0838/2022-32-2)

6. Raksha-Sliusareva O.A, Kovalenko P.G, Sliusarev O.A, Kots S.M, Boyeva S.S. Correction of the indicators of the immune system with the help of bee pollen in conditions of the continuous combined effect of low-intensity ionizing radiation of natural and man-made origin. Ядерна фізика та енергетика. 2023. Т.24, № 2. С.138-147.

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А.

7. Севальнєва А.І., Куцак А.В., Соколовська І.А. Проблеми радіаційної безпеки населення Запорізької області, яке зазнає опромінення від основних джерел. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2019. Вип. 24. С. 53–64.

8. Бузинний М.Г. Директива 98/83/ЄС і контроль радіоактивності питної води в Україні. Довкілля та здоров'я. 2017. № 4. С. 14–16.

9. Бузинний М.Г. Михайлова Л.Л. Узагальнені дані 20-річного моніторингу радону-222 у питній воді України. Ядерна та радіаційна безпека. 2022. Вип. 4 (96). С. 29–38. DOI: 10.32918/nrs.2022.4(96).04.

10. Макаровська О., Чумак Д. Радіація та космос: що потрібно знати? Сайт з питань ядерної безпеки, радіаційного захисту та нерозповсюдження ядерної зброї [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://surl.li/gzfsn>.

11. Загоруйко Н. В., Яшук Л. Б. Оцінка репродуктивного здоров'я серед різних вікових груп населення черкаської області. Український журнал медицини, біології та спорту. 2015. №1 (1). С. 152-157.

12. Жилка Н., Іркіна Т., Стешенко В. Стан репродуктивного здоров'я в Україні (медикодемографічний огляд). К. 2014. 25 с.

13. Пирогова В.І., Цьолко О.Р. Вивчення соціально-медичних аспектів репродуктивного здоров'я підлітків. Репродуктивне здоров'я жінки, 2020. Т. 2 № 2. С. 40–44.

14. Kots S.M., Kots V.P., Kots V.V. Cardiovascular system and influence of factors. Theoretical foundations of scientists and modern opinions regarding the implementation of modern trends: XXV International Scientific and Practical Conference. (27-30 June 2023). San Francisco, USA. 2023. P. 48-54. https://isg-konf.com/uk/theoretical-foundations-of-scientists-and-modern-opinions-regarding-the-implementation-of-modern-trends/?utm_source=eSputnik-promo&utm_medium=email&utm_campaign=UA-Sbornik_materialov_konferencii_dostupen&utm_content=1574696963

15. Kots S.M., Kots V.P., Kots V.V. Weather factors and health. Trends of young scientists regarding the development of science XXVII International Scientific and Practical Conference (Edmonton, 11-14 July 2023). Edmonton, Canada. 2023. P.11-17. <https://isg-konf.com/uk/trends-of-young-scientists-regarding-the-development-of-science/>

16. Коц С.Н., Коц В.П., Тютюнник В.В. Деякі аспекти дії магнітних бур. Розвиток науки та техніки під час світової кризи, СХІХ Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. м. Київ, 20 лютого 2023 року. С. 66-73. https://el-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/Kyiv_200223.pdf#page=66

References

1. Fryziuk M.A., Aksonov M.V., Fedorenko O.V. та in. (2018). Otsinka rivniv radonu u dytiachykh navchalnykh zakladykh m. Kropyvnytskyi dlia vprovadzhennia protyradonovykh zakhodiv. *Dovkillia ta zdorovia*, 3, 56–62.

2. Pavlenko T.O., Serdiuk A.M., Operchuk A.P. та in. (2020). Rivni oprominennia naseleння Ukrainy v konteksti planu dii shchodo zmenshennia rivniv radonu v povitri prymishchen. *Problemy radiatsiinoi medytsyny ta radiobiologii*, 25, 220–229.

3. Pavlenko T.O., Kostenetskyi M.I., Kutsak A.V. та in. (2013). Radon u doshkilnykh zakladykh Zaporizkoi oblasti ta dozy oprominennia ditei. *Dovkillia ta zdorovia*, 1, 49–53.

4. Kots S.M., Kots V.P., Kovalenko P.G. (2020). The effect of small doses of radiation. Problems and Innovations in Science :The 1st International scientific and practical conference. (.pp. 256–261). Nika Publishing, London, Great Britain <https://el-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/11/GB.5.2020.pdf>

5. Kovalenko P.H. (2022). Doslidzhennia vplyvu kombinovanoho z tekhnohennym pryrodnoho ionizuiuchoho oprominennia na pokaznyky chervonoї krovī. *Pryrodnychiy almanakh*. 32(1-79), 20–27. DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2022-32-2

6. Raksha-Sliusareva OA, Kovalenko PG, Sliusarev OA, Kots SM, Boyeva SS. (2023). Correction of the indicators of the

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А. immune system with the help of bee pollen in conditions of the continuous combined effect of low-intensity ionizing radiation of natural and man-made origin. *Yaderna fizyka ta enerhetyk*, 24(2), 138-147.

7. Sevalnieva A.I., Kutsak A.V., Sokolovska I.A. (2019). Problemy radiatsiinoi bezpeky naselennia Zaporizkoi oblasti, yake zaznaie oprominennia vid osnovnykh dzherel. *Problemy radiatsiinoi medytsyny ta radiobiologii*, 24, 53-64.

8. Buzynnyi M.H. (2017). Dyrektyva 98/83/IeS i kontrol radioaktyvnosti pytnoi vody v Ukraini. *Dovkillia ta zdorovia*, 4, 14-16.

9. Buzynnyi M.H. Mykhailova L.L. (2022). Uzahalneni dani 20-richnoho monitorynahu radonu-222 u pytnii vodi Ukrainy. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka*, 4(96), 29-38. DOI: 10.32918/nrs.2022.4(96).04.

10. Makarovska O., Chumak D. Radiatsiia ta kosmos: shcho potribno znaty? Sait z pytan yadernoi bezpeky, radiatsiinoho zakhystu ta nerozpovsiudzhennia yadernoi zbroi <http://surl.li/gzfsn>.

11. Zahoruiko N. V., Yashchuk L. B. (2015). Otsinka reproduktyvnoho zdorovia sered riznykh vikovykh hrup naselennia cherkaskoi oblasti. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biologii ta sportu*, 1(1), 152-157.

12. Zhylka N., Irkina T., Steshenko V. (2014). Stan reproduktyvnoho zdorovia v Ukraini (medykodemohrafichniy ohliad). K.

13. Pyrohova, V. I., Tsolko, O. R.

(2020). Vyvchennia sotsialno-medychnykh aspektiv reproduktyvnoho zdorovia pidlitkiv. *Reproduktyvne zdorovia zhinky*, 2(2), 40-44.

14. Kots S.M., Kots V.P., Kots V.V. (2023). Cardiovascular system and influence of factors. Theoretical foundations of scientists and modern opinions regarding the implementation of modern trends: XXV International Scientific and Practical Conference. (pp. 48-54). San Francisco, USA. https://isg-konf.com/uk/theoretical-foundations-of-scientists-and-modern-opinions-regarding-the-implementation-of-modern-trends/?utm_source=eSputnik-promo&utm_medium=email&utm_campaign=UA-Sbornik_materialov_konferencii_dostupen&utm_content=1574696963

15. Kots S.M., Kots V.P., Kots V.V. (2023). Weather factors and health. Trends of young scientists regarding the development of science XXVII International Scientific and Practical Conference (pp.11-17). Edmonton, Canada. <https://isg-konf.com/uk/trends-of-young-scientists-regarding-the-development-of-science/>

16. Kots S.N., Kots V.P., Tiutiunnyk V.V. (2023). Deiaki aspekty dii mahnitnykh bur. Rozvytok nauky ta tekhniky pid chas svitovoi kryzy, CXIKh Mizhnarodna naukovo-praktychna internet-konferentsiia. (pp. 66-73). Kyiv, Ukraine. https://el-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/03/Kyiv_200223.pdf#page=66

UDC 612.014.422+616-001.28+613.169.16

ASSESSMENT OF AWARENESS OF YOUTH REGARDING THE EFFECTS OF IONIZING RADIATION ON HEALTH

M. Honcharenko, T. Komisova, N. Sliptsova

Abstract: The work is devoted to the study of the level of awareness of the factor of ionizing radiation, the problem of the influence of the radiation background, ionizing radiation and methods of protection. In recent years, the study of the impact of small doses of radiation on health has become an acute problem. Goal. The study of health-preserving aspects of the formation of the views of young girls. Research results. It is known that the internal environment, the immune system, especially the reproductive system of humans and animals is one of the most sensitive links that reacts acutely to the influence of environmental factors, especially to radiation pollution. Under the

Гончаренко М. С., Комісова Т. Є., Сліпцова Н. А.

conditions of long-term exposure to small doses of radiation, damage to germ cells can occur, and there can also be a direct effect on various body systems, and also indirectly through the nervous and endocrine systems. A self-assessment of health showed that 93.4% of respondents rated their health as satisfactory, while a third rated it as good or excellent. For the majority of girls (44.6%), the importance of health is that its presence provides self-confidence, and for 36.5% it contributes to self-realization. Nevertheless, according to every fifth respondent (20.7%), the danger to health at the present stage is environmental pollution, and every tenth (9.9%) chose ionizing radiation. The perception of radiation as an anthropogenic factor was noted by 59.7% of respondents, and by 7.9% as a natural factor. Insufficient level of special knowledge is manifested in 59.04% of respondents. 12.9% of girls noted the health effects of radiation from diagnostic and therapeutic medical procedures. Conclusion. Insufficient awareness of the impact of the radiation factor on health is shown. This indicates the need for permanent radiological and health care education at a medical university. In training courses, it is necessary to develop a high methodological culture and creative mastery of methods of health diagnosis and prevention in order to apply them in practical activities. Prospects for further research are the development of health care programs taking into account the topic of radiation safety and checking their effectiveness.

Key words: health, youth, ionizing radiation

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

УДК 634.8(477.4)(292.485)

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРТОВИХ РЕСУРСІВ ВИНОГРАДУ (*VITIS VINIFERA L.*) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**І. І. ПАЛАМАРЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

E-mail: palamar-inna86@ukr.net

О. П. ТИСЯЧНИЙ, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач**Вінницький національний аграрний університет**

E-mail: tysychnyy77@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.003](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.003)

Анотація. Досліджено сорти винограду, що занесені до Державного реєстру сортів рослин придатних до вирощування в Україні та зокрема ті, що рекомендовані для зони Лісостепу України та зроблено аналіз динаміки створення сортів по роках. Приведено загальну характеристику сортів винограду, що занесені до Державного реєстру та рекомендовані до вирощування в умовах Лісостепової зони України. За даними Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні станом на 2023 рік налічується 61 сорт винограду, які рекомендується вирощувати в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, а також тимчасових виноградарських зонах України. До Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні включені сорти різних напрямків використання, а саме: столові, технічні, підщепні та універсальні сорти.

Станом на 2023 рік до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні та зокрема рекомендовані до вирощування в умовах Лісостепу України занесені сорти різних напрямків використання. За рекомендацією до умов вирощування дані сорти можуть вирощуватись у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, зокрема: Степ, Лісостеп, Полісся, а також враховуючи рекомендації щодо районування в певних тимчасових зонах вирощування. Для зони Лісостепу важливим є вирощування більш ранніх сортів, оскільки велике значення має сума ефективних температур, яка потрібна для того чи іншого сорту для повного дозрівання ягід та накопичення цукрів у них.

Досліджено сорти винограду Лора (Флора) та Шевченко. Встановлено, що вегетаційний період у сорту Лора (Флора) склав 118 діб, у сорту Шевченко – 115 діб, що на 3 доби коротший. У середньому за роки досліджень більшу урожайність забезпечив сорт Лора (Флора) – 6,1 т/га, що на 0,8 т/га більше за сорт Шевченко. Враховуючи якісні характеристики досліджуваного сортименту, варто зазначити, що сорт Лора (Флора) характеризується стійкістю до розтріскування ягід і не гниє, а сорт Шевченко проявив підвищену стійкість до хвороб.

Ключові слова: виноград, сорти, вегетаційний період, напрям використання, група стиглості

Актуальність. Основною винограду для споживання у свіжому виноградарською зоною виробництва вигляді та як сировини для

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

виготовлення вин є зона Степу. Умови, що складаються на півдні України досить сприятливі для отримання смачного винограду столових сортів та якісної сировини для переробки. Проте, на сьогоднішній день у зв'язку зі зміною клімату, що в свою чергу веде до підвищення середньорічної температури, зокрема більш м'якими зимами та в цілому збільшенням температурних показників протягом вегетації створюють умови до вирощування винограду в зоні Лісостепу, що по смаку майже не поступається вирощеному в більш південних регіонах України.

Запорукою отримання високих і сталих врожаїв з відмінними смаковими та якісними показниками є правильно підібраний сорт. При підборі сорту для вирощування в тій чи іншій зоні потрібно звертати увагу на: тривалість вегетаційного періоду, морозостійкість, стійкість до хвороб, особливо грибкових, смакові якості та технологічні показники. На сьогоднішній день площі промислового вирощування винограду в зоні Лісостепу не значні, а тому є потреба у вивченні сортименту винограду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виноград (*Vitis vinifera*) належить до родини *Vitaceae*, походить із Західної Азії і Європи. Виноград є найважливішою сировиною для виробництва вина [13].

Культура винограду є досить давньою, оскільки вирощувати його почали ще 6-8 тис. років тому [12]. Маючи високі смакові якості, приємний смак та аромат, а також лікувальні властивості виноград як культура вирощувався древніми цивілізаціями і вирощується майже повсюдно до сьогоднішнього дня. Ще однією перевагою винограду є те, що він має сорти столового, ізіюного та технічного напрямку, що дає можливість споживати його в свіжому та переробленому вигляді [11].

Безпосередньо в Україні виноград має велике господарське значення, що обумовлюється цінними поживними та лікувальними властивостями. Хімічний склад ягід винограду досить багатий. У ягодах винограду міститься близько 150 компонентів, які формують їх певний смак і аромат. В одному кілограмі винограду міститься 900 – 1000 калорій, що обумовлено високим вмістом цукрів. Також, у ягодах винограду містяться органічні і неорганічні речовини, вітаміни групи А, В, С, Р, РР. На якість винограду найбільший вплив має вміст цукру, який становить до 33 г/100 см³. Цукри у ягодах представлені глюкозою, фруктозою, впливають на смак та є джерелом енергії [5]. Збереження здоров'я та профілактика захворювань є найважливішим при виборі продуктів харчування, саме тому попит

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

постійно зростає на ті продукти, які відносяться до здорової їжі [7, 10]. За рахунок різноманітності речовин, що входять до складу ягід винограду має лікувальні властивості. Таку цінність забезпечує антиоксидант расвератрол [8, 14].

Враховуючи історичний розвиток виноградарства в Україні, за рахунок світового досвіду і отриманих виробничих результатів дана культура є однією з найбільш прибуткових, що дає можливість поліпшити загальний стан агропромислового комплексу [4].

Виноградарство і виноробство як галузі сільського господарства є досить прибутковими на сьогоднішній день. В Україні науковими селекційними установами постійно ведеться робота щодо створення нових сортів винограду. Науковою установою Національним науковим центром «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» створено більше 30 сортів винограду, які характеризуються значною пластичністю до екологічних умов України, що в свою чергу забезпечує отримання вищих показників врожаю. Селекційна робота, також спрямована на створення сортів стійких проти хвороб і шкідників поширених на території України, що не менш важливо при вирощуванні винограду.

Більшою прибутковістю відзначаються сорти винограду технічного напрямку, продукція яких

використовується для виготовлення вин [3].

Сучасний стан виноградарства в Україні свідчить про необхідність подальшого покращення сортименту винограду, що можна досягти шляхом використання сортів з високою продуктивністю та якістю продукції, а також тими, що характеризуються стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища.

Погодні умови, що супроводжуються значною кількістю опадів призводять до розвитку грибкових захворювань, а це в свою чергу призводить до зменшення врожаю та погіршення його якості, що не задовольняє в повній мірі потреби споживача. Виноград, що завозиться з закордону часто містить залишки консервантів та пестицидів і є шкідливим для людей. Саме тому дуже важливо забезпечити споживачів достатньою кількістю винограду власного виробництва [1].

За даними науковців на сучасному етапі доцільно використання стабільно продуктивних, високоякісних та технологічних сортів винограду нового покоління, що мають генетично обумовлену стійкістю до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Ці питання висвітлені у працях ряду іноземних та українських авторів Р. Айбаха, Г. Беккера, О. М. Негруля, П. Я. Голодриги, В. А. Волинкіна, П. К. Айвазяна, Є. М. Докучаєвої, М. І. Тулаєвої,

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

Л. Ф. Мелешко та інших [6]. Дані науковців свідчать про те, що сортові особливості здійснюють вплив на ріст, розвиток та врожайність винограду [9].

Селекційні установи постійно працюють над створенням сортів, які могли б бути більш пластичними до несприятливих умов вирощування. Потреби споживачів до столових сортів теж є досить високі і потребують постійного удосконалення в цьому напрямку. Враховуючи основний напрямок, а саме вирощування винограду з метою виробництва вин, технічні сорти винограду також як сировинна база потребують постійного удосконалення. Саме над такими селекційними дослідженнями працюють науковці ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова».

Варто зазначити, що на сьогоднішній день в Україні складаються не найкращі часи для розвитку галузі виноградарства. Площі під виноградниками зменшуються, що пов'язано з недостатнім фінансуванням. Враховуючи зміни клімату та в цілому сприятливі умови для вирощування винограду, зокрема у зоні Лісостепу та Степу має перспективу для розвитку галузі виноградарства та виноробства. Негативним є те, що на значній території України спостерігаються засухи, період яких постійно збільшується, а також зими зі

зниженими мінусовими температурами, що супроводжуються недостатнім сніговим покривом та ще й різкими перепадами температур, що не досить позитивно впливає на перезимівлю рослин винограду. Саме тому ряд областей України підходять для вирощування винограду як укритної культури.

Мета. Дослідити сорти винограду, що є рекомендованими до вирощування в умовах Лісостепу України.

Методи. Проведено аналіз сортів винограду рекомендованих до вирощування в умовах Лісостепу України. Матеріалом для досліджень були сорти винограду, занесені до реєстру сортів рослин України і рекомендовані для поширення. Досліджувані сорти Лора (Флора) та Шевченко. Технологія вирощування винограду не укритна. Вивчення проводилось на незрошуваних ділянках, по схемі садіння 3х1,5 м.

Результати. За даними Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні станом на 2023 рік налічується 61 сорт винограду, які рекомендується вирощувати в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, а також тимчасових виноградарських зонах України. До Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні включені сорти різних напрямків використання, а саме: столові, технічні, підщепні та універсальні сорти (табл. 1.).

1. Сорти винограду рекомендовані для умов Лісостепу України

Класифікація сортів винограду	Кількість зареєстрованих сортів		
	1949-1973 рр.	1974-1997 рр.	1998-2022 рр.
Столові сорти	2	-	5
Технічні	7	2	4
Підщепні	-	2	-
Універсальні	-	-	1

Варто відмітити, що є сорти, які були зареєстровані починаючи з 1949 року та до 2022 року включно, що можна пояснити збереженням високої врожайності сортів, якості продукції, що забезпечується високою пластичністю до умов вирощування в межах України. Починаючи з 1949 року на розвиток виноградарства та зокрема на діяльність селекційних установ та розсадників в Україні мали вплив різні чинники як в країні так і за її межами. Саме тому створення, випробування та виробниче вирощування сортів винограду по роках досить різняться. Більшість сортів винограду є рекомендованими для південних регіонів України, враховуючи більш сприятливі умови для росту, розвитку та плодоношення винограду. Не усі сорти, які були створені в Україні та інтродуковані з інших країн рекомендуються Державним реєстром. Станом з 1949 року та по 2022 рік до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні занесено 23 сорти винограду, що можуть вирощуватись зокрема в умовах Лісостепу України. За період з 1949 по 1973 рік до Державного реєстру включено 2 столові сорти винограду

та 7 технічних сортів. За період з 1974 по 1997 рік – 2 технічних та 2 підщепних сорти та з 1998 року по 2022 рік – 5 столових сортів, 4 – технічних та 1 універсальний.

Очевидно, що до 1973 року більший акцент був на створення сортів технічного напрямку. У період з 1974 по 1997 рік у розвитку виноградарства, як галузі сільського господарства, була криза, яка позначилась на роботі селекційних установ. Тому, даний період характеризується малою кількістю сортів, які мають місце у Державному реєстрі України. З кожним роком все більше уваги приділяється виноградарству як галузі сільського господарства. Більш ефективніше працюють селекційні установи та дослідні станції, саме тому у період з 1998 року по 2022 рік створено найбільшу кількість сортів. Аналізуючи дані таблиці 1 варто відмітити, що більша кількість створених сортів столового напрямку, на що є попит населення. Проте, лише на 1 сорт рекомендований для зони Лісостепу менше занесений до Державного реєстру, про що свідчить розвиток виноробної галузі в Україні.

Станом на 2023 рік до Державного реєстру сортів рослин

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

придатних до поширення в Україні та України занесені сорти різних зокрема рекомендовані до напрямів використання (табл. 2.). вирощування в умовах Лісостепу

2. Основні сорти винограду, що внесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2023 р.

Сорт	Рекомендована зона для вирощування	Напрямок використання	Група стиглості
Альбіна	СЛП	столовий	ранньостиглий
Білоцерківський	СЛП	столовий	ранньостиглий
Ізабелла	СЛП	універсальний	пізньостиглий
Карбонадо	СЛП	столовий	середньостиглий
Кекфранкос	СЛ	технічний	пізньостиглий
Пам'яті небесної сотні	СЛП	столовий	ранньостиглий
Смакотуня	СЛ	столовий	ранньостиглий
Фурмінт	СЛ	технічний	пізньостиглий
Черсегі фюсереш	СЛ	технічний	середньостиглий
Аліготе	1-6, 8-15	технічний	ранньостиглий
Берландієрі х Рипарія СО4	1-15	підщепний	-
Біанка	8-13	технічний	середньостиглий
Каберне Совіньйон	1-12, 13-15	технічний	дуже пізній
Королева виноградників	8-12	столовий	ранньостиглий
Мерло	7-14	технічний	середньостиглий
Мускат гамбургський	1-15	столовий	пізньостиглий
Мускат одеський	8-14	технічний	ранньостиглий
Рипарія х Рупестрис 101-14	1-15	підщепа	-
Рислінг рейнський	7-15	технічний	пізньостиглий
Ркацелі	7-15	технічний	дуже пізній
Сапераві	1-15	технічний	пізньостиглий
Совіньйон зелений	8-14	технічний	середньостиглий
Трамінер рожевий	7-11	технічний	ранньостиглий

За рекомендацією до умов вирощуватись у різних ґрунтово-вирощування дані сорти можуть кліматичних зонах України, зокрема:

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

Степ, Лісостеп, Полісся, а також враховуючи рекомендації щодо районування в певних тимчасових зонах вирощування.

За напрямом використання сорти, що занесені до реєстру поділяються на: столові, технічні, універсальні, підщепні. До столових сортів винограду відносяться такі сорти як: Альбіна, Білоцерківський, Карбонадо, Пам'яті небесної сотні, Смакотуня, Королева виноградарів, Мускат гамбургський. До Державного реєстру також включені технічні сорти винограду такі як: Кексфранкос, Фурмінт, Черсегі фюсереш, Аліготе, Біанка, Каберне Совіньйон, Мерло, Мускат одеський, Рислінг рейнський, Ркацители, Сапераві, Совіньйон зелений, Трамінер рожевий. До універсального напрямку використання відноситься сорт Ізабелла, який може використовуватись як технічний та столовий. Важливе значення для створення саджанців винограду, зокрема для вирощування в зонах заражених філоксерою мають підщепні сорти винограду:

Берландієрі x Рипарія СО4, Рипарія x Рупестрис 101-14.

За тривалістю вегетаційного періоду усі сорти винограду поділяються на: ранньостиглі, середньостиглі, пізньостиглі, дуже пізні. У кількісному співвідношенні: ранньостиглих – 8 сортів, середньостиглих – 5, пізньостиглих – 6 та дуже пізніх – 2 сорти. Для зони Лісостепу важливим є вирощування більш ранніх сортів, оскільки велике значення має сума ефективних температур, яка потрібна для того чи іншого сорту для повного дозрівання ягід та накопичення цукрів у них.

В умовах Лісостепу правобережного України на дослідній ділянці кафедри Лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету проводились дослідження по вивченню сортів винограду упродовж 2012 – 2021 рр. За даними досліджень вегетаційний період у сорту Лора (Флора) склав 118 діб, у сорту Шевченко – 115 діб, що на 3 доби коротший (табл. 3.).

3. Характеристика сортів винограду (2012 – 2021 рр.)

Сорт	Веgetаційний період, днів	Рівень урожайності, т/га	Якісні характеристики
Лора (Флора)	118	6,1	стійкий до розтріскування ягід і не гниє.
Шевченко	115	5,3	підвищена стійкість до хвороб

У середньому за роки досліджень більшу урожайність забезпечив сорт Лора (Флора) – 6,1 т/га, що на 0,8 т/га більше за сорт Шевченко.

Враховуючи якісні характеристики досліджуваного сортименту, варто зазначити, що сорт Лора (Флора) характеризується стійкістю до

Паламарчук І. І., Тисячний О. П.

розтріскування ягід і не гниє, а сорт Шевченко проявив підвищену стійкість до хвороб.

Висновки. Проведені дослідження показали, що у Державному реєстрі сортів рослин придатних до поширення в Україні є достатня кількість сортів, які є рекомендованими до вирощування в умовах Лісостепу України. Виноградарство як галузь сільського господарства розвивається

Список використаних джерел

1. Галузева програма розвитку виноградарства та виноробства України на період до 2025 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0444555-08#Text>

2. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystir-sortiv-roslin>

3. Ляшенко Г. В., Соборова О. М. Динаміка показників якості ягід технічних сортів винограду в період дозрівання. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2016, №18. С. 90-96

4. Ляшенко С. В. Дослідження формування врожаю та якості плодів винограду за різних способів обрізування лози. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. №3. 2015. С. 6-10

5. Манзий В. В., Кучер Н. М. Господарсько-біологічна характеристика столових сортів винограду в Правобережному Лісостепу України. *Автотонні та інтродуковані рослини*. Випуск 6. 2010. С. 81-85

6. Салій О. В., Герус Л. В. Нові технічні форми винограду селекції ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова». *Вісник уманського національного університету садівництва*. №2, 2019. С. 94-97

7. Adefegha, S. A. (2018). Functional foods and nutraceuticals as dietary intervention in chronic diseases; Novel perspectives for health promotion and disease prevention. *Journal of Dietary Supplements*, 15, 977–1009.

враховуючи тенденцію щодо створення нових сортів винограду. Дослідженнями, також, встановлено, що на величину врожаю мають вплив сортові особливості. Більшу врожайність забезпечив сорт Лора (Флора) – 6,1 т/га. Вирощування у виробничих умовах кращих сортів винограду дасть можливість забезпечити переробну галузь сировиною, а людей свіжою продукцією винограду.

8. Eldina Castro SOUSA at all Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. *Food Science and Technology*, 34(1): 135-142, Jan. Mar. 2014

9. Faraidun Karim Ahmad at all Study the vegetative growth and yield of some grapes varieties (*Vitis vinifera* L.). *Kufa Journal For Agricultural Sciences*. 2020:12(2):1-8

10. Gul, K., Singh, A. K., & Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and Functional Foods: The Foods for the Future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617–2627.

11. Mukesh Yadav at all Biological and Medicinal Properties of Grapes and Their Bioactive Constituents: An Update. *Journal of medicinal food*. 12 (3) 2009, 473–484

12. Naushad Khan, Shah Fahad, Mahnoor Naushad, Shah Faisal Grape Production Critical Review in the World. <file:///C:/Users/%D0%92%D1%96%D0%BA%D0%B0/Downloads/GrapeProductionCriticalReviewintheworldSSRN.pdf>

13. Parshant Bakshi, Darpreet Kour, S.N. Ghosh, Priyanka Nandi and Kiran Kour Grapes (*Vitis spp.*). <file:///C:/Users/%D0%92%D1%96%D0%BA%D0%B0/Downloads/Chapter6.pdf>

14. Petr E Balanov, Irina V Smotraeva, Malika S Abdullaeva, Daria A Volkova, and Olga B Ivanchenko Study on resveratrol content in grapes and wine products. *E3S Web of Conferences* 247, 01063 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701063>

References

1. Haluzeva prohrama rozvytku vynohradarstva ta vynorobstva Ukrainy na period do 2025 roku [Branch program for the development of viticulture and winemaking of Ukraine for the period until 2025]. [in Ukrainian].
URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0444555-08#Text>
2. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine]. [in Ukrainian]. URL:
<https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn>
3. Liashenko H. V., Coborova O. M. (2016) Dynamika pokaznykiv yakosti yahid tekhnichnykh sortiv vynuhradu v period dozrivannia [Dynamics of berry quality indicators of technical grape varieties during the ripening period]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, №18. S. 90-96. [in Ukrainian].
4. Liashenko S. V. (2015) Doslidzhennia formuvannia vrozhaiu ta yakosti plodiv vynuhradu za riznykh sposobiv obrizuvannia lozy [Study of the formation of the crop and the quality of the grape fruits by different methods of vine pruning]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. №3. S. 6-10. [in Ukrainian].
5. Manzyi V. V., Kucher N. M. (2010) Hospodarsko-biolohichna kharakterystyka stolovykh sortiv vynuhradu v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Economic and biological characteristics of table grape varieties in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Avtokhtonni ta introdukovani roslyny – Autochthonous and introduced plants*. Vypusk 6. S. 81-85. [in Ukrainian].
6. Salii O. V., Herus L. V. (2019) Novi tekhnichni formy vynuhradu selektsii NNTs «IViV im. V. Ye. Tairova» [New technical forms of grape selection of the NSC "IViV named after V. E. Tairov"]. *Visnyk umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*. №2, S. 94-97. [in Ukrainian].
7. Adefegha, S. A. (2018). Functional foods and nutraceuticals as dietary intervention in chronic diseases; Novel perspectives for health promotion and disease prevention. *Journal of Dietary Supplements*, 15, 977–1009.
8. Eldina Castro SOUSA at all (2014) Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. *Food Science and Technology*, 34(1): 135-142
9. Faraidun Karim Ahmad at all (2020) Study the vegetative growth and yield of some grapes varieties (*Vitis vinifera* L.). *Kufa Journal For Agricultural Sciences*. 12(2):1-8
10. Gul, K., Singh, A. K., & Jabeen, R. (2016). Nutraceuticals and Functional Foods: The Foods for the Future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617–2627.
11. Mukesh Yadav at all (2009) Biological and Medicinal Properties of Grapes and Their Bioactive Constituents: An Update. *Journal of medicinal food*. 12 (3), 473–484
12. Naushad Khan, Shah Fahad, Mahnoor Naushad, Shah Faisal Grape Production Critical Review in the World. <file:///C:/Users/%D0%92%D1%96%D0%BA%D0%B0/Downloads/GrapeProductionCriticalReviewintheworldSSRN.pdf>
13. Parshant Bakshi, Darpreet Kour, S.N. Ghosh, Priyanka Nandi and Kiran Kour Grapes (*Vitis* spp.). <file:///C:/Users/%D0%92%D1%96%D0%BA%D0%B0/Downloads/Chapter6.pdf>
14. Petr E Balanov, Irina V Smotraeva, Malika S Abdullaeva, Daria A Volkova, and Olga B Ivanchenko (2021) Study on resveratrol content in grapes and wine products. *E3S Web of Conferences* 247, 01063 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701063>

RESEARCH OF VARIETAL RESOURCES OF GRAPES IN THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF UKRAINE

I. I. Palamarchuk, O. P. Tysiachnyi

Abstract. *Grape varieties included in the State Register of Plant Varieties suitable for growing in Ukraine, and in particular those recommended for the Forest-Steppe zone of Ukraine, were studied, and an analysis of the dynamics of the creation of varieties by year was made. The general characteristics of grape varieties listed in the State Register and recommended for cultivation in the conditions of the forest-steppe zone of Ukraine are given. According to the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine as of 2023, there are 61 grape varieties that are recommended to be grown in different soil and climate zones of Ukraine, as well as temporary wine-growing zones of Ukraine. The State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine includes varieties of various uses, namely: table, technical, rootstock and universal varieties.*

As of 2023, the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine and, in particular, varieties recommended for growing in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, are listed in various areas of use. According to the recommendation for growing conditions, these varieties can be grown in different soil and climatic zones of Ukraine, in particular: Steppe, Forest Steppe, Polissia, as well as taking into account the recommendations for zoning in certain temporary growing zones. For the forest-steppe zone, it is important to grow earlier varieties, since the sum of effective temperatures required for a particular variety for the full ripening of berries and the accumulation of sugars in them is of great importance.

Grape varieties Lora (Flora) and Shevchenko were studied. It was established that the vegetation period in the Lora (Flora) variety was 118 days, in the Shevchenko variety – 115 days, which is 3 days shorter. On average, over the years of research, the Lora (Flora) variety provided the highest yield – 6.1 t/ha, which is 0.8 t/ha more than the Shevchenko variety. Taking into account the qualitative characteristics of the studied assortment, it is worth noting that the Lora (Flora) variety is characterized by resistance to cracking of berries and does not rot, and the Shevchenko variety showed increased resistance to diseases.

Key words: *grapes, varieties, growing season, direction of use, ripeness group*

**ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЮЮЧОЇ ПОВЕРХНІ ГІБРИДАМИ
СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ УМОВ ЖИВЛЕННЯ ТА РЕТАРДАНТІВ****Л. А. ГАРБАР**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент**В. І. АВРАМЧУК**, аспірант*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: garbarl@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.004)

Анотація. *Індивідуальна продуктивність рослин належить до чинників, якими можна керувати впродовж усього періоду вегетації через окремі елементи технології вирощування, системні підходи до створення оптимальних умов для реалізації генетичного потенціалу культур. Вона залежить від умов росту та розвитку рослин, сформованої рослинами асимілюючої поверхні, умов живлення.*

Установлено пряму позитивну кореляційну залежність між площею листової поверхні на 64-68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН та урожайністю гібридів соняшнику з коефіцієнтами кореляції залежно від гібриду від 0,977 до 0,987.

Максимальні показники площі асимілюючої поверхні рослини соняшнику формували на 64-68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із застосуванням $N_{120}P_{80}K_{180}$ за вирощування гібриду РЖТ Волльф – 47,1 тис. м²/га. Обробка ретардантом Сетар мала позитивний вплив на показники площі листків рослин соняшнику.

Ключові слова: *гібриди, добрива, площа листової поверхні, соняшник, умови живлення, , урожайність.*

Актуальність. У процесах управління продуктивністю посівів, вагоме значення належить параметрам, які характеризують діяльність асимілюючої поверхні рослин та забезпечують формування їх сухої речовини. Характеристика рослин агроценозу включає не лише значення площі листової поверхні, а й параметри розподілу листків на рослині, їх кількість та ярусність. Приділяють увагу і вивченню розподілу асимілянтів, синтезованих у листовій масі різних ярусів

листоків, до інших вегетативних та генеративних органів рослини. Це пов'язано з тим, що листові пластинки, сформовані на початкових етапах росту та розвитку рослин і розміщені у нижньому ярусі мають домінуючу систему транспорту в базальну частину стебла та до кореневої системи. Тоді, як з молодих листків верхнього ярусу, органічні продукти фотосинтезу транспортуються до суцвіття. Тому, зміна балансу між ярусами може призводити до неефективної

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

асимілюючої діяльності нижнього ярусу листків, або навіть їх відмирання [1].

Зазначені чинники спричиняють проблему, пов'язану зі зниженням рівня забезпеченості рослин соняшнику асимілюючою поверхнею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вирішення її можливе шляхом селекційного добору на збільшення тіневитривалості нижнього ярусу листків нових сортів і гібридів культури та за рахунок оптимізації окремих елементів технології вирощування. Зокрема, удосконалення умов живлення та застосування регуляторів росту з метою впливу на утворення більшої кількості тіневитривалого хлорофілу «b». Застосування ретардантів сприяє активізації процесів утворення хлорофілів, зумовлюючи збільшення показника суми хлорофілів. Літературні джерела свідчать і про загальне підвищення показника суми хлорофілів у разі застосування препаратів антигіберелінової дії [2].

Попередні дослідження, результати яких є неоднозначними, свідчать, що застосування ретарданту, чинить різний вплив на показники площі листової поверхні польових та овочевих культур [3]. Переважно відмічають зростання асимілюючої поверхні рослин у результаті впливу синтетичних аналогів гібереліну та ауксину.

Варто зазначити, до інші результати досліджень показують

зростання листової поверхні у рослин соняшнику за впливу препаратів антигіберелінової дії [4–6].

Дослідження Т. І. Рогащ, свідчать про можливість корегувати показники площі листової поверхні залежно від сортових особливостей культури та впливу погодних умов [7]. Тоді, як результати досліджень В. І. Троценка [8], проведені в умовах північно-східного Лісостепу України, вказують на формування максимальних показників площі листків соняшника на рівні 0,75–0,80 м²/рослину за вирощування їх на кінцеву густоту 55–60 тис. рослин/га. Авторами відмічено наявність кореляційного зв'язку між тривалістю вегетації та рівнем тіневитривалості нижніх ярусів листків культури.

Формування асимілюючої поверхні рослин, як і всі продукційні процеси рослинного організму, залежить від низки чинників. Мова йде як про регульовані, так і нерегульовані чинники, які мають вплив на формування продуктивності сільськогосподарських культур. Вагоме місце в ряді зазначених факторів належить умовам живлення культур упродовж вегетації, з обов'язковим врахуванням критичних періодів у потребі того чи іншого макро- чи мікроелементу. Збалансоване та науково обґрунтоване застосування елементів живлення сприяє зростанню можливості максимальної реалізації

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

генетичного потенціалу, що забезпечується підвищенням швидкості біохімічних перетворень організму рослин. Нині, багато уваги приділяють вивченню не тільки впливу основних елементів живлення на продуктивність культур, а й препаратів з вмістом мікро-, наноелементів, антистресових і ріст регулюючих препаратів [9–13].

Зокрема, застосування ретардантів здатне забезпечити формування потужного асимілюючого апарату, що визначає продуктивність культури. Це пояснюється здатністю останніх чинити вплив на морфогенез рослини, і, відповідно, на інтенсивність процесу фотосинтезу, перерозподіл синтезованих речовин, елементів живлення, забезпечуючи зростання врожайності, виходу олії та її якості [14; 18].

Ретарданти здатні на окремих етапах росту та розвитку рослин мобілізувати потенційні можливості рослинного організму, забезпечуючи підвищення урожайності культури [19–21].

Оптимізація продукційного процесу рослинного організму можлива через регулювання донорно-акцепторних зв'язків, завдяки штучному перерозподілу потоків асимілянтів до генеративних органів рослини. Зазначений ефект можливо досягти завдяки формуванню потужної листової поверхні, удосконалення мезоструктури

листової пластинки, швидкого формування асимілюючого апарату його тривалості функціонування [22].

Варто прийняти до уваги, що ефективність роботи асимілюючої системи визначається потужністю акцепторних центрів та запитом на асиміляти [7; 19].

В умовах оптимальної активності асимілюючого апарату в умовах штучного обмеження росту вегетативних органів (застосування ретардантів) спостерігається перерозподіл синтезованих речовин з перевагою у бік генеративних органів [23].

Зазначеного результату можна досягти завдяки формуванню оптимальної структури посіву сільськогосподарських культур, із застосуванням механічних методів у догляді за посівами, зокрема, обрізуючи пагони частково чи повністю (жируючі), що призводить до витрат та є економічно необґрунтованим. Саме тому, широкого використання набули ретарданти, висока ефективність яких була підтверджена низкою досліджень [24; 25].

Метою досліджень було виявлення впливу умов живлення, ретарданту на діяльність асимілюючої поверхні гібридів соняшнику в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися у відокремленому

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» на чорноземах типових малогумусних з умістом гумусу 4,32 %. Забезпеченість ґрунту азотом низька, калієм та фосфором – середня. Дослід – трифакторний. Фактор А – гібриди соняшнику (РЖТ Волльф, Альзан, ЕС Белла, Лайм); фактор В – удобрення (розрахунок на планові урожайності балансовим методом); фактор С – застосування ретарданту Сетар (ВВСН 30-32, 0,5 л/га). Дослід має чотири повторення. Попередником у досліді була пшениця озима. Густота рослин соняшнику на період збирання урожаю складала 55 тис. рослин на га. Добрива вносили, відповідно до схеми досліду: азотні – під передпосівну культивуацію, фосфорні та калійні – під основний обробіток.

Визначення площі листової поверхні проводили методом сканування з подальшим розрахунком на густоту рослин на га. Фотосинтетичний потенціал визначали розрахунковим методом. Збирання урожаю здійснювали методом комбайнового обмолоту з площі облікові ділянки. Фактично одержаний урожай перераховували на базисну вологість (8 %) та з урахуванням наявності домішок [26; 27].

Результати дослідження та їх обговорення. Застосування нових чи

оптимізація існуючих елементів технології вирощування спрямовані на підвищення продуктивності вирощуваної культури через вплив на процеси життєдіяльності рослин, їх ріст, розвиток і використання нерегульованих чинників навколишнього середовища: сонячної радіації, вологи, елементів живлення. Показники продуктивності культури визначаються асимілюючою їх здатністю, тобто сформованою листовою поверхнею. Характеристика діяльності асимілюючої здатності рослин включає: швидкість формування оптимальних параметрів листового апарату, площу його активної листової поверхні, її продуктивність, тривалість функціонування площі в період оптимальних параметрів.

Параметри листового апарату та період його активної дії є прямими показниками фотосинтетичної активності посівів сільськогосподарської культури. Результати проведених впродовж 2021–2022 рр. досліджень показали, що з ростом та розвитком рослин спостерігалось поступове збільшення площі листків рослин соняшнику всіх гібридів, які вивчали. Параметри листової поверхні змінювалися на всіх етапах розвитку рослин залежно від генетичних особливостей гібриду та умов живлення, що створювалися варіантами удобрення. Так, у період 34–38 макростадій розвитку за шкалою ВВСН показники площі

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

листіків змінювалися у розрізі варіантів досліду від 16,1 до 22,6 тис. м²/га. На 54-58 мікростадіях розвитку приріст площі листкової поверхні склав від 9,6 до 12,8 тис. м²/га, із показниками, що варіювали від 26,6 до 34,9 тис. м²/га (табл. 1). Мікростадії 64-68

характеризувалися показниками асимілюючої поверхні рослин соняшнику, які змінювалися у діапазоні 39,3–47,9 тис. м²/га. Варто зазначити, що на даному етапі розвитку рослин соняшнику було зафіксовано максимальні показники листкової поверхні.

1. Динаміка площі листкової поверхні соняшнику, середнє за 2021–2022 рр., тис. м²/га

Варіанти удобрєння	Мікростадія (шкала ВВСН)	РЖТ Волльф	Альзан	ЕС Белла	Лайм
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	34–38	18,1	17,5	16,1	16,7
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		19,2	18,1	16,3	17,3
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		20,4	20,2	18,1	20,0
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		21,0	20,7	19,2	20,3
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		21,7	21,4	19,9	21,0
V, %		7,16	8,65	9,47	10,11
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	54–58	30,1	28,6	26,6	27,5
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		31,1	29,7	26,9	27,9
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		32,7	30,1	29,0	29,3
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		33,6	31,1	30,0	30,3
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		33,9	31,8	30,5	30,8
V, %		5,06	4,11	6,21	4,96
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	64–68	43,2	41,3	39,3	40,2
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		44,4	42,3	39,9	40,3
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		45,6	43,2	40,8	41,6
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		46,4	44,8	41,1	42,2
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		47,1	45,1	41,5	42,7
V, %		3,44	3,74	2,22	2,71
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	74–78	35,3	34,1	32,3	33,7
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		36,1	34,8	32,6	34,4
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		36,4	35,1	33,1	34,9
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		36,9	35,6	34,0	35,1
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		37,2	35,9	34,3	35,6
V, %		2,03	2,00	2,61	2,08

Результати досліджень показали, що в подальшому відбувалося зменшення листкової поверхні рослин у результаті відмирання нижніх листкових пластинок. Площа листків, залежно від варіанту досліду, на 74-78 мікростадії розвитку

зменшилася на 6,3–10,2 тис. м²/га. Показники у розрізі варіантів варіювали від 32,8–37,7 тис. м²/га. Вищі результати було отримано на варіанті з внесенням N₁₂₀P₈₀K₁₈₀. Зазначена тенденція

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

прослідковувалася в усіх гібридів, які ми вивчали.

За застосування ретарданту Сетар (0,5 л/га) на посівах соняшнику

була відмічена тенденція до зростання площі листків на 1,5–6,8 % до варіантів без обробки (табл. 2).

2. Динаміка площі листової поверхні соняшнику за обробки ретардантом Сетар, середнє за 2021–2022 рр., тис. м²/га

Варіанти удобрення	Мікростадія (шкала BVCH)	РЖТ Волльф	Альзан	ЕС Белла	Лайм
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	34–38	18,6	17,9	16,8	16,9
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		19,5	18,7	17,1	17,9
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		20,8	20,4	18,7	20,4
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		21,7	21,3	19,6	20,6
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		22,6	22,0	20,7	21,5
V, %		7,83	8,61	8,89	10,06
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	54–58	30,4	29,3	27,1	27,6
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		31,8	30,0	27,7	28,5
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		33,4	30,6	29,3	30,0
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		34,5	31,4	30,5	30,8
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		34,9	32,3	30,8	31,2
V, %		5,71	3,82	5,66	5,17
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	64-68	43,5	42,0	39,8	40,6
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		44,6	42,2	40,2	40,9
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		45,9	43,7	41,3	41,9
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		46,9	45,1	41,8	42,8
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		47,9	45,4	41,8	43,1
V, %		3,84	3,62	2,27	2,65
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	74-78	35,9	34,8	32,8	34,1
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		36,7	35,4	33,0	34,6
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		37,0	35,5	33,5	35,3
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		37,7	36,2	34,8	35,7
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		37,7	36,3	34,8	36,0
V, %		2,04	1,74	2,86	2,23

Максимальні показники площі листової поверхні, за порівняння гібридів, було отримано на всіх варіантах удобрення та на всіх етапах розвитку рослин соняшнику гібриду РЖТ Волльф.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу на окремих етапах розвитку рослин соняшнику показав зростання показників зі збільшенням норм внесення добрив. У період 34-58

мікростадія розвитку фотосинтетичний потенціал змінювався залежно від варіанту досліду від 1,058 до 1,358 млн м²/га діб (табл. 3).

На мікростадіях розвитку 58-68 показники фотосинтетичного потенціалу посівів зменшувалися та варіювали від 1,188 до 1,292 млн м²/га діб.

3. Динаміка фотосинтетичного потенціалу посівів соняшнику, середнє за 2021–2022 рр., млн м²/га*діб

Варіанти удобрєння	Мікростадія (шкала ВВСН)	РЖТ Волльф		Альзан		ЕС Белла		Лайм	
	34–58	1	2	1	2	1	2	1	2
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀		1,131	1,337	1,102	1,121	1,058	1,077	1,081	1,097
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		1,271	1,284	1,149	1,163	1,101	1,121	1,141	1,151
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		1,299	1,309	1,170	1,182	1,149	1,165	1,162	1,674
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		1,327	1,351	1,232	1,245	1,201	1,226	1,205	1,212
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		1,343	1,358	1,240	1,253	1,217	1,235	1,224	1,226
V, %		6,64	2,32	4,92	4,69	5,83	5,81	4,85	18,12
N ₄₀ P ₂₀ K ₆₀	58-68	1,207	1,237	1,195	1,2037	1,188	1,201	1,216	1,219
N ₆₀ P ₃₅ K ₉₀		1,258	1,270	1,222	1,229	1,210	1,214	1,246	1,256
N ₈₀ P ₅₀ K ₁₂₀		1,273	1,281	1,235	1,237	1,232	1,239	1,258	1,267
N ₁₀₀ P ₆₅ K ₁₅₀		1,277	1,284	1,237	1,240	1,217	1,226	1,229	1,241
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₈₀		1,286	1,292	1,248	1,254	1,232	1,239	1,237	1,245
V, %		2,49	1,69	1,66	1,51	1,50	1,34	1,30	1,44

*Примітка: 1 – без обробки; 2 – обробка ретардантом Сетар

Застосування препарату Сетар забезпечувало зростання показників порівняно з варіантами без застосування ретарданту. Аналогічно до показників площі листків максимальні значення було отримано на варіантах гібриду РЖТ Волльф.

Кореляційний аналіз між показниками площі листків та урожайністю соняшнику свідчить про пряму позитивну кореляційну залежність, з коефіцієнтами кореляції в розрізі гібридів 0,977-0,987.

Висновки і перспективи. Формування асимілюючої поверхні посівів соняшнику визначалося факторами досліду, ґрунтовими та погодно-кліматичними умовами.

Список використаних джерел

1. Жатова Г., Яценко В., Колос І. Реакція гібридів соняшнику на застосування ретардантів. Danish scientific journal. 2021. Vol.2. No 54. P. 3–8.

Максимальні параметри площі листової поверхні посіви гібридів соняшнику формували на 64-68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН, на варіанті із внесенням N₁₂₀P₈₀K₁₈₀ за вирощування гібриду РЖТ Волльф – 47,1 тис. м²/га. Застосування ретарданту Сетар мало позитивний вплив на показники площі листків рослин соняшнику.

Проведення кореляційного аналізу між площею листової поверхні на 64-68 мікростадіях розвитку за шкалою ВВСН та урожайністю вказує на пряму позитивну кореляційну залежність, з коефіцієнтами кореляції залежно від гібриду від 0,977 до 0,987.

2. Городній М.М., Гончар О.М. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ: Арістей, 2006. 484 с.

3. Ткачук О.О., Кур'ята В.Г. Дія ретардантів на морфогенез, період спокою і

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

продуктивність картоплі: монографія. Вінниця, 2015. 150 с.

4. Рогач В.В., Попроцька І.В., Кур'ята В.Г. Дія гібереліну та ретардантів на морфогенез, фотосинтетичний апарат і продуктивність картоплі. Вісник Дніпропетровського університету. 2016. Т. 24(2). С. 416–420.

5. Кур'ята В.Г., Поливаний С.В. Дія антигіберелінового препарату хлормекватхлориду на структуру урожаю і якісні характеристики олії маку олійного. Сільськогосподарські науки: Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця. 2012. Вип. 1 (57). С. 90–93.

6. Zafirova T., Christov Ch., Iliev V. The influence of some growth regulators on the sunflower production. Plant Growth Regulators: proc. 4th Int. Symp. (Pamporovo, Sept. 28-Okt. 4, 1986). Pt. 1. Sofia, 1987. P. 797-800.

7. Рогач Т.І., Кур'ята В.Г. Фізіологічні основи регуляції морфогенезу та продуктивності соняшнику за допомогою хлормекватхлориду і трептолему. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. С. 140.

8. Троценко В.І. Соняшник: селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Суми: Університетська книга, 2001. С. 184.

9. Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T. et al. Nanopreparations in technologies of plants growing. Agronomy Research. 2021. Vol. 19. Iss. 1. P. 795–808. doi: 10.15159/AR.21.017.

10. Aksyonov I. Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. HELIA. 2007. Vol. 30. No 47. P. 79-86.

11. Hernandez L.F. Morphogenesis in sunflower as affected by exogenous application of plant growth regulators. Agriscientia. 1996. Vol. XII. P. 3-11.

12. Noreen S., Ashraf M., Hussain M., Jamil A. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. Pak. J. Bot. 2009. No 41(1). P. 473-479.

13. Каленська С.М., Гарбар Л.А., Горбатюк Е.М. Роль регламентів сівби у формуванні фітотричних показників соняшнику. Таврійський науковий вісник.

2020. № 113. С. 49–55. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.7

14. Мусатенко Л.І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. Київ: Логос, 2009. Т. 1. С. 508–536.

15. Шерстобоева О.В., Чабанюк Я.В. Вплив сумісного застосування тебуконазолу та іополіциду на врожайність озимої пшениці. Аграрна наука – виробництво: Наук.інформ. бюл. завершених наук. розробок. 2014. № 1. С. 5.

16. Pageau D., Lajeunesse J., Lafond J. Effet du taux de semis et de la fertilization azotee sur laproductivite du lin oleagineux. Can. J. Plant. Sci. 2006. Vol. 86. No 2. P. 363-370.

17. Jun Q., Renmin W., Jizhi Y., Jin H. Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress. Plant Grow. Regul. 2005. Vol. 47. No 1. P. 75-81.

18. Saini J.S., Jolly R.S., Singh O.S. Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the field. Exp. Agr. 1987. Vol. 23. No 3. P. 319-324.

19. Рогач Т.І. Особливості морфогенезу і продуктивності соняшнику за дії трептолему // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. Т. 1 / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. Київ: Логос, 2009. С. 680–686.

20. Hagye S., Faroogi A.H.A., Gupta M.M. et al. Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. Plant Grow. Regul. 2007. Vol. 51. No 3. P. 263-269.

21. Miliuviene L. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. Bot. Lithuan. 2007. Vol. 13. No 2. P. 115-121.

22. Анішин Л.А., Пономаренко С.П., Грицаєнко З.М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. Київ: МНТЦ «Агробіотех», 2011. 54 с.

23. Кур'ята В.Г., Голунова Л.А. Вплив хлормекватхлориду на формування симбіотичної системи соя-*Bradyrhizobium japonicum*. Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту. 2011. № 3(48). С. 79–83.

24. Hedden P., Croker S.J., Rademacher W., Jung J. Effects of the triazole plant growth retardant BAS 111 on gibberellin levels in oilseed rape, *Brassica napus*. *Physiol. Plant.* 1989. Vol. 75. No 4. P. 445-451.

25. Bekheta M.A., Abbas S., El-Kobisy O.S. Influence of selenium and paclobutrazole on growth, metabolic activities and anatomical characters of *Gerbera jasmonii* L. *Austr. J. of Basic and Applied Sci.* 2008. Vol. 2. No 4. P. 1284-1297.

26. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

27. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 2. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 341 с.

References

1. Zhatova, H., Yatsenko, V., & Kolosok, I. (2021). Reactions of sunflower hybrids for the retardant application. *Danish scientific journal*, 2(54), 3-8.

2. Horodnii, M.M., & Honchar, O.M. (2006). Applied biochemistry and plant production quality management. Kyiv: Aristei.

3. Tkachuk, O.O., & Kuriata, V.H. (2015). Effect of retardants on morphogenesis, dormancy and productivity of potatoes. Vinnytsia.

4. Rohach, V. V. Poprotska, I. V., & Kuriata, V. H. (2016). Effect of gibberellin and retardants on morphogenesis, photosynthetic apparatus and productivity of potatoes. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu*, 24(2), 416-420.

5. Kuriata, V. H., & Polyvanyi, S. V. (2012). The effect of the antigibberellin drug chlormequat chloride on the structure of the crop and qualitative characteristics of oil poppy. *Silskohospodarski nauky: Zbirnyk naukovykh prats VNAU*, 1(57), 90-93.

6. Zafirova, T., Christov, Ch., & Iliev, V. (1987). The influence of some growth

regulators on the sunflower production. *Plant Growth Regulators: proc. 4th Int. Symp.* (pp. 797-800). Pt. 1. Sofia.

7. Rohach, T.I., & Kuriata, V.H. (2018). Physiological basis of regulation of sunflower morphogenesis and productivity with the help of chlormequat chloride and treptolem. Vinnytsia: TOV «TVORY».

8. Trotsenko, V.I. (2001). Sunflower: selection, seed production, growing technology. Sumy: Universytetska knyha.

9. Kalenska, S., Novytska, N., Stolyarchuk, T. et al. (2021). Nanopreparations in technologies of plants growing. *Agronomy Research*, 19(1), 795-808. doi: 10.15159/AR.21.017.

10. Aksyonov, I. (2007). Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. *HELIA*, 30(47), 79-86.

11. Hernandez, L.F. (1996). Morphogenesis in sunflower as affected by exogenous application of plant growth regulators. *Agriscientia*, XII, 3-11.

12. Noreen, S., Ashraf, M., Hussain, M., & Jamil, A. (2009). Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Pak. J. Bot.*, 41(1), 473-479.

13. Kalenska, S.M., Harbar, L.A., & Horbatiuk, E.M. (2020). The role of sowing regulations in the formation of phytometric parameters of sunflower. *Taurian Scientific Bulletin*, 113, 49-55. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.7.

14. Musatenko, L.I. (2009). Phytohormones and physiologically active substances in the regulation of plant growth and development. *Fiziolohiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku / NAN Ukrainy, In-t fiziolohii roslyn i henetyky, Ukr. t-vo fiziolohiv roslyn*; holov. red. V.V. Morhun. (Vol. 1). Kyiv: Lohos.

15. Sherstoboieva, O.V., & Chabaniuk, Ya.V. (2014). The effect of the combined use of tebuconazole and iopolidid on the yield of winter wheat. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvu: Nauk.inform. biul. zavershenykh nauk. rozrobok*, 1, 5.

16. Pageau, D., Lajeunesse, J., & Lafond, J. (2006). Effet du taux de semis et de la

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

fertilization azotee sur laproductivite du lin oleagineux. *Can. J. Plant. Sci.*, 86(2), 363-370.

17. Jun, Q., Renmin, W., Jizhi, Y., & Jin, H. (2005). Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under waterlogging stress. *Plant Grow. Regul.*, 47(1), 75-81.

18. Saini, J.S., Jolly, R.S., & Singh, O.S. (1987). Influence of chlormequat on the growth and yield of irrigated and rainfed indian mustard (*Brassica juncea*) in the field. *Exp. Agr.*, 23(3), 319-324.

19. Rohach T.I. (2009). Features of morphogenesis and productivity of sunflower under the action of treptolem. *Fiziolohiia roslyn: problemy ta perspektyvy rozvytku / NAN Ukrainy, In-t fiziolohii roslyn i henetyky, Ukr. t-vo fiziolohiv roslyn*; holov. red. V.V. Morhun. (Vol. 1). Kyiv: Lohos.

20. Hagye, S., Faroogi, A.H.A., Gupta, M.M. et al. (2007). Effect of ethrel, chlormequat chloride and paclobutrazol on growth and pyrethrins accumulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis. *Plant Grow. Regul.*, 51(3), 263-269.

21. Miliuviene, L. (2007). Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC. *Bot. Lithuan.*, 13(2), 115-121.

22. Anishyn, L. A., Ponomarenko, S. P., & Hrytsaienko, Z. M. (2011). Plant growth

regulators. Development recommendations. Kyiv: MNTTs «Ahrobiotekh».

23. Kuriata, V.H., & Holunova, L.A. (2011). The effect of chlormequat chloride on the formation of the soybean-*Bradyrhizobium japonicum* symbiotic system. *Nauk. zap. Ternopil. ped. un-tu*, 3(48), 79-83.24.

24. Hedden, P., Croker, S.J., Rademacher, W., & Jung, J. (1989). Effects of the triazole plant growth retardant BAS 111 W on gibberellin levels in oilseed rape, *Brassica napus*. *Physiol. Plant*, 75(4), 445-451.

25. Bekheta, M.A., Abbas, S., & El-Kobisy, O.S. (2008). Influence of selenium and paclobutrazole on growth, metabolic activities and anatomical characters of *Gerbera jasmonii* L. *Austr. J. of Basic and Applied Sci.*, 2(4), 1284-1297.

26. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenskaya, S.M. (2016). Research in agronomy: textbook. manual: in 2 books. - Book 1. *Theoretical aspects of research*. For order. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan.

27. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenskaya, S.M. (2016). Research in agronomy: textbook. manual: in 2 books. - Book 2. *Theoretical aspects of research*. For order. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan.

FORMATION OF THE ASSIMILATING SURFACE BY SUNFLOWER HYBRIDS UNDER THE INFLUENCE OF NUTRITIONAL CONDITIONS AND RETARDANTS

L. A. Harbar, V. I. Avramchuk

Abstract. *The individual productivity of plants belongs to the factors that can be controlled throughout the growing season through individual elements of growing technology, systematic approaches to creating optimal conditions for the realization of the genetic potential of crops. It depends on the conditions of growth and development of plants, the assimilating surface formed by plants, and feeding conditions.*

A direct positive correlation was established between the leaf surface area at 64-68 microstages of development according to the BBCH scale and the yield of sunflower hybrids with correlation coefficients depending on the hybrid from 0.977 to 0.987.

The maximum indicators of the area of the assimilating surface of the sunflower plant were formed at 64-68 microstages of development according to the BBCH scale, on the variant with the use of $N_{120}P_{80}K_{180}$ for the cultivation of the RGT Wollf hybrid -

Гарбар Л. А., Аврамчук В. І.

47.1 thousand m²/ha. Treatment with the Setar retardant had a positive effect on the parameters of the leaf area of sunflower plants.

Key words: *hybrids, fertilizers, leaf surface area, sunflower, feeding conditions, productivity*

**ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ОДНОРІЧНИХ САДЖАНЦІВ ЯБЛУНІ
КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ****О. С. ГАВРИЛЮК**, доктор філософії (PhD), асистент,<https://orcid.org/0000-0002-4551-6727>,

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

Н. В. ШЕВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент<https://orcid.org/0000-0001-8430-0374>,

E-mail: natalka_shevchuk@ukr.net

Б. М. МАЗУР, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувачкафедри, <https://orcid.org/0000-0002-9508-0773>,

E-mail: mazurborism@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.005](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.005)

Анотація. У статті представлені результати дослідження формування однорічних саджанців сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу на підщепах 54.118 та М.9 за період з 2020 по 2022 роки. Дослідження проводились у плодovому розсаднику навчальної лабораторії "Плодоовочевий сад" кафедри садівництва ім. проф. В.Л. Симиренка НУБіП України. Майже всі сорти та гібриди (з окрім сорту 'Дюймовочка', яка мала приживаність на рівнях 73,3%) успішно прижились на обох підщепах 54.118 та М.9. Найвищий рівень приживлюваності бруньок після ревізії виявлений у сорту 'Болеро'. Також була виявлена стабільність приростів на всіх досліджуваних сортах та гібридах. Найбільший діаметр стовбура однорічних рослин був у гібриду Михайлівське 9/110, який мав діаметр 18,2 мм на підщепі М.9 і 18,5 мм на підщепі 54.118, а також у сорту 'Білосніжка' (18,5 мм) на підщепі 54.118. Найвищий відсоток стандартних саджанців зафіксований у сорту 'Болеро' (від 92% до 95%) на обох досліджуваних підщепах. Вирощені саджанці всіх сортів та гібридів на карликовій підщепі М.9 і середньорослій підщепі 54.118 мали добре розвинену розгалужену кореневу систему з чітко вираженими двома або трьома ярусами коренів.

Ключові слова: яблуня, *Malus domestica* Borkh, сорти, розмноження, підщепа, саджанець, окулірування, щеплення, коренева система, якість

Актуальність. Перші відомості про колоноподібні яблуні виникли завдяки К. Лапінсу, канадському селекціонерові. У 1964 році місцевий житель Ентоні Вайсік, який мав сад із яблунями, звернувся до нього зі

своїми запитаннями про яблуню, яка вже 50 років росла в його саду. Вайсік помітив незвичну гілку на цьому дереві, яка відрізнялась своєю компактністю та специфічною здатністю до плодоношення. Ця гілка

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

виросла на сорті «Мекінтош» і мала незвичайні морфологічні характеристики, такі як гнучка, цупка і міцна деревина, а також несподіваний зовнішній вигляд, який не був характерним для цього сорту яблуні. Крім того, на цій гілці не було бічних гілок, але водночас вона мала велику кількість плодових утворень і плодів. Після цього дослідження гілки селекціонер домовився з Е. Вайсіком про її подальше розмноження [16]. Вперше її оцінили та дали назву «Важак» («Wijcik McIntosh») на дослідницькій станції в Саммерленді, де працював К. Лапінс. Загальний опис «Важака Мекінтоша» був таким: це компактний спур, у якого бічні гілки відсутні або лише кілька, розташованих паралельно (під гострим кутом) центрального провідника; з вкороченими міжвузлями, густим розміщенням кільчаток, потовщеними приростами та м'ясистими темно-зеленими листками. В цьому описі відсутнє слово "колоноподібний", і 'Важак' залишився компактом-спуром [17].

В Україні селекційна робота з «колонами» розпочалися у 1982 році. Результатом їх є близько 20 колоноподібних сортів яблуні, створених у різних наукових установах. Так низку сортів створено у Інституті помології ім. Л.П. Симиренка НААН України ('Дебют', 'Дюймовочка', 'Гармонія', 'Вікторія', 'Михайлівське'), Інституті садівництва НААН України ('Ася',

'Антей київський', 'Аннушка', 'Спарта', 'Танцівниця', 'Вертикаль', 'Руслан'), а також на Кримській дослідній станції садівництва НААН ('Білосніжка', 'Фаворит'). Усі перелічені сорти ще й досі проходять сортовипробування

В Україні почали селекційну роботу з "колонами" в 1982 році, що призвело до створення приблизно 20 сортів яблунь різних наукових установ. Декілька з цих сортів розроблені в Інституті помології ім. Л.П. Симиренка НААН України, такі як 'Дебют', 'Дюймовочка', 'Гармонія', 'Вікторія' і 'Михайлівське'. Інші сорти, такі як 'Ася', 'Антей Київський', 'Аннушка', 'Спарта', 'Танцівниця', 'Вертикаль' і 'Руслан', розроблені в Інституті садівництва НААН України. Крім того, Кримська дослідна станція садівництва НААН створила сорти, такі як 'Білосніжка' і 'Фаворит'. Важливо зауважити, що всі ці сорти і досі перебувають у процесі сортовипробування [1, 6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Колоноподібні сорти яблунь можуть бути розмножені будь-якими відомими методами вегетативного розмноження [2]. У промисловості основним способом отримання яблунь-колон є вирощування саджанців методом окулірування (вічкування).

Процес вирощування саджанців починається зі створення маточника вегетативних підщеп, на головній

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

ділянки якого виробляються якісні відсадки [11]. Клонові підщепи для яблунь і груш часто отримуються шляхом вертикальних відсадків у спеціальних відсадкових маточках.

Сучасні технології створення та використання відсадкових маточників для яблунь і груш розраховані на період експлуатації тривалістю в 10–15 років і щорічне виробництво 200–300 тисяч стандартних підщеп з 1 гектара.

У виробничих розсадниках для розмноження маточників існують два різні методи: вертикальний (традиційний) і горизонтальний. Горизонтальний спосіб став популярним у країнах Європейського Союзу, таких як Нідерланди, ФРН, Італія та Польща, а також відомий серед українських розсадників. У США основним методом залишається вертикальний спосіб з додатковими методами інтенсифікації, такими як збільшення щільності садіння та використання ростових стимуляторів.

Вибір місць для встановлення маточника має підтримувати певні вибіркові критерії. Основні з них включають рівний рельєф, наявність поживного легкого ґрунту, який не використовувався для вирощування плодкових культур протягом принаймні 7 років, і можливість зрошення, ідеально - за допомогою підземного краплинного полива.

Саджанці для використання в маточнику повинні мати відповідну сертифікацію та відноситися до

категорії "базовий" або, як мінімум, "сертифікований". Стандартний вибір однорічних здорових рослин першого сорту з добре розвиненою кореневою системою і надземною частиною, з умовною кореневою шишкою діаметром не менше 8 мм і довжиною понад 70 см.

При горизонтальному способі встановлення маточника рослини садять ранньою весною під кутом 45 градусів до поверхні ґрунту, а після садіння їх скорочують на 60 см вище умовної кореневої шийки.

Восени створюють так звану "маточну косу", укладаючи і фіксуючи всі пагони в одній лінії. У наступній весні вздовж усієї довжини маточної коси пробуджуються бруньки і масово відростають молоді пагони, які, досягнувши висоти 15–20 см, згортаються на 8–10 см. Під час росту пагонів цей процес повторюється ще на 2–3 рази, утворюючи валок висотою 25–30 см. Між 30 і 60 днями після першого згортання пагонів у нижній їх частині починають розвиватися адвентивні корені. Швидкість цього процесу значно відрізняється від генетичних особливостей конкретної підщепи. У випадках таких підщеп, як ММ.106 і 54.118, перші корінці фактично з'являються на місяць раніше, ніж у сорті М.9.

Восени відсадки, одержані від маточних кущів, розподіляють і намагаються створити перше поле саджанців, де їх потім прищеплюють

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

відповідними сортами. Технологічний цикл у відсадковому маточнику повторюється щороку.

Яблуні іноді клонують шляхом використання зелених живців. Для успішного використання цього методу потрібні якісні живці і теплиці. Проте цей метод має свої ризики, такі як погане укорінення живців і низька зимостійкість. Процес розмноження живцями вимагає значних витрат і разом із іншими факторами не завжди є хорошим методом отримання вегетативної підщепи для яблуні [6].

З урахуванням морфологічних особливостей колоноподібних сортів, отримати достатню кількість живців і вічок для окулірування рідко вдається. Для отримання високоякісного прищепного матеріалу має бути закладений маточно-живцевий (маточно-сортний) сад. Висаджують його чистосортними саджанцями колоноподібних сортів яблунь, на яких не допускають плодоношення та які щорічно сильно обрізають. Властивістю колоноподібних яблунь є утворення потовщених пагонів, що вимагає відповідної товщини підщеп. Бажано при обрізуванні маточних рослин резервувати якнайбільше точок росту, з яких відповідно буде виростати більше пагонів із оптимальною для щеплення товщиною на більшості підщеп. За дотримання цих правил кожного року виростають якісні пагони (довжиною

близько 30–40 см), з яких використовують в середньому 8–12 бруньок для вічкування. Сорти - колони у маточно-живцевому саду можуть дати 6–12 пагонів з однієї рослини.

Зимове щеплення колоноподібних сортів яблуні поліпшеним копулювання майже не практикується. За даного способу щеплення різко збільшуються витрати живців прищепи (через густорозміщені бруньки та міцну деревину, яку важко правильно зрізати) і, враховуючи усю складність отримання живців колоноподібних сортів, він є економічно не вигідним.

Основним шляхом отримання садивного матеріалу колон є вирощування однорічних саджанців з використанням вічкування. Вирощувати дворічні саджанці є економічно недоцільно, адже ринкова ціна дворічок і однорічок майже однакова, а витрати на вирощування перших набагато вищі. До того ж дворічні саджанці колон мають гіршу приживлюваність в саду.

При створенні інтенсивних насаджень яблуні велика увага надається якості садивного матеріалу, котрий здатний забезпечити швидкий вступ дерев у плодоношення та високі сталі врожаї [12, 13, 14]. Ключовою метою в розсаднику є отримання якісного та оптимального за всіма показниками садивного матеріалу колоноподібних сортів. При цьому саджанці мають бути принаймні

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

0,3×0,6 м у висоту (залежно від сорту).

Мета цього дослідження полягає в оцінці якості однорічних саджанців яблунь колоноподібного типу на двох типах підщепи - середньорослій підщепі 54.118 та карликовій підщепі М.9.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводилися протягом трьох років, з 2020 по 2022 рік, на кафедрі садівництва імені професора В.Л. Симиценка Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для проведення експериментів використовувалася навчальна лабораторія «Плодоовочевий сад» як основна дослідницька платформа.

Стандартні підщепи висаджували в перше поле шкільки саджанців за схемою 0,9 × 0,15 м у першій декаді квітня.

Предмет досліджень – 9 сортів та гібридів яблуні колоноподібного типу - 'Болеро', 'Білосніжка', 'Спарта', 'Фаворит', 'Дюймовочка', Михайлівське 9/110, 9/78 Вікторія, 9/110, 11/1 (2), 11/15 (2).

Об'єкт дослідження – якісні показники саджанців.

Організації досліджень, закладання дослідів, проведення обліків і спостережень проводили відповідно до «Методики проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду» [7].

Досліджувані рослини зростали у Західному Лісостепу України, де панує помірно континентальний клімат. Середньорічна температура повітря становить приблизно 10,1 °С. Найнижча температура в січні становить близько -3,2 °С, а найвища - у серпні - близько 21,8 °С. Весняні заморозки дозволяють до середини травня, після чого починається активний ріст і розвиток рослин. Середня сума активних температур, коли температура перевищує 10 °С, становить близько 3450 °С, а середньорічна кількість опадів становить близько 380 мм.

Ґрунт дослідної ділянки є крупнопильованим середньосуглинковим чорноземом дерновосередньоопідзоленим, який сформувався на лесових відкладах. Цей тип обґрунтовано є характерним для північної частини Лісостепу. Вміст органічного речовини (гумусу) коливається від 0,69 % до 2,07 %, а реакція середовища (рН водної витяжки) становить від 6,47 до 6,81. Забезпеченість ґрунту лужногідролізованим азотом дуже низька (за Корнфілдом [8]), а вміст рухомих сполук фосфору (за Чіріковим [9]) – високий у всіх горизонтах, в орному шарі ґрунту (0–40 см) – дуже високий. У першому рівні відбору зразків ґрунту (0–20 см) відзначено підвищене забезпечення обмінним калієм у всіх інших рівнях – середнє.

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

Були проведені наступні обліки та спостереження:

- Оцінка стану підщепи перед проведенням окулірування;
- Визначення приживлюваності і стану перезимівлі заокульованих вічок;
- Вимірювання біометричних показників однорічних саджанців.

Результати лабораторних вимірювань були оброблені статистично з використанням дисперсійного аналізу за допомогою програми Excel за В. Меженським [10].

Результати дослідження.

Приживлюваність вічок.

Щеплення брунькою (вічком) визначених колоноподібних сортів та

гібридів на підщепах М.9 та 54.118 проводилося в кінці липня 2020 року. Приживлюваність вічок фіксувалася під час осінньої ревізії окулянтів (через 40-45 днів від моменту окулірування). Розглядаючи дані, представлені на рисунку 1., можна сказати про певну перевагу на етапі первинного зростання компонентів щеплення середньорослої підщепи 54.118 в порівнянні із карликовою М.9. Ті сорти та гібриди, що були щеплені на обох підщепах, показали кращі результати приживлюваності вічок на підщепі 54.118 (у середньому, серед об'єктів дослідження, похибка становила 2,05%).

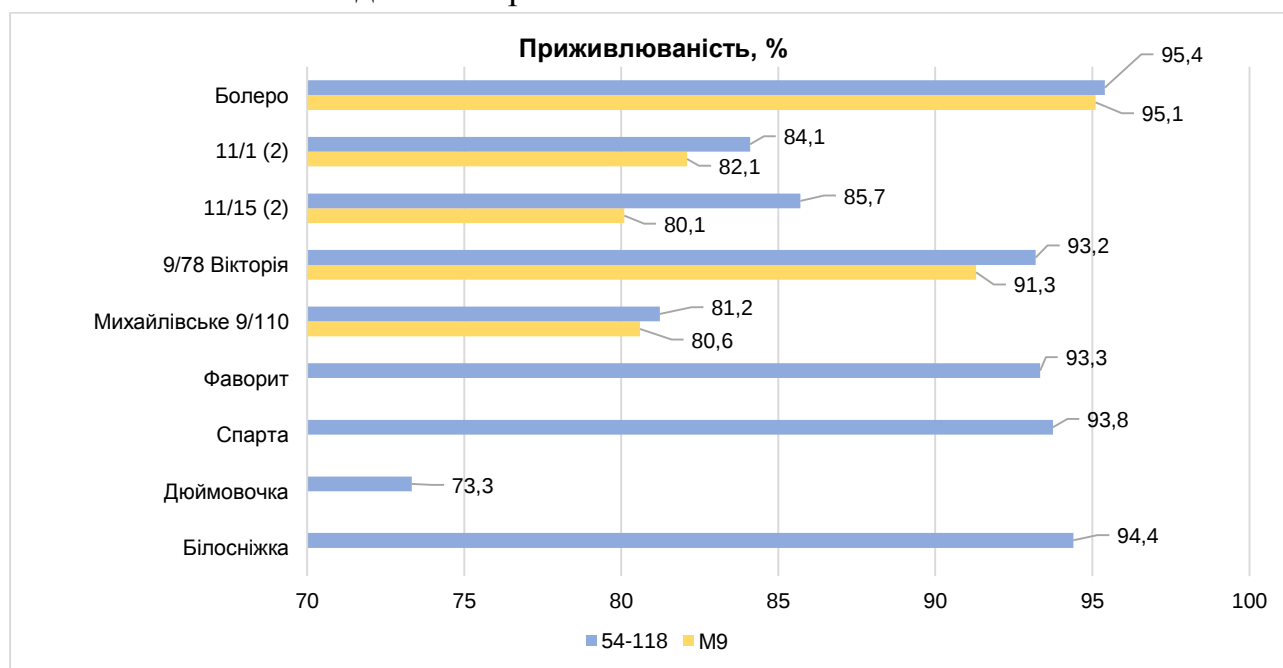


Рис. 1. Приживлюваність вічок, 2020 рік.

Загалом, найвищий рівень приживлюваності на підщепі М.9 було виявлено в сорту 'Болеро' (95,1 %), тоді як найнижчий результат зафіксовано у гібридів 11/15(2)

(80,1 %) та Михайлівського 9/110 (80,6 %). Схожий стан приживленості заокульованих бруньок склалася й на підщепі 54.118, на якій найкращими результатами відзначився сорт

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

‘Болеро’ (95,4 %), а найгіршими сорт ‘Дюймовочка’ (73,3 %) та гібрид Михайлівське 9/110 (81,2 %). На високому рівні на підщепі 54.118 прижилися також вічка сортів ‘Білосніжка’ (94,4 %), ‘Спарта’ (93,8 %) та ‘Фаворит’ (93,3 %). Серед гібридів найкраще себе проявив 9/78 Вікторія, що мав високу приживлюваність бруньок на двох підщепах на рівні 93,2 % (54.118) та 91,3 % (М.9). Усі інші сорти та

гібриди показали середні результати на обох типах підщеп.

Параметри надземної частини однорічних саджанців. З середини червня до кінця вересня 2021 року було проведено п'ять вимірів приросту однорічних саджанців (рис. 2). В результаті даних обліків, що проводилися спершу кожні 20 днів, а в подальшому раз на місяць, вдалося встановити динаміку росту саджанців на підщепах 54.118 та підщепі М.9 (таблиця 1).



Рис. 2. Вимірювання висоти саджанців

Переважно всі рослини на карликовій підщепі М.9 мали стабільний приріст. Найвищим як на початку вимірювань так і в кінці залишився сорт ‘Болеро’, найнижчим – гібрид 11/15(2). Найбільший приріст у більшості об'єктів спостерігався в період з 5 по 25 липня. Після 25 липня ріст в однорічок сповільнився, тому й виміри проводилися рідше.

На середньорослій підщепі 54.118 прирости були невисокими у

гібридів Михайлівське 9/110, 9/78 Вікторія та сорту ‘Дюймовочка’ (Таблиця 1). Інші сорти та гібриди мали кращі та стабільні прирости. Найнижчими залишились однорічки сорту ‘Дюймовочка’, а найвищими – ‘Білосніжка’. Стрибок росту та його сповільнення у більшій частині сортів та гібридів спостерігалися в той самий період, що й на попередній підщепі.

1. Динаміка росту однорічок (см), 2021 рік

Сорт	Дати вимірювання				
	15.06.2021	05.07.2021	25.07.2021	25.08.2021	21.09.2021
Підщепа М.9					
Болеро	13,5 ^a	25,3 ^a	44,8 ^a	62,5 ^a	68,4 ^a
Михайлівське 9/110	6,7 ^b	17,6 ^b	27,5 ^c	39,6 ^c	43,0 ^c
9/78 Вікторія	7,8 ^b	19,1 ^b	27,9 ^c	39,8 ^c	43,8 ^c
11/1 (2)	10,3 ^a	21,8 ^a	46,9 ^a	59,6 ^a	64,6 ^{ab}
11/15 (2)	11,7 ^a	21,3 ^a	43,7 ^a	56,7 ^a	60,8 ^b
Підщепа 54.118					
Білосніжка	21,4 ^{ab}	36,3 ^{ab}	55,4 ^a	67,8 ^a	74,9 ^a
Болеро	23,4 ^a	37,5 ^a	53,5 ^a	66,7 ^{ab}	74,3 ^a
Дюймовочка	9,1 ^c	16,1 ^{dc}	25,4 ^d	32,3 ^e	41,4 ^d
Михайлівське 9/110	12,4 ^{bc}	18,5 ^{cd}	28,6 ^d	33,5 ^e	44,4 ^d
Спарта	16,7 ^b	27,5 ^b	40,6 ^{bc}	50,6 ^{cd}	59,3 ^{bc}
Фаворит	18,7 ^{ab}	30,6 ^{ab}	51,4 ^{ab}	60,5 ^{abc}	69,6 ^a
9/78 Вікторія	13,5 ^{bc}	17,4 ^{cd}	26,7 ^d	33,1 ^e	43,3 ^d
11/1 (2)	17,9 ^{ab}	25,3 ^{bc}	50,4 ^{ab}	65,6 ^{ab}	72,0 ^a
11/15 (2)	17,4 ^{ab}	24,7 ^{bc}	37,8 ^c	46,7 ^d	53,4 ^c

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

Найкращою динамікою росту серед сортів та гібридів, щеплених на М.9, вирізнялися ‘Болеро’ та 11/1(2), найгіршою ж вона була у Михайлівське 9/110 та 9/78 Вікторія. Решта сортів та гібридів були з середньою динамікою росту.

Аналізуючи дані приросту однорічок, вирощених на 54.118,

можна стверджувати, що інтенсивною динамікою росту характеризуються такі сорти та гібриди як: ‘Білосніжка’, ‘Болеро’, ‘Фаворит’ та 11/1(2). Повільна ж динаміка була у 9/78 Вікторія, ‘Дюймовочка’ та Михайлівське 9/110. Інші об’єкти досліджень мали середній рівень за цим показником.

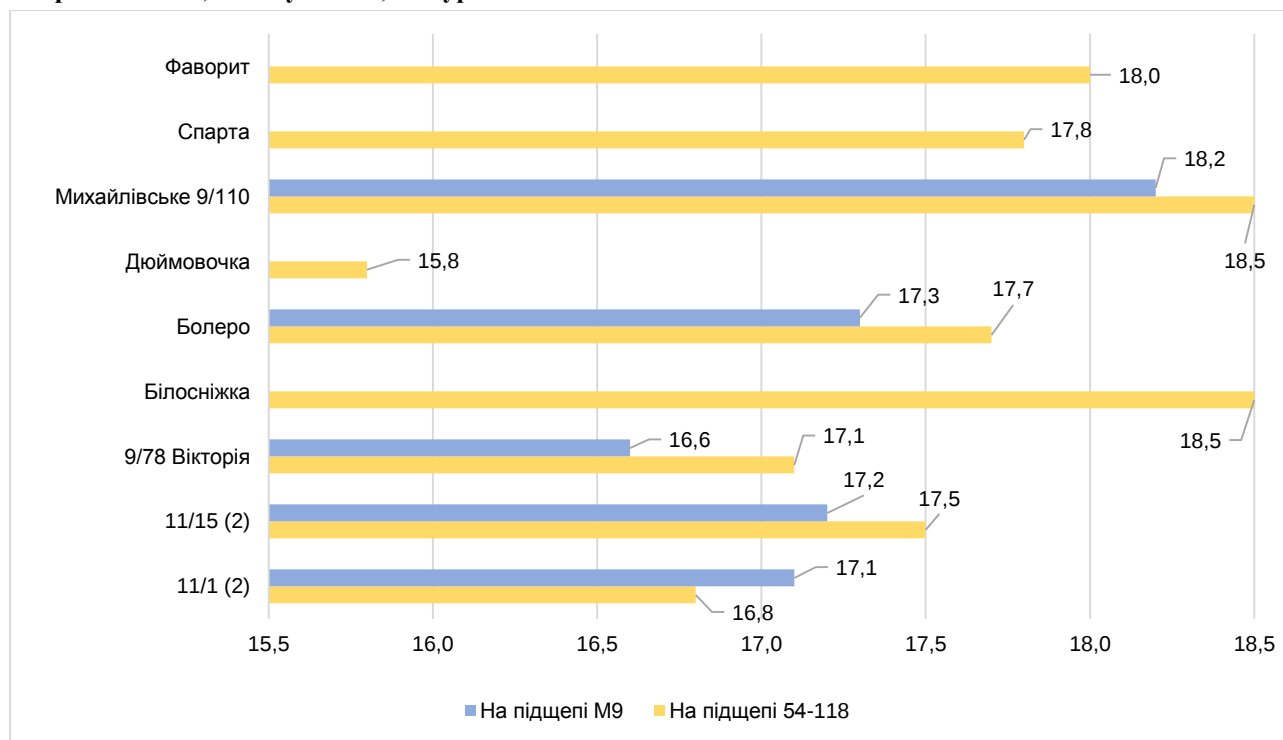


Рис. 3. Діаметр штамба однорічних саджанців, мм.

Один з головних показників якості саджанців є діаметр їхнього штамба, який залежить від обох компонентів щеплення - підщепи і прищепи.

За цим показником одні й ті ж сорти, щеплені на різних за силою росту підщепах 54.118 та М.9, значно відрізнялися (рис. 3). Так, найбільший діаметр стовбурця мали однорічки сорту 'Білосніжка' (18,5 мм) та гібрид Михайлівське 9/110 (18,5 мм), що зростали на підщепі 54.118. В свою чергу, з найменшим діаметром на даній підщепі були саджанці сорту 'Дюймовочка' (15,8 мм) та гібрид 11/1(2) (16,8 мм). Рослини решти сортів та гібридів на 54.118 мали проміжний діаметр.

Розглядаючи варіанти з М.9 та діаметр стовбурця, сформований на

ній, можна стверджувати, що найвищі результати показав сорт 'Болеро' (17,3 мм) та гібрид Михайлівське 9/110 (18,2 мм), а найнижчі – гібрид 9/78 Вікторія (16,6 мм). Всі інші сорти мали середні результати.

Загалом діаметр вирощених однорічних саджанців усіх досліджуваних сортів та гібридів (крім 11/1(2), вирощених на середньорослій підщепі був дещо вищим, ніж їх діаметр на карликовій.

Вихід стандартних саджанців залежав від їх біометричних параметрів і на підщепі 54.118 був вищим, ніж на тих же ж сортах та гібридах, щеплених на М.9. Усі досліджувані сорти на карликовій М.9 дали високий відсоток стандартних саджанців (рис. 4). Щодо гібридів, то вони на даній підщепі показали

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

середні результати на рівні 80–84 %. Найкращим серед сортів виявився ‘Болеро’ із показником виходу стандартних саджанців 96 %.

Аналізуючи вихід саджанців, вирощених на підщепі 54.118, можна також відмітити, що вищим він виявився у сортів, аніж у гібридів

(рис. 5). Водночас сорт ‘Дюймовочка’ на вказаній підщепі дав найменшу кількість якісних саджанців з поміж усіх досліджуваних. Решта сортів забезпечили доволі високий вихід стандартного садивного матеріалу (у межах 90–95%).

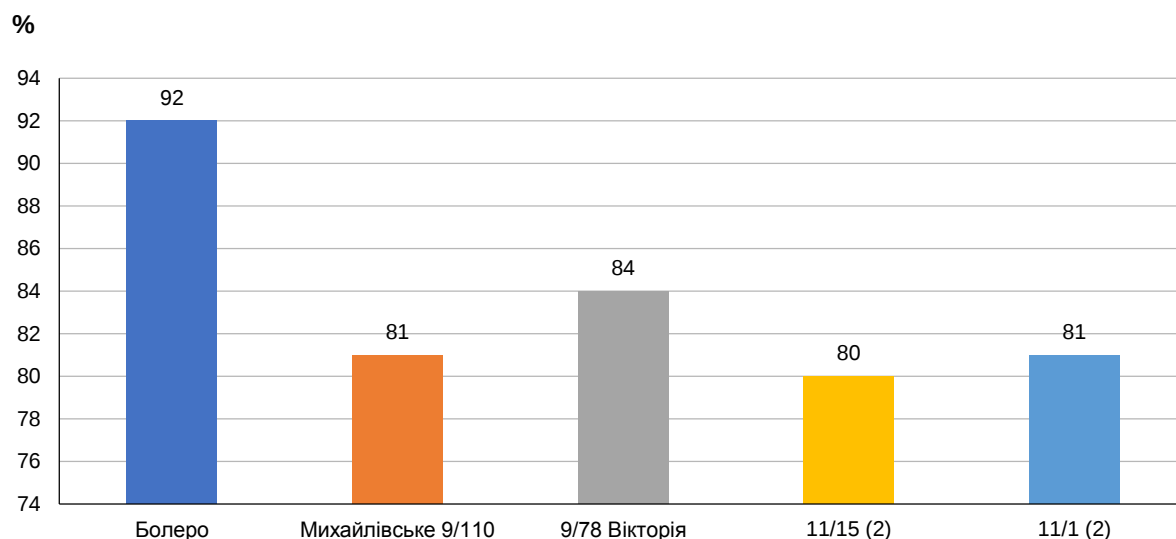


Рис. 4. Вихід стандартних саджанців на підщепі М.9, %

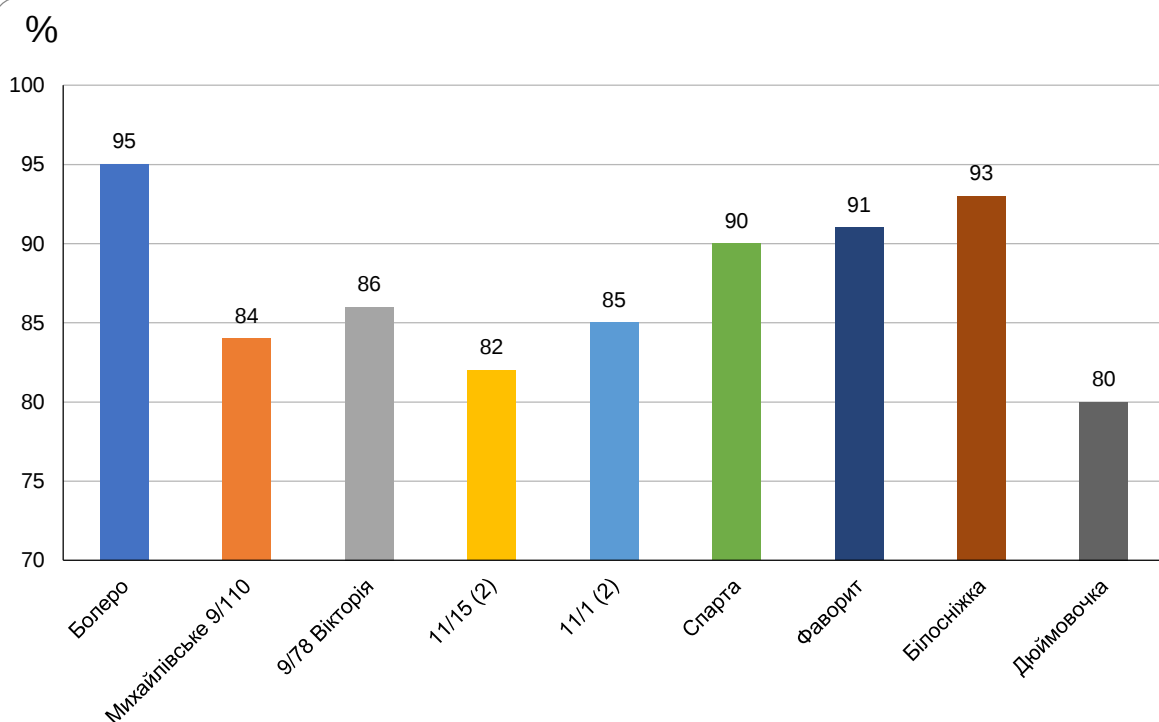


Рис. 5. Вихід стандартних саджанців на підщепі 54.118, %

Параметри кореневої системи

Згідно з кореляційними зв'язками, надземна частина плодового дерева не зможе добре сформуватися без розгалуженої

кореневої системи. Тому біометричні параметри коренів (рис. 6) є одним з найважливіших показників якості саджанців.



Рис. 6. Коренева система саджанців на різних підщепах: а – М.9; б – 54.118.

Розвиток і характер кореневої системи у саджанців визначається здебільшого підщепою. Усі однорічки сортів та гібридів, вирощені на підщепі М.9, мали чітко виражені два або більше ярусів коренів, крім того, вони ще й були добре розгалужені

(табл. 2). Прищепка також впливає на ріст кореневої системи. Найкращий її розвиток спостерігався у сорту 'Болеро' та гібриду 9/78 Вікторія, а найгірший - у гібридів 11/15(2) та 11/1(2).

2. Параметри кореневої системи однорічних саджанців на підщепі М.9

Сорт	Ступінь розгалуження	Ярусність	Загальна довжина кореневої системи, см
9/78 Вікторія	Сильно розгалужена	Ярусність сильно виражена, з великою кількістю бічних коренів	24,7±1,23 ^a
Болеро	Сильно розгалужена	Виражена ярусність з багатьма додатковими коренями	24,6±1,31 ^{ab}
Михайлівське 9/110	Сильно розгалужена	Довгі бічні корені розташовані у великій кількості у першому та другому ярусі	24,2±0,94 ^{abc}
11/15 (2)	Середня розгалуженість	Двоярусна коренева система має середню кількість додаткових коренів	23,6±1,38 ^{bc}
11/1 (2)	Середня розгалуженість	Слабко виражена ярусність	23,4±1,31 ^{cb}

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

Підсумовуючи результати дослідження кореневої системи у однорічних саджанців, отриманих на підщепі 54.118, можна стверджувати, що в усіх варіантах досліду

сформувалась якісна коренева система з великою кількістю обростаючих коренів та вираженою їх ярусністю (табл. 3).

3. Параметри кореневої системи однорічних саджанців на підщепі 54.118

Сорт	Ступінь розгалуження	Ярусність	Загальна довжина кореневої системи, см
Дюймовочка	Слабко розгалужена	Яруси виражені в середній ступені з короткими бічними коренями по всій довжині	$32,0 \pm 2,45^a$
9/78 Вікторія	Сильно розгалужена	Розгалужена коренева система має чіткі грані трьох ярусів	$32,0 \pm 2,52^a$
Михайлівське 9/110	Сильно розгалужена	Чітка ярусність (три яруси) з багатьма бічними коренями	$30,6 \pm 3,65^{ab}$
11/1(2)	Середня розгалуженість	Ярусність не чітка	$30,5 \pm 2,11^{ab}$
Спарта	Слабко розгалужена	Яруси мають розбірливі краї, з невеликою кількістю бічних коренів	$30,4 \pm 2,71^{ab}$
Болеро	Сильно розгалужена	Багато бічних коренів присутні на усіх чітко виражених ярусах	$28,8 \pm 1,06^{bc}$
Фаворит	Середня розгалуженість	Середньочисельні додаткові корені в більшій мірі розміщені у верхньому чіткому ярусі	$28,3 \pm 2,77^{bc}$
11/15 (2)	Середня розгалуженість	Чітко виражені 3 яруси, з достатньою кількістю галузень	$27,9 \pm 3,53^{bc}$
Білосніжка	Середньо розгалужена	Яруси середньовиражені з переважаючим головним коренем	$27,0 \pm 2,26^{cb}$

Примітка: Середні значення в стовпцях з різною літерою сильно відрізняються за критерієм Фішера ($P \leq 0,05$)

Загалом коренева система саджанців на підщепі 54.118 у порівнянні з М.9 була довшою, з більшою кількістю обростаючих коренів. Найвищими показниками характеризуються саджанці гібриду 9/78 Вікторія та сорту 'Дюймовочка'. Інші сорти та гібриди мали середньорозвинену кореневу систему,

хоч її параметри цілком задовільняють вимоги ДСТУ 38:2008 Саджанці плодкових культур. Технічні умови – головного документа, що регламентує якість саджанців, вирощених в українських розсадниках.

Висновки і перспективи. Спираючись на результати

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

досліджень особливостей формування однорічних саджанців колоноподібних сортів та гібридів яблуні на середньорослій та карликовій підщепі, можна зробити такі висновки:

Приживлюваність заокульованих вічок колоноподібних сортів та гібридів на підщепах 54.118 та М.9 є високою. Найвищий рівень приживлюваності за результатами ревізії облікували у сорту 'Болеро' на обох підщепах.

Виявлено стабільність приростів на усіх сортах та гібридах, що досліджувались;

Динаміка росту на обох підщепах була доброю у сорту 'Болеро' та гібриду 11/1(2).

Список використаної літератури

1. Кондратенко, Т. Є., Захаров, М. Колоноподібні яблуні. *Агроном.* 2009. Вип. 4. С. 184–185.
2. Овчаренко, С. Сад із колонами. *Садівництво по-українськи.* 2017. (1) С. 34–38.
3. Кондратенко, Т. Є., Захаров, М. В. Агроекологічні аспекти культивування колоноподібної яблуні в Україні. *Агроекологічний журнал.* 2010. Вип. 1. С. 65–68.
4. Кондратенко, Т. Є. Колоноподібний сад яблуні. *Сучасні Аграрні Технології.* 2013. С. 58–63
5. Гаврилюк О.С., Кондратенко Т.Є. (2018). Індустріальний яблуневий сад – міфи та реальність. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини. Київ. «ЦП «КОМПРИНТ»». С. 54–55 с.
6. Гаврилюк О.С. Техніка колон. *Садівництво по-українськи.* 2022. №2–3. С. 32–35.
7. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних

Найбільший діаметр штамба у однорічних саджанців досліджуваних сортів та гібридів виявився у гібриду Михайлівське 9/110 на обох підщепах: 18,2 мм (М.9) та 18,5 мм (54.118) та сортів 'Білосніжка' (18,5 мм (54.118)).

Найбільший відсоток стандартних саджанців виявлено у сорту 'Болеро' (95-92 %) на обох досліджуваних підщепах; найменший результат обліковано у гібриду 11/15(2) (80 %) та сорту 'Дюймовочка' (80 %);

Усі вирощені саджанці сортів та гібридів на карликовій та середньорослій підщепі мали достатньо розгалужену з чіткою ярусністю кореневу систему.

культур та винограду. Охорона прав на сорти рослин : офіц. бюл.гол. ред. В. В. Волкодав. Київ : Алефа. 2005. 2(2). 232 с.

8. ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда

9. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова.

10. Меженський В. М. Основи наукових досліджень у садівництві. Розрахунки в Microsoft Excel: Навчальний посібник, 2017. 212 с.

11. Шевчук, Н., Гаврилюк О.С. Сортів особливості формування саджанців черешні на насінневих та клонових підщепах. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2022. 0(4(98)). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2022.04.006>

12. Arsov, T., Kiprijanovski, M., Gjamovski, V., Saraginovski, N. Performance of some cherry cultivars growing on different planting distances. In *IV Balkan Symposium on Fruit Growing* (2019, September), 1289 (pp. 119–

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

124). <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.17>

13. Karakaya, O., Ozturk, B., Aglar, E., Balik, H. I. The Influence of the Rootstocks on Biochemical and Bioactive Compound Content of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Fruit. *Erwerbs-Obstbau*. 2021. Vol. 63. P. 247–253. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00542-0>

14. Сухойван, О. М., Кіщак, О. А. Перспективний спосіб отримання адаптивних сорто-підщепних комбінуваних черешні для створення швидкоплідних насаджень. ДУ «НМЦ «Агроосвіта» (протокол від 01.10. 2018 № 6). 2018. 133 с.

15. Шевчук Н.В. Прогресивні технології в розсадництві. Київ: ЦП «Компринт». 2019. 160 с.

16. Гаврилюк О.С. Цінність яблуні колоноподібного типу як вихідного матеріалу для селекції. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво). Київ, НУБІП України. 2022. С. 129–131. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/zbi_rnik_tez_1.02.pdf

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

References

1. Kondratenko, T. Ye. & Zakharov, M. (2009). Columnar apple trees. *Agronomist*, 4, P. 184–185. (In Ukrainian).
2. Ovcharenko, S. (2017). Garden with columns. *Gardening in Ukrainian*, (1), P. 34–38. (In Ukrainian).
3. Kondratenko, T. Ye., & Zakharov, M. V. (2010). Agroecological aspects of columnar apple cultivation in Ukraine. *Agroecological journal*, 1, P. 65–68. (In Ukrainian).
4. Kondratenko, T. Ye. (2013). A columnar apple garden. *Modern Agrarian Technologies*, P. 58–63. (In Ukrainian).
5. Havryliuk, O.S., Kondratenko, T. Ye. (2018). Industrial apple orchard - myths and

reality. Materials of the international scientific and practical conference Innovations in the production, storage and processing of plant raw materials. Kyiv. "CPU "COMPRINT". P. 54–55. (In Ukrainian).

6. Havryliuk, O.S. (2022). Column technology. *Gardening in Ukrainian*. №2–3. P. 32–35. (In Ukrainian).

7. Methodology of examination of varieties of fruit and berry crops, nut crops and grapes. Protection of rights to plant varieties. Kyiv: Alefa, 2005. 2(2). 232 p. (In Ukrainian).

8. DSTU 7863:2015. (2016). Soil quality. Determination of easily hydrolyzable nitrogen by the Kornfield method. [Effective from 2016-07-01]. View. officer Kyiv: State Enterprise "UkrNDNC". 5 p. (In Ukrainian).

9. DSTU 4115-2002. (2003). Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the modified Chirikov method. [Effective from 2003-01-01]. Kyiv: State Committee of Ukraine for Technological Regulation and Consumer Policy, 9 p. (In Ukrainian).

10. Mezhenyskyi, V. M. (2017). Fundamentals of research in horticulture. Calculations in Microsoft Excel: A Tutorial. 212 p. (In Ukrainian)

11. Shevchuk, N., Havryliuk O.S. (2022). Varietal peculiarities of sweet cherry seedlings formation on seed and clone rootstocks. Scientific reports of NULES of Ukraine, 4(98). (In Ukrainian). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.006>

12. Arsov, T., Kiprijanovski, M., Gjamovski, V., Saraginovski, N. (2019). Performance of some cherry cultivars growing on different planting distances. In *IV Balkan Symposium on Fruit Growing* (2019, September), 1289 (pp. 119–124). <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1289.17>

13. Karakaya, O., Ozturk, B., Aglar, E., Balik, H. I. (2021). The Influence of the Rootstocks on Biochemical and Bioactive Compound Content of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Fruit. *Erwerbs-Obstbau*. Vol. 63, P. 247–253. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00542-0>

14. Sukhoivan, O. M., Kishchak, O. A. (2018). A promising method of obtaining

Гаврилюк О. С., Шевчук Н. В., Мазур Б. М.

adaptive varieties and rootstock combinations of cherries for the creation of fast-fruited plantations. State University "NMC "Agroeducation" (protocol dated October 1, №6). 133 p. (In Ukrainian).

15. Shevchuk, N.V. (2019). Progressive technologies in nurseries. Kyiv: CPU "Comprint". 160 p. (In Ukrainian)

16. Havryliuk, O.S. (2022). The value of the columnar apple tree as a source material for selection. Materials of the international scientific and practical conference Breeding -

heritage, modernity and future (education, science, production). Kyiv, NUBIP of Ukraine. P. 129–131. (In Ukrainian). https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u167/zbi_rnik_tez_1.02.pdf

17. Havryliuk, O., Bondarenko, Y., Boichuk, H., & Petrenko, D. (2022). Formation of productivity of apple varieties in Kyiv. Scientific reports of NULES of Ukraine, 1(95). (In Ukrainian). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15913>

QUALITY INDICATORS OF ONE-YEAR COLUMNAR APPLE SEEDLINGS

O. S. Havryliuk, N. V. Shevchuk, B. M. Mazur

Abstract. *The article presents the results of the study of the features of the formation of annual cultivars and hybrids of apple trees of the columnar type on rootstocks 54.118 and M.9. The research was conducted during 2020–2022 in the fruit nursery of the educational laboratory (NL) «Fruit Orchard» of the Prof. V. L. Symyrenko Department of Horticulture NULES of Ukraine. Almost all cultivars and hybrids (with the exception of 'Diuimovochka' (73.3 %) on the rootstock 54.118 and M.9 took root at a high level. The highest survival rate of inoculated buds during the revision on both rootstocks was recorded in 'Bolero'. The stability of growths on of all studied cultivars and hybrids. The largest stem diameter of annuals of the studied cultivars and hybrids was found in the Mykhailivske 9/110 hybrid (on both rootstocks: 18.2 mm (M.9) and 18.5 mm (54.118) and the cultivar 'Bilosnizhka' (18.5 mm) on 54.118). The highest percentage of standard seedlings was recorded in the variety 'Bolero' (95-92%) on both researched rootstocks. Grown seedlings of all cultivars and hybrids on dwarf (M.9) and medium-sized (54.118) rootstocks had a sufficiently branched root system with a clear expression of two or three tiers.*

Key words: apple tree, *Malus domestica* Borkh, varieties, reproduction, rootstock, seedling, budding, grafting, root system, quality

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У СОРТІВ І СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ НА ЧАС ПРИПИНЕННЯ ОСІННЬОЇ ВЕГЕТАЦІЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А. Л. РИСІН, <http://orcid.org/0000-0001-6356-4231>

ТОВ «НВАК «Степова»

Г. Б. ВОЛОГДІНА, кандидат сільськогосподарських наук,

<http://orcid.org/0000-0002-4643-1784>

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

E-mail: galinavologdina27@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.006)

Анотація. Встановлення особливостей осіннього розвитку рослин пшениці м'якої озимої з року в рік залишається актуальним питанням як в аспекті продовольчої, так і економічної безпеки держави. Мета. Виявити особливості прояву біометричних показників у генотипів пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в умовах центрального Лісостепу України. Методи – польовий, лабораторний, статистичний. Результати. Установлено, що за сприятливого гідротермічного режиму (2018 р.) рівень прояву біометричних показників рослин був максимальним, а в умовах ґрунтово - повітряної посухи (2019 р.) – мінімальним. Зміщення строків сівби в бік пізніх (15 жовтня) призвело до суттєвого їх зменшення. Виявлено, що домінуюча роль за впливом належала погодним умовам року, частка впливу яких займала 26,5÷70,6 %. Відмічено, що найвищу біомасу в середньому по досліді за три роки досліджень мала селекційна лінія ЛЮТ 55198, яка на момент настання часу припинення осінньої вегетації формувала фітоценоз з кількістю стебел 1,54 шт. і листків 3,86 шт., висотою 14,28 см, масою рослини 0,49 г. Досліджено, що кількість листків і маса однієї рослини різко зменшувались за стресових умов, а варіювання підвищувалось в умовах сівби 5 жовтня, що необхідно враховувати у веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та доборі генотипів із завданими параметрами. Перспективи. Установлено особливості прояву біометричних показників у пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації, які суттєво залежали від умов вирощування, строків сівби, генотипу та безпосередньо впливали на ріст і розвиток рослин, програмуючи в подальшому рівень їх продуктивності, та взаємодії чинників в умовах центрального Лісостепу України. Виділено селекційну лінію ЛЮТ 55198 і сорти МІП Дніпрянка, МІП Лада, які на момент припинення осінньої вегетації стабільно переважали стандарт Подільська за більшістю біометричних показників.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, біометричні показники, мінливість, генотип, строк сівби, умови року

Актуальність. В умовах глобального потепління клімату питання особливостей осіннього розвитку та перезимівлі рослин пшениці м'якої озимої з року в рік залишається актуальним і в аспекті продовольчої та економічної безпеки нашої держави має велике значення. За результатами багаторічних спостережень теплова аномалія температури повітря, як правило, більшою мірою спостерігається в зимовий період і певним чином позначається на тривалості осінньої вегетації озимих культур, умовах їх зимівлі та часі відновлення весняної вегетації. Відомо, що при вирощуванні пшениці м'якої озимої важливу роль відіграють погодні умови осіннього періоду вегетації, оскільки в цей час закладаються основи майбутньої врожайності, тому навіть сприятливий гідротермічний режим навесні, як правило, не в змозі нівелювати різницю, що проявляється в озимих рослин у початковій фазі їх розвитку [1]. Морфофізіологічний стан пшениці м'якої озимої перед входженням рослин у зиму є одним із найважливіших факторів, від якого залежить продуктивність культури. Доведено, що дата припинення осінньої вегетації значною мірою впливає не тільки на зимостійкість, але й на врожайність пшениці м'якої озимої [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значний вплив на тривалість осіннього періоду

вегетації рослин мають метеорологічні умови року, строки сівби та час появи сходів. Для сівби пшениці м'якої озимої кращими вважаються ті строки, коли від початку висіву насіння до припинення осінньої вегетації рослинами є 55–60 діб. За цей час встигають сформуватися від двох до чотирьох стебел на одну рослину, що в більшості років підтверджується високою зимостійкістю культури та одержанням вагомої врожайності [3]. Забезпечення оптимальних параметрів посівів пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації є одним із найбільш складних завдань у технології її вирощування. Добре відомо, що практично всі агротехнічні прийоми, які застосовуються впродовж осіннього періоду, чи навіть до сівби, мають великий вплив на кустистість рослин, їх масу, щільність стеблостою та їхній фізіологічний стан на час припинення осінньої вегетації [4]. Як надмірно розвинуті, так і недорозвинуті рослини восени мають недостатні адаптивні властивості, які б забезпечували їх стійкість впродовж зимового періоду. Строки сівби відносяться до тих агротехнічних прийомів, які дають змогу істотно змінювати умови існування рослин. Різні строки сівби мають вплив на густоту стояння рослин з одиниці площі, їх ріст і розвиток у осінній період, ураження хворобами, перезимівлю, а в кінцевому підсумку

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

на продуктивність, оскільки всі генеративні органи закладаються на ранніх стадіях та в подальшу формують адаптивні властивості рослин до несприятливих умов зимового чи весняно - літнього періодів [5].

Мета досліджень – виявити особливості прояву біометричних показників у генотипів пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації в умовах центрального Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились у 2018–2021 рр. у лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України в селекційній сівозміні. Агротехнічні заходи відповідали загальноприйнятим рекомендаціям щодо вирощування пшениці м'якої озимої в зоні Лісостепу України. Сівбу здійснювали після попередника соя в два строки (І строк – 5 жовтня; II строк – 15 жовтня). Матеріалом для досліджень були сорти (сорт-стандарт Подолянка, МІП Ассоль, Грація миронівська (МИР), МІП Дніпрянка, МІП Лада, МІП Ювілейна) та селекційні лінії (ЕР 55023, ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519) пшениці м'якої озимої миронівської селекції. Методи досліджень – польовий, лабораторний,

статистичний. Проводили обчислення статистичних параметрів за методикою селекційного експерименту (в рослинництві) [6]. Сприятливість умов середовища для формування продуктивності пшениці озимої визначали з урахуванням гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за методикою [7].

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами досліджень умови періоду сівба - припинення осінньої вегетації впливали на формування біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої (табл. 1). Погодні умови осені в 2018–2020 рр. були досить контрастними, різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю опадів. У вересні 2018 р. випало 85,0 мм опадів за кліматичної норми 56,6 мм, у жовтні дефіцит вологи становив 17,3 мм (середній багаторічний показник – 45,6 мм), а середня місячна температура повітря відповідно – 16,6 °С та 10,6 °С. У цілому період вересень - жовтень за умовами зволоження (ГТК = 1,2) був оптимальним для укорінення рослин пшениці м'якої озимої та формування повноцінної надземної маси. Восени 2019 р. відмічали дуже посушливі умови (ГТК = 0,33), що зумовило проблему отримання своєчасних і дружних сходів озимини.

1. Біометричні показники сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації, середнє за 2018–2020 рр.

Сорт, селекційна лінія	Рік	Кількість стебел, шт.	Кількість листків, шт.	Висота рослини, см	Маса однієї рослини, г	Маса 25 рослин, г	Маса абсолютно сухих 25 рослин, г
Подольська стандарт	2018	2,18±0,17	5,68±0,32	18,40±0,45	0,59±0,02	14,75	4,30
	2019	1,00±0,00	1,20±0,05	6,15±0,16	0,13±0,00	3,38	0,99
	2020	1,23±0,06	3,90±0,18	11,46±0,34	0,36±0,02	9,37	2,73
	$\bar{x}$	1,47±0,08	3,59±0,18	12,00±0,32	0,36±0,01	9,17	2,62
МПП Ассоль	2018	1,64±0,10*	4,48±0,16*	18,89±0,37	0,50±0,04*	12,37	3,59
	2019	1,00±0,00	1,34±0,09	6,58±0,19	0,14±0,00	3,37	0,99
	2020	1,49±0,00*	4,25±0,15	16,84±0,45*	0,59±0,04*	14,50	4,11
	$\bar{x}$	1,38±0,03	3,36±0,13	14,10±0,34*	0,41±0,02	10,09	2,89
Грація МИР	2018	1,70±0,13*	4,34±0,13*	18,75±0,52	0,63±0,02	15,62	4,54
	2019	1,00±0,00	1,58±0,11*	7,11±0,25*	0,16±0,01*	4,12	1,21
	2020	1,25±0,06	3,40±0,14	13,62±0,30*	0,45±0,02*	11,25	3,27
	$\bar{x}$	1,31±0,05	3,11±0,13*	13,16±0,36	0,41±0,02	10,33	3,01
МПП Дніпрянка	2018	2,12±0,12	5,32±0,20	22,00±0,53*	0,60±0,02	15,12	4,54
	2019	1,00±0,00	1,28±0,05	5,10±0,18*	0,15±0,01*	3,87	1,13
	2020	1,48±0,02*	5,22±0,23*	14,41±0,33*	0,57±0,04*	14,25	4,14
	$\bar{x}$	1,53±0,05	3,94±0,16	13,83±0,35*	0,44±0,02*	11,08	3,27
МПП Лада	2018	2,32±0,11	5,86±0,19	17,95±0,28*	0,60±0,02*	15,12	4,41
	2019	1,00±0,00	1,42±0,09*	5,15±0,16	0,14±0,01*	3,62	1,06
	2020	1,45±0,03	4,32±0,18	11,84±0,30*	0,47±0,02*	12,00	3,47
	$\bar{x}$	1,59±0,05	3,86±0,15	11,65±0,25*	0,40±0,02*	10,25	2,98
ЕР 55023	2018	1,94±0,09	5,58±0,18	18,71±0,39	0,67±0,02	16,75	4,61
	2019	1,00±0,00	1,34±0,09	6,29±0,37	0,16±0,01*	4,00	1,17
	2020	1,50±0,00*	4,62±0,17	13,53±0,36*	0,53±0,02*	13,12	3,80
	$\bar{x}$	1,48±0,03	3,84±0,15	12,84±0,37	0,45±0,02*	11,29	3,19
МПП Ювілейна	2018	1,38±0,12*	4,26±0,16*	21,76±0,37*	0,63±0,03	15,75	4,60
	2019	1,00±0,00	1,26±0,07	5,88±0,22	0,14±0,00	3,62	1,06
	2020	1,36±0,05	4,12±0,23	14,65±0,44*	0,50±0,03*	12,37	3,59
	$\bar{x}$	1,25±0,06	3,21±0,15	14,10±0,34	0,42±0,02	10,58	3,08
ЛЮТ 55198	2018	2,12±0,08	5,36±0,18	18,82±0,43	0,70±0,03*	17,50	5,12
	2019	1,00±0,00	1,62±0,10*	9,96±0,56*	0,22±0,01*	5,50	1,60
	2020	1,49±0,03*	4,60±0,22	14,05±0,56*	0,55±0,04*	13,87	4,03
	$\bar{x}$	1,54±0,04	3,86±0,17	14,28±0,42*	0,49±0,02*	12,29	3,58
ЛЮТ 37519	2018	1,70±0,08*	4,40±0,16*	21,62±0,54*	0,70±0,03*	17,62	5,14
	2019	1,00±0,00	1,98±0,06*	7,85±0,37*	0,17±0,01*	4,37	1,28
	2020	1,43±0,04	3,79±0,14	11,81±0,33	0,46±0,03*	11,62	3,38
	$\bar{x}$	1,38±0,04	3,39±0,12	13,76±0,41*	0,45±0,02*	11,20	3,27
НІР 05		0,21	0,47	1,07	0,05	-	-

Примітки: ЕР – еритропермум; ЛЮТ – лютеценс; $\bar{x}$ – середнє значення, * – біометричний показник відрізняється достовірно від стандарту

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

Нестача опадів у вересні, жовтні та листопаді становила відповідно 44,5 мм, 38,6 мм і 20,8 мм, а середня температура повітря перевищувала середні багаторічні значення на 1,6–3,6 °С, що призвело до уповільнення інтенсивності росту та розвитку рослин. Погодні умови осені 2020 р. були посушливими (ГТК = 0,59). У вересні - жовтні середні місячні температури повітря перевищували середні багаторічні значення на 4,4–5,0 °С. Кількість опадів за даний період становила 43,2 мм за кліматичної норми 102,2 мм. Дефіцит вологи в листопаді був 10,6 мм, а в вересні – 35,3 мм, що також негативно позначилося на інтенсивності росту та розвитку рослин. Відомо, що посушлива осінь значно подовжує період від сівби до утворення сходів пшениці м'якої озимої. Своєю чергою, затримка розвитку рослин зумовлює підвищену зрідженість, недостатню кустистість, нерозвинену кореневу систему та затримку подальшого розвитку в 1,5–2 рази в зв'язку з низькими температурами в листопаді і, як результат, перехід рослин до зими в непідготовленому стані [8]. Загалом осінній період, як і активна вегетація озимини, за кліматичними показниками закінчувався в третій декаді листопада, коли відмічали від'ємні середні добові температури повітря.

Восени (період від сівби до припинення осінньої вегетації) на ростові процеси рослин пшениці

м'якої озимої найбільший суттєвий вплив мали гідротермічні умови та строки сівби. За даними Мостіпана М. І. [9] на кустистість рослин і щільність посівів пшениці м'якої озимої на період настання часу припинення осінньої вегетації найбільший вплив мають строки сівби, що зі свого боку визначає їх потенційні можливості щодо формування врожайності. За результатами наших досліджень обидва чинника суттєво впливали на кількість стебел: погодні умови – 26,5 %, строки сівби – 20,9 % і їх взаємодія – 11,0 %, вплив генотипу та взаємодії рік × генотип був значно нижчим відповідно – 1,9 % і 3,4 %. У 2018 р. за оптимальних умов зволоження в осінній період рослини сформували максимальну середню кількість стебел за обох строків сівби відповідно – $2,39 \pm 0,12$ шт. і $1,41 \pm 0,09$ шт.. Посушливі умови 2019 р., які були несприятливими для кустиння пшениці м'якої озимої, призвели до формування одного пагону та входу в зиму нерозкущених посівів, що негативно вплинуло на їх подальший весняно - літній ріст і розвиток рослин усіх досліджуваних сортів і селекційних ліній, а також на рівень урожайності. У 2020 р. сівба 15 жовтня вплинула на скорочення періоду осінньої вегетації, внаслідок чого спостерігали аналогічну тенденцію (табл. 2). У середньому за три роки досліджень підвищені темпи пагоноутворення мали сорт МІП Лада

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

($1,59 \pm 0,05$ шт.) і селекційна лінія ЛЮТ 55198 ($1,54 \pm 0,04$ шт.) (табл. 1), з максимальним показником у сприятливих умовах 2018 р. за сівби 5 жовтня відповідно – $2,72 \pm 0,16$ шт. і $2,84 \pm 0,07$ шт..

Розмах та коефіцієнт варіації за кількістю стебел у генотипів за дуже посушливих умов 2019 р. та посушливих умов II строку сівби 2020 р. не відмічено, проте за оптимальних умов зволоження 2018 р. виявлено значний рівень мінливості за обох строків сівби ($C_v = 28,07\text{--}29,04\%$), що характеризує дану ознаку як високо мінливу (табл. 2). За три роки досліджень середній коефіцієнт варіації знаходився в межах від незначного ($8,95\text{--}9,95\%$) у селекційних ліній ЕР 55023, ЛЮТ 37519 і сортів МП Ассоль, МП Лада до середнього ($10,85\text{--}20,00\%$) у сортів Грація МИР, МП Дніпрянка, МП Ювілейна, стандарту й селекційної лінії ЛЮТ 55198. Максимальний середній рівень мінливості за ознакою незалежно від строків сівби відмічали в умовах 2018 р. та в сорту МП Ювілейна ($20,00\%$), а мінімальний – у селекційних ліній ЕР 55023 ($8,95\%$) і ЛЮТ 37519 ($8,97\%$).

Продуктивність пшениці м'якої озимої визначається параметрами росту й розвитку рослин і їх фотосинтетичного апарату, а також тривалістю вегетаційного періоду й

функціонуванням листкової поверхні як основного органу фотосинтезу. Важливим показником фотосинтетичної діяльності рослин є площа листкової поверхні, яка залежить від забезпечення рослин вологою, сортових особливостей, добрив, строків сівби тощо [10, 11]. У середньому за роки досліджень сорт - стандарт сформував кількість листків за обох строків сівби $3,59 \pm 0,18$ шт. Сорти МП Дніпрянка ($3,94 \pm 0,16$ шт.), МП Лада ($3,86 \pm 0,15$ шт.) і селекційні лінії ЛЮТ 55198 ($3,86 \pm 0,17$ шт.), ЕР 55023 ($3,84 \pm 0,15$ шт.) перевищили його за даним показником (табл. 1). У 2018 р. за сівби 5 жовтня в рослин пшениці м'якої озимої відмічено значно більшу кількість листків ($4,44 \pm 0,22 \div 7,56 \pm 0,42$ шт.) порівняно з II строком ($3,12 \pm 0,07 \div 4,72 \pm 0,09$ шт.), а в дуже посушливих умовах осіннього періоду 2019 р. рослини сформували найменший середній рівень ознаки за обох строків сівби ($1,00 \pm 0,00 \div 2,88 \pm 0,07$ шт.). У 2020 р. показник варіював від $2,25 \pm 0,10$ шт. у сорту Грація МИР за II строку сівби до $7,45 \pm 0,34$ шт. у сорту МП Дніпрянка за I строку. Коефіцієнт варіації за роки досліджень змінювався від низького до значного, що характеризує дану ознаку як високо мінливу. Розмах варіації за показником кількості листків за роки досліджень знаходився в межах від 0,16 до 3,12 шт. та залежав від строків сівби

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

та умов року вирощування (табл. 2).
За результатами дисперсійного
аналізу на кількість листків впливали
умови року (47,7 %), строки сівби

(25,2 %), їх взаємодія (5,0 %), значно
менше – генотип (1,7 %) і взаємодія
рік × генотип (2,5 %).

2. Параметри варіювання біометричних показників у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації, 2018–2020 рр.

Показник, рік		Строк сівби	$\bar{x} \pm s_x^1$	Lim min-max ²	R ³	Cv ⁴ , %
Кількість стебел, шт.	2018	I	2,39±0,12	1,16–2,84	1,68	29,04
		II	1,41±0,09	1,00–1,92	0,92	28,07
	2019	I	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
		II	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
	2020	I	1,82±0,07	1,47–2,00	0,53	17,56
		II	1,00±0,00	1,00–1,00	0,00	0,00
Кількість листіків, шт.	2018	I	6,28±0,25	4,44–7,56	3,12	19,88
		II	3,78±0,15	3,12–4,72	1,60	18,78
	2019	I	1,86±0,12	1,40–2,88	1,48	39,73
		II	1,03±0,01	1,00–1,16	0,16	8,57
	2020	I	5,85±0,25	4,55–7,45	2,90	18,95
		II	2,65±0,11	2,25–3,00	0,75	17,18
Висота рослини, см	2018	I	21,51±0,50	18,46–25,63	7,17	11,79
		II	17,81±0,40	15,88–21,14	5,26	10,74
	2019	I	8,23±0,32	6,13–13,29	7,16	18,76
		II	5,11±0,20	3,90–6,64	2,74	19,44
	2020	I	16,77±0,45	13,63–21,28	7,65	11,77
		II	10,39±0,29	8,31–12,43	4,12	12,00
Маса однієї рослини, г	2018	I	0,81±0,03	0,71–0,92	0,21	16,90
		II	0,44±0,01	0,27–0,52	0,25	12,30
	2019	I	0,18±0,01	0,14–0,29	0,15	26,70
		II	0,14±0,01	0,12–0,15	0,03	14,79
	2020	I	0,71±0,03	0,50–0,86	0,36	23,18
		II	0,28±0,01	0,24–0,34	0,10	16,95
Маса 25 рослин, г	2018	I	20,25	17,75–23,00	5,25	-
		II	11,00	6,75–13,00	6,25	-
	2019	I	4,50	3,50–5,25	1,75	-
		II	3,47	3,00–4,75	1,75	-
	2020	I	17,86	12,50–21,50	9,00	-
		II	7,11	6,00–8,50	2,50	-
Маса абсолютно сухих 25 рослин, г	2018	I	5,75	5,07–6,42	1,35	-
		II	3,32	2,04–3,94	1,90	-
	2019	I	1,28	1,00–2,07	1,07	-
		II	1,05	0,91–1,14	0,23	-
	2020	I	5,10	3,57–6,14	2,57	-
		II	2,13	1,80–2,42	0,62	-

Примітка: 1. $\bar{x} \pm s_x$ – середнє значення; 2. min, max – мінімальне і максимальне значення;
3. R – розмах варіювання; 4. Cv – коефіцієнт варіації, %

Висота рослин не є безпосереднім елементом продуктивності, проте також відіграє важливу роль у формуванні врожайності зерна. Ця ознака є генетично зумовленою, але значно залежить від умов навколишнього середовища [12]. Висота рослин у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої в 2018 р. варіювала від 18,46–25,63 см за I строку сівби до 15,88–21,14 см за II строку, у 2019 р. відповідно – від 6,13–13,29 см до 3,90–6,64 см, а у 2020 р. – від 13,63–21,28 см до 8,31–12,43 см.

Максимальне середнє значення ознаки було за I строку сівби 2018 р. ($21,51 \pm 0,50$ см), а мінімальне – за II строку 2019 р. ($5,11 \pm 0,20$ см) (табл. 2). Установлено, що в середньому висота рослин сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації варіювала від $11,65 \pm 0,25$ см до $14,28 \pm 0,42$ см за обох строків сівби (табл. 1). Осінній період 2019 р. був дуже посушливим, внаслідок чого рослини сформували мінімальну по досліду середню висоту рослин. За результатами досліджень суттєво впливали на висоту рослин: погодні умови (70,6 %), строки сівби (12,7 %) та їх взаємодія (4,0 %), вплив генотипу та взаємодії рік $\times$ генотип був значно нижчим – відповідно 1,2 % і 4,0 %.

Виявлено, що за роки вивчення середній показник маси однієї рослини на момент настання часу

припинення осінньої вегетації варіював від $0,36 \pm 0,01$ г до $0,49 \pm 0,02$ г (табл. 1). Мінімальний рівень показника незалежно від строку сівби був сформований в умовах 2019 р. Коефіцієнт варіації змінювався від середнього (12,30–16,95 %) до значного (23,18–26,70 %) (табл. 2). За результатами дисперсійного аналізу на рівень маси однієї рослини впливали умови року (48,0 %), строки сівби (26,0 %), їх взаємодія (9,0 %), значно менше – генотип (1,6 %) і взаємодія рік $\times$ генотип (2,2 %).

Середній показник маси 25 рослин у всіх досліджуваних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої перевищував стандарт (табл. 1). У 2018 і 2020 рр. за сівби 5 жовтня відмічали значно більшу масу ($17,75$ – $23,00$ г і $12,50$ – $21,50$ г відповідно) порівняно з II строком (відповідно $6,75$ – $13,00$ г; $6,00$ – $8,50$ г), а в посушливих умовах осіннього періоду 2019 р. рослини сформували найменший рівень показника за обох строків сівби (табл. 2).

Максимальна маса абсолютно сухих 25 рослин була в 2018 р. від 2,04 до 6,42 г незалежно від строків сівби (табл. 2). Усі досліджувані генотипи переважали стандарт (2,62 г) за середнім значенням показника, а найбільша (3,58 г) маса була в селекційної лінії ЛЮТ 55198 (табл. 1).

Отже, за результатами досліджень (2018–2020 рр.) установлено, що рівень формування біоценозу сортів і селекційних ліній

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

пшениці м'якої озимої на момент часу припинення осінньої вегетації суттєво залежав від умов вирощування, строків сівби, генотипу, які безпосередньо впливали на ріст і розвиток рослин, програмуючи в подальшому рівень їх продуктивності, та взаємодії чинників. Доведено, що за сприятливого гідротермічного режиму (2018 р.; строк сівби – 5 жовтня) рівень прояву біометричних показників рослин був максимальним завдяки повній реалізації генетичного потенціалу, а в умовах ґрунтово - повітряної посухи (2019 р.; строк сівби – 15 жовтня) – мінімальним. Домінуюча значущість за впливом належала погодним умовам року, частка впливу яких займала $26,5 \div 70,6$ %. Досліджено, що кількість листків і маса однієї рослини різко зменшувались за стресових умов (посуха), а варіювання підвищувалось в умовах сівби 5 жовтня, що необхідно враховувати у веденні селекційного процесу, вивченні вихідного матеріалу та добору генотипів з заданими параметрами. Установлено, що найвищу біомасу в середньому по досліді за три роки досліджень мала селекційна лінія ЛЮТ 55198, яка на момент настання ЧПОВ формувала фітоценоз з кількістю стебел 1,54 шт. і листків 3,86 шт., висотою 14,28 см, масою рослини 0,49 г. Максимальний по досліді рівень прояву показників

даного генотипу був за сівби 5 жовтня: кількість стебел – 2,84 шт. (2018 р.), 2,0 шт. (2020 р.), 1,95 шт. (середнє за три роки); маса рослини – 0,29 г (2019 р.), 0,65 г (середнє за три роки). За сівби 15 жовтня відмічали таку ж тенденцію стосовно маси рослини в 2018 р. (0,52 г), 2019 р. (0,15 г) і в середньому за три роки (0,33 г). Сорт МІП Дніпрянка також формував високий рівень надземної біомаси до моменту настання ЧПОВ і достовірно перевищив стандарт за середніми біометричними показниками: маса однієї рослини відповідно – $0,44 \pm 0,02$ г і $0,36 \pm 0,01$ г; висота відповідно – $13,83 \pm 0,35$ см і $12,00 \pm 0,32$ см. Селекційна лінія ЕР 55023 і сорт МІП Лада мали підвищену середню енергію кущення за сівби 5 жовтня відповідно – 1,88 і 1,87 шт., а за сівби 15 жовтня відмічали таку ж тенденцію для сорту – 1,31 шт. (максимальний рівень). За сприятливих термічних умов і вологозабезпеченості (сівба 5 жовтня 2018 р.) селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЕР 55023 і сорт МІП Лада повністю реалізували свою біологічну здатність утворювати підвищену кількість стебел у період кущіння (відповідно 2,84; 2,64 і 2,72 шт.). У екстремальних умовах (посуха) 2019 р. незалежно від строку сівби селекційні лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519 і сорт Грація МІР формували вегетативну біомасу, яка за кількістю листків, висотою та масою однієї рослини достовірно

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

перевищувала стандарт, що свідчить про їх здатність під час осінньої вегетації ефективно протистояти негативній дії стресора.

Висновки і перспективи. За результатами досліджень (2018–2020 рр.) встановлено особливості прояву біометричних показників сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої на час припинення осінньої вегетації, які суттєво залежали від умов вирощування, строків сівби, генотипу. Доведено, що за сприятливого гідротермічного режиму (2018 р.) рівень прояву біометричних показників рослин був максимальним завдяки повній реалізації генетичного потенціалу, а в умовах ґрунтово - повітряної посухи (2019 р.) – мінімальним. Незалежно від умов року вирощування відмічено тенденцію для всіх досліджуваних сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої до формування вищих значень біометричних показників за строку сівби 5 жовтня. Це вказує на те, що за адаптивними властивостями вони відносяться до інтенсивних генотипів з вираженою реакцією на середовище, тобто відносно висока врожайність зерна може бути

результатом специфічної дії на більш сприятливі умови вирощування. Більш ранній строк сівби забезпечив раціональне співвідношення водного та теплового ресурсів, завдяки чому рослини накопичували достатню надземну масу, формували вузол кущіння та кореневу систему. Доведено, що рівень формування біометричних показників після ЧПОВ мав різноманітний характер їх мінливості в залежності від чинника впливу, що необхідно враховувати під час добору кращих генотипів і в селекційному процесі: підборі батьківських компонентів і плануванні схрещувань, вивченні вихідного матеріалу. У стресових умовах (посуха, пізній строк сівби) збільшується вірогідність відібрати більш адаптовані генотипи зі здатністю протистояти несприятливим умовам перезимівлі та формувати вищу продуктивність рослин. Виділено селекційну лінію ЛЮТ 55198 і сорти МП Дніпрянка, МП Лада, які на момент припинення осінньої вегетації стабільно переважали стандарт Подолянка за більшістю біометричних показників.

Список використаних джерел

1. Нетіс І. Т. Пшениця озима на Півдні України : монографія. Харків : Олдіплюс, 2011. 352 с.

2. Кривенко А. І., Почколіна С. В., Безеде Н. Г. Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах

Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 78–85.

3. Гирка А. Д., Педаш О. О., Кулик І. О. та ін. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (1). Р. 30–36.

4. Ткачук В. П., Сторожук В. В., Тимошук Т. М. Забур'яненість та

Рисін А. Л., Вологдіна Г. Б.

продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої залежно від строків сівби і норм висіву. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. Т. 1, № 1 (58). С. 69–79.

5. Уліч О. Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 58–62.

6. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.

7. Селянінов Г. Т. Методика сільськогосподарської характеристики клімату. *Мировой агроклиматический справочник*. Л.-М., 1937. С. 5–29.

8. Адаменко Т. Кліматичні особливості осені та підготовка озимини до перезимівлі. *Агроном*. 2020. № 4 (70). С. 10–11.

9. Мостіпан М. І. Поправки до технології. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 11. С. 62–66.

10. Ткачук В. П., Тимошук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (864). С. 38–44.

11. Мостіпан М. І. Реакція пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1 (24). С. 116–126.

12. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Висота та врожайність зерна сортів пшениці озимої під впливом оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання»*. 2018. Вип. 2. С. 6–13.

References

1. Netis, I.T. (2011). Winter Wheat in the South of Ukraine. Kharkiv: Oldiplus. [in Ukrainian]

2. Krivenko, A. I., Pochkolina, S.V., & Bezede, N.G. (2019). Productivity and quality of grain of promising varieties of winter wheat at different sowing periods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurida Scientific Herald*, 107, 78–85. doi:

10.32851/2226-0099.2019.107.10 [in Ukrainian]

3. Gyrka, A.D., Pedash, O.O., Kulyk, I.O., Viniukov, O.O., & Ischenko, V.A. (2017). Productivity of winter wheats after winter rape regards sowing time and seeding rate in Ukrainian Step conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1), 30–36. [in Ukrainian]

4. Tkachuk, V., Storozhuk V., & Tymoshchuk T. (2017). Weeding and winter wheat agrophytocenosis productivity depending on sowing time and seeding rate. *Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University*, 1(1), 58–62. [in Ukrainian]

5. Ulich, O.L. (2014). Effect of sowing time on the realization of productivity potential of modern varieties of soft winter wheat in the context of climate change. *Plant Varieties Studing and Protection*, 4, 58–62. [in Ukrainian]

6. Ermantraut, E.R., Hoptsii, T.I., Kalenska, S.M., Kryvoruchenko, R.V., Turchynova, N.P., & Prysiashniuk, O.I. (2014). Methods of Selection Experiment (in Crop Production). Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]

7. Selyaninov, G.T. (1937). Methods of agricultural characteristics of climate. In I. A. Goltsberg? & S. A. Sapozhnikova (Eds.). *World Agroclimatic Reference Book* (pp. 5–29). Leningrad, Moscow: Gidrometeoizdat. [in Russian]

8. Adamenko, T. (2020). Climatic features of autumn and preparation of winter crops for overwintering. *Agronom magazine*, 4, 10–11. [in Ukrainian]

9. Mostipan, M.I. (2016). Amendments to the technology. *The Ukrainian Farmer*, 11, 62–66. [in Ukrainian]

10. Tkachuk, V., & Tymoshchuk, T. (2020). Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Bulletin of Agricultural Science*, 3, 38–44. [in Ukrainian]

11. Mostipan, M.I. (2019). The response of winter wheat on the time of stunting autumn vegetation in the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 116–126. [in Ukrainian]

12. Gamayunova, V.V., & Panfilova, A.V. (2018). Height and grain yield of varieties winter wheat under the influence of optimization nutrition in the Southern Steppe of Ukraine. *The Bulletin of Kharkiv National*

FEATURES OF THE MANIFESTATION OF BIOMETRIC INDICATORS IN VARIETIES AND BREEDING LINES OF BREAD WINTER WHEAT ON THE AUTUMN VEGETATION DORMANCY ONSET DATE IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

A. L. Rysin, H. B. Volohdina

Abstract. Establishing the characteristics of the autumn development of bread winter wheat plants from year to year remains an urgent issue in terms of both food and economic security of the state. Goal. To identify the peculiarities of the manifestation of biometric indicators in the genotypes of bread winter wheat on the autumn vegetation dormancy onset date in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. Methods. Field, laboratory, statistical. The results. It was established that under a favorable hydrothermal regime (2018), the level of manifestation of biometric indicators of plants was maximal, and under conditions of soil and air drought (2019) it was minimal. Shifting the sowing dates to later ones (October 15) led to their significant decrease. It was found that the dominant role in terms of influence belonged to the weather conditions of the year with part of influence occupied 26.5÷70.6 %. It was noted that the breeding line LUT 55198 had the highest biomass on average in the experiment over three years of research, on the autumn vegetation dormancy onset date it formed a phytocenosis with 1.54 pcs stem number per plant, 3 number and plant weight decreased sharply under stressful conditions, and the variation increased under the conditions when sowing on October 5, which must be taken into account in management the breeding process, estimation of source material and selection of genotypes with the specified parameters. Prospects. The peculiarities of the manifestation of biometric indicators in bread winter wheat on the autumn vegetation dormancy onset date and the interaction of factors were established, they significantly depended on growing conditions, sowing dates, genotype and directly influenced the growth and development of plants, programming the level of their productivity in the future in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. The breeding n line LUT 55198 and the varieties MIP Dniprianka, MIP Lada were singled out, which on the autumn vegetation dormancy onset date stably prevailed over the standard variety Podolianka in the most biometric indicators.

Key words: bread winter wheat, biometric indicators, variability, genotype, sowing date, year conditions

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНОЛОГІЙ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН

М. В. ВОЙТОВИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-6943-3213>

О. Б. ПАНЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
<https://orcid.org/0009-0008-5087-5311>

Білоцерківський національний аграрний університет

О. А. ЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
<https://orcid.org/0000-0001-8789-522x>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ю. Г. МІЩЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-5942-9288>

Сумський національний аграрний університет

E-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.007)

Анотація. На сьогодні використання енергоресурсів набуває все більшої актуальності, розвиток сільського господарства характеризується постійним збільшенням використаної енергії за обробітку ґрунту, засобів захисту, органічних і мінеральних добрив, збирані врожаю. Мета досліджень дослідити вплив систем удобрення і основного обробітку ґрунту на процеси енергетичної ефективності технології вирощування культур короткоротаційної сівозміни та аналізу енергетичних витрат. У процесі досліджень були використані наступні методи: під час експерименту використовували польовий, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальновизнаних методик і методичних рекомендацій. Представлено результати наукових досліджень на чорноземі типовому в чотирьох п'ятипольних сівозмінах. Дослідження виявили, що найвищий вихід енергії за мінеральної системи удобрення (8 т гною + $N_{68}P_{72}K_{82}$) спостерігався у зернопросапній сівозміні 99,8 ГДж/га, за органо-мінеральної за внесення 8 т + $N_{27}P_{38}K_{45}$ + 3,5 т побічна продукція і сидеральна маса у плодозмінній – 104,5 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) був найвищим за органічної системи удобрення у зернопросапній – 5,7, зернопросапній спеціалізованій – 4,3, просапній – 5,8, плодозмінній – 4,7, застосування органо-мінеральної системи удобрення значно знизився цей показник у зернопросапній – 3,7, просапній – 3,4, плодозмінній – 4,1. Полицево – безполицевий і диференційований обробіток ґрунту забезпечили коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні зернопросапній сівозміні 4,9 – 5,0, зернопросапна спеціалізована – 3,6, просапна – 4,7. Матеріали дослідження мають практичне значення для аграріїв аналізу енергетичної ефективності короткоротаційних сівозмін на чорноземах типових.

Ключові слова. *обробіток ґрунту, система удобрення, коефіцієнт енергетичної ефективності, вихід енергії, енергетичні витрати*

Актуальність. В умовах ринкової економіки питання раціонального використання енергетичних ресурсів, впровадження енергетично ощадливих і високоефективних агротехнологій набувають особливого значення. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур залежить від низки чинників, серед яких агрохімічні та агротехнічні заходи є визначальними в досягненні сталого енергетичного балансу [8, 13]. Відношення енергії врожаю до зазначених енергетичних витрат лежить в основі коефіцієнта енергетичної ефективності, який нині є найбільш вживаним індикатором у проведенні розрахунків енергетичного балансу [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш вагомим елементом агротехнологій, який впливає на перебіг енергетичних потоків в агроєкосистемах, регулює інтенсивність процесів фотосинтезу, визначає їхню енергетичну ефективність є система удобрення. Використання систем удобрення сприяє нормувати обсяги надходження енергії в ґрунт, впливає на її перерозподіл та зберігання. Формування сталих засад аграрного виробництва на сьогодні неможливе без запровадження енергоощадних і екологічно спрямованих систем

удобрення, які забезпечують енергетичну стабільність агроєкосистем [4, 7, 13].

За даними Комісії з харчування ООН (ФАО), частка добрив у формуванні врожаю становить 30–50 %, а в прирості врожаю – 50–70 %. В Україні цей показник коливається в межах від 30 до 40 %, який, у свою чергу, залежить від клімату, родючості ґрунту, рівня агротехніки, норм і якості добрив та інших факторів [2]. Затрати на застосування добрив знаходяться в межах 10–25 % від загальних затрат. Для вибору та впровадження у виробництво найефективніших норм, форм, способів і строків внесення добрив необхідна їх економічна оцінка [3].

У комплексі заходів, направлених на зменшення сукупних витрат енергії важлива роль відводиться обробітку ґрунту. На обробіток ґрунту припадає 30-40% всіх трудових витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур. На нашу думку такі високі витрати пояснюються тим, що автор оцінює не один агроприйом, а всю систему основного, передпосівного обробітку та догляду за посівами [9, 12].

Мета досліджень – дослідити вплив систем удобрення і основного обробітку ґрунту на процеси енергетичної ефективності технології

виращування культур короткоротаційної сівозміни та аналізу енергетичних витрат.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводилось упродовж 2012-2021 рр. на дослідному полі Білоцерківського національного аграрного університету, що територіально розташовується у зоні недостатнього зволоження Лісостепу. Ґрунт дослідного поля представлений чорноземом типовим малогумусним середньосуглинковим з вмістом гумусу в 0-30 см шарі 3,7-3,9%.

Короткоротаційні сівозміни мали наступне чергування: плодозмінна:

До короткоротаційних сівозмін входили такі культури: люцерна – пшениця озима – буряки цукрові і соняшник – гречка – ячмінь з підсівом люцерни; зернопросапна: соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно; зернопросапна спеціалізована: гречка – пшениця озима – кукурудза на зерно, соняшник – ячмінь – соняшник; просапна: горох – пшениця озима – соняшник – кукурудза на зерно – соняшник.

Площа посівної ділянки 171 м², облікової – 112 м², повторність – 3-разова.

Фактор А (система основного обробітку ґрунту):

1. Диференційований (контроль) – проведення полицевого обробітку ґрунту у полях буряків цукрових і соняшнику, під пшеницю озиму,

одного мілкого безполицевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь;

2. Полицево-безполицевий – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під просапні культури, два рази мілкого безполицевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз – чизельного обробітку під ячмінь;

3. Мілкий безполицевий – проведення обробітку ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10-12 см під усі культури сівозміни.

Фактор В (система удобрення):

1. Нульовий рівень – без добрив;

2. Органічна – внесення на 1 га 8 т та 3,0 т нетоварної частини врожаю, маси пожнивних сидератів на гектар сівозмінної площі. Норма органічних добрив визначена за необхідністю позитивного балансу гумусу;

3. Органо-мінеральна – для відтворення родючості ґрунту пріоритетне використання органічних добрив, внесення 8 т гною на 1 га сівозмінної площі і 3,5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини врожаю, внесення 110 кг (N₂₇P₃₈K₄₅) мінеральних добрив;

4. Мінеральна – для відтворення родючості ґрунту внесення на 1 га сівозмінної площі 8 т гною і 222 кг (N₆₈P₇₂K₈₂) мінеральних добрив.

Під час експерименту використовували польовий, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальновизнаних

методик і методичних рекомендацій [11, 12].

Одержані результати дали змогу розрахувати коефіцієнт енергетичної ефективності як по органічній, органо-мінеральній, так і по мінеральній, системах удобрення відношенням загальної кількості енергії, яка витрачалась у сівозміні згідно з технологічним операціям, системам удобрення й обробітку ґрунту, до загальної кількості одержаної енергії у вигляді продукції рослинництва, відношенням загальної кількості одержаної енергії до її витрат, що дає змогу оцінити ефективність досліджених систем удобрення й обробітку ґрунту.

Результати досліджень та їх обговорення. Вивчення впливу систем удобрення та обробітку ґрунту на енергетичну ефективність нами проводилось в умовах зерно-просапних сівозмін. В основу енергетичної оцінки було взято коефіцієнт енергетичної продуктивності (К_е), який є узагальнювальним показником і показує співвідношення енергомісткості врожаю до витрат техногенної енергії на його отримання. Енергетичний аналіз показав, що плодозмінна сівозміна суттєво підвищує вихід енергії як по органо – мінеральній, так і по мінеральній системі удобрення (табл.).

У плодозмінній сівозміні від застосування органо-мінеральної

системи удобрення вихід енергії з урожаєм становив 104,5 ГДж/га, що було значно більше від зернопросапної на 13,8 ГДж/га, зернопросапної спеціалізованої на 39,8 ГДж/га і просапної на 29,3 ГДж/га.

По мірі збільшення норми мінеральних добрив зростає вихід енергії з врожаєм у всіх сівозмінах.

Від застосування мінеральної системи удобрення вихід енергії у зернопросапній сівозміні становив 99,8 ГДж/га, плодозмінної – 99,3 ГДж/га, що обумовлено впливом біологічного азоту, який підвищує вихід продукції рослинництва і вихід енергії. На тлі застосування органо – мінеральної системи удобрення за зернопросапної сівозміни було одержано 90,7 ГДж/га енергії у вигляді продукції рослинництва, що значно вище від зернопросапної спеціалізованої на 26 ГДж/га, просапної на 12,5 ГДж/га. Застосування на варіантах лише органічних добрив спостерігається суттєве зниження виходу енергії в усіх чотирьох сівозмінах. Так, за органічної системи удобрення вихід енергії значно нижчий на 23,3 ГДж/га у плодозмінній сівозміні, на 15,5 ГДж/га у зернопросапній, на 7,7 – 75,2 ГДж, зернопросапної спеціалізованої – 57,0 ГДж і 73,2 ГДж – просапної порівняно з органо-мінеральною системою.

Показники енергетичної ефективності короткоротаційних сівозмін, (2012-2021)

Сівозміна	Середнє по системах удобрення і обробітку грунту	Вихід енергії з урожаєм, ГДж/га	Всього витрат, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _{еє})
1	2	3	4	5
Плодозміна	Диференційований (конт.)	89,1	20,8	4,4
	Полицево – безполицевий	88,9	20,7	4,4
	Мілкий безполицевий	84,8	19,6	4,8
	Без добрив	65,4	15,1	4,6
	Органічна	81,2	16,3	4,7
	Органо–мінеральна	104,5	24,4	4,1
	Мінеральна	99,3	25,7	4,7
Зернопросапна	Диференційований (конт.)	87,0	19,4	4,9
	Полицево–безполицевий	86,6	19,9	5,0
	Мілкий безполицевий	71,2	18,7	4,3
	Без добрив	60,7	12,8	5,6
	Органічна	75,2	15,1	5,7
	Органо–мінеральна	90,7	25,1	3,7
	Мінеральна	99,8	24,4	4,1
Зернопросапна спеціалізована	Диференційований (конт.)	63,1	20,2	3,6
	Полицево–безполицевий	62,9	20,3	3,6
	Мілкий безполицевий	54,7	19,7	3,3
	Без добрив	49,2	14,4	4,1
	Органічна	57,0	16,3	4,3
	Органо–мінеральна	64,7	24,1	2,8
	Мінеральна	70,1	25,4	2,7
Просапна	Диференційований (конт.)	80,0	21,1	4,7
	Полицево–безполицевий	79,7	20,8	4,7
	Мілкий безполицевий	70,0	20,5	4,4
	Без добрив	66,0	15,6	4,6
	Органічна	73,2	16,2	5,8
	Органо–мінеральна	78,2	25,8	3,4
	Мінеральна	88,7	25,6	3,7

Найвищий вихід енергії у середньому по сівозмінах зафіксовано за плодозмінної – 87,6 ГДж/га, за зернопросапної було менше на 6 ГДж/га, за зернопросапної спеціалізованої на 27,4 ГДж/га і

просапної менше на 11,1 ГДж/га порівняно з плодозмінною сівозмінною.

У плодозмінній сівозміні на фоні диференційованого обробітку вихід енергії становив 89,1 ГДж/га, що було

на 2,1 ГДж/га більше від зернопросапної, на 26 ГДж/га від зернопросапної спеціалізованої і на 9,1 ГДж/га від просапної сівозміни. Найнижчий вихід енергії у всіх сівозмінах спостерігали на фоні мілкого безполицевого обробітку ґрунту, що пов'язано із зниження врожаю.

Орґано – мінеральна система удобрення, яка заснована на застосуванні мінеральних добрив і органічних добрив 11,5 т сівозмінної площі (гній, сидеральна маса, побічна продукція) за енергоємністю виявилася приблизно такого самого рівня, як і за застосування лише мінеральних добрив і 8 т гною у сівозмінах.

Енерговитрати більшою мірою у вигляді технічних засобів і пального пов'язані з органічними і мінеральними добривами, що вказує на досить високу енергетичну ціну.

Важливим показником є порівняння вмісту енергії в урожаї культури, з витраченою енергією на вирощування. Коефіцієнт енергетичної ефективності культур змінювався щорічно упродовж двох ротаций. За економність енерговитрат ефективнішим серед систем удобрення виявився варіант із внесення лише органічних добрив. Коефіцієнт енергетичної ефективності за органічної системи удобрення у просапній сівозміні становив 5,8, що на 56,7% більше від мінеральної системи удобрення. У

зернопросапної спеціалізованій сівозміні за органічної системи удобрення коефіцієнт енергетичної ефективності становив 4,3 що на 59,2 % перевищив мінеральну систему удобрення.

Енергетично ефективним виявилися варіанти диференційованого та полицево – безполицевого обробітків. Мілкий безполицевий обробіток виявився енергетично менш ефективним, що пояснюється нижчою урожайністю досліджених культур у всіх короткоротаційних сівозмінах.

Згідно класифікації Ю.О Тараріко [10], за коефіцієнт енергетичної ефективності >8 – дуже висока; 6,8 – висока; 4-6 – середня; 2-4 ефективність низька; <2 – виробництво неефективне.

Вирощування культур плодозмінної, зернопросапної і просапної сівозміни за всіх варіантів обробітку ґрунту характеризується як середньоефективна, а за зернопросапної спеціалізованої як низькоефективна.

За вирощування сільськогосподарських культур у плодозмінній і зернопросапної сівозмінах за всіх систем удобрення характеризується як середньоефективне.

У просапній і зернопросапній спеціалізованої сівозміні за орґано – мінеральної і мінеральної системи удобрення вирощування культур

характеризується як низько – ефективне.

Коефіцієнт енергетичної ефективності на варіантах систем удобрення із

збільшенням енерговитрат зменшується.

Це означає, що малозатратні варіанти удобрення (гній, сидерати, побідна продукція) будуть енергетично вигідними, а більше затратні із застосуванням засобів захисту, мінеральних добрив енергоємні. Кожна одинця додаткових витрат окупається все меншою віддачою у вигляді енергії врожаю.

Найвищий вихід енергії забезпечувана плодозмінна сівозміна, у структурі якої люцерна займає – 20 %, соняшник – 10 %, буряки цукрові – 10 %, у середньому по сівозміні він становив 87,6 ГДж на 1 га ріллі.

Дещо нижчий вихід енергії забезпечила зернопросапна сівозміна,

Список використаних джерел

1. Бегей С.С., Марцінко Т.І. Вплив способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення на енергетичну ефективність кормової сівозміни. Передгірне та гірське землеробство. 2016. Вип. 60. С. 3-8.

2. Вожегова Р., Гальченко Н., Котельников Д., Малярчук В. Енергетична ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях півдня України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. Вип. 28 (42). С. 272-281.

у структурі якої соя займає 20 %, соняшник – 20 %, ячмінь – 20 %, у середньому по сівозміні – 84,6 ГДж/га.

Висновки і перспективи.

Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності забезпечували органічна і органо – мінеральна система удобрення. У середньому за роки досліджень $K_{\text{се}}$ у зернопросапній сівозміні становив 5,7, зернопросапній спеціалізований – 4,3, просапній – 5,8. Полицево – безполицевий і диференційований обробіток ґрунту забезпечили коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні зернопросапній сівозміні 4,9 – 5,0, зернопросапна спеціалізована – 3,6, просапна – 4,7. Найбільший вихід енергії за мінеральної системи удобрення спостерігався у зернопросапній сівозміні 99,8 ГДж/га, за органо – мінеральної у плодозмінній – 104,5 ГДж/га.

[http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-23](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-23)

3. Глущенко Л.Д., Калініченко С.М., Дорошенко Ю.І., Білан В.М., Запорожець Л.М., Біланович О.Л. Економічна та енергетична ефективність застосування різних систем удобрення під пшеницю озиму на чорноземі типовому. Вісник ПДАА. 2012. 1. С. 37-39.

4. Іваніна В. В. Енергетична ефективність агротехнологій за різних систем удобрення зерно бурякової сівозміни. Цукрові буряки. 2017. № 6 (90). С. 17–19.

5. Іваніна В. В. Роль добрив в підвищенні енергетичної ефективності

Войтовик М. В., Панченко О. Б., Цюк О. А., Міщенко Ю. Г.

агротехнологій. Вісник аграрної науки. 2013. № 3. С. 20–24.

6. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

7. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.

8. Стоцька С. Біоенергетична оцінка технології вирощування конюшини лучної на листостеблову масу в умовах Полісся. Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 392–397.

9. Танчик С. П., Цюк О. А., Центилю Л. В. Наукові основи систем землеробства. Вінниця : Нілан, ЛТД, 2015. 314 с.

10. Тараріко О.Ю., Несмашна О.Ю., Бердніков О.М., Глущенко Л.Д., Личук І.І., Кузьменко Ю.І., Величко В.А., Жилкін В.А., Андрійченко О.А., Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. К.: Аграрна наука, 2005. 200 с.

11. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Нора-прінт, 2011. 60 с.

12. Цвей Я. П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційної сівоzmіни. Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : Зб. наук. пр. 2012. Вип. 12. С. 46–54.

13. Центилю Л. В., Цюк О. В., Мельник В.І. Енергетична ефективність систем удобрення і обробітку ґрунту. Біоресурси і природокористування. 2019. Том. 11. №3-4. С. 90-96.

<https://doi.org/10.31548/bio2019.03.010>

Reference

1. Behei S.S., Martsinko T.I. (2016). The influence of methods of basic tillage and fertilization systems on the energy efficiency of forage crop rotation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo*. 60, 3-8. (in Ukrainian)

2. Vozhehova R., Halchenko N., Kotelnikov D., Maliarchuk V. (2021). Energy efficiency of the technology of growing agricultural crops on irrigated lands of the south

of Ukraine. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*, 28 (42), 272-281. (in Ukrainian)

3. Hlushchenko L.D., Kalinichenko S.M., Doroshenko Yu.I., Bilan V.M., Zaporozhets L.M., Bilanovych O.L. (2012). Economic and energy efficiency of application of different fertilization systems for winter wheat on typical chernozem. *Visnyk PDAA*, 2012, 1, 37-39. (in Ukrainian)

4. Ivanina V. V. (2013). The role of fertilizers in increasing the energy efficiency of agrotechnologies. *Visnyk ahranoi nauky*, 3, 20–24. (in Ukrainian)

5. Ivanina V. V. (2017). Energy efficiency of agrotechnologies in different fertilizer systems of grain-bucket crop rotation. *Tsukrovi buriaky*, 6(90), 17–19. (in Ukrainian)

6. Medvedovskyi, O. K., & Ivanenko, P. I. (1988). Energy analysis of intensive technologies in agriculture. Kyiv: Urozhai, 208. (in Ukrainian)

7. Polovyi V. M. (2007). Optimization of fertilizer systems in modern agriculture. Rivne: Volynski oberehy, 320. (in Ukrainian)

8. Stotska S. (2013). Bioenergetic evaluation of meadow clover cultivation technology for leaf-stem mass in the conditions of Polissia. *Seriia Ahronomiia*, 17 (2). 392–397. (in Ukrainian)

9. Tanchyk S. P., Tsiuk O. A., & Tsentylo L. V. (2015). Scientific fundamentals of agricultural systems. Vinnytsia: Nilan-LTD. (in Ukrainian)

10. Tarariko Yu. O., Nesmashna O. Yu., Berdnikov O. M., Hlushchenko L. D., Lychuk H. I. et al. (2005). Bioenergy evaluation of agricultural production. Kyiv: Ahrarna nauka, 200. (in Ukrainian)

11. Tarariko Yu. O., Nesmashna O. Ye., Hlushchenko L. D. (2011). Energy assessment of farming systems and crop cultivation technologies. Kyiv : Nora-print, 60. (in Ukrainian)

12. Tsvei, Ya. P. (2012). Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, 12, 46–54. (in Ukrainian)

13. Tsentylo L. V., Tsiuk O. V., Melnyk V.I. (2019). Energy efficiency of fertilization and tillage systems. Tom. 11, 3-4. 90-96. . (in Ukrainian)

ENERGY EFFICIENCY OF AGROTECHNOLOGIES OF SHORT ROTATION CROP ROTATIONS

M. V. Voitovyk, O. B. Panchenko, O. A. Tsyuk, Y. G. Mishchenko

Abstract. Today, the use of energy resources is becoming more and more relevant, the development of agriculture is characterized by a constant increase in the energy used for soil cultivation, protective equipment, organic and mineral fertilizers, and harvesting. The purpose of the research is to investigate the influence of fertilization systems and the main tillage on the processes of energy efficiency of the technology of growing short-rotation crops and the analysis of energy costs. The following methods were used in the research process: during the experiment, field, calculation-comparative, mathematical-statistical methods were used using generally recognized methods and methodical recommendations. The results of scientific research on typical chernozem in four five-field crop rotations are presented. The research revealed that the highest energy output under the mineral fertilization system (8 t of manure + $N_{68}P_{72}K_{82}$) was observed in the grain-row crop rotation of 99.8 GJ/ha, under the organo-mineral system with the application of 8 t + $N_{27}P_{38}K_{45}$ + 3.5 t of by-products and siderable mass in crop rotation - 104.5 GJ/ha. The coefficient of energy efficiency (Kee) was the highest under the organic fertilization system in the grain-rowing system - 5.7, the specialized grain-rowing system - 4.3, the row-row system - 5.8, the crop-rotation system - 4.7, the use of the organo-mineral fertilization system significantly decreased this indicator in the grain-rowing system - 3.7, rowing - 3.4, crop rotation - 4.1. Shallow - no-shallow and differentiated tillage provided the coefficient of energy efficiency at the level of grain-row crop rotation of 4.9 - 5.0, grain-row specialized - 3.6, row-row - 4.7. Research materials are of practical importance for agrarians in analyzing the energy efficiency of short-rotational crop rotations on typical chernozems.

Keywords. tillage, fertilization system, energy efficiency coefficient, energy output, energy costs

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДЬ**

О. С. ЗАБАРНИЙ, кандидат сільськогосподарських наук, менеджер з
маркетингу насіння компанії BASF;

E-mail: zabarnyy@ukr.net

Т. А. ЗАБАРНА, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач

E-mail: zabarna-tanja@ukr.net

Вінницький національний аграрний університет

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.008)

***Анотація.** Останнім часом популярність вирощування ріпаку озимого в Україні стрімко зростає. Адже завдяки ріпаку можна легко потрапити на найбільші світові ринки, тож його культивування має велике господарське значення. Підвищена продуктивність ріпаку та поліпшена якість насіння це найбільш актуальні критерії сучасної технології вирощування. Головними критеріями складових технології, які певним чином впливають на рівень врожайності, є ширина міжрядь, на яку обов'язково варто зважати культивуючи його у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Науковцями доведено, що недотримання технології вирощування ріпаку озимого відображається на показниках урожайності цієї культури.*

У процесі проведення дослідження були використані наступні методи: польові, вимірювально-вагові, біохімічні і балансово-розрахункові.

Дослідження проводилися з двома гібридами ріпаку озимого від компанії BASF: ІНВ1030 – середньостиглий гібрид, ІНВ1165 – середньопізній гібрид. Гібриди ріпаку озимого висівали з наступною шириною міжрядь: звичайний рядковий – 15 см, і широкорядні 40 та 70 см. Норма висіву гібридів ріпаку озимого становила 500 тис.шт./га при ширині міжрядь 15 см, 340 тис.шт./га при ширині міжрядь 40 см та 270 тис.шт./га при ширині міжрядь 70 см. При ширині міжрядь 15 см відстань між рослинами озимого ріпаку в рядку становила 13,3 см, а площа живлення для одної рослини була в межах 2 см². Збільшення ширини міжрядь до 40 см дозволило розширити площу живлення для однієї рослини ріпаку до 2,9 см², однак при цьому відстань в рядку зменшилась до 7,3 см. Висів гібридів озимого ріпаку з шириною міжрядь 70 см забезпечила середню площу живлення для однієї рослини на рівні 3,7 см². В той же час відстань в рядку між рослинами, за даних умов вирощування, зменшилась до 5,3 см, що в свою чергу сприяло зростанню внутрішньовидовій конкуренції.

Дослідженнями встановлено, що ширина міжрядь суттєво впливала на висоту рослин обох гібридів ріпаку озимого. Так, при ширині міжрядь 15 см висота рослин гібриду ІНВ1030 становила 157 см, а у гібрида ІНВ1165 – 161 см. При ширині міжрядь 40 см висота рослин ріпаку озимого ІНВ1030 в передзбиральний період знизилась до 151 см, а у гібрида ІНВ1165 – до 153 см. Найменшими рослини ріпаку озимого в передзбиральний період були на

Забарний О. С., Забарна Т. А.

варіантах вирощування з шириною міжрядь 70 см. Висота гібрида ІНВ1130 становила 145 см, тоді як висота гібрида ІНВ1065 дорівнювала 148 см.

При вузькорядному способі сівби (15 см) вміст олії у насінні гібрида ІНВ1030 становив 48,8 %, тоді як у гібрида ІНВ1165 – 46,5 %. Збільшення площі живлення для рослин та можливість добре гілкуватися при зростанні ширині міжрядь позитивно впливало на накопичення олії в насінні. Висів гібридів ріпаку озимого з шириною міжрядь 40 см сприяв тому, що вміст олії в насінні ріпаку озимого ІНВ1030 становив 49,5 %, а у гібрида ІНВ1165 – 47,2 %. Найвищий вміст олії в насінні ріпаку був при його вирощуванні з шириною міжрядь 70 см, і становив 50,3 % у гібрида ІНВ1030 та 48,0 % у гібрида ІНВ1165.

Виявлено що за вузькорядного способу сівби (15 см) маса 1000 насінин гібридів ріпаку озимого у досліді становила 3,8-3,9 г. При зростанні ширини міжрядь до 40 см маса 1000 насінин у гібридів зростає до 4,2-4,4 г. Найбільшого значення маса 1000 насінин у гібридів ріпаку озимого досягала при висіві з шириною міжрядь 70 см, при цьому у гібрида ІНВ1030 вона становила 4,7 г, а у гібрида ІНВ1165 – 4,8 г.

При вузькорядному способі сівби з шириною міжрядь 15 см, показники урожайності насіння гібрида ІНВ1030 становили 43,3 т/га. За аналогічних умов вирощування гібрид ріпаку озимого ІНВ1165 сформував на 0,9 т/га насіння більше, при цьому урожайність склала 44,2 т/га. При збільшенні ширини міжрядь до 40 см відмічалось незначне зниження урожайності гібридів ріпаку озимого на рівні 0,3-0,5 т/га. За цих умов вирощування гібрид ІНВ1030 сформував 43,0 т/га насіння, а гібрид ІНВ1165 – 43,7 т/га. Подальше збільшення ширини міжрядь до 70 см, при сівбі ріпаку озимого спричинило падіння показників урожайності обох гібридів. Так урожайність гібрида ІНВ1030 становила 41,6 т/га, що на 1,7 т/га менше ніж при вузькорядному способі сівби. Урожайність гібрида ІНВ1165, за цього способу сівби, дорівнювала 42,4 т/га. При цьому зниження урожайності насіння ріпаку порівняно з вузькорядним способом (15 см) становило 1,8 т/га.

Подальше збільшення ширини міжрядь до 70 см, при сівбі ріпаку озимого спричинило падіння показників урожайності обох гібридів. Так урожайність гібрида ІНВ1030 становила 41,6 т/га, що на 1,7 т/га менше ніж при вузькорядному способі сівби. Урожайність гібрида ІНВ1165, за цього способу сівби, дорівнювала 42,4 т/га. При цьому зниження урожайності насіння ріпаку порівняно з вузькорядним способом (15 см) становило 1,8 т/га.

Ключові слова: ріпак озимий, гібрид, ширина міжрядь, висота, урожайність, вміст олії

Актуальність. Досить актуальною залишається проблема технологічного окреслення й методологічного забезпечення оптимізації елементів технологій вирощування даної культури з метою

підвищення урожайності і якості насіння. Саме озимий тип ріпаку забезпечує ефективне використання атмосферних опадів, кількість яких на сьогодні в усіх регіонах України досить варіює, що в подальшому

Забарний О. С., Забарна Т. А.

сприяє отриманню повноцінного врожаю. Крім того озимий ріпак характеризується високими коефіцієнтами розмноження, а за рахунок цього норма висіву ріпаку становить на невисокому рівні в межах 3-6 кг/га.

Мета досліджень полягала в тому, щоб вивчити особливості формування врожаю ріпаку озимого та встановити залежності формування висоти та маси тисячі насінин залежно від ширини посіву, а також дослідити як змінюється вміст олії залежно від варіантів дослідів в умовах Лісостепу правобережного України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що сільськогосподарський сектор економіки забезпечує не лише внутрішні потреби продовольством, а й відіграє важливу роль у розв'язанні світової продовольчої проблеми, експортуючи левову частку сільськогосподарської продукції країнам. При цьому забезпечується не тільки дохідність галузі, але й виконується гуманітарна функція, яка протидіє тенденціям нестачі продовольства та загрози голоду [1]. При цьому значна частка експорту припадає на насіння ріпаку озимого та продукти його переробки.

Розміщення ріпаку у сівозміні забезпечує зростання урожайності зернових культур на рівні 3-4 ц/га і це без застосування додаткових затрат, що загалом підвищує

ефективність усього землеробства. До того ж завдяки добре розвиненій кореневій системі ріпак озимий глибоко проникає в ґрунт, засвоюючи наявні у ньому нітрати, таким чином він виступає у якості фітосанітара ґрунту, запобігаючи потраплянню нітратів у ґрунтові води. Але для максимальної реалізації свого потенціалу при культивуванні ріпаку озимого варто враховувати біологічні особливості росту й розвитку цієї культури, її фізіологію та ряд інших факторів, які впливають на формування його врожайності. Інтенсивна технологія вирощування повинна забезпечити потребу рослин та включати перелік заходів, що пов'язані з оптимізацією умов вирощування ріпаку озимого [2].

Спосіб вирощування ріпаку озимого є одним із пріоритетних аспектів у технології його вирощування, саме ширина міжрядь впливає на спосіб висіву та показники продуктивності. Як засвідчили отримані результати досліджень в Інституті кормів та сільського господарства Поділля за умови висіву ріпаку озимого із шириною міжрядь 15 і 30 см урожайність була майже на одному рівні, а за ширини міжрядь 45 см показник урожайності різко знизився [3].

Науковцями Інституту зрошуваного землеробства НААН в умовах дослідного поля проведено дослід з вирощування ріпаку озимого

Забарний О. С., Забарна Т. А.

сортів Антарія на темно-каштанових ґрунтах із міжряддями 15, 30 та 60 см. Результатами досліджень було встановлено, що при вузькорядних посівах забезпечується максимальна продуктивність ріпаку [4].

При виборі ширини міжрядь в першу чергу варто керуватися наявним у господарстві машинно-тракторним парком, технологією вирощування та сортами або ж гібридами озимого ріпаку. Проте зазвичай аграрії використовують міжряддя 15 см, 30 см, іноді - 45 см або навіть 70 см. У насінництві найчастіше користуються широкорядними посівами, що дозволяє провести міжрядний обробіток ґрунту та вжити заходів по боротьбі з бур'янами [5].

За умови широкорядного посіву озимого ріпаку було відмічено наступні показники вмісту олії у насінні з шириною міжрядь 45 см. – 46,98 %, за цієї ж ширини міжрядь був найнижчий вміст ерукової кислоти – 0,39%, та найвищий вміст глюкозинолатів, який дорівнював за даного способу посіву 33,1 мк.моль/г, порівняно із звичайним способом [3].

У зоні достатнього зволоження невеликі площі посівів ріпаку озимого з міжряддями шириною 45 см (540 га) та 70 см (60 га) доводять, що практикування таких посівів мало швидше негативний результат. Головними факторами, що зумовили такий результат було те, що рослини ріпаку пізно закривають міжряддя,

тоді як бур'яни швидко заповнюють цей простір. А вже навесні виникає гостра потреба використовувати гербіциди, а це свого роду стрес для озимого ріпаку, там більше у моменти весняних різких коливань температури повітря. Таким чином в умовах господарства є добір такої ширини міжрядь, щоб рослини ефективно конкурували з бур'янами і були головними культурами у ценозі [6].

Деякі аграрії стверджують, що для сучасних гібридів ріпаку міжряддя має бути 45 см і не менше, виключенням є низькорослі карликові гібриди. Адже ріпак потребує для нормального росту та розвитку досить багато вуглецю, а для його засвоєння рослинами має бути доступ повітря. Крім того широке міжряддя дає більше можливостей рослинам гілкуватись [7].

При проведенні економічної оцінки технологій вирощування ріпаку озимого відмічено, що найвищу прибутковість забезпечувала сівба рядковим способом з міжряддям 15 см, при збільшенні її до 30 та 60 см цей показник дещо знижувався [8].

У технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури важливу роль відіграє технологічний процес посіву. За рахунок сівби формується площа живлення культур, дружність сходів, тривалість вегетаційного періоду. Фактично ріст

Забарний О. С., Забарна Т. А.

та розвиток рослин у повній мірі залежить від моменту посіву [9].

Результати дослідження та їх обговорення. ІНВ1030 – середньостиглий гібрид ріпаку озимого від компанії BASF. Гібрид пластичний до умов вирощування та демонструє стабільно високі показники урожайності у всіх зонах вирощування. Придатний до посіву в оптимальні строки з інтенсивним розвитком з осені та помірним відростанням навесні. Середній за висотою, що полегшує проводити догляд за посівами та збирання врожаю. Входить до лінійки гібридів з підвищеною стійкістю до розтріскування стручків. Має ген стійкості до фомозу Rlm7. Насіння відзначається високим вмістом олії. Рік реєстрації – 2018.

ІНВ1165 – середньопізній гібрид ріпаку озимого від компанії BASF. Високий гібрид з потужним стеблом. Високо резистентний до хвороб, особливо до фомозу, завдяки гену Rlm7. Підходить для оптимальних та пізніх строків сівби. Формує високі та стабільні врожаї у всіх зонах України. Гібрид добре зарекомендував себе за широкорядного посіву, добре гілкується та має високу компенсаторну здатність, з осені швидко формує широкий лист який швидко закриває міжряддя таким чином заважає розвитку бур'янів. Має високу стійкість до розтріскування стручків. Рік реєстрації – 2018.

Дослідження проводились в умовах Вінниччини у господарстві ПрАТ «Вищеольчедаївське». Згідно кліматичного районування, Вінницька область розміщується в Західному кліматичному районі лісостепової зони України. За термічним режимом і режимом зволоження клімат місцевості розміщення дослідних ділянок помірно-континентальний з м'якою зимою і теплим вологим літом.

Ділянка, де проводились дослідження представлена сірими лісовими ґрунтами. Вони мають легкий середньо-суглинковий гранулометричний склад. Вміст гумусу в ґрунтах середній (на рівні 2,2%), забезпеченість фосфором становить 19,5 мг.-екв. на 100 г ґрунту, досить висока, а калієм порівно низька – 9,6 мг.-екв. на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність на рівні 4,6, а сума ввібраних основ 15,2 мг.- екв. на 100 г ґрунту.

Гібриди ріпаку озимого висівали з наступною шириною міжрядь: звичайний рядковий – 15 см, і широкорядні 40 та 70 см. Норма висіву гібридів ріпаку озимого становила 500 тис.шт./га при ширині міжрядь 15 см, 340 тис.шт./га при ширині міжрядь 40 см та 270 тис.шт./га при ширині міжрядь 70 см. Норма висіву визначалася виходячи з свого практичного досвіду і необхідності забезпечення оптимальної густоти стояння рослин в рядку, та заради уникнення занадто

Забарний О. С., Забарна Т. А.

сильної конкуренції за елементи живлення, вологу та світло.

За ширини міжрядь 15 см відстань між рослинами озимого ріпаку в рядку становила 13,3 см, а площа живлення для одної рослини була в межах 2 см². Збільшення ширини міжрядь до 40 см дозволило розширити площу живлення для однієї рослини ріпаку до 2,9 см², однак при цьому відстань в рядку зменшилась до 7,3 см. Висів гібридів озимого ріпаку з шириною міжрядь 70 см забезпечила середню площу

живлення для однієї рослини на рівні 3,7 см². У той же час відстань в рядку між рослинами, за даних умов вирощування, зменшилась до 5,3 см, що в свою чергу сприяло зростанню внутрішньовидовій конкуренції.

Дослідженнями встановлено, що ширина міжрядь суттєво впливала на висоту рослин обох гібридів ріпаку озимого. Так, при ширині міжрядь 15 см висота рослин гібриду ІНВ1030 становила 157 см, а у гібрида ІНВ1165 – 161 см (табл. 1).

1. Вплив ширини міжрядь на висоту рослин, вміст олії та масу 1000 насінин у гібридів ріпаку озимого (середнє за 2020-2022 рр.)

Ширина міжрядь	Висота рослин, см	Вміст олії в насінні, %	Маса 1000 насінин, г
ІНВ1030			
15 см	157	48,8	3,8
40 см	151	49,5	4,2
70 см	145	50,3	4,7
ІНВ1165			
15 см	161	46,5	3,9
40 см	153	47,2	4,4
70 см	148	48,0	4,8

За збільшенні ширини міжрядь до 40 см зростала конкуренція між рослинами ріпаку безпосередньо в рядку, однак на 45 % збільшилася площа живлення для кожної рослини порівняно з вузькорядним способом сівби. За таких умов вирощування висота рослин ріпаку озимого ІНВ1030 в передзбиральний період знизилась до 151 см, а у гібрида ІНВ1165 – до 153 см.

Відмічено, що найменшими рослини ріпаку озимого в передзбиральний період були на

варіантах вирощування з шириною міжрядь 70 см. Висота гібрида ІНВ1130 становила 145 см, тоді як висота гібрида ІНВ1065 дорівнювала 148 см.

Дослідженнями встановлено, що вміст олії в насінні в значній мірі залежав як від ширини міжрядь, так і від гібриду. Оригіном насіння зазначено, що гібрид ІНВ1030 за вмістом олії в насінні є одним із лідерів у лінійці гібридів озимого ріпаку. Це і було підтверджено на практиці. При вузькорядному способі

Забарний О. С., Забарна Т. А.

сівби (15 см) вміст олії у насінні гібрида ІНВ1030 становив 48,8 %, тоді як у гібрида ІНВ1165 – 46,5 %.

Збільшення площі живлення для рослин та можливість добре гілкуватися при зростанні ширині міжрядь позитивно впливало на накопичення олії в насінні. Висів гібридів ріпаку озимого з шириною міжрядь 40 см сприяв тому, що вміст олії в насінні ріпаку озимого ІНВ1030 становив 49,5 %, а у гібрида ІНВ1165 – 47,2 %. Найвищий вміст олії в насінні ріпаку був при його вирощуванні з шириною міжрядь 70 см, і становив 50,3 % у гібрида ІНВ1030 та 48,0 % у гібрида ІНВ1165.

Маса 1000 насінин це важливий показник що в значній мірі визначається особливостями сорту чи гібриду, однак він дуже залежний від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, забезпечення рослин вологою, світлом та елементами живлення. Виявлено що за вузькорядного способу сівби (15 см)

маса 1000 насінин гібридів ріпаку озимого у досліді становила 3,8-3,9 г. При зростанні ширини міжрядь до 40 см маса 1000 насінин у гібридів зростає до 4,2-4,4 г. Найбільшого значення маса 1000 насінин у гібридів ріпаку озимого досягала при висіві з шириною міжрядь 70 см, при цьому у гібрида ІНВ1030 вона становила 4,7 г, а у гібрида ІНВ1165 – 4,8 г.

Одним із показників визначаючих ефективність тої чи іншої технології вирощування є урожайність насіння. У ході проведених досліджень було виявлено вплив ширини міжрядь на показники урожайності ріпаку озимого. Так, при вузькорядному способі сівби з шириною міжрядь 15 см, показники урожайності насіння гібрида ІНВ1030 становили 43,3 т/га. За аналогічних умов вирощування гібрид ріпаку озимого ІНВ1165 сформував на 0,9 т/га насіння більше, при цьому урожайність склала 44,2 т/га (табл. 2).

2. Урожайність гібридів ріпаку озимого, т/га (середнє за 2020-2022 рр.)

Ширина міжрядь	Гібрид	
	ІНВ1030	ІНВ1165
15 см	43,3	44,2
40 см	43,0	43,7
70 см	41,6	42,4
НІР ₀₅ (т/га) – 0,17		

За збільшенні ширини міжрядь до 40 см відмічалось незначне зниження урожайності гібридів ріпаку озимого на рівні 0,3-0,5 т/га. За цих умов вирощування гібрид

ІНВ1030 сформував 43,0 т/га насіння, а гібрид ІНВ1165 – 43,7 т/га.

Подальше збільшення ширини міжрядь до 70 см, при сівбі ріпаку озимого спричинило падіння показників урожайності обох

Забарний О. С., Забарна Т. А.

гібридів. Так урожайність гібрида ІНВ1030 становила 41,6 т/га, що на 1,7 т/га менше ніж при вузькорядному способі сівби. Урожайність гібрида ІНВ1165, за цього способу сівби, дорівнювала 42,4 т/га. При цьому зниження урожайності насіння ріпаку порівняно з вузькорядним способом (15 см) становило 1,8 т/га.

Висновки і перспективи

Фактори, що поставлені на вивчення при вирощуванні гібридів ріпаку озимого істотно впливали на формування індивідуальної продуктивності та урожайності

Список використаних джерел

1. Дребот О.І. & Тарнавський В.А. Сучасний стан та тенденції розвитку сільськогосподарського землекористування в Україні. *Агроекологічний журнал*. 2022. С. 46-54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263316>

2. Супіханов Б. К. & Петренко Н. І. Олійні культури: історія, сорти, виробництво, торгівля. Київ : ННЦ ІАЕ УААН, 2008. С. 76–79.

3. Юрчук С.С. Урожайність та якість насіння ріпаку озимого залежно від способу посіву та норми висіву в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. 2020. № 89. С.102-111. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-10>

4. Вожегова Р., Влащук А. & Дробіт О. Шляхи оптимізації агротехніки ріпаку озимого. URL: <https://www.agroone.info/publication/shljahi-optimizacii-agrotehniki-ripaku-ozimogo/> / (дата звернення 29.08.23)

5. Сирота М. Посівна ріпаку: секрети агротехнологій. *Kurkul*. 2019 р. <https://kurkul.com/spetsproekty/592-posivna-ripaku-sekreti-agrotehnologiyi>.

6. Морозова Л. Стратегія ріпаку. *The Ukrainian Farmer*. <https://agrotimes.ua/article/strategiya-dlya-ripaku-u-gospodarstvi-zahidnyj-bug/>

гібридів озимого ріпаку. Найвищою урожайністю відзначилась технологія з вирощування ріпаку вузькорядним способом, що забезпечила урожайність 43,3 т/га з вмістом олії 48,8 % для гібрида ІНВ1030 та 44,2 т/га з вмістом олії 46,5 % для гібрида ІНВ1165. Не значно поступалася урожайністю технологія вирощування з шириною 40 см, однак при цьому економія на посівному матеріалі складала 32 %, що в грошовому еквіваленті становило близько 700 грн./га.

7. Басанець О. Сівба озимого ріпаку. <https://superagronom.com/blog/973-sivba-ozimogo-ripaku-faktori-scho-vplivayut-na-maybutniy-urojay> *Суперагроном*. 2023.

8. V. Gamayunova & I. Garo. Economic efficiency of winter rapeseed growing depending on the influence of elements of technology in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*. 2021. 3 p. 38-45| DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111)

9. Пророченко Т.І. Економічна ефективність вирощування ріпаку ярого залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння на чорноземах типових. [The economic efficiency of spring rapeseed cultivation depending on the width of the rows and the rate of seed sowing on typical chernozems.] *Наукові доповіді НУБіП України - Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. 2018. 3 (73).

10. Шьонбергер Г. Вирощування ріпаку. Посібник з організації і догляду за посівами та забезпечення врожайності. 2012. Агроексперт. 168 с.

References

1. Drebot O.I, Tarnavskyi V.A. (2022). The current state and trends in the development of agricultural land use in Ukraine. *Agroecological journal*, 2. 46-54 <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263316> [in Ukrainian].

Забарний О. С., Забарна Т. А.

2. Supikhanov B. K., Petrenko N. I. (2008). Oil crops: history, varieties, production, trade. Kyiv : NNTs IAE UAAN, 76–79.
3. Iurchuk S.S. (2020). The yield and quality of winter rapeseed depending on the method of sowing and the rate of sowing in the conditions of the Right Bank Forest Steppe. *Fodder and fodder production*. 89. 102-111. URL: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-10>
4. Vozhehova R., Vlashchuk A., Drobit O. (2019.) Ways of optimization of agricultural technology of winter rapeseed. URL: <https://www.agroone.info/publication/shljahi-optimizacii-agrotehniki-ripaku-ozimogo/> (data zvernennia 29.08.23)
5. Syrota M. (2019). Sowing rapeseed: secrets of agricultural technologies. *Kurkul*. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/592-posivna-ripaku-sekreti-agrotehnologiyi>
6. Morozova L. (2021). Rape strategy. *The Ukrainian Farmer*. URL: <https://agrotimes.ua/article/strategiya-dlya-ripaku-u-gospodarstvi-zahidnyj-bug/>
7. Basanets O. (2023). Sowing winter rapeseed. URL: <https://superagronom.com/blog/973-sivba-ozimogo-ripaku-faktori-scho-vplyvayut-na-maybutniy-urojay> *Superahronom*
8. Gamayunova V., Garo I. (2021). Economic efficiency of winter rapeseed growing depending on the influence of elements of technology in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*. 3 p. 38-45| [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3\(111\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-3(111))
9. Prorochenko, T. (2018). Economic efficiency of spring rape cultivation depending on the width between rows and seeding rate of seeds on typical chernozems. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 3(73). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.021>
10. Shonberher H. (2012). Cultivation of rapeseed. A guide to organizing and caring for crops and ensuring yield. *Ahroekspert*. 168.

FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WINTER RAPE HYBRIDS DEPENDING ON ROW SPACING.

O. S. Zabarnyi, T. A. Zabarna

Abstract. Recently, the popularity of winter rape cultivation in Ukraine has been growing rapidly. Rapeseed can easily enter the world's largest markets, so its cultivation is of great economic importance. Increased productivity of rapeseed and improved seed quality are the most important criteria of modern cultivation technology. The main criteria of the technology components that have a certain impact on the yield level is the row spacing, which must be taken into account when cultivating it in different soil and climatic conditions. Scientists have proven that non-compliance with the technology of winter rape cultivation affects the yield of this crop.

The problem of technological definition and methodological support for optimising the elements of this crop's cultivation technologies in order to increase yields and seed quality remains quite relevant. It is the winter type of rapeseed that ensures efficient use of precipitation, the amount of which varies considerably in all regions of Ukraine, which further contributes to a full harvest. In addition, winter rapeseed is characterised by high multiplication rates, which results in a low seeding rate of 3-6 kg/ha.

The purpose of the research was to study the peculiarities of winter rape yield formation and to establish the dependence of the height and weight of a thousand seeds depending on the sowing width, as well as to investigate how the oil content changes depending on the experimental variants in the forest-steppe of right-bank Ukraine.

The following methods were used in the course of the study: field, measuring and weighing, biochemical and balance-calculation.

The research was conducted with two winter oilseed rape hybrids from BASF: INV1030 - a medium-ripening hybrid, and INV1165 - a medium-late hybrid. The winter oilseed rape hybrids were sown with the following row spacing: 15 cm for conventional rows, and 40 and 70 cm for wide rows. The sowing rate of winter rape hybrids was 500 thousand units/ha at 15 cm row spacing, 340 thousand units/ha at 40 cm row spacing and 270 thousand units/ha at 70 cm row spacing. With a row spacing of 15 cm, the distance between winter rape plants in a row was 13.3 cm, and the feeding area per plant was within 2 cm². Increasing the row spacing to 40 cm made it possible to expand the feeding area for one rape plant to 2.9 cm², but the distance in the row decreased to 7.3 cm. Sowing winter rape hybrids with a row spacing of 70 cm provided an average feeding area per plant of 3.7 cm². At the same time, the distance in the row between plants, under these growing conditions, decreased to 5.3 cm, which in turn contributed to the growth of intraspecific competition.

Studies have shown that row spacing significantly affected the height of plants of both winter rape hybrids. Thus, with a row spacing of 15 cm, the plant height of the INV1030 hybrid was 157 cm, and that of the INV1165 hybrid was 161 cm. At a row spacing of 40 cm, the height of winter rape plants of INV1030 in the pre-harvest period decreased to 151 cm, and in the hybrid INV1165 - to 153 cm. The smallest plants of winter rape in the pre-harvest period were on the variants of cultivation with a row spacing of 70 cm. The height of the INV1130 hybrid was 145 cm, while the height of the INV1065 hybrid was 148 cm.

With a narrow-row sowing method (15 cm), the oil content in the seeds of the INV1030 hybrid was 48.8%, while in the INV1165 hybrid it was 46.5%. Increasing the feeding area for plants and the ability to branch well with increasing row spacing had a positive effect on the accumulation of oil in the seeds. Sowing of winter rape hybrids with a row spacing of 40 cm contributed to the fact that the oil content in the seeds of winter rape INV1030 was 49.5%, and in the hybrid INV1165 - 47.2%. The highest oil content in rapeseed was when it was grown with a row spacing of 70 cm, and was 50.3% in hybrid INV1030 and 48.0% in hybrid INV1165.

It was found that the weight of 1000 seeds of winter rape hybrids in the experiment was 3.8-3.9 g with a narrow-row sowing method (15 cm). With an increase in row spacing to 40 cm, the weight of 1000 seeds in hybrids increased to 4.2-4.4 g. The weight of 1000 seeds in winter rape hybrids reached its highest value when sown with a row spacing of 70 cm, with INV1030 hybrid having 4.7 g and INV1165 hybrid having 4.8 g.

With a narrow-row sowing method with a row spacing of 15 cm, the seed yield of the INV1030 hybrid was 43.3 t/ha. Under similar growing conditions, the winter rape hybrid INV1165 formed 0.9 t/ha more seeds, while the yield was 44.2 t/ha. With an increase in row spacing to 40 cm, a slight decrease in the yield of winter rape hybrids was observed at the level of 0.3-0.5 t/ha. Under these growing conditions, the hybrid INV1030 produced 43.0 t/ha of seeds, and the hybrid INV1165 - 43.7 t/ha. Further increase in row spacing to 70 cm, when sowing winter rape, led to a decrease in the yield of both hybrids. Thus, the yield of the hybrid INV1030 was 41.6 t/ha, which is 1.7 t/ha less than with the narrow-row sowing method. The yield of hybrid INV1165, with

Забарний О. С., Забарна Т. А.

this sowing method, was 42.4 t/ha. At the same time, the decrease in the yield of rapeseed compared to the narrow-row method (15 cm) was 1.8 t/ha.

Further increase in row spacing to 70 cm, when sowing winter rape, led to a drop in the yield of both hybrids. Thus, the yield of the hybrid INV1030 was 41.6 t/ha, which is 1.7 t/ha less than with the narrow-row sowing method. The yield of hybrid INV1165, with this sowing method, was 42.4 t/ha. At the same time, the decrease in the yield of rape seeds compared to the narrow-row method (15 cm) was 1.8 t/ha.

Key words: winter rapeseed, hybrid, row spacing, height, productivity, oil content

ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕРБИЦИДІВ В АГРОЦЕНОЗАХ КУКУРУДЗИ**Ю. М. ШКАТУЛА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

E-mail: shkatula@vsau.vin.ua

Р. В. ОСТАПЧУК, магістр

E-meil: rostapcuk09@gmail.com

Вінницький національний аграрний університет[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.009](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.009)

Анотація. Кукурудза є однією з найбільш слабо конкурентних культур до бур'янів у її посівах, тому культурні рослини можуть втрачати потенціал своєї продуктивності найбільше на початкових етапах росту та розвитку. Критичний період впливу бур'янів на кукурудзу складає 40–50 днів, він триває від сходів і до викидання волотей – цвітіння. Підрахунок бур'янів на ділянках дослідів в середньому за два роки досліджень показав, що кількість злакових та дводольних бур'янів була в межах 159 шт./м². Внесення гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрат (0,9 л/га + 1,1 л/га) у фазу 3-5 листків кукурудзи в поєднанні з біопрепаратом Агрінос Б, показало, що рівень забур'яненості в порівнянні з контролем без гербіцидів зменшився через 30 днів після внесення препаратів на 73,6 %, а на період збирання кукурудзи на 99,3 %. Кількість бур'янів на контрольних ділянках дослідів (без внесення гербіцидів) на період збирання зерна кукурудзи була в межах 142 шт/га, а повітряно-суха маса рівнялась 3207 г/м², тоді як на ділянках де вносились гербіциди повітряно-суха маса становила 19-130 г/м². Зниження до контролю в межах 96,0-99,4 %. Найвищі показники урожайності зерна кукурудзи була відмічені на ділянках де вносились бакова суміш препаратів гербіцидів Астрал + Кідека, в нормі внесення 0,9 л/га + 1,1 л/га + Агрінос Б, в нормі витрати 1,0 л/га у фазу 3-5 листків кукурудзи. На даних ділянках в середньому за два роки досліджень урожайність зерна кукурудзи була в межах 7,03 т/га, що більше за контрольні ділянки на 4,79 т/га або на 213,8 %. Застосування бакових сумішей гербіцидів та біопрепаратів є економічно вигідним заходом. Окрім того зменшується доза хімічних препаратів, що сприяє зменшенню пестицидного навантаження на довкілля.

Ключові слова: кукурудза, агроценоз, технологія, бур'яни, гербіциди, біопрепарати, зерно, урожайність

Актуальність. Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання.

Зерно – цінна сировина для комбікормової, харчової, медичної, мікробіологічної та хімічної промисловості. За поживністю кілограм зерна кукурудзи відповідає 1,3 кормовим одиницям. Останнім

Шкагула Ю. М., Остапчук Р. В.

часом із нього почали виробляти етанол, який можна додавати (близько 10%) до бензину і відповідно, економити паливо.

За даними ФАО, за величиною посівних площ кукурудза посідає третє місце у світі після пшениці і рису, а в Україні вона поступається лише пшениці та соняшнику [1]. Лідерами по вирощуванні кукурудзи є такі країни, як США, Китай і Бразилія, на які припадає 48% світових площ. Слід відмітити, що в 2019 році в Китаї площа посіву кукурудзи становила 41 млн га, при середній урожайності зерна 6,2 т/га, тоді як в США площа посіву кукурудзи відповідно 33,1 млн га, а урожайність сягнула 10,5 т/га. У Бразилії під кукурудзу виділили 18,1 млн га, при середній урожайності 5,6 т/га [6, 14].

Кукурудза в Україні користується великим попитом і є досить рентабельною культурою. Вона займає одне зі стратегічно важливих місць у зерновому балансі поряд з іншими зерновими культурами, а частка в загальній структурі виробництва усього зерна становить біля 50 % [4]. Збиральні площі під цією культурою в країні на протязі 2016-2020 рр. збільшилися з 4,2 до 5,4 млн га, або в 1,3 рази [13]. В 2021 році площа посіву кукурудзи становила близько 5 млн. га., при середній урожайності зерна 5,0 т/га. При цьому, за результатами наукових рекомендацій, оптимальна площа

посіву кукурудзи має становити в межах 3 млн. га [12].

Автори І. М. Дідур, С. О. Богомаз у своїй науковій праці аналізуючи рівень урожайності зерна кукурудзи з 2011 р. по 2022 р., відмічають, що сприятливі гідротермічні умови склалися у 2016, 2018, 2019, 2021 роках – відповідно рівень врожайності зерна були на рівні: 6,6; 7,84; 7,19; 8,01 т/га. Менш сприятливі за гідротермічним режимом виявилися 2012, 2015, 2017 та 2020 роки, рівень урожайності зерна кукурудзи склав 4,79; 5,71; 5,51; 5,62 т/га. Рекордними за виробництвом валового зерна кукурудзи виявилися 2018 – 35801 тис. т, 2019 – 35880 тис. т, 2021 – 39819 тис. т [2].

Завдяки зростанню площ посівів кукурудзи в Україні збільшується і потреба сільськогосподарського виробництва в удосконаленні технологій вирощування, впровадження високопродуктивних гібридів зі стабільною урожайністю які добре реагують на внесення мінеральних добрив, адаптацією до ґрунтово-кліматичних особливостей, високою стійкістю до шкочинних організмів

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур в тому числі кукурудзи на зерно передбачають застосування хімічних засобів захисту рослин, оскільки частка їх впливу на ефективність виробництва сільськогосподарської продукції є

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

значною [9]. За умови якісного виконання всіх технологічних заходів при вирощуванні кукурудзи на зерно вітчизняні агрогосподарства можуть отримувати врожаї кукурудзи на рівні провідних країн світу.

Однією із причин зниження врожаю кукурудзи на зерно є сильна забур'яненість посівів, особливо в початковий період росту кукурудзи. Бур'яни використовують для свого розвитку велику кількість поживних речовин, вологи, пригнічують рослини кукурудзи. Негативний вплив бур'янів на рослини кукурудзи проявляється у темпах росту та розвитку культурних рослин, зниженні висоти стебла, товщини міжвузлів, величини площі асиміляційної поверхні, фотосинтетичного потенціалу посіву, величини качана, а в кінцевому результаті на врожайності зерна.

Серед ряд заходів найбільш ефективним та дієвим методом боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи на зерно є хімічний, який направлений на високу ефективність контролювання бур'янової рослинності, швидкій окупності та гарантії агроекологічного захисту.

В умовах Лісостепу, кукурудза на зерно здатна формувати високі сталі врожаї зерна відповідної якості за добору районованих гібридів, дотримання технології вирощування і сприятливих погодних умов. Своєчасно застосовуючи гербіциди

можна забезпечити ефективне виробництво зерна кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Завдяки науковим працям та практичним рекомендаціям вченими Б. В. Дзюбецький, Ю. І. Ткаліч, О. І. Цилюрик, В. Д. Паламарчук, М. І. Дудка, О. П. Якунін, В. М. Жеребко, В. С. Зуза та інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування кукурудзи в Україні.

Підвищення урожайності зерна кукурудзи є найбільш важливим критерієм при її вирощуванні. Належна при цьому увага приділяється підбору генотипу, ефективності технології вирощування, біологічному рівню заходів захисту від хвороб, шкідників та бур'янів, технічному забезпеченню виконання всіх технологічних процесів.

Кукурудза є однією з найбільш слабо конкурентних культур до бур'янів у її посівах. Тому культурні рослини можуть втрачати потенціал своєї продуктивності найбільше на початкових етапах росту та розвитку. Критичний період впливу бур'янів на кукурудзу складає 40–50 днів, він триває від сходів і до викидання волотей – цвітіння. В залежності від потенційної засміченості поля, структури фітоценозу бур'янів, гідротермічних умов вегетаційного періоду і рівня захисту посівів кукурудзи від бур'янів, недобір

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

урожаю зерна культури становить 25-30% і більше.

Дослідники С. М. Крамарьов, П. В. Писаренко, М. С. Шевченко, та ін., у своїй науковій праці наводять дані про значну потенційну засміченість ріллі у сучасному землеробстві України. Залежно від культури господарювання вона змінюється в межах від 400 млн. шт./га до 1,5 млрд. шт./га насіння бур'янів в орному шарі [5].

Кількість технологічних факторів, що впливають на ступінь засміченості посівів кукурудзи, достатньо широкий. Між обробітком ґрунту і збиранням урожаю проходить достатньо часу. При вирощуванні культур широкорядного посіву можна зменшити кількість обробітків ґрунту (до і післясходове боронування, міжрядні обробітки). Проте якщо агротехнічні прийоми системи землеробства в цілому і технології вирощування кукурудзи проявляють свій захисний ефект тільки при комплексному впровадженні, то гербіциди залишаються найефективнішим заходом, що дає змогу встановити необхідний контроль за бур'янами в критичний період конкурентних відносин з ними та рослинами кукурудзи.

Для теорії і практики важливо гранично точно з'ясувати, які гербіциди і в який спосіб краще застосовувати залежно від фітосанітарної ситуації та ресурсного

забезпечення системи боротьби з бур'янами. Враховуючи високий рівень забур'яненості агроценозів, вирощування кукурудзи практично неможливе без регламентованого застосування гербіцидів

Хімічний метод захисту рослин набув значного поширення, він швидко і постійно вдосконалюється. Асортимент сучасних гербіцидів для прополювання кукурудзи досить широкий, тобто можна підібрати такі препарати, які зможуть забезпечити високу чистоту полів. Одним із найважливіших аспектів проблеми боротьби бур'янами полягає в тому, що для включення до технології вирощування кукурудзи слід вибрати не просто гербіциди, а препарати, що мають високу технічну ефективність, мінімальні вимоги до способів застосування, широкий спектр фітотоксичної дії та високу окупність.

Для теорії і практики важливо гранично точно з'ясувати, які гербіциди і в який спосіб краще застосовувати залежно від фітосанітарної ситуації та ресурсного забезпечення системи боротьби з бур'янами. Вирощування кукурудзи на зерно неможливе без ефективної боротьби з бур'янами. Із-за пізнього змикання її рядків для зменшення бур'янової рослинності в посівах кукурудзи існують пороги економічної шкодочинності, по яких треба визначати період найбільш ефективної боротьби з ними і які

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

залежать від фази розвитку кукурудзи.

Рослини кукурудзи на ранніх етапах свого розвитку ростуть дуже погано і слабо конкурують з бур'яноюю рослинністю. Критичним періодом найбільшої шкодочинності бур'янів в посівах кукурудзи є перші 20-30 діб після появи її сходів.

Після змикання рядків і формування потужної кореневої системи рослини кукурудзи суттєво затіняють бур'яни, позбавляючи їх оптимального освітлення та більш конкурентоспроможні із бур'яноюю рослинністю за елементи живлення [1].

Застосування гербіцидів на посівах кукурудзи сприяє значній загибелі бур'янистої рослинності, разом з тим впливають і на фізіологічні процеси які відбуваються у культурних рослинах. Вплив гербіцидів на рослини кукурудзи досить різноманітний і для багатьох із них ще недостатньо вивчений. Він залежить від їх хімічного складу, фізико-хімічних і хімічних властивостей, здатності контактувати з поверхнею рослин й проникати тощо. Під час розробки системи заходів контролювання бур'янів в агрофітоценозах та застосуванні хімічних засобів захисту рослин важливо завчасно оцінити рівень їх потенційної небезпеки для довкілля та людини.

Одним із шляхів підвищення стійкості рослин до дії гербіцидів є

використання біостимуляторів, які містять імуномодулятори, мікроорганізми які сприяють активації обмінних процесів в рослинах кукурудзи і суттєво підвищують стійкість рослин до стресових чинників.

Внаслідок аналізу отриманих результатів досліджень було встановлено, що послідовне застосування ґрунтового гербіциду Аденго 465 (0,35 л/га до появи сходів культури) та гербіциду МайсТер Пауер (1,25 л/га у фазу 4-5 листків у культури) знищило бур'яни на 97% та підвищило врожайність зерна кукурудзи на 4,7 т/га. Обробка рослин кукурудзи регулятором росту Зеастимулін збільшила урожайність на 0,5 т/га у варіанті внесення ґрунтового гербіциду Аденго 465 (0,5 л/га) до появи сходів культури та на 0,5 т/га у варіанті із послідовним гербіцидів Аденго 465 (0,35 л/га) до посіву кукурудзи та МайсТер Пауер (1,25 л/га) у фазу 4-5 листків у кукурудзи [8].

У зв'язку із зміною клімату, технологій вирощування кукурудзи, появою сучасних новітніх гербіцидів виникає необхідність вивчення ефективності гербіцидів у взаємодії з біопрепаратами для зменшення фітотоксичного впливу на культурні рослини, виявлення оптимальних комбінацій застосування та розробки регламентів їх використання для захисту посівів кукурудзи від бур'яноюю рослинності.

Мета дослідження – виявити ефективність дії гербіцидів в поєднанні з біостимулятором на бур'яни в посівах кукурудзи, а також їх вплив на ріст і розвиток рослин культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на базі ФГ «Зоря Василівки» смт. Тиврів Вінницького району Вінницької області.

Ґрунт сірий лісовий середньо-суглинковий. Його агрохімічні показники є типовими для зони Правобережного Лісостепу і придатний для вирощування кукурудзи на зерно.

Висівали гібрид кукурудзи ДКС 3811 (ФАО 320). Посів проводили широкорядним способом, з міжряддям 70 см, на заплановану густоту стеблостою 70 тис. шт/га. Попередник – соя. Гербіциди вносили в фазу 3-4 листочків кукурудзи. Технологія вирощування кукурудзи на зерно відповідала рекомендованій для зони Лісостепу. Експериментальні дослідження проводили згідно з вимогами методики досліджень [7].

Гербіцид Астрал. Діюча речовина: нікосульфурон, 40 г/л + метиловий ефір ріпакової олії, 700 г/л + синергіст, 45 г/л. Препаративна форма: масляна дисперсія (МД). Ефективно знищує злакові бур'яни в посівах кукурудзи. Гербіцид має системну дію. Максимальна

ефективність досягається при обприскуванні на ранніх стадіях розвитку бур'янів (до початку кущення у однорічних злакових і при висоті 10-20 см у багаторічних злакових). Норма внесення 1,0-1,2 л/га.

Гербіцид Кідека. Системний післясходовий гербіцид з ґрунтовою дією для боротьби з дводольними бур'янами в посівах кукурудзи. Діюча речовина: мезотріон, 100 г/л + поліетоксифетильований ізодесилловий спирт, 220 г/л + поліетоксифетильований сорбітан монолаурат, 500 г/л. Препаративна форма: концентрат суспензії (КС). Найбільш ефективний при внесенні проти однорічних бур'янів у фазу 2-4 листків, осотів – у фазу розетки. Норма внесення 1,0-1,2 л/га.

Агрінос Б – біостимулятор та антистресант із збалансованим комплексом елементів живлення. Діючі речовини: L-амінокислоти, протеїни, хітозан та глюкозамін, органічний вуглець, азот, калій, магній, залізо та мідь.

L-амінокислоти та протеїни - підвищують стійкість рослин до стресів. Хітозан та глюкозамін – покращують імунітет та підвищують ефективність використання наявної вологи. Органічний вуглець, азот, калій, магній, залізо та мідь – в легкодоступних формах прискорюють обмін речовин та підвищують ефективність фотосинтезу. Агрінос Б

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

використовується для листового застосування, як біостимулятор та антистресант. Обприскування рослин кукурудзи рекомендується у фазу 4-6 листків і перед викиданням волоті. Норма внесення 1,0 л/га.

Результати дослідження та їх обговорення. Кукурудза належить до культур з високим потенціалом урожайності і залежить від адаптованих до умов регіону технологій [16].

Одним із основних завдань у сучасному землеробстві є прогнозування й оптимальне управління гербологічним станом агроценозів. Успішне вирішення цих завдань сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, якості продукції та економічній доцільності їх вирощування [11].

Проведення гербологічних обліків і загалом досліджень дають можливість ефективно та економічно застосовувати хімічні заходи в посівах сільськогосподарських культур, в тому числі і кукурудзи [3].

Під час вирощування кукурудзи на зерно необхідно враховувати видовий та кількісний склад бур'янової рослинності, тривалість конкурентних взаємовідносин між культурними рослинами і бур'янами, адже дані чинники можуть суттєво зменшувати урожайність зерна кукурудзи. Структура забур'яненості посівів змінюється за роками і залежить, як від потенційного

засмічення ґрунту, культури, так і від погодних умов.

Особливої шкоди спричиняють багаторічні злакові та дводольні бур'яни. Науковець Сторчоус І., у своїй праці відмічає, що у разі надмірної забур'яненості багаторічними коренепаростковими бур'янами гірчаком звичайним, видами осотів, берізкою польовою урожайність зерна кукурудзи зменшується на 50-55 %, при середній - на 35-40 і слабкій - на 20-30 % [10].

Протягом 2021-2022 років у господарстві вивчався процес формування видового складу бур'янів в агроценозах кукурудзи. На кожному полі зустрічається від десяти до сотні видів бур'янів, але для розробки заходів боротьби з ними необхідно орієнтуватись не на окремі види бур'янів, а на сукупність домінуючих їх представників. Бур'яни можуть бути представлені однорічними дводольними чи злаковими бур'янами, а також багаторічними та карантинними видами. Враховуючи, що видовий та кількісний склад бур'янистого фітоценозу в посівах кукурудзи протягом вегетації не залишається постійним, а змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування виникає необхідність регулярних обстежень посівів даної культури та з'ясування шляхів забур'яненості.

Рослини кукурудзи мають дуже повільний початковий ріст, тому для сходів бур'янів, що з'являються

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

одночасно зі сходами кукурудзи, створюються сприятливі умови. До фази 2-3 листків кукурудза малочутлива до бур'янів. Від фази розвитку третього і до появи восьмого листків забур'яненість посівів є причиною різкого зниження урожайності. У цей період (20-30 днів) посіви кукурудзи мають бути вільними від бур'янів.

Сукупність видів бур'янів з певними біологічними властивостями та чутливістю до гербіцидів, для яких необхідні відповідні заходи боротьби, складають тип забур'яненості. В результаті обліку на полях господарства видовий склад бур'янистої рослинності представлений переважно малорічними бур'янами, що становить близько 89-95% від загальної їх чисельності, а домінуючими засмічувачами посівів кукурудзи, як показали обліки, є однорічні види бур'янів. Узагальнені дані показують, що у посівах кукурудзи переважають пізні ярі види бур'янів – мишій сизий, куряче просо, галінсога дрібноквіткова, щириця звичайна. Із ранніх ярих видів зустрічаються лобода біла, гірчак шорсткий. Представниками зимуючих видів були такі бур'яни як грицики звичайні, талабан польовий, ромашка непахуча. Із групи ефемерів зустрічався зірочник середній. Серед багаторічних видів бур'янової рослинності: пирій повзучий, осот рожевий, берізка польова, а також

карантинний бур'ян амброзія полинолиста.

Аналізуючи видовий склад бур'янової рослинності слід відмітити, що більшість бур'янів ярих видів: лобода біла та гірчак шорсткий були вже достатньо сформовані і високорослі і суттєво конкурували з рослинами кукурудзи.

Проведений підрахунок бур'янів на ділянках дослідів в середньому за два роки досліджень показав, що кількість злакових та дводольних бур'янів була в межах 159 шт./м². Серед дводольних бур'янів домінували слідуючи види: лобода біла – 25 шт./м², ромашка непахуча – 22 шт./м², щириця звичайна – 12 шт./м², гірчак шорсткий – 12 шт./м². Серед багаторічних видів зустрічались дводольні види: осоти і берізка польова – 1-2 шт./м², а також карантинний бур'ян – амброзія полинолиста – 5 шт./м². Злакові бур'яни були представлені однодольними бур'янами мишій сизий – 34 шт./м², куряче просо – 27 шт./м² (Табл. 1).

Таким чином, за проведені обстеження агрофітоценозів кукурудзи можна відмітити досить велику чисельність бур'янів яка буде суттєво конкурувати з рослинами кукурудзи за поживні речовини, світло, вологу і значно пригнічувати кукурудзу на протязі вегетаційного періоду а в подальшому значно знижувати продуктивність культурних рослин. Запобігти

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

шкодочинності бур'янів можна лише за допомогою застосування гербіцидів, які є обов'язковим елементом інтенсивних технологій вирощування кукурудзи. Враховуючи низьку конкурентно-спроможність

кукурудзи до бур'янів на ранніх етапах росту і розвитку, змішаного типу забур'яненості внесення сучасних, дієвих страхових гербіцидів залишається найбільш ефективним та дієвим заходом.

1. Видовий і кількісний склад бур'янів в посівах кукурудзи, (середнє за 2021-2022 р.р.)

Видовий склад бур'янів	Кількість бур'янів	
	шт./м ²	%
Всього	159	100
Злаки, в т. ч.:	61	38,4
Мишій сизий	34	55,7
Куряче просо	27	44,3
Дводольні, в т. ч.:	98	61,6
Лобода біла	25	25,5
Ромашка непахуча	22	22,5
Щириця звичайна	12	12,3
Гірчак шорсткий	12	12,3
Грицики звичайні	11	11,2
Галінсога дрібноквітова	7	7,1
Берізка польова	2	2,0
Осот рожевий	1	1,0
Амброзія полинолиста	5	5,1
Інші	1	1,0

Особливістю 2021 р. була висока строкатість появи сходів бур'янів, формування специфічного різновікового угруповання, в якому окремі бур'яни суттєво відрізнялись між собою за фазами розвитку і біометричними показниками. Більш розвинуті дводольні широколисті бур'яни верхнього ярусу (лобода біла, щириця звичайна, осоти) захищали від прямого контакту з робочим розчином низькорослі бур'яни (мишій зелений, куряче просо). Цим, в деякій мірі можна пояснити досить не велику залишкову кількість злакових видів, виживання

яких при застосуванні виключно післясходових гербіцидів.

Поява основної кількості сходів бур'янів (близько 70-80 % від загальної їх кількості, що з'являється упродовж вегетаційного періоду) у посівах кукурудзи зазвичай розпочинається одночасно з появою сходів культури, досягає максимуму у фазі 3-6 листків та завершується у фазі 8-10 листків культури. Саме від фази 2-3 листка і до появи 8-9 листків засміченість посівів може спричинити різке зниження врожаю – до 40 %. У цей період (20-30 діб) посіви кукурудзи повинні бути чистими від бур'янів.

Для захисту посівів кукурудзи від бур'янів слід вибирати препарати, що мають високу технічну ефективність, мінімальні вимоги до умов застосування, широкий спектр фітотоксичної дії, високу окупність. В дослідженнях були використані сучасні препарати Астрал + Кідека з різними діючими речовинами, різними препаративними формами, з різними нормами витрати. Дані препарати контролюють широкий спектр бур'янової рослинності. За рахунок синергізму двох і більше компонентів посилюється дія на злакові та дводольні бур'яни, подовжується термін захисної дії. Дані гербіциди не мають токсичного впливу на рослини кукурудзи.

Внесення бакової суміші гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрат (1,0 л/га + 1,0 л/га) суттєво сприяло контролюванню бур'янів. Так, обліки проведені через 30 днів після внесення гербіцидів показали зменшення кількості дводольних бур'янів на 72,5 %, злакових – 65,6 %, в порівнянні з контролем. Підрахунок кількості бур'янової рослинності на період збирання врожаю зерна кукурудзи показав, що дана комбінація препаратів ефективно знищувала однорічні злакові та дводольні бур'яни. Серед багаторічних видів стійкими виявились перерослі види осотів та

берізки польової, тому було прийнято рішення закласти ділянку для внесення комбінації гербіцидів із збільшенням норми гербіциду Кідека до 1,1 л/га, а норму гербіциду Астрал зменшити до 0,9 л/га. В результаті внесення комбінації гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрат (0,9 л/га + 1,1 л/га) рівень забур'яненості в агроценозах кукурудзи на кінець збирання кукурудзи зменшився до 3 шт/м² бур'янів, а загибель бур'янів була на рівні 97,9 % в порівнянні з контрольними ділянками. Слід відмітити ефективність препаратів проти дводольних багаторічних бур'янів – 99,0 % у порівнянні з контрольними ділянками (Табл. 2).

Внесення гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрат (0,9 л/га + 1,1 л/га) у фазу 3-5 листків кукурудзи в поєднанні з біопрепаратом Агрінос Б, показало, що рівень забур'яненості в порівнянні з контролем без гербіцидів зменшилось через 30 днів після внесення препаратів на 73,6 %, а на період збирання кукурудзи на 99,3 %. Слід відмітити, що дана композиція препаратів була толерантна до рослин кукурудзи, ніякого пригнічення культурних рослин не спостерігалось. Кількість дводольних бур'янів була відсутня, а кількість злакових бур'янів зменшилась на 98,3 % в порівнянні з контрольними ділянками (Табл. 2).

2. Вплив гербіцидів на забур'яненість посівів кукурудзи (середнє за 2021-2022 рр.)

Варіанти дослідів	Об-лік	Кількість бур'янів, шт/м ²			Загибель бур'янів, %		
		Всього	Злак	Двод.	Всього	Злак.	Двод.
Контроль (без обробки)	1	159	61	98	-	-	-
	2	142	57	85	10,7	6,6	13,3
Астрал + Кідека (1,0 л/га + 1,0 л/га)	1	48*	21	27	69,8	65,6	72,5
	2	7**	2	5	95,1	96,5	94,1
Астрал + Кідека (0,9 л/га + 1,1 л/га)	1	43	21	22	73,0	65,6	77,6
	2	3	2	1	97,9	96,5	99,0
Астрал + Кідека + АгріносБ (1,0 л/га + 1,0 л/га + 1,0 л/га)	1	47	20	27	70,4	67,2	72,5
	2	5	2	3	96,5	96,5	96,5
Астрал + Кідека + Агрінос Б (0,9 л/га + 1,1 л/га + 1,0 л/га)	1	42	20	22	73,6	67,2	77,6
	2	1	1	-	99,3	98,3	100

Примітка: 1* – через 30 днів після внесення гербіцидів, крім контролю

2** – перед збиранням урожаю.

Завдяки застосуванню бакової суміші гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрати (0,9 л/га + 1,1 л/га) бур'янова рослинність була майже знищена у посівах кукурудзи, завдяки чому культурні рослини конкурували лише між собою. Внесення біопрепарату Агрінос Б сприяло пом'якшенню гербіцидного стресу для рослин кукурудзи та прискорення фізіологічних процесів, внаслідок чого культурні рослини швидко розвивались, мали збільшену площу листя і пригнічували та затіняли бур'яни.

В результаті внесення бакової суміші гербіцидів Астрал + Кідека (1,0 л/га + 1,0 л/га) у фазу 3-5 листка кукурудзи сприяло зменшенню кількості та маси бур'янів, потужного розвитку та росту рослин кукурудзи. Так, кількість бур'янової рослинності на контрольних ділянках дослідів (без

внесення гербіцидів) на період збирання зерна кукурудзи була в межах 142 шт/га, а повітряно-суха маса рівнялась 3207 г/м², тоді як на ділянках де вносились гербіциди повітряно-суха маса становила 19-130 г/м². Зниження до контролю в межах 96,0-99,4%. На ділянках де вносились гербіциди і біопрепарат: Астрал + Кідека + Агрінос Б в нормі витрат 0,9 л/га + 1,1 л/га + 1,0 л/га кількість бур'янів становила 1 шт./м², повітряно-суха маса – 19 г/м². Зниження до контролю – 99,4 %.

Основним показником ефективності вирощування кукурудзи є її продуктивність. Проблеми підвищення урожайності зерна кукурудзи вирішуються не лише селекційно-генетичними методами, та технологічними аспектами, зокрема внесенням добрив та пестицидів, а й застосуванням

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

біостимуляторів на органічній основі які все більше стають невід'ємними елементами інтенсивних технологій вирощування кукурудзи.

Позитивна дія біопрепаратів зумовлена тим, що вони приймають участь в окислювальних відновлювальних процесах вуглеводів у рослинах. Під впливом біопрепаратів в листках збільшується склад хлорофілу, покращується процес фотосинтезу.

Вплив гербіцидів та біопрепаратів сприяє збільшенню продуктивності посівів кукурудзи на зерно. Даний ефект пов'язаний з різким зменшенням конкуренції з боку бур'янової рослинності до рослин кукурудзи, а біопрепарати посилюють фотосинтез та покращують процес утворення цукрів, зменшують вплив стресів на культурні рослини. В цілому, під впливом препаратів повніше реалізується генетичний потенціал гібридів кукурудзи. Так, на контролі без застосування гербіцидів було отримано в середньому за два роки досліджень урожай зерна кукурудзи на рівні 2,24 т/га. Слід відмітити, що урожайність зерна кукурудзи була значно менша в 2022 році порівняно з 2021 роком, адже 2022 рік характеризувався підвищеними показниками температури повітря і

обмеженою кількістю опадів під час вегетації кукурудзи. Особливо несприятливі абіотичні фактори впливали на рослини кукурудзи під час цвітіння на формування качанів культурних рослин.

Внесення гербіцидів Астрал + Кідека в різних нормах внесення сприяло отримання прибавки врожаю зерна кукурудзи на рівні 3,76-4,13 т/га в порівнянні з контрольними ділянками. Найвищі показники урожайності зерна кукурудзи була відмічені на ділянках де вносились бакова суміш препаратів гербіцидів Астрал + Кідека, в нормі внесення 0,9 л/га + 1,1 л/га + Агрінос Б, в нормі витрати 1,0 л/га у фазу 3-5 листків кукурудзи. На даних ділянках в середньому за два роки досліджень урожайність зерна кукурудзи була в межах 7,03 т/га, що більше за контрольні ділянки на 4,79 т/га або на 213,8 % (Табл. 3).

На даних ділянках створювалися найсприятливіші умови для росту й розвитку рослин кукурудзи. Вони залежали від зменшення конкуренції з боку бур'янів, активізації всіх фізіологічних процесів у рослин кукурудзи, умов навколишнього середовища, а саме: вміст доступної вологи в ґрунті, поживного, теплового та світлового режимів.

3. Урожайність зерна кукурудзи залежно від внесених препаратів, т/га

Варіанти внесення	Урожайність зерна, т/га			Приріст до контролю	
	2021 р	2022 р	середнє	т/га	%
Контроль (без обробки)	3,02	1,46	2,24	-	-
Астрал + Кідека (1,0 л/га + 1,0 л/га)	7,68	4,32	6,00	+ 3,76	+ 167,9
Астрал + Кідека (0,9 л/га + 1,1 л/га)	7,93	4,80	6,37	+ 4,13	+ 184,4
Астрал + Кідека + Агрінос Б (1,0 л/га + 1,0 л/га + 1,0 л/га)	8,25	5,21	6,73	+ 4,49	+ 200,5
Астрал + Кідека + Агрінос Б (0,9 л/га + 1,1 л/га + 1,0 л/га)	8,60	5,46	7,03	+ 4,79	+ 213,8
НІР ₀₅	0,20	0,19			

Отже, використання у баковій суміші гербіцидів та біопрепарату: Астрал + Кідека + Агрінос Б в нормах витрати (0,9 л/га + 1,1 л/га + 1,0 л/га) в агроценозах кукурудзи мають широкий спектр дії проти різних видів бур'янів, довготривалий фітотоксичний ефект, дозволяє надійно захистити посіви кукурудзи від бур'янової рослинності, сприяє зниженню стресу рослин кукурудзи та одержати високий урожай зерна кукурудзи.

Однак, у цілому можна сказати, що застосування бакових сумішей гербіцидів та біопрепаратів є економічно вигідним заходом. Окрім того зменшується доза хімічних препаратів, що сприяє зменшенню пестицидного навантаження на довкілля.

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. В результаті обліку бур'янів в агроценозах кукурудзи кількість злакових та дводольних бур'янів була

в межах 159 шт./м². Серед дводольних бур'янів домінували слідує види: лобода біла – 25 шт./м², ромашка непахуча – 22 шт./м², щириця звичайна – 12 шт./м², гірчак шорсткий – 12 шт./м². Серед багаторічних видів зустрічались дводольні види: осоти і берізка польова – 1-2 шт./м², а також карантинний бур'ян – амброзія полинолиста – 5 шт./м². Злакові бур'яни були представлені однодольними бур'янами мишій сизий – 34 шт./м², куряче просо – 27 шт./м².

2. Внесення гербіцидів Астрал + Кідека в нормах витрат (0,9 л/га + 1,1 л/га) у фазу 3-5 листків кукурудзи в поєднанні з біопрепаратом Агрінос Б, показало, що рівень забур'яненості в порівнянні з контролем без гербіцидів зменшився через 30 днів після внесення препаратів на 73,6 %, а на період збирання кукурудзи на 99,3 %.

Шкатула Ю. М., Остапчук Р. В.

3. Кількість бур'янів на контрольних ділянках досліду (без внесення гербіцидів) на період збирання зерна кукурудзи була в межах 142 шт/га, а повітряно-суха маса рівнялась 3207 г/м², тоді як на ділянках де вносились гербіциди повітряно-суха маса становила 19-130 г/м². Зниження до контролю в межах 96,0-99,4 %.

4. Найвищі показники урожайності зерна кукурудзи була

Список використаних джерел

1. Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 57–62.

2. Дідур І. М., Богомаз С. О. Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 29. С. 153–161.

3. Іващенко О. О. Загальна гербологія. Київ : Фенікс, 2019. 701 с.

4. Кернасюк Ю. В. Рентабельна кукурудза. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 4 (19). С. 7–9.

5. Крамарьов С. М., Писаренко П., Шевченко М. С., та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 5–12.

6. Міністерство сільського господарства США (USAD). URL: <https://www.indexmundi.com/agriculture/> (дата звернення: 31.05.2020).

7. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник. К.: Вища шк., 1994. 334 с.

8. Окрушко С. Є. Вплив гербіцидів та регулятора росту на забур'яненість і врожайність кукурудзи на зерно. *Вісник ХНАУ*. 2019. № 2. С. 110–118.

9. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Сучасні технології у рослинництві в історичному ракурсі і світлі

відмічені на ділянках де вносились бакова суміш препаратів гербіцидів Астрал + Кідека, в нормі внесення 0,9 л/га + 1,1 л/га + Агрінос Б, в нормі витрати 1,0 л/га у фазу 3-5 листків кукурудзи. На даних ділянках в середньому за два роки досліджень урожайність зерна кукурудзи була в межах 7,03 т/га, що більше за контрольні ділянки на 4,79 т/га або на 213,8 %.

євроінтеграційних викликів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 5–10.

10. Сторчоус І. Досходовий період кукурудзи: контроль бур'янів. *Агробізнес сьогодні*, 2017. № 7. С. 38–44.

11. Chauhan B. S. Grand Challenges in Weed Management. *Front. Agron*. 2020. Vol. 1 (3). P. 1–4.

12. Ткачук О. П., Бондаренко М. І. Екологічна оцінка повторних посівів кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 24. С. 182–191.

13. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР, 10 травня 2022, URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr> (дата звернення: 31.05.2023).

14. Україна входить до числа країн-лідерів за виробництвом кукурудзи в світі. Super Agro Dom.com : веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/9446-ukrayina-vhodit-do-krayin-lideriv-za-virobnitstvom-kukurudzi-v-sviti> (дата звернення: 31.05.2023).

15. Циліорик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 152–159.

16. Шкатула Ю. М., Сторожук Ю. В. Вплив позакореневих підживлень на біоенергетичну продуктивність кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26. С. 87–101.

References

1. Demianiuk O. S., Shatsman D. O. (2019). Agro-ecological and economic results of the use of hruntovy and strakhovy herbicides in the cultivation of corn for grain in the conditions of the Left Bank forest of Ukraine. Zbalansovane pryrodokorystuvannia-Balanced use of nature. Vol. 2. S. 57-62.
2. Didur I. M., Bohomaz S. O. (2023). The current state and prospects of corn cultivation in Ukraine. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Vol. 29. S. 153-161.
3. Ivashchenko O. O. General herbology. Kyiv : Feniks, 2019. 701 p. [in Ukrainian].
4. Kernasiuk Yu. V. (2020). Profitable corn. Ahronomiia sohodni. Vol. 4 (19). S. 7-9.
5. Kramarov S.M., Pysarenko P.V., Shevchenko M.S., ta in. (2008). Effectiveness of herbicides in corn agroecosystems. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahronoi akademii. Vol. 3. S. 5-12.
6. United States Department of Agriculture (USDA). URL: <https://www.indexmundi.com/agriculture/>.
7. Moiseichenko V.F., Yeshchenko V.O. (1994). Basics of scientific research in agronomy. Pidruchnyk. K.: Vyshcha shk., 334 p.
8. Okrushko S. Ye. (2019). Effect of herbicides and growth regulator on weediness and grain yield of corn. Visnyk KhNAU. Vol. 2. S. 110-118.
9. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. (2017). Modern technologies in crop production in a historical perspective and in the light of European integration challenges. Visnyk ahronoi nauky. Vol. 9. S. 5-10.
10. Storchous I. (2017). Corn preemergence period: weed control. Ahrobiznes sohodni, 2017. Vol. 7. S. 38-44.
11. Chauhan B. S. (2020). Grand Challenges in Weed Management. Front. Agron. Vol. 1 (3). P. 1-4.
12. Tkachuk O.P., Bondarenko M. I. (2022). Ecological assessment of repeated sowing of corn in Ukraine. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Vol. 24. S. 182-191.
13. TOP-10 corn producing countries in 2021/22 MR, May 10, 2022, URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr>.
14. Ukraine is one of the leading countries in terms of corn production in the world. Super Agro Dom.com : Website. URL: <https://superagronom.com/news/9446-ukrayina-vhodit-do-krayin-lideriv-za-virobnitstvom-kukurudzi-v-sviti>.
15. Tsyliuryk O. I., Desiatnyk L. M., Berezovskyi S. V. (2020). Contamination of corn agroecosystems under the influence of tillage and fertilization in the Northern Steppe of Ukraine. Zernovi kultury. T. 4, Vol. 1. S. 152-159.
16. Shkatula Yu. M., Storozhuk Yu. V. (2022). The effect of foliar fertilization on the bioenergetic productivity of corn per grain. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. Vol. 26. S. 87-101.

EFFECTIVENESS OF HERBICIDES IN CORN AGROECOSYSTEMS

Yu. M. Skatula, R. V. Ostapchuk

Abstract. Maize is one of the least competitive crops with weeds in its crops, so cultivated plants can lose their productivity potential most during the initial stages of growth and development. The critical period of the impact of weeds on corn is 40–50 days, it lasts from germination to the shedding of panicles - flowering. Counting weeds on the experimental sites on average over two years of research showed that the number of grass and dicotyledonous weeds was within 159 pcs./m². Application of Astral + Kideka herbicides at rates (0.9 l/ha + 1.1 l/ha) in the phase of 3-5 leaves of corn in combination with the biopreparation Agrinos B showed that the level of weediness, compared to the control without herbicides, decreased by 73.6 % 30 days after application of the drugs, and by 99.3% during the period of corn harvesting. The number of weeds in the control plots of the experiment (without application of herbicides) for the period of corn grain harvesting was within 142 pieces/ha, and the

Шкагула Ю. М., Остапчук Р. В.

air-dry weight was equal to 3207 g/m², while in the areas where herbicides were applied, the air-dry weight was 19-130 g/m². Reduction to control in the range of 96.0-99.4 %. The highest rates of corn grain yield were noted in the areas where the tank mixture of Astral + Kideka herbicides was applied, at the rate of application of 0.9 l/ha + 1.1 l/ha + Agrinos B, at the rate of consumption of 1.0 l/ha in the phase of 3-5 leaves of corn. In these areas, on average, over two years of research, the yield of corn grain was within 7.03 t/ha, which is 4.79 t/ha or 213.8 % more than the control areas. The use of tank mixtures of herbicides and biological preparations is an economically beneficial measure. In addition, the dose of chemical preparations is reduced, which helps to reduce the pesticide load on the environment.

Key words: corn, agrocenosis, technology, weeds, herbicides, biological preparations, grain, productivity

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКА ТА СТРОКІВ СІВБИ НА РОЗВИТОК НАСІННЄВОЇ ІНФЕКЦІЇ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. В. КИРИЛЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, <http://orcid.org/0000-0002-8096-4488>

E-mail: verakurulenko@ukr.net

О. В. ГУМЕНЮК, кандидат сільськогосподарських наук,

<http://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

E-mail: alexgymenyk@ukr.net

Ю. М. СУДДЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук,

<http://orcid.org/0000-0001-6586-1977>

E-mail: suddenko.j@gmail.com

Л. А. МУРАШКО, <http://orcid.org/0000-0002-0438-7682>

E-mail: murashko_liudmyla@ukr.net

Р. М. ЛОСЬ, аспірант, <http://orcid.org/0000-0003-1932-3312>

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.010](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.010)

Анотація. Захворювання пшениці озимої в агроценозах можуть бути зумовлені різними чинниками, втім одним із ключових вважається накопичення фітопатогенної мікробіоти в ґрунті, насінні та рослинних рештках. Провідну роль у патогенезі відіграють представники роду *Fusarium* Link та *Alternaria* Nees, які призводять до зниження врожаю зерна та його якісних показників. Метою досліджень було встановлення впливу строків сівби та попередників пшениці озимої на рівень інфікування зерна збудниками фузаріозу та альтернаріозу.

Дослідження виконували на сортах пшениці озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН України Подільська, МПП Лакомка, Аврора миронівська, МПП Фортуна, МПП Лада та МПП Ювілейна висіяних у два строки (I – 25 вересня, II – 5 жовтня), після попередників соя та соняшник в умовах центрального та північно-східного Лісостепу України. Використовуючи мікроскоп, за спеціальними методиками здійснювали фітопатологічний аналіз зразків та визначали видовий склад збудників насіннєвої інфекції, а видову частку з'ясовували за відношенням ураженого зерна пшениці до їх загальної кількості.

Зерно пшениці озимої в роки досліджень було заселене збудниками *Fusarium* Link та *Alternaria* Nees. Рівень розвитку насіннєвої інфекції пшениці озимої висіяної після попередника соя виявився нижчим порівняно з попередником соняшник. У середньому за роки досліджень, кількість зерен із внутрішньою інфекцією грибів роду *Fusarium* Link відмічали в межах 0–23,0 % за попередника

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

соє та 0,4–32,1 % за попередника соняшник. Рівень інфікування зерна збудником *Alternaria Nees* варіював від 18,9 % до 87,2 % за попередника соє та від 21,0% до 84,0 % за попередника соняшник. В умовах центрального Лісостепу України І строк сівби (25 вересня) пшениці озимої стримував розвиток збудника фузаріозу, однак сприяв інфікуванню зерна збудником альтернаріозу. Підбір оптимальних строків сівби та попередників є органічною складовою частиною у технології вирощування пшениці озимої та одночасно – основою сучасних систем захисту рослин від комплексу шкідливих організмів, що дає змогу якомога ширше розкрити генетичний потенціал урожайності кожного сорту.

Ключеві слова: фузарії, збудники грибів, мікологічний аналіз, видовий склад, *Fusarium Link*, *Alternaria Nees*, *Triticum aestivum L.*

Актуальність. Пшениця озима – це культура, яка була культивована одна з перших та займає провідну позицію у рейтингу продуктів харчування близько 50 країн світу, серед яких є й Україна [4]. Останнім часом через порушення сівозміни і перенасичення її злаковими культурами, впровадження різноманітних технологій мінімального обробітку ґрунту та зміни агрокліматичних умов відбуваються суттєві зміни у розвитку, поширенні та шкодочинності патогенних організмів в агроценозах України [7].

Фітотоксична загроза урожаю пшениці озимої існує на всіх етапах органогенезу рослин, а також впродовж періоду збирання врожаю та біологічного спокою зерна. У всьому світі нагальною проблемою є забруднення харчових продуктів фузаріозними мікотоксинами. Фузаріоз зерна – виняткове захворювання рослин, що зумовлює значні труднощі його вивчення. Однією з особливих рис фузаріозу є

специфічна етіологія (причина виникнення хвороби), а саме участь у патогенезі комплексу представників різних видів *Fusarium Link* [2]. Доведено, що на формування видового складу збудників фузаріозу та альтернаріозу і співвідношення їх суттєво впливають погодні умови, зокрема режим зволоження. Головну роль тут відіграють опади, які випали в міжфазний період цвітіння до дозрівання зерна – саме вони визначають рівень розвитку і поширення хвороб [1, 6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більше 60% видів фітопатогенів передаються через насіння [5]. Посів зараженим насінням впливає на передачу збудників хвороб на вегетуючі рослини і тим самим створює і підтримує вогнище інфекції в полі.

Провідну роль у патогенезі відіграють представники роду *Fusarium Link* та *Alternaria Nees*, які характеризуються широким ареалом, займають різні екологічні ніші і є великою, біологічно неоднорідною й

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

екологічно пластичною групою міксоміцетів [12]. Фузаріоз – це грибкове захворювання, яке уражує різні злакові культури, зокрема пшеницю, завдаючи посівам величезної шкоди. Тому, дуже важливо вберегти посіви пшениці від фузаріозу, щоб отримати прогнозований урожай здорового якісного зерна. Згідно з Мостов'як та ін., [9] питання морфології, біології, біохімії, фізіології та генетики грибів роду *Fusarium* та пошук шляхів обмеження їх чисельності в агробіоценозах поля сьогодні викликає значний інтерес як для українських, так і зарубіжних дослідників.

Основними симптомами ураженого зерна пшениці є: деформація зерна – воно стає щуплим, зморщуватим з «втиснутою» глибокою борозенкою і гострими бочками; знебарвлення поверхні зерна і втрата характерного блиску; рихлість та крихкість ендосперму; зниження скловидності зерна; поява павутиноподібного білого або рожевого нальоту міцелію гриба, а також скупчення конідій в борозенці або в зародковій частині зерна; втрата життєздатності зерна; потемніння внутрішньої частини зерна, що виявляється на зрізі. Ураження фузаріозом усього колосу знижує врожай на 87 %, половини – на 76 %, третини колосу – на 44 %. Внаслідок фузаріозного зараження маса зерна може знизитися на 64 %, кількість

зерен у колосі – на 46 %. Крім того, що фузаріоз зернових культур впливає на значні втрати урожаю, він погіршує якість кінцевої продукції: вміст протеїну в зерні пшениці, ураженому грибами роду *Fusarium* Link, менший порівняно зі здоровим на 0,1–0,5 %, вміст сирової клейковини знижується з 29,2 до 14,7–22 %. Фузаріоз впливає на фізичні, хімічні й технологічні властивості зерна: знижує натуру, погіршує склоподібність, впливає на технологічні й хімічні якості борошна [11]. Ще однією особливістю грибів роду *Fusarium* є здатність продукувати в процесі життєдіяльності мікотоксини – вторинні метаболіти мікроскопічних грибів, що забруднюють харчові продукти та корми і є дуже небезпечними й токсичними речовинами для людей і тварин. Вживання уражених мікотоксинами продуктів справляє руйнівний вплив на клітини, тканини та органи [3].

Гриби роду *Alternaria* заселяють насіння під час вегетації рослини в полі й аж до збирання врожаю. Зараження відбувається у період цвітіння, молочної та молочно-воскової стиглості хлібних злаків. Гриб є однією з причин розвитку чорного зародка. Зернові культури уражуються альтернаріозом повсюдно.

Шкодочинність останнього безпосередньо залежить від кліматичних умов, за яких відбувалося дозрівання зерна, та умов

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

зберігання. При порушенні нормальних умов зберігання альтернаріоз може викликати пліснявіння насіння і зниження його посівних якостей. Також слід враховувати, що деякі види альтернаріозу здатні утворювати токсини, які можуть бути небезпечними не лише для людей і тварин, але й мати негативний вплив на насіння і проростки, тим самим впливати на ріст, розвиток і продуктивність рослин [10].

Miedaner та ін., [8] стверджує, що рослини пшениці найбільш уразливі для грибів у фазу цвітіння в умовах підвищеної вологості повітря і $t^{\circ}20-25^{\circ}\text{C}$. Тим не менш, не тільки кліматичні умови здатні впливати на шкодочинність захворювання. Вони швидше служать каталізатором процесу зараження, а ось основною причиною все ж є наявність патогенів на полі. Це означає, що чим менше інфекції на ділянці і чим вище імунітет рослин до фузаріозу, тим ризик ураження посівів даним захворюванням буде нижчим [11]. Важливу роль у рівні насінневої інфекції відіграють строки сівби та культура, яка вирощувалася на полі до пшениці. Тому, в якості профілактики необхідно дотримуватися оптимальних строків сівби та попередників, завдяки яким рослинам вдасться уникнути небезпечного моменту, оскільки інфекція не встигне поширитися на посівах в фазу цвітіння.

Мета. Метою досліджень було встановлення впливу строків сівби та попередників пшениці озимої на рівень інфікування зерна збудниками фузаріозу та альтернаріозу.

Методи. Встановлення впливу строків сівби пшениці озимої на розвиток насінневої інфекції здійснювали у 2019–2021 рр. на дослідках, закладених в умовах центрального (Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України) та північно–східного Лісостепу України (ДП «ДГ «Правдинське» МПП ім. В.М. Ремесла»). Ми досліджували сорти Подолянка, МПП Лакомка, Аврора миронівська, МПП Фортуна, МПП Лада та МПП Ювілейна, які висівали у два строки (І – 25 вересня, II – 5 жовтня). Вивчення впливу попередників на розвиток насінневої інфекції проводили на тих самих сортах, що і для визначення оптимальних строків сівби. Вони висівалися після попередників соя та соняшник. У лабораторних умовах у зразках зерна кожного сорту визначали кількість зерен із фузаріозною та альтернаріозною інфекцією. Для цього відбирали середню пробу, яку промивали проточною водою, поверхнево дезінфікували у розчині Domestos (1 : 20) (ми замінили 0,5 % розчин KMnO_4 , що є нашим заходом для одного із видів знезараження), з наступним промиванням стерильною дистильованою водою, фламбували у

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

полум'ї спиртівки та розкладали по 10 шт. у 10 повтореннях на розлите в чашки Петрі стерильне поживне середовище (картопляно-глюкозний агар (КГА) із додаванням у нього антибіотика протибактеріальної дії – стрептоміцин-сульфат). Чашки Петрі з насінням інкубували в термостаті при температурі 25 °C п'ять діб. Через п'ять діб кожний мікроміцет, що виділився з насінини на поверхню поживного середовища пересівали у окрему пробірку з КГА для подальшої ідентифікації виду збудника з допомогою мікроскопа за спеціальними методиками.

Результати. Погодні умови у роки проведення дослідження різнилися як між собою, так і порівняно з багаторічними даними. Середньомісячні температури повітря в умовах центрального Лісостепу України були вищими порівняно з багаторічними середньомісячними показниками на 0,3–3,5 °C та сильно варіювали за роками вегетації культури. Лише в листопаді 2018 р., січні 2019 р., травні 2020 р. та лютому, квітні і травні 2021 р. температура зафіксована дещо нижчою, порівняно з багаторічними даними. У зимовий період найбільший розмах варіювання температури повітря відмічено у лютому – $R = 7,1$ °C ($\max = 2,3$ °C у 2020 р., $\min = -4,8$ °C у 2021 р.). У весняний період найбільшою різниця зареєстрована в березні – $R = 4,4$ °C ($\max = 6,5$ °C у 2020 р., $\min = 2,1$ °C у

2021 р.). Середньорічна температура повітря перевищувала середню багаторічну на 1,9 – 3,1 °C.

Роки досліджень в Центральному Лісостепу України виявилися контрастними за кількістю опадів з нерівномірним їх розподілом за місяцями. Вологозабезпечення було лімітуючим чинником, який обмежував реалізацію потенційної врожайності досліджуваних сортів. До посушливих можна віднести 2018/19 та 2019/20 вегетаційні роки. Так, сумарна кількість опадів за ці періоди складала 519,5 та 382,4 мм відповідно. Тобто, за 2018/19 р. випало 89,3 % опадів порівняно до середньобагаторічної кількості та лише 65,7 % за 2019/20 вегетаційний рік. Крім того, 2019/20 р. характеризували, як із значним дефіцитом вологи в осінній період (43,7 мм або 33,1 % від середньобагаторічного показника). Сума опадів за 2020/21 р. наближалася до середньобагаторічної норми (582,0 мм) і становила 608,2 мм, тобто 104,5 %.

Середньомісячні температури повітря в умовах північно–східного Лісостепу України відмічали також із вищими порівняно з багаторічними середньомісячними показниками на 1,1–4,7 °C та варіювали за роками вегетації культури. Тільки в листопаді 2018 р., липні 2019 р., травні 2020 р. та лютому 2021 р. температура зафіксована дещо нижчою, порівняно з багаторічними даними. У зимовий

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

період найбільший розмах варіювання температури повітря відмічено у лютому – $R = 6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\max = 0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 2020 р., $\min = -6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 2021 р.). У весняний період найбільшою різниця зареєстрована в березні – $R = 5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\max = 7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 2020 р., $\min = 1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ у 2021 р.). Середньорічна температура повітря перевищувала середню багаторічну на $2,6 - 3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В умовах північно-східного Лісостепу України вологозабезпечення спостерігали суттєвим, порівняно з Центральним Лісостепом України, що позитивно впливало на реалізацію потенційної врожайності досліджуваних сортів. Сумарна кількість опадів за 2019/20 р. та 2020/21 р. складала 525,5 та 514,3 мм відповідно. Тобто, за ці періоди випало 93,3–95,4 % опадів порівняно до середньобагаторічної кількості. Сума опадів за 2018/19 р. перевищувала середньобагаторічну норму (551 мм) і становила 663,0 мм, тобто 120,3 %.

Вважається, що ступінь розвитку хвороби на 70 % залежить від сорту й агротехніки, а на 30 % – від погодних умов. У сучасних інтенсивних технологіях вирощування зернових культур однією із невирішених проблем у захисті рослин пшениці озимої залишається недостатній контроль насінневої інфекції, яка викликає низку хвороб, зокрема фузаріоз колосу та чорноколосицю [7].

Отримані дані свідчать, що в умовах центрального Лісостепу України зерно досліджуваних сортів пшениці озимої I строку сівби у меншій мірі уражувалося збудником фузаріозу, але більше збудником альтернаріозу порівняно з II строком, незалежно від попередника. Так, в середньому за роки досліджень, кількість зерен з внутрішньою інфекцією грибів роду *Fusarium* Link відмічали в межах 0,5–14,0 % за I строку сівби та 0,7–17,3 % за II строку сівби. Рівень інфікування зерна збудником *Alternaria* Nees варіював від 39,8 % до 59,0 % за I строку сівби та від 31,2 % до 57,1 % за II строку (табл. 1).

Зерно пшениці озимої висіяної після попередника соя в середньому за 2019 р. інфікувалося збудником фузаріозу на 2,8 та 4,2 % за I і II строків сівби відповідно. Незначну кількість інфікованого насіння мав сорт МП Ювілейна (1,2 %). Ураження патогеном сортів МП Фортуна, МП Лада та МП Лакомка (I строку сівби) було нижчим ніж у сорту стандарту Подолянка. Щодо збудника альтернаріозу, кількість зерен із внутрішньою інфекцією відмічали в середньому на рівні 39,8 % та 31,2 % за I і II строків сівби відповідно. Найменше інфікувалися патогеном сорти МП Лакомка, МП Фортуна, Подолянка (I строк сівби) та МП Лада (I строк сівби).

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

1. Вплив попередника та строків сівби на розвиток насіннєвої інфекції (%) пшениці озимої в умовах центрального Лісостепу України (Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла)

Сорт	Строк сівби	Рік дослідження					
		2019		2020		2021	
		гриби роду					
		<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>
соя							
Подольанка	I	3,6	18,9	0,4	28,2	18,5	62,1
	II	5,2	33,6	0,8	36,0	20,1	62,5
МІП Лакомка	I	2,2	38,4	0	48,4	11,9	57,5
	II	5,6	21,6	0,8	26,2	11,8	45,4
Аврора МІР	I	5,0	65,0	0,2	98,0	15,4	55,1
	II	6,2	31,3	0	56,2	20,0	40,2
МІП Фортуна	I	2,0	22,0	0,6	42,0	10,9	50,2
	II	2,9	25,4	1,0	52,3	11,0	51,2
МІП Лада	I	2,6	38,5	1,2	28,2	15,0	57,4
	II	2,9	40,4	1,0	52,1	15,2	59,0
МІП Ювілейна	I	1,2	56,0	0,6	72,0	12,3	48,2
	II	2,5	35,1	0,6	54,4	13,4	56,3
Х	I	2,8	39,8	0,5	52,8	14,0	55,1
	II	4,2	31,2	0,7	46,2	15,3	52,4
min		1,2	18,9	0	26,2	10,9	45,4
max		6,2	65,0	1,2	98,0	20,1	62,5
R		5,0	46,2	0	71,8	9,2	17,1
соняшник							
Подольанка	I	3,0	56,3	1,0	58,9	15,8	69,4
	II	8,2	32,0	0,4	30,5	19,5	70,2
МІП Лакомка	I	5,8	42,3	1,6	44,1	13,5	52,4
	II	6,1	21,0	1,2	36,0	18,5	59,0
Аврора МІР	I	1,0	30,7	0,8	34,5	12,3	58,4
	II	1,5	42,2	1,2	64,9	19,2	60,2
МІП Фортуна	I	4,8	52,0	0,8	48,2	11,0	60,9
	II	3,1	20,6	1,2	62,4	16,5	52,1
МІП Лада	I	4,0	40,5	1,8	51,0	15,8	62,5
	II	4,3	52,6	0,8	48,2	19,4	48,4
МІП Ювілейна	I	3,2	46,0	0,8	34,1	12,3	50,2
	II	3,8	29,0	0,6	41,0	10,5	52,8
Х	I	3,6	44,6	1,1	45,1	13,5	59,0
	II	4,5	32,9	0,9	47,2	17,3	57,1
min		1,0	21,0	0,4	30,5	11,0	48,4
max		8,2	56,3	1,8	64,9	19,5	70,2
R		7,2	35,3	1,4	34,4	8,5	21,8

Примітка: МИР – миронівська

Рівень розвитку насіннєвої інфекції пшениці озимої висіяної після попередника соняшник виявили дещо вищим порівняно з попередником соя. Так, в середньому за роки досліджень, кількість зерен з

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

внутрішньою інфекцією грибів роду *Fusarium* Link спостерігали в межах 0,5–15,3 % за попередника соя та 0,9–17,3 % за попередника соняшник. Рівень інфікування зерна збудником *Alternaria* Nees варіював від 31,2 % до 55,1 % за попередника соя та від 32,9 % до 59,0 % за попередника соняшник. Варто зазначити, що зерно сорту МП Ювілейна, який висіяний після попередника соняшник, за всі роки досліджень уражувалося збудником фузаріозу менше за середнє значення по досліді за обома строками сівби. А у 2019 р. та 2020 р. вирізнили сорт МП Лакомка, з кількістю зерен зі збудником альтернаріозу меншою за середнє значення по досліді за обома строками сівби.

Слід зазначити, що найбільш сприятливим для розвитку насінневої інфекції пшениці озимої був 2021 р. Так, в середньому рівень інфікування зерна фузарієвими грибами сягав 14,0 та 15,3 % та альтернаріозу – 55,1 та 52,4 % за I і II строків сівби відповідно (попередник соя). Зерно пшениці озимої висіяної після попередника соняшник інфіковане збудником фузаріозу на 13,5 і 17,3 % та альтернаріозу – 59,0 і 57,1 % за I і II строків сівби відповідно. Незважаючи на найвищий рівень розвитку насінневої інфекції серед років дослідження, сорти МП Фортуна та МП Ювілейна найменше

інфікувалися патогенами як за обома строками сівби так і попередниками.

Результатами досліджень виявлено більше накопичення насінневої інфекції у зерні сортів вирощених в Північно-східному Лісостепу України (табл. 2).

Однак, в таких умовах менше уражувалися збудником фузаріозу насіння досліджуваних сортів II строку сівби незалежно від попередника та альтернаріозом – I строку сівби за попередника соя, на відміну від зерна вирощеного в Центральному Лісостепу України. В середньому за роки досліджень, рівень інфікування зерна збудником *Fusarium* Link варіював від 0,8 % до 23,5 % за I строку сівби та від 0,6 % до 27,3 % за II строку. Кількість зерен з внутрішньою інфекцією грибів роду *Alternaria* Nees зазначили в межах 35,1–65,0 % за I строку сівби та 39,3–71,6 % за II строку сівби.

Рівень розвитку фузаріозної інфекції пшениці озимої висіяної після попередника соя був нижчим порівняно з попередником соняшник. Так, в середньому за роки досліджень, кількість зерен уражених патогеном змінювався від 0,6 % до 12,6 % за попередника соя та від 1,4 до 27,3 % за попередника соняшник. Рівень інфікування зерна збудником альтернаріозу знаходився у проміжку 35,1– 71,6 % за попередника соя та 41,4–65,0 % за попередника соняшник.

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

2. Вплив попередника та строків сівби на розвиток насіннєвої інфекції (%) пшениці озимої в умовах північно-східного Лісостепу України (ДП «ДГ «Правдинське» Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла»)

Сорт	Строк сівби	Рік дослідження					
		2019		2020		2021	
		гриби роду					
		<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Alternaria</i>
соя							
Подольанка	I	12,0	42,5	0,8	56,2	23,0	69,3
	II	4,3	40,0	0,4	70,1	15,6	78,4
МІП Лакомка	I	5,5	25,2	0,6	58,0	13,9	66,2
	II	2,8	40,0	0,8	80,1	11,2	87,2
Аврора МІР	I	2,3	55,0	1,2	46,9	10,2	66,0
	II	4,0	27,5	1,0	46,5	11,6	81,0
МІП Фортуна	I	1,3	22,3	0,4	60,2	10,2	56,2
	II	0,8	23,2	0,6	66,0	9,8	62,0
МІП Лада	I	3,0	35,0	1,2	56,3	9,9	72,0
	II	5,8	57,5	0,4	60,2	10,5	61,2
МІП Ювілейна	I	3,3	30,5	0,6	80,2	8,5	55,1
	II	4,2	47,5	0,4	62,0	11,8	59,6
Х	I	4,6	35,1	0,8	59,6	12,6	64,1
	II	3,7	39,3	0,6	64,2	11,8	71,6
min		0,8	22,3	0,4	46,5	8,5	55,1
max		12,0	57,5	1,2	80,2	23,0	87,2
R		11,2	35,2	0,8	33,7	14,5	32,1
соняшник							
Подольанка	I	5,0	42,5	3,4	66,0	29,8	77,5
	II	9,0	40,0	4,8	72,3	30,4	68,6
МІП Лакомка	I	7,0	25,1	2,0	68,5	25,0	51,3
	II	5,5	40,3	1,2	34,3	30,1	61,2
Аврора МІР	I	4,6	55,0	1,0	72,6	20,3	33,2
	II	4,8	27,5	0,6	40,2	30,5	38,5
МІП Фортуна	I	4,5	60,3	1,6	40,0	15,9	45,3
	II	2,5	60,1	0,6	48,1	20,0	40,6
МІП Лада	I	7,5	35,3	2,0	68,2	30,2	78,2
	II	2,5	57,5	0,8	64,0	32,1	84,0
МІП Ювілейна	I	6,5	30,1	1,6	74,8	19,6	80,0
	II	2,5	47,5	0,2	50,2	20,8	65,4
Х	I	5,9	41,4	1,9	65,0	23,5	60,9
	II	4,5	45,5	1,4	51,5	27,3	59,7
min		2,5	27,5	0,6	34,3	15,9	33,2
max		9,0	60,3	4,8	74,8	32,1	84,0
R		6,5	32,8	4,2	40,5	16,2	50,8

Необхідно зазначити, що за роки досліджень зерно сорту МПП Фортуна, як за обома строками сівби так і попередниками уражувалося

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

збудниками насіннєвої інфекції менше за середнє значення по досліді. Незначну кількість інфікованого зерна збудником фузаріозу мали сорти МП Лада, МП Ювілейна, Подолянка (по 0,4 %, 2020 р.) за II строку сівби після попередника соя.

Висновки і перспективи.

Зниження врожаю зерна пшениці озимої та його якісних показників часто є наслідком інтенсивного розвитку на колосі грибів роду *Fusarium* Link та *Alternaria* Nees. Разом з іншими грибами вони входять до складу насіннєвої мікобіоти. Дотримання агротехнічних заходів, таких як підбір оптимальних попередників та строків сівби, дозволяє зменшити запас інфекції та підвищити стійкість рослин без застосування хімічних препаратів. Умови центрального Лісостепу України виявилися менш сприятливими для накопичення насіннєвої інфекції досліджуваними сортами, на відміну від Північно-

східного Лісостепу України внаслідок незначного зволоження міжфазного періоду цвітіння – дозрівання зерна першої локації досліджень. Соя є кращим попередником для пшениці озимої ніж соняшник не лише за рахунок акумуляції азоту бульбочковими бактеріями, а і нижчого рівня інфікування зерна грибковими патогенами. Сівба пшениці озимої в умовах центрального Лісостепу України у I строк забезпечила меншу кількість зерен з внутрішньою інфекцією грибів роду *Fusarium* Link, однак більшу – зі збудником *Alternaria* Nees, порівняно з II строком, незалежно від попередника. В умовах Північно-східного Лісостепу України нижчий рівень інфікування зерна збудником фузаріозу спостерігали за II строку сівби незалежно від попередника та альтернативі – I строку сівби за попередника соя, на відміну від зерна вирощеного в Центральному Лісостепу України.

Список використаних джерел

1. Birr, T., Hasler, M., Verreet, J.A., et al. (2020). Composition and predominance of *Fusarium* species causing Fusarium head blight in winter wheat grain depending on cultivar susceptibility and meteorological factors. *Microorganisms*, 8(4), 617. doi: 10.3390/microorganisms8040617.
2. Dongzhen, F., Xilin, L., Xiaorong, C., Wenwu, Y., Yunlu, H., Yi, C., Jia, C., Zhimin, L., Litao, G., Tuhong, W., Xu, J., & Chunsheng, G. (2020). *Fusarium* Species and *Fusarium oxysporum* Species Complex Genotypes Associated With Yam Wilt in South-Central China. Retrieved from

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01964/full>.

3. Hof, H. (2020). The medical relevance of *Fusarium* spp. *Journal of fungi*, 6(3), 117. doi: 10.3390/jof603011713.

4. Грицев О.А., Зозуля О.Л., Воробйова Н.Г., Сківка Л.М. (2018). Моніторинг видового складу грибів роду *Fusarium* у насіннєвому матеріалі озимої пшениці на території України. *Мікробіологія і біотехнологія*, 2, 81–89. doi: 10.18524/2307-4663.2018.2(42).134443.

5. Karelov, A.V., Borzykh, O.I., Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Yanse, L.A., Sozinova, O.I., Tkalenko, H.M., Mishchenko, L.T. & Blume, Ya.B. (2021). Current Approaches to

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

Identification of Fusarium Fungi Infecting Wheat. *Cytology and Genetics*, 55(5), 433-446. doi: 10.3103/S0095452721050030.

6. Kayim, M., Nawaz, H. & Alsalm, A. (2020). *Fungal Diseases of Wheat*. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/80489>.

7 Ковалишина Г.М., Дмитренко Ю.М., Демидов О.А., Муха Т.І., Мурашко Л.А. (2018). Результати селекції пшениці озимої на стійкість проти основних збудників хвороб в Миронівському Інституті пшениці. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*, 294, 96-103.

8. Miedaner, T. & Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(6), 1771-1785. doi: 10.1007/s00122-021-03807-0.

9. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Бородай В.В. (2020). Особливості формування фітопатогенного фону мікроміцетів – збудників хвороб в агроценозах зернових злакових культур Правобережного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*, 1, 28-38.

10. Mykhalska, L.M., Sanin, O.Y., Schwartau, V.V., Zozulia, O.L. & Hrytsev, O.A. (2019). Distribution of species of Fusarium and Alternaria genera on cereals in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27(2), 186-191.

11. Murashko, L., Mukha, T., Humenyuk, O., Kirilenko, V. & Novytska, N. (2022). The level of intensity of soft winter wheat varieties infection by *Fusarium* link pathogens and their identification on grain. *Plant and Soil Science*, 13(4), 35–45. doi:10.31548/agr.13(4).2022.35-45.

12. Popescu, S., Boldura, O. M., Borozan, A. & Madosa, E. (2022). Molecular detection of Fusarium infections in wheat: A measure of quality assessment. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 26(1), 27-29.

References

1. Birr, T., Hasler, M., Verreet, J.A., et al. (2020). Composition and predominance of *Fusarium* species causing Fusarium head blight in winter wheat grain depending on cultivar susceptibility and meteorological

factors. *Microorganisms*, 8(4), 617. doi: 10.3390/microorganisms8040617.

2. Dongzhen, F., Xilin, L., Xiaorong, C., Wenwu, Y., Yunlu, H., Yi, C., Jia, C., Zhimin, L., Litao, G., Tuhong, W., Xu, J., & Chunsheng, G. (2020). *Fusarium* Species and *Fusarium oxysporum* Species Complex Genotypes Associated With Yam Wilt in South-Central China. Retrieved from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01964/full>.

3. Hof, H. (2020). The medical relevance of *Fusarium* spp. *Journal of fungi*, 6(3), 117. doi: 10.3390/jof603011713.

4. Hrytsev, O.A., Zozulya, O.L., Vorobiova, N.G., et al. (2018). Monitoring of species composition of fungi of the genus *Fusarium* in seed materials of winter wheat on Ukrainian territory. *Micribiol. Biotechnol.*, 2, 81–89. doi: 10.18524/2307-4663.2018.2(42).134443.

5. Karelov, A.V., Borzykh, O.I., Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Yanse, L.A., Sozinova, O.I., Tkalenko, H.M., Mishchenko, L.T. & Blume, Ya.B. (2021). Current Approaches to Identification of Fusarium Fungi Infecting Wheat. *Cytology and Genetics*, 55(5), 433-446. doi: 10.3103/S0095452721050030.

6. Kayim, M., Nawaz, H. & Alsalm, A. (2020). *Fungal Diseases of Wheat*. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/80489>.

7. Kovalyshina, G.M., Dmytrenko, Y.M., Demydov, A.A., Mukha, T.I. & Murashko, L.A. (2018). Results of winter wheat breeding for resistance to major pathogens at the Myronivka Wheat Institute. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Agronomy*, 294, 96-103.

8. Miedaner, T. & Juroszek, P. (2021). Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theoretical and Applied Genetics*, 134(6), 1771-1785. doi: 10.1007/s00122-021-03807-0.

9. Mostovyak, I.°I., Demyanyuk, O.°S. & Borodai, V.°V. (2020). Peculiarities of formation of the phytopathogenic background of myxomycetes – pathogens in the agroecosystems of grain cereal crops of the right-

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

bank forest-steppe of Ukraine. *Agroecological journal*, 1, 28-38.

10. Mykhalska, L. M., Sanin, O. Y., Schwartau, V. V., Zozulia, O. L. & Hrytsev, O. A. (2019). Distribution of species of *Fusarium* and *Alternaria* genera on cereals in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27(2), 186-191.

11. Murashko, L., Mukha, T., Humenyuk, O., Kirilenko, V. & Novytska, N. (2022). The level of intensity of soft winter wheat varieties

infection by *Fusarium link* pathogens and their identification on grain. *Plant and Soil Science*, 13(4), 35–45. doi:10.31548/agr.13(4).2022.35-45.

12. Popescu, S., Boldura, O. M., Borozan, A. & Madosa, E. (2022). Molecular detection of *Fusarium* infections in wheat: A measure of quality assessment. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 26(1), 27-29.

THE INFLUENCE OF THE PREDECESSOR AND SOWING DATES ON THE DEVELOPMENT OF SEED INFECTION OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V. V. Kirilenko, O. V. Humenyuk, Yu. M. Suddenko, L. A. Murashko, R. M. Los

Abstract. Diseases of winter wheat in agroecosystems can be caused by various factors. However, one of the key factors is the accumulation of phytopathogenic microbiota in the soil, seeds and plant residues. The leading role in pathogenesis is played by representatives of the genus *Fusarium* Link and *Alternaria* Nees, which lead to a decrease in grain yield and its quality indicators. The purpose of the research was to establish the influence of sowing dates and predecessors of winter wheat on the level of grain infection by fusarium and alternariosis pathogens.

The research was carried out on winter wheat varieties of The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine Podolyanka, MIP Lakomka, Aurora Myronivska, MIP Fortuna, MIP Lada and MIP Yuvileyna are sown in two periods (I - September 25, II - October 5), after the predecessors of soybean and sunflower in the conditions of the central and northeastern Forest Steppe of Ukraine. Phytopathological analysis of the samples was carried out with the help of a microscope using special techniques and the species composition of the causative agents of seed infection was determined, and the species share was determined by the ratio of the affected wheat grain to their total number.

During the years of research, the winter wheat grain was colonized by the pathogens *Fusarium* Link and *Alternaria* Nees. The level of development of seed infection of winter wheat sown after the predecessor soybean turned out to be lower compared to the predecessor sunflower. On average, over the years of research, the number of grains with internal infection by fungi of the genus *Fusarium* Link was noted in the range of 0–23.0% for the predecessor soybean and 0.4–32.1% for the predecessor sunflower. The level of grain infection by the pathogen *Alternaria* Nees varied from 18.9% to 87.2% for the soybean precursor and from 21.0% to 84.0% for the sunflower precursor. In the conditions of the central forest-steppe of Ukraine, the first sowing period of winter wheat restrained the development of the causative agent of fusarium wilt, but contributed to the infection of the grain by the causative agent of alternariosis. The selection of optimal sowing dates and predecessors is an organic component in the technology of growing winter wheat and at the same time - the basis

Кириленко В. В., Гуменюк О. В., Судденко Ю. М., Мурашко Л. А., Лось Р. М.

of modern plant protection systems against a complex of harmful organisms, which makes it possible to reveal the genetic potential of the yield of each variety as widely as possible.

Keywords: *fusaria, fungal pathogens, mycological analysis, species composition, Fusarium Link, Alternaria Nees, Triticum aestivum L.*

**ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ І ЯКОСТІ НАСІННЯ БУРЯКІВ
ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ АБСОРБЕНТУ****М. С. КОЛІСНИК**, аспірант

E-mail: agroksuman@icloud.com

В. В. ПОЛІЩУК, доктор сільськогосподарських наук, професор

E-mail: valentyn7613@gmail.com

Уманський національний університет садівництва[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.011](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.011)

Анотація. Досліджено ефективність застосування гранул абсорбенту за вирощування насіння буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження. Визначено, що внесення гранул абсорбенту MaxiMarin у ґрунт перед садінням маточних коренеплодів буряків цукрових сприяло кращій забезпеченості рослин вологою. У всіх фазах росту і розвитку насінників вологість ґрунту з внесенням абсорбенту була достовірно вищою, порівняно з контрольним варіантом, де його не застосовували. Оптимальне забезпечення вологою сприяло кращому використанню елементів мінерального живлення. За внесення абсорбенту перед садіння насінників на кінець вегетації вміст рухомих форм фосфору і калію був у ґрунті меншим на 13 та 20 мг/1 кг ґрунту, відповідно. Досліджено позитивний вплив внесення абсорбенту на інтенсивність росту та розвитку насінників. Усі фази розвитку насінників наставали раніше, порівняно з контролем. Визначено, що застосування абсорбенту впливало на біометричні показники насінників. У середньому за три роки при внесенні абсорбенту MaxiMarin насінники були вищими на 58,2 см, а кількість пагонів першого порядку на яких формується насіння посівних фракцій була у 1,2 рази більшою. Вищим була і щільність розміщення плодів на пагонах насінників. На кожних 10 см пагонів формувалося на 9,0 плодів більше. Збільшення біометричних показників за внесення гранул абсорбенту в ґрунт у комплексі з ґрунтово-кліматичними і агротехнічними умовами забезпечило підвищення урожайності насіння на 0,15 т/га та збільшенню енергії проростання і схожості на 4 % ($HP0,05 = 1,7\%$), порівняно з контролем.

Ключові слова: енергія проростання, схожість, біометричні показники, фази росту та розвитку, елементи живлення

Актуальність. Впровадження селекціонерами, так і екологічними, інтенсивних технологій вирощування агротехнічними умовами їх буряків цукрових не можливе без вирощування та способами наявності високоякісного насіння. післязбиральної і передпосівної Якість насіння буряків цукрових підготовки насіння з використанням зумовлена як комплексом генетичних сучасних технологій [1]. В останні факторів, які контролюються роки навесні складаються не зовсім

Колісник М. С., Поліщук В. В.

сприятливі умови по забезпеченню ґрунту вологою для нормального приживлювання маточних коренеплодів і початкового їх росту та розвитку насінників, особливо в зоні нестійкого зволоження [2]. Саме тому, вивчення впливу застосування гранул абсорбенту за вирощування насіння буряків цукрових на формування їх урожайності є особливо актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з головних факторів формування урожаю і якості продукції сільськогосподарських культур в тому числі і насінників буряків цукрових є оптимальне забезпечення рослин вологою упродовж вегетаційного періоду [2]. Одним з шляхів створення запасів вологи в ґрунті є використання абсорбентів, які вносять до садіння висадків у ґрунт [3]. Абсорбенти є природніми або синтетичними сполуками, які використовуються для внесення у ґрунт із метою стимулювання змін у процесах їх росту та розвитку для покращення якості продукції, збільшення врожайності, полегшення збирання і зберігання врожаю. Використання абсорбентів призводить до змін в обміні речовин, аналогічних тим, що виникають під впливом зовнішніх умов [4]. Ряд дослідників засвідчують, що внесений в ґрунт абсорбентів дозою 0,01-0,02 відсотки до маси ґрунту покращував водно-фізичні властивості ґрунту, підвищував швидкість вбирання води і одночасно зменшував її

випаровування. Під час дощів зменшував стікання води, в подальшому попереджував утворенню кірки на поверхні ґрунту, а при швидкому висиханні утворенню тріщин [5].

Гранули абсорбенту поглинають і утримують в собі кількість рідини, яка в сотні разів перевищує їх власну масу, а у разі посухи віддають цю вологу рослинам, що забезпечує підвищення приживлюваності рослин та їх продуктивності [3]. За садіння ризом масою 60-90 г у перший строк за спільного застосування гранул та гелю абсорбенту отримано садивного матеріалу (великих ризом) в 2,1 разів, в другий строк – в 2,2 разів більше, ніж у контролі, без абсорбенту [6].

Метою дослідження було з'ясування впливу застосування гранул абсорбенту за внесення їх в ґрунт перед садінням висадків на ріст і розвиток насінників та урожайність і якість насіння буряків цукрових.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили з рослинами ЧС компоненту і О-типу гібрида Уманський ЧС 90 селекції дослідної станції тютюництва, упродовж 2021-2023 рр. Схема досліду включала контроль – без внесення гранул абсорбенту та з внесенням абсорбенту МахіМарін навесні перед садінням коренеплодів з розрахунку 20 кг/га. Визначали: вологість ґрунту перед сівбою – термостатно-ваговим методом шляхом висушування зразків до постійної маси при температурі 105

Колісник М. С., Поліщук В. В.

°С [7], дати настання фаз росту і розвитку насінників, біометричні показники рослин [8], урожайність насіння – методом його зважування по ділянках. Ступінь зав'язування насіння та щільність розміщення плодів за методикою ІЦБ [9]. Відбір середніх проб насіння для визначення його посівних якостей проводили згідно з чинним стандартом [10]. Якість насіння – енергію проростання, схожість та фракційний склад насіння за ДСТУ [11]. Статистичну обробку проводили методом дисперсійного аналізу за Фішером [12] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 та методичних рекомендацій [13].

Метеорологічні умови, що склалися у роки проведення досліджень, характеризувалися відхиленням ряду основних показників (температури, кількості опадів, відносної вологості повітря) від

середньо багаторічних, але не наближалися до критичних, за виключенням окремих років, що загалом сприяло одержанню високої якості насіння.

Результати дослідження та їх обговорення. Під ростом розуміється збільшення маси рослини. До поняття розвитку відносяться якісні зміни, які відбуваються у рослині. У початковий період росту та розвитку насінників буряків цукрових розрізняють фазу формування розетки, стеблування, цвітіння та дозрівання.

Встановлено, що внесення гранул абсорбенту MaxiMarin у ґрунт перед садінням маточних коренеплодів буряків цукрових сприяло кращій забезпеченості рослин вологою. В усіх фазах росту і розвитку насінників вологість ґрунту з внесенням абсорбенту була достовірно вищою, ніж у контролі – без його застосування (рис.1).



Рис. 1. Вологість ґрунту по фазах росту та розвитку насінників (середнє за 2021-2023 рр.)

Так, абсолютна вологість ґрунту у фазу формування розетки була на 4,8 %, у фазу стеблуння і формування наземної вегетативної маси – на 9,9 %, у фазу цвітіння – на 4,5 %, а у фазу дозрівання насіння – на 5,4 % вищою, порівняно з контролем. За роками досліджень отримані аналогічні результати. Вологість ґрунту в усіх фазах росту та розвитку насінників була достовірно вищою за внесення

абсорбенту в ґрунт перед садінням коренеплодів порівняно з контролем.

Оптимальне забезпечення вологою сприяло кращому використанню елементів мінерального живлення. Так, за внесення абсорбенту перед садіння насінників на кінець вегетації вміст рухомих форм фосфору і калію був у ґрунті меншим, відповідно – на 13 та 20 мг/1 кг ґрунту (табл. 1).

1. Вміст елементів живлення в ґрунті на кінець вегетації залежно від застосування абсорбенту, що вносили перед початком садіння насінників (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант	Вміст P ₂ O ₅ мг на 1 кг ґрунту	Вміст K ₂ O мг на 1 кг ґрунту	Вміст N мг на 1 кг ґрунту	Гідролітична кислотність, мг- екв./100 г ґрунту
Контроль – без внесення абсорбенту	213	233	115	5,2
З внесенням абсорбенту MaxiMarin	200	213	115	5,3

Зменшення кількості елементів живлення в ґрунті на кінець вегетації за внесення абсорбенту перед садінням насінників свідчить про те, що наявність вологи сприяло кращому засвоєнню елементів живлення рослинами, що забезпечило підвищення продуктивності насінників.

Оптимальне забезпечення рослин буряків цукрових вологою упродовж вегетації за внесення абсорбенту перед садінням маточних коренеплодів забезпечило інтенсивніший ріст і розвиток насінників (табл. 2).

2. Проходження фаз росту та розвитку насінників

Варіант	Розетка		Стеблуння		Цвітіння		Дозрівання	
	поча- ток	закін- чення	поча- ток	закін- чення	поча- ток	закін- чення	поча- ток	закін- чення
Контроль – без внесення абсор- бенту	03.05.	15.05.	27.05	12.06.	14.06	12.07.	09.08	20.08.
З внесенням абсорбенту MaxiMarin	30.04.	12.05.	24.05	10.06.	12.06	17.07.	15.08	22.08.

Всі фази розвитку насінників – починаючи від з'явлення розетки і до цвітіння, проходили раніше, а фаза дозрівання, навпаки, розпочалася на шість діб пізніше і закінчилася на дві доби пізніше. Так, формування розетки насінників розпочалося на три доби раніше – 30 квітня, водночас, як без внесення абсорбенту – 3 травня. Аналогічні результати одержані і по проходженню інших фаз росту та розвитку.

У селекційній роботі та насінництві за вивчення факторів, які впливають на продуктивність буряків цукрових необхідно враховувати морфологічні особливості насінників їх біометричні показники. За даними

Г. М. Котуков [14] довгостебельність насінників пов'язана з підвищеною продуктивністю буряків цукрових, а короткостебельність – з підвищеною цукристістю коренеплодів.

Застосування абсорбенту впливало на біометричні показники насінників. У середньому за три роки за внесений абсорбент MaxiMarin насінники були вищими на 58,2 см, в 1,2 рази більше було пагонів першого порядку на яких формується насіння посівних фракцій та вищою була щільність розміщення плодів на пагонах насінників – на кожних 10 см пагонів формувалося більше на 9,0 плодів (табл. 3).

3. Біометричні показники насінників залежно від застосування абсорбенту перед садінням насінників (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Щільність розміщення плодів, шт./10 см	Кількість пагонів 1 порядку, шт.
Контроль – без внесення абсорбенту	83,8	17,7	3,2
З внесенням абсорбенту MaxiMarin	142,0	26,7	3,8
НІР ₀₅	3,9	0,7	0,4

За роками досліджень отримані аналогічні показники. За внесення у ґрунт абсорбенту достовірно збільшилася висота рослин, щільність розміщення плодів на пагонах та кількість пагонів першого порядку

Збільшення біометричних показників за внесення гранул абсорбенту в ґрунт і, особливо кількості пагонів першого порядку на яких формується насіння посівних

фракцій та щільності розміщення плодів на пагонах забезпечило підвищення урожайності насіння в комплексі з ґрунтово-кліматичними і агротехнічними умовами забезпечило істотне підвищення урожайності насіння – на 0,15 т/га в порівнянні з контролем. Схожість насіння була на 4 % (НІР_{0,05} = 1,4 %) вищою порівняно з контролем (табл. 4).

4. Урожайність і якість насіння залежно від застосування абсорбенту за вирощування насіння буряків цукрових (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант	Урожайність, т/га	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль – без внесення абсорбенту	1,27	89	90
З внесенням абсорбенту MaxiMarin	1,42	93	94
НІР ₀₅	0,05	1,7	1,4

За роками досліджень спостерігалася аналогічна залежність – достовірне збільшення урожайності насіння та істотне підвищення його енергії проростання і схожості за внесення у ґрунт абсорбенту порівняно з контролем – без абсорбенту.

Аналіз фракційного складу насіння показав, що при внесенні абсорбенту у ґрунт формувалося менше дрібного насіння фракції діаметром 2,5-3,5 мм, яке згідно з

національним стандартом на заготовлюване насіння [15] не відноситься до кондиційного насіння і в процесі післязбиральної очистки потрапляє у відходи, і більше – насіння фракції діаметром більше 5,5 мм, яке, як правило, має вищу схожість і в процесі передпосівної підготовки на насінневих заводах після шліфування переходить у посівну фракцію насіння діаметром 4,5-5,5 мм (табл. 5).

5. Фракційний склад насіння (за масою) залежно від застосування абсорбенту перед садінням насінників (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіант	Вміст фракцій, %, мм				
	> 5,5	4,5-5,5	3,5-4,5	3,5-3,25	3,25-2,5
Контроль – без внесення абсорбенту	3,3	24,0	48,3	11,8	12,6
З внесенням абсорбенту MaxiMarin	7,8	22,4	54,0	10,0	5,9
НІР ₀₅	2,0	1,9	4,5	6,3	5,0

Отже, за попередніми даними, можна зробити висновок, що внесення в ґрунт абсорбенту перед садінням насінників сприяє створенню кращого водного режиму – забезпечення насінників вологою упродовж всього періоду їх вегетації, більш повному використанню елементів мінерального живлення, що

в кінцевому результаті призводить до підвищення урожайності та якості насіння.

Висновки і перспективи.

Результати проведеного дослідження вказують на ефективність застосування абсорбенту перед садінням насінників. За його внесення

Колісник М. С., Поліщук В. В.

упродовж всього періоду вегетації покращувався водний режим ґрунту та більш повно використовувалися елементи мінерального живлення, що сприяло підвищенню урожайності насіння на 0,15 т/га та зростанню енергії проростання і схожості на 4 % ($HR_{05} = 1,7\%$). Визначено, що застосування абсорбенту впливало на біометричні показники насінників. За внесення абсорбенту MaxiMarin насінники були вищими на 58,2 см, а кількість пагонів першого порядку була у 1,2 рази більшою. Вищою також була щільність розміщення

Список використаної літератури

- Доронін В.А. Біологічні особливості формування гібридного насіння цукрових буряків та способи підвищення його врожайності і якості (монографія). Київ: Поліпром, 2009. 299 с.
- Доронін В. А., Гізбуллін Н. Г., Моргун І. А. Особливості формування врожаю та якості насіння буряків цукрових в умовах краплинного зрошення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2016. Вип. 24. С. 42–49.
- Дрига В. В. Приживлюваність ризом міскантусу залежно від застосування абсорбенту за їх садіння. *Цукрові буряки*. 2018. № 1. С. 18–21.
- Улянич О. І., Шевчук К. М. Особливості росту і розвитку та вплив абсорбентів на врожайність і якість овочевих рослин. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences: Collective monograph*. Riga: Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. С. 666-684.
- Ярошук І.Е., Ярошук Т.А. Застосування інноваційних енергозберігаючих технологій для покращення вологозабезпечення при вирощуванні багаторічних культур. Збірник доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур». 2020. С. 128-136.
- плодів на пагонах насінників – на кожних 10 см пагонів формувалося на 9,0 плодів більше. При внесенні абсорбенту у ґрунт знижувався відсоток дрібного насіння фракції діаметром 2,5-3,5 мм та збільшувалася кількість насіння фракції діаметром більше 5,5 мм.
- У цілому, результати проведених досліджень вказують на доцільність застосування гранул абсорбенту за вирощування насіння буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження, у тому числі, з метою підвищення їх урожайності.
- Doronin V. A., Dryha V. V., Kravchenko Yu. A., Mykolaiko V. P., Karpuk L. M., Krasnoshtan I. V.. Growing of *Miscantus Giganteus* planting material in the conditions of unstable moistening. *EurAsian Journal of BioSciences*. 2019. № 13. 1101-1108.
- Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. Визначення вологості і сухої речовини в рослинному матеріалі термографічним методом. *Агрохімія*. Київ: Вища школа, 1984. С.131-135.
- Методики проведення досліджень у буряківництві. / за ред. М.В. Роїка та Н.Г. Гізбулліна. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 374 с.
- Методические указания по определению степени завязывания семян сахарной свеклы в процессе селекции и семеноводства. Київ: ВНИС, 1980. 9 с.
- ДСТУ 4328-2004. Правила приймання і методи відбору проб. Насіння цукрових буряків. [Чинний 01-07-2005]. Київ, 2005. 6 с. (Національні стандарти України).
- ДСТУ 2292-96 (ГОСТ 22617.2-94). Методи визначення схожості, одноростковості та доброякісності. Насіння цукрових буряків. [Чинний 01-01-1996]. Київ, 1995. 8 с. (Національні стандарти України).

12. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

13. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.

14. Котуков Г.Н. К методике селекции сахарной свеклы. Сахарная свекла. 1959. № 5. С. 9.

15. ДСТУ 4231:2003. Насіння цукрових буряків. Вимоги щодо заготовляння. [Чинний від 2004-10-01]. Київ, 2004. 5 с. (Національні стандарти України).

References

1. Doronin V.A. (2009) Biological peculiarities of formation of hybrid sugar beet seeds and ways to increase their yield and quality. Kyiv: Poliprom, 299.

2. Doronin V. A., Hizbullin N. H., Morhun I. A. (2016) Peculiarities of yield formation and quality of sugar beet seeds under drip irrigation. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 24. 42–49.

3. Dryha V. V. (2018). Survival rate of miscanthus rhizomes depending on the use of absorbent during their planting. *Tsukrovi buriaky*, 1, 18–21.

4. Ulianych O. I., Shevchuk K. M. (2020). Features of growth and development and the influence of absorbents on the yield and quality of vegetable plants. Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences: Collective monograph. Riga: Izdevniecība «Baltija Publishing», 666-684.

5. Yaroshchuk I.E., Yaroshchuk T.A. (2020). Application of innovative energy-saving technologies to improve moisture supply

in perennial crops. *Zbirnyk dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Suchasni systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur»*, 128-136.

6. Doronin V. A., Dryha V. V., Kravchenko Yu. A., Mykolaiko V. P., Karpuk L. M., Krasnoshtan I. V. (2019) Growing of *Miscantus Giganteus* planting material in the conditions of unstable moistening. *EurAsian Journal of BioSciences*, 13, 1101-1108.

7. Lisoval A.P., Davydenko U.M., Moiseienko B.M. (1984) Determination of moisture and dry matter in plant material by thermographic method. *Ahrokhimiia*. Kyiv: Vyshcha shkola, 131-135.

8. Research methods in beet growing. (2014) / za red. M.V. Roika ta N.H. Hizbullina. Kyiv: FOP Korzun D.Iu, 374.

9. Methodological guidelines for determining the degree of sugar beet seed setting in the process of breeding and seed production (1980). Kyiv: VNYS, 9.

10. DSTU 4328-2004. Acceptance rules and sampling methods. Sugar beet seeds. [Chynnyi 01-07-2005] (2005). Kyiv, 6.

11. DSTU 2292-96 (HOST 22617.2-94). Methods for determining germination, vigour and quality. Sugar beet seeds. [Chynnyi 01-01-1996] (1995). Kyiv, 8.

12. Fisher R.A. (2006) Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 354.

13. Ermantraut E.R., Prysiashniuk O.I., Shevchenko I.L. (2007) Statistical analysis of agronomic research data in STATISTICA 6. *Metodychni vkazivky*. Kyiv, 55.

14. Kotukov H.N. (1959) Towards a methodology of sugar beet breeding. *Sugar beet*. 5, 9.

15. DSTU 4231:2003. Sugar beet seeds. Harvesting requirements. (2004) [Chynnyi vid 2004-10-01]. Kyiv, 5.

FORMATION OF YIELD AND QUALITY OF SUGAR BEET SEEDS DEPENDING ON THE USE OF ABSORBENT

M. S. Kolisnik, V. V. Polishchuk

Abstract. Implementation of intensive sugar beet cultivation technologies is impossible without high-quality seeds. The quality of sugar beet seeds is determined by a complex of genetic factors controlled by breeders, as well as by environmental and agronomic conditions of their cultivation and methods of post-harvest and pre-

sowing seed preparation using modern technologies. That is why the study of the effect of the use of absorbent granules for growing sugar beet seeds on the formation of their yield is particularly relevant.

The aim of the study was to find out the effect of the use of absorbent granules when applied to the soil before planting on the growth and development of seedlings, as well as the yield and quality of sugar beet seeds.

It was found that the introduction of MaxiMarin absorbent granules into the soil before planting sugar beet uterine roots contributed to better moisture supply to the plants. In all phases of growth and development of seeds, the soil moisture content with the absorbent was significantly higher than in the control - without its application. Absolute soil moisture in the phase of rosette formation was 4.8%, in the phase of stemming and formation of ground vegetative mass - 9.9%, in the flowering phase - 4.5%, and in the phase of seed maturation - 5.4% higher compared to the control. Similar results were obtained over the years of research. Soil moisture in all phases of growth and development of seedlings was significantly higher when the absorbent was applied to the soil before planting root crops compared to the control.

Optimal moisture supply contributed to better use of mineral nutrients. For example, when the absorbent was applied before planting the seeds, the content of mobile forms of phosphorus and potassium in the soil at the end of the growing season was lower, respectively, by 13 and 20 mg/1 kg of soil.

The application of the absorbent influenced the biometric parameters of the seed heads. On average, over three years, the seedlings were 58.2 cm taller with the MaxiMarin absorbent, there were 1.2 times more first-order shoots on which seeds of sowing fractions were formed, and the density of fruit placement on the seedlings was higher - for every 10 cm of shoots, 9.0 more fruits were formed.

The increase in biometric parameters after the introduction of absorbent granules into the soil and, especially, the number of first-order shoots on which seeds of sowing fractions are formed and the density of fruit placement on the shoots provided an increase in seed yield in combination with soil, climatic and agrotechnical conditions provided a significant increase in seed yield - by 0.15 t/ha compared to the control. Seed germination was 4% ($\text{NIR}0.05 = 1.4\%$) higher compared to the control.

The analysis of the seed fractional composition showed that when the absorbent was applied to the soil, fewer small seeds of the 2.5-3.5 mm diameter fraction were formed, which, according to the national standard for harvested seeds, do not belong to conditioned seeds and are wasted during post-harvest cleaning, and more - seeds with a diameter of more than 5.5 mm, which, as a rule, have higher germination and in the process of pre-sowing preparation at seed plants after grinding are converted into the sowing fraction of seeds with a diameter of 4.5-5.5 mm.

Thus, according to preliminary data, it can be concluded that the introduction of an absorbent into the soil before planting seeds contributes to the creation of a better water regime - providing seeds with moisture throughout the entire period of their vegetation, more complete use of mineral nutrients, which ultimately leads to an increase in yield and seed quality.

Keywords: germination energy, germination, biometric parameters, growth and development phases, nutrients

ОЦІНКА ГЕНОТИПІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА АГРОНОМІЧНИМИ ОЗНАКАМИ, ПОВ'ЯЗАНИМИ З УРОЖАЙНІСТЮ

Р. І. ТОПКО, аспірант, <https://orcid.org/0000-0002-5918-2131>

E-mail: R.topko@gmail.com

С. І. ВОЛОЩУК, кандидат сільськогосподарських наук,

<https://orcid.org/0000-0002-9447-7525>

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України

E-mail: volsi@ukr.net

Г. М. КОВАЛИШИНА, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-2715-7679>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: hkovalyshyna@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.012)

Анотація. Генетичне поліпшення пшениці потребує вдосконалення та застосування більш ефективних методів фенотипування та оцінки генетичної переваги селекційних ліній. Мета. Оцінити можливість використання спектральних вегетаційних індексів з включенням визначених генотипових цінностей, порівняти генетичний приріст урожайності зерна та інших ознак, відібрати кращі генотипи пшениці з використанням багатоознакового індексу та багатовимірних статистичних методів. Методи: польовий, визначення вегетаційних індексів за допомогою БПЛА, методи множинної регресії, АММІ, GGE-біплот та REML/BLUP. Селекційні індекси розраховували за сукупністю ознак. Результати. 12 сортів і ліній пшениці м'якої озимої оцінено за врожайністю зерна, індексом NDVI та іншими ознаками. З використанням GGE-біплоту та АММІ аналізу проведено комплексну оцінку генотипів за продуктивністю та стабільністю. За допомогою REML/BLUP-аналізу визначено генетичні параметри та генотипові значення для ряду досліджених ознак. На основі отриманих даних розраховано селекційні індекси за сукупністю ознак. Встановлено можливість використання спектральних вегетаційних індексів, отриманих з БПЛА, у селекційному процесі. Більш точна ідентифікація генотипів за комплексом ознак забезпечується поєднаним застосуванням багатовимірних статистичних методів, селекційних індексів і показників NDVI. Метод REML/BLUP у поєднанні з багатовимірними методами АММІ та GGE-біплот з графічним виділенням генотипів за індексом Z дозволяє визначити перспективні за комплексом ознак. Виділено лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 60049, ЛЮТ 6010 і сорти МІП Лада, МІП Дніпрянка для подальшого використання в програмах селекції. Перспективою подальших досліджень є підвищення точності оцінки і добору потенційно високоврожайних і стабільних ліній пшениці за допомогою дистанційного зондування.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., генотип, індекс NDVI, GGE-білот, аналіз REML/BLUP, генетичний приріст, селекційний індекс

Актуальність. Для задоволення прогнозованого попиту на такі основні культури, як пшениця, необхідне постійне її генетичне удосконалення, швидкість якого нижча від необхідної (Ray et al., 2013). Останнім часом, селекція рослин як і традиційне рослинництво зазнало неабияких змін, особливо у цифровізації процесів. Нові досягнення у точному землеробстві, особливо ті, що пов'язані із використанням супутникових спектральних знімків дають нам можливість виявляти недоліки у живленні, захисті рослин, ґрунтову неоднорідність, прогнозувати врожайність. Впровадження цифрових методів польової діагностики в селекційний процес відкриває багато нових можливостей. Розробка та впровадження останніх дозволяє нівелювати суб'єктивну оцінку селекціонера під час польових окомірних обліків а також збільшити обсяг досліджуваного селекційного матеріалу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Фенотипування рослин є важливим етапом в ідентифікації батьківських форм для використання в селекційних програмах створення покращених сортів (Chawade et al., 2019). У цьому контексті для використання у селекційних

програмах фенотипування викликає інтерес безпілотний літальний апарат (БПЛА) як недорогий, швидкий, доступний та ефективний польовий інструмент для збору даних щодо ряду особливостей сільськогосподарських культур (Bendig et al., 2015). Є переваги використання БПЛА для отримання даних з високою просторовою та часовою роздільною здатністю (Chapman et al., 2014), зокрема з невеликих ділянок (Haghighattalab et al., 2016, Zhang et al., 2019) навіть окремих рослин (Lee et al., 2023).

Оснащені відповідними датчиками, БПЛА можуть зібрати масив даних про відбивну здатність в електромагнітному спектрі для отримання важливої інформації та оцінки агрономічних та фізіологічних ознак рослин, яка базується на спектральних індексах рослинності. Такі вимірювання використовували як непрямий підхід для оцінки ряду параметрів, таких як індекс площі листя (LAI) (Potgieter et al., 2017), частка перехопленого фотосинтетично активного випромінювання (Guillen-Climent et al., 2012), біомаса (Bendig et al., 2015, Cabrera-Bosquet et al., 2011, Acorsi et al., 2019), висота рослин (Bendig et al., 2015, Hassan et al., 2019), оцінка хвороб (Su et al., 2018), температура стеблостою (Rutkoski et al., 2016), дефіцит води (Hoffmeister et

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

al., 2016), покриття посіву (Bendig et al., 2015), статус росту і розвитку (Du & Noguchi, 2017, Olanrewaju et al., 2019), урожайність (Yang & Everitt, 2002, Duan et al., 2019, Wang et al., 2019). БПЛА можна використати для високопродуктивних вимірювань при вивченні окремих агрономічних і фізіологічних ознак рослин для оцінки генотипів, вибору батьківських форм і оцінки потомств у великому масштабі у програмах селекції пшениці (Sun et al., 2019).

Проте практично відсутня інформація про можливість використання спектральних вегетаційних індексів для оцінки генетичного потенціалу та цінності матеріалу пшениці за інтегральними ознаками. Фенотипові значення, які зазвичай використовуються при одночасному відборі, не завжди відповідають генетичній перевазі.

Мета досліджень – оцінити можливість використання спектральних вегетаційних індексів із включенням компонента взаємодії генотипу з середовищем для визначення генотипових цінностей сортів і ліній пшениці м'якої озимої, порівняти генетичний приріст урожайності зерна та інших ознак, відібрати кращі генотипи пшениці за поєднанням багатоознакового індексу з показниками, отриманими багатовимірними статистичними методами, для подальшого використання в селекційній практиці при створенні сортів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконано упродовж 2018/19–2020/21 вегетаційних років у селекційній сівозміні лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Сівбу проводили у два строки: 2018 р. – 25 вересня і 5 жовтня; 2019 і 2020 р. – 5 і 15 жовтня, попередник – соя. Розміщення ділянок систематичне, повторність чотириразова, облікова площа – 10 м². Норма висіву – 5 млн схожих насінин на 1 га. Стандартом слугував сорт Подолянка. Дослідження проводили відповідно до «Методики польового досліду» (Доспехов, 1985), фенологічні спостереження та обліки – відповідно до «Методики Державного сорто випробування» (Волкодав 2003). У дослідах використовували шість нових сортів: 'МІП Ассоль', 'Балада миронівська', 'Грація миронівська', 'МІП Ювілейна', 'МІП Лада', 'МІП Дніпрянка' та сорт-стандарт 'Подолянка' і п'ять селекційних ліній: 'Еритроспермум 55023', 'Лютесценс 55198', 'Лютесценс 37519', 'Лютесценс 60049', 'Лютесценс 60107'.

Спектральну оцінку сортів і селекційних ліній пшениці озимої проводили за допомогою БПЛА Mavic zoom 2 з використанням мультиспектральної камери Parrot Sequoia, що має можливість фіксувати зображення у діапазоні 550–810 нм.

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

Для формування ортофотоплану використовували програмне забезпечення Pix4Dcapture та Pix4Dmapper. Фотофіксацію проводили мультиспектральною камерою на висоті 30 м над рівнем досліджуваного об'єкту з метою підвищення якості ортофотоплану, з перекриттям знімків 80% і з проміжком часу в дві секунди. NDVI індекс (нормалізований відносний вегетаційний індекс) розраховували за формулою (Rouse et al., 1973):

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

де: NIR – відображення в ближній інфрачервоній зоні спектра; RED – відображення в червоній області спектра.

Метеорологічні умови аналізували за даними приватної стаціонарної метеостанції, підключеної до глобальної системи Meteoblue (Базель, Швейцарія), що знаходиться в радіусі 6 км від полів, на яких проводили дослідження. Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом із нерівномірним розподілом опадів за місяцями, що дозволило одержати об'єктивні дані. Варіювання кількості опадів і температур у кінцевому підсумку вплинуло на врожайність зерна досліджуваних генотипів та на інші ознаки.

Дисперсійний, кореляційний аналіз та аналіз головних компонентів (PC) агрономічних ознак генотипів пшениці проводили за допомогою

пакетів Statistica 10.0 та IBM SPSS Statistics 27.

Аналіз AMMI (Zobel, Wright & Gauch, 1988, Gauch, 2013) проводили відповідно до моделі $Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \sum \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + r_{ij} + \epsilon_{ij}$, де: Y_{ij} – урожайність зерна генотипу i в середовищі j ; μ – загальне середнє; g_i – фіксований ефект i -го генотипу; e_j – фіксований вплив середовища j ; λ_k – k -е сингулярне значення матриці взаємодії; γ_{ik} – k -й сингулярний вектор i -го генотипу; α_{jk} – k -й сингулярний вектор j -го середовища; r_{ij} – нев'язка моделі; ϵ_{ij} – залишкова випадкова похибка.

Аналіз GGE-biplot дозволяє графічно візуалізувати матрицю даних. Він розглядає основний ефект генотипу разом із взаємодією генотип–середовище.

Така методологія описується моделлю (Yan, Hunt & Sheng, 2000): $Y_{ij} - \mu - \beta_j = \lambda_1 \xi_{1i} \eta_{1j} + \lambda_2 \xi_{2i} \eta_{2j} + \epsilon_{ij}$, де: Y_{ij} – урожайність зерна i -го генотипу в середовищі j ; μ – загальне середнє; β_j – вплив середовища j ; λ_1 і λ_2 – власні значення, пов'язані з PC1 і PC2 відповідно; ξ_{1i} і ξ_{2i} – бали за осями PC1 та PC2 відповідно для i -го генотипу; η_{1j} і η_{2j} – оцінки для осей PC1 і PC2 відповідно, для середовища j та ϵ_{ij} – залишкова випадкова помилка. Ці аналізи було виконано за допомогою програмного забезпечення GEA-R версії 4.1 (Pacheco et al., 2016).

Генотипові значення були передбачені за методологією

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

REML/BLUP у програмному забезпеченні Meta-R версія 6.0 (Alvarado et al., 2016): $y = Xr + Zg + Wi + e$, де y – вектор даних; r – вектор ефектів реплікації (фіксований ефект); g – вектор генотипових ефектів (випадковий ефект) ($g \sim N(0, \sigma^2g)$), де σ^2g – матриця генотипових дисперсій; i – вектор GEI (випадковий ефект); e – вектор (випадкових) помилок ($e \sim N(0, \sigma^2g)$), де σ^2g – матриця залишкової дисперсії. X , Z та W відповідає матрицям інцидентності для r , g та i відповідно.

Оцінено селекційний приріст (selection gain – SG) за дослідженими показниками за виразом: $SG = SD * h^2$, де SD – диференціал відбору, визначений різницею між середнім вибраних генотипів (X_s) і загальним спостережуваним середнім (X_o), а h^2 – спадковість. Відносний селекційний приріст (SG%) визначається як $SG\% = (SG / X_o) * 100$.

Щоб отримати оцінку генетичних переваг для кожної ознаки з метою вибору кращих генотипів, було використано три різні індекси: індекс підсумовування рангів I_j (Mulamba & Mock, 1978), індекс дистанції між генотипом та ідеотипом D_{ii}'' (Wricke & Weber, 1986), індекс Z (Mendes, Ramalho & Abreu, 2009).

Для визначення індексу підсумовування рангів I_j генотипи класифікували за ознаками, завжди приймаючи критерій класифікації найкращого генотипу зі значенням 1 і

так далі для кожної ознаки, причому, залежно від характеру цих ознак, як 1 класифікують генотипи, які мали найвищі або ж найнижчі середні значення. Після отримання класифікаційних значень для кожного генотипу, його індекси розраховували наступним чином: $I_j = \sum n_{ij}$, де I_j є індексом для генотипу j , а n_{ij} – класифікаційним рангом ознаки i для генотипу j . Генотип з найнижчим I_j вважався кращим.

У якості критерію індексу дистанції генотип–ідеотип використано евклідову відстань між і генотипом та i' ідеотипом: $D_{ii}'' = \sqrt{\sum d_{ij}^2}$, де D_{ii}'' є евклідовою відстанню між i генотипом та i' ідеотипом, а d_{ij} є стандартним відхиленням між середнім значенням ознаки j , виміряним у i генотипі (x_{ij}), та значенням, присвоєним ідеотипу в цій ознаці.

Індекс Z було визначено за рівнянням $Z_{ij} = (y_{ij} - \bar{y}_j) / \sigma_j$, де y_{ij} — ознака j , що спостерігається для генотипу i , $\bar{y}_j$ — загальне середнє значення ознаки j , а σ_j — стандартне відхилення ознаки j . Оскільки Z_{ij} може приймати як позитивні, так і негативні значення, щоб уникнути негативних значень, до нього було додано число три. У всіх трьох індексах був прийнятий тиск відбору 25 %.

Результати досліджень та їх обговорення. Дисперсійний аналіз засвідчує про суттєвий вплив усіх факторів експерименту (рік

досліджень, строк посіву, генотип) та за факторами досліду наведено в їх взаємодій). Середні значення ознак таблиці 1.

1. Середні значення ознак за факторами досліду, МП, 2018-2021 рр.

Сорт, лінія	Код*	Ознаки**								
		Yield	NDVI _{sv}	NDVI _{rv}	NDVI _{an}	PH	GpE	WKE	MoK	DVP
МП Ассоль	A	5,96	0.390	0.482	0.668	101,59	44,03	1,90	42,63	214,5
Балада МИР	B	5,46	0.390	0.500	0.670	103,03	43,47	1,99	45,25	212,3
Грація МИР	G	5,25	0.383	0.482	0.602	98,69	42,14	1,89	44,98	213,7
ЕР 55023	E	4,02	0.398	0.483	0.618	87,28	44,03	1,89	42,61	205,2
МП Ювілейна	U	5,41	0.383	0.487	0.605	98,52	41,34	1,62	39,29	212,5
МП Лада	L	5,66	0.397	0.492	0.663	95,81	43,76	1,94	44,57	214,7
МП Дніпрянка	D	6,02	0.383	0.498	0.583	102,84	41,75	1,81	42,94	212,8
Подольська St	P	5,39	0.383	0.475	0.645	102,53	40,19	1,72	43,01	213,3
ЛЮТ 55198	L98	5,83	0.377	0.488	0.737	102,43	45,73	2,11	46,34	211,2
ЛЮТ 37519	L19	5,27	0.402	0.503	0.770	89,91	43,86	1,79	40,22	211,3
ЛЮТ 60049	L49	5,67	0.370	0.480	0.672	94,04	41,87	1,80	42,96	211,3
ЛЮТ 60107	L107	5,82	0.387	0.457	0.630	102,32	41,47	1,84	44,32	212,2
Середні значення за факторами										
Рік	2019	7.70	0.340	0.641	0.685	99,5	45,5	2,16	46,8	216,1
	2020	2.29	0.235	0.240	0.518	87,8	49,5	1,34	38,2	198,3
	2021	6.53	0.586	0.576	0.763	108,4	33,0	2,06	40,1	222,5
Строк посіву	1	5.57	0.458	0.539	0.693	101,1	42,6	1,87	42,4	217,6
	2	5.45	0.316	0.432	0.618	95,8	42,9	0,00	41,1	206,9

* – код генотипу та ознак введені через несприйняття програмним забезпеченням кирилических символів; МИР – миронівська, ЕР – Еритроспермум і ЛЮТ – Лютеценс. ** – Yield – урожай (т/га), NDVI_{sv} – індекс NDVI на час припинення вегетації (безрозмірна величина), NDVI_{rv} – індекс NDVI на час відновлення вегетації, NDVI_{an} – індекс NDVI на час цвітіння, PH – висота рослин (см), GpE – кількість зерен у колосі (шт.), WKE – маса зерна з колоса (г), MoK – середня маса зернівки (мг) або TgW – маса 1000 зерен (г), DVP – тривалість періоду сходи–колосіння (діб).

Регресійна залежність між показниками вегетаційних індексів та врожайністю зерна пшениці дозволяє передбачити останню. У нашому дослідженні сила кореляцій між БПЛА-NDVI та врожайністю була порівняна з тією, про яку повідомляли інші автори. (Hassan M.A. et al., 2019) дійшли висновку, що мультиспектральний датчик, встановлений на БПЛА, є надійною платформою для вимірювання NDVI для прогнозування біомаси пшениці та врожайності.

Прості лінійні регресії та прості множинні регресії не забезпечували прийнятної точності передбачення. Включення до моделі множинної регресії всіх досліджуваних 288 кейсів (12 сортів*2 строки посіву* 3 роки досліджень* 4 повторення) та 42 параметрів (морфобіологічні параметри, параметри структури урожаю, інтегральні параметри погоди і навколишнього середовища) дало можливість підвищити точність прогнозу. Покрокова множинна регресія забезпечила точність у 20 %

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

похибки. При цьому слід зазначити, що прості моделі стосуються тільки досліджуваного набору даних. Коефіцієнти детермінації регресій між передбаченими і спостережуваними значеннями (R^2) і

похибки – середня абсолютна похибка (MAE), середня квадратична помилка (MSE), середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE), яка власне визначає точність – наведені в таблиці 2.

2. Коефіцієнти детермінації регресійних моделей передбачення врожайності зерна за вегетаційними індексами при припиненні вегетації (NDVIsv), відновленні вегетації (NDVIrv), цвітінні (NDVIan) та іншими показниками

Регресії	Фактори впливу (предиктори моделі)*	R^2	MAE	RMSE	MAPE
Прості лінійні регресії	NDVIrv	0,38	1,93	0,91	39,20
	NDVIan	0,64	1,24	0,83	32,20
Множинні лінійні регресії	NDVIrv+NDVIan	0,69	1,23	0,81	28,20
	NDVIsv+NDVIrv+NDVIan	0,78	1,14	0,80	25,20
Множинна покрокова	PtC, AMS, NDVIan, NDVIsv, NDVIrv, DVP, SDI, PH, GDD, MoK, GpE, SPP, WKE	0,80	0,75	0,73	20,20
Множинна хребтова з навчанням	NDVIsv, NDVIrv, NDVIan, SPP, DVP, MoK, GpE	0,84	0,64	0,66	12,17
Багатошаровий перцептон	NDVIsv, NDVIrv, NDVIan, NDVIsu, MoK, PH, DVP, SPP, GDD	0,98	0,23	0,19	6,68
Регресія випадкових лісів	NDVIrv, NDVIan, NDVIsu, MoK, PH, SpL, DVP, SPP, GDD	0,95	0,38	0,25	10,66
Регресія опорних векторів	NDVIsv, NDVIrv, NDVIan, SPP, DVP, MoK, GpE, GDD	0,96	0,36	0,23	9,45

* наведені суттєві предиктори, позначення відповідають табл. 1.

Проте, на нашу думку, точності передбачення (>20 % похибки навіть для множинної покрокової регресії) очевидно недостатньо для надійного добору більш продуктивних генотипів серед групи дуже близьких за параметрами генотипів у кінцевих ланках селекційного процесу, а на початкових – може призвести до втрати цінних генотипів. Значно підвищити точність прогнозу може використання алгоритмів глибинного навчання (Le Cun, Bengio & Hinton,

2015). Ці методи можна використовувати для підбору моделі регресії, коли в даних є мультиколінеарність (значна скорельованість параметрів), і після навчання і виключення несуттєвих у моделі залишилися лише суттєві предиктори (прогнозні змінні), у тому числі пов'язані з умовами середовища (сума опадів, сума ефективних температур та тривалість вегетаційного періоду).

Ми використали хребтову множинну регресію, регресію випадкових лісів (random forest), регресію опорних векторів та багат шаровий перцептон (послідовна штучна нейронна мережа, яка складається з одного вхідного рівня, одного прихованого шару та одного вихідного рівня). Методи регуляризації і оцінки важливості параметрів дають можливість виключати несуттєві предиктори з моделі. Різні моделі включали, окрім індексу NDVI виміряного в різні періоди, різні набори предикторів, окрім зазначених у таблиці 1, сюди було включено суму ефективних температур від сходів до цвітіння – GDD, суму опадів – SPP, довжину колоса – SpL, індекс щільності колоса – SDI (кількість колосків на одиницю довжини колоса). Цільовою функцією є урожай (Yield). Такі моделі складніші для розуміння та інтерпретації, вони є нелінійними, проте перевагою моделей з навчанням є теоретична можливість використовувати їх для оцінювання нових наборів даних. Такі підходи останнім часом знаходять все ширше застосування. Отримані моделі не обов'язково є найкращими, проте вони вказують на тісний зв'язок між урожайністю і спектральними характеристиками посіву, які імовірно можна використати в селекційних програмах для добору кращих генотипів.

Враховуючи це, важливо дослідити можливість одночасного генетичного поліпшення озимої пшениці за урожайністю, показником NDVIap (який відображає цілий набір біофізичних та фізіологічних показників, зокрема, це індекс листової поверхні, частка фізіологічно активної перехопленої радіації, загальна біомаса, ефективність засвоєння і накопичення азоту тощо) і агрономічно важливими ознаками, такими як кількість зерен у колосі, маса зернівки (маса 1000 зерен) і, принаймні, без збільшення висоти рослин і тривалості вегетаційного періоду. При доборі за фонову ознакою, у якості якої в даному контексті можуть виступати вегетаційні індекси, важливо, щоб генетично обумовлена варіація такої ознаки була більшою від генетичної варіації цільової ознаки, якою є врожайність зерна, і мати високу успадкованість.

Аналіз АММІ дозволяє ідентифікувати високопродуктивні лінії, адаптовані до конкретних середовищ. У подальшому аналізі вплив року, строку посіву і їх взаємодія об'єднали у фактор середовища (E), вплив взаємодії генотипу і факторів середовища об'єднали у фактор GEI (Genotype Environment Interaction) і виокремлювали фактор генотипу (G). Дані про врожайність зерна 12 досліджуваних генотипів протягом трьох послідовних років при двох

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

строках посіву (шість тестових середовищ) були оброблені з використанням комбінованого аналізу ANOVA та АММІ після підтвердження однорідності дисперсій. Середні квадрати комбінованого дисперсійного аналізу вказують на те, що середовища (об'єднано роки і строки посіву), генотипи і взаємодії (GEI) показали значні варіації на 0,1 % рівні ($p < 0.001$) за врожайністю зерна та іншими ознаками (табл. 3).

Генотипи внесли значну частку загальної варіації (8,6-21,6 %), тоді як навколишнє середовище та GEI

внесли відповідно 8,6-21,6 і 1,42-32,4 %, . Крім того, проведений аналіз засвідчує, що GEI значною мірою пояснюється першими чотирма РС. Серед них PC1 (перший головний компонент) вніс 36,4-75,5 % у загальний GEI, а відповідно другий, третій і четвертий – менше. Вибір найкращих ліній повинен здійснюватися на основі оцінок продуктивності, а також широкої адаптивності (Gauch, 2013). Стабільні генотипи забезпечують стабільну врожайність без особливих коливань щороку.

3. Аналіз адитивних основних ефектів і мультиплікативної взаємодії (АММІ) врожайності зерна та інших ознак 12 генотипів пшениці озимої в шести тестових середовищах протягом вегетаційних сезонів 2018–2021 рр., % від загального варіювання

Джерело варіювання	Урожай, Yield	NDVI _{rv}	NDVI _{lan}	Висота рослин PH	Маса зернівки МоК	Кількість зерен в колосі GrE
Середовище E	44,76	67,14	47,42	60,19	83,03	79,22
Генотип G	17,13	13,47	21,58	19,73	8,56	12,75
GEI	32,41	17,18	29,47	18,16	1,42	5,59
PC1*	36,89	75,54	56,80	54,70	46,18	51,80
PC2	33,55	13,11	31,02	23,29	39,81	25,34
PC3	13,45	5,89	5,74	15,07	7,12	13,38
PC4	9,77	4,45	5,24	4,17	6,38	6,98
PC5	6,34	1,01	1,20	2,77	0,51	2,49
PC6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Залишок R	5,70	2,20	1,53	1,91	7,00	2,44

* головний компонент (PC)

Водночас загальновідомо, що селекціонери віддають перевагу сорту з найвищою врожайністю і середньою стабільністю, а не високостабільному генотипу з урожайністю вище чи на рівні середньої. Тому вибір генотипу

просто на основі середньої врожайності зерна під час оціночних випробувань може ввести в оману щодо вибору генотипу, який може не зберігатися протягом тривалого часу через його низьку стабільність.

Аналіз головних компонентів (РСА) багатовимірною аналізу дозволяє легше зрозуміти ефекти та зв'язки між різними ознаками і з'ясовує генотипові відмінності між набором заданих ознак. Головні компоненти є ортогональними, тобто кореляція між ними дорівнює нулю. Кут між векторами ознак показує кореляцію між ними – чим гостріший кут, тим сильніша позитивна кореляція, і чим такий кут більший, тим слабша кореляція. Кут 90° відповідає нульовій кореляції, кути більші 90° (до 180°) відповідають негативним (від'ємним) кореляціям. Перші два головні компоненти (PC) пояснюють 57,4 % загальної варіації. PC1 пояснює 44,5 % загальної дисперсії, а PC2 пояснює 18,3 % загальної дисперсії (рис. 1). Фенологічні ознаки SPP і DVP продемонстрували сильну позитивну кореляцію, за якою йшла їх слабша позитивна кореляція з PH. Сильно скорельованими виявились урожай і NDVI_{grv} та NDVI_{ap}, тоді як NDVI_{sv} мав слабшу кореляцію з урожаєм

зерна. GrE продемонструвала негативну кореляцію з більшістю ознак. Слабшу кореляцію спостерігали між TgW та іншими ознаками. Це вказує на принципову можливість добору за NDVI на збільшення продуктивності. Аналіз основних компонентів засвідчує відсутність чіткої структури серед досліджуваних кейсів і це було очікувано, оскільки популяція була з одного розсадника. Проте певна стратифікація все ж спостерігалась, що, як і результати ANOVA (див. табл. 3) свідчить про значну взаємодію генотипу і середовища ($G \times E$). Така взаємодія значно ускладнює процес селекції, особливо за ознаками, які мають складну полігенну структуру, і вимагає проведення багатосередовищних випробувань для достовірної оцінки перспективних генотипів, при цьому ідентифікація високоурожайних і стабільних генотипів дуже важлива для селекціонера, щоб сорт могли довше використовувати у виробничих умовах.

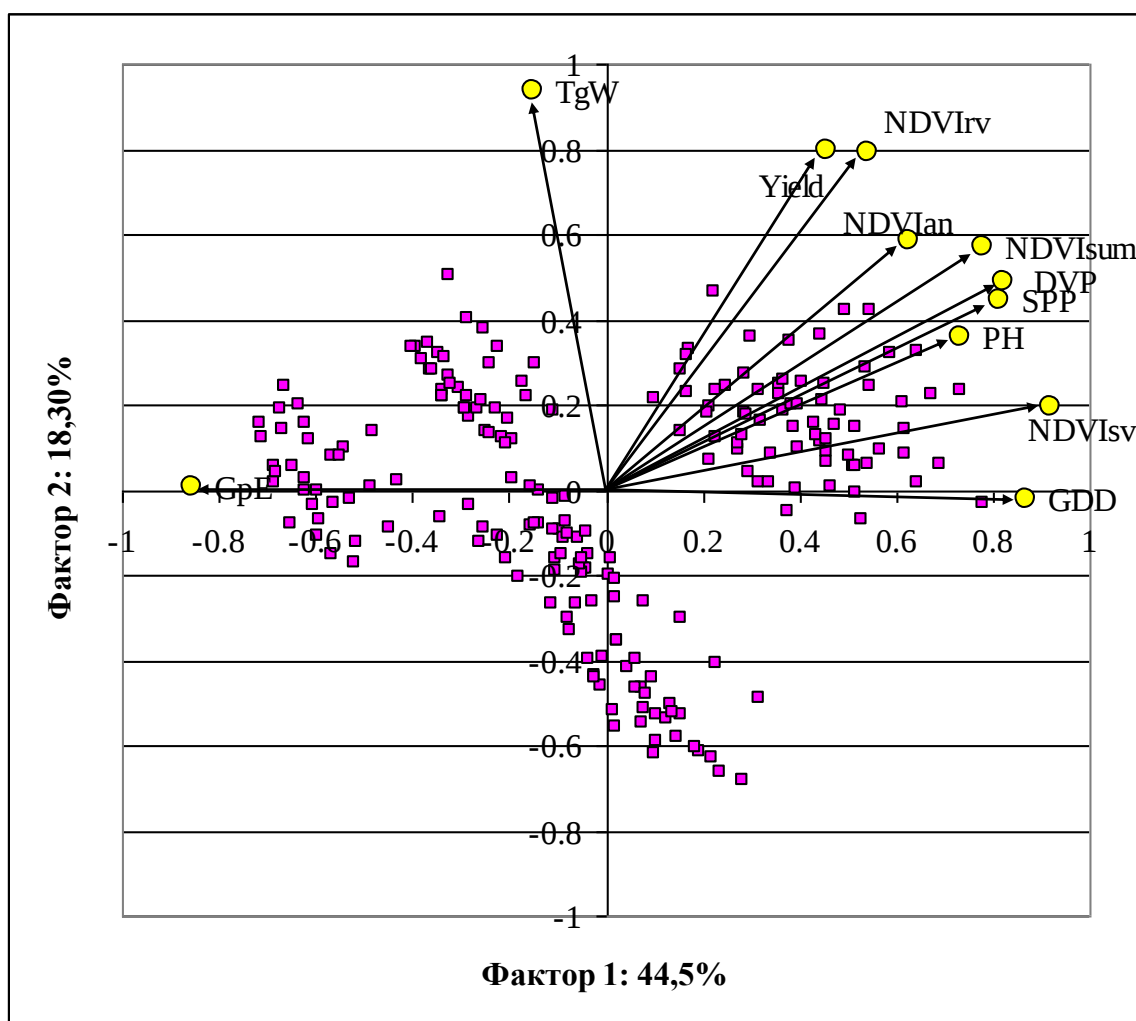


Рис. 1. Діаграма основних компонентів і асоціації генотипів пшениці з агрономічними ознаками. Умовні позначення відповідають табл.1. Крім того, SPP – сума опадів від сходів до колосіння, GDD – сума ефективних температур ($>5^{\circ}\text{C}$) від сходів до колосіння.

GGE-біплат дозволяє візуалізувати селекційні лінії щодо продуктивності та стабільності. Аналіз біплоту GGE, згідно з (Yan & Hunt, 2002, Yan & Tinker, 2006), показав, що для урожайності на горизонтальну вісь (PC1) припадало 56,8 % загальної варіації (основним був вплив генотипів), тоді як на вертикальну вісь (PC 2) припадало 31,02 % (стабільність), для показника NDVIan відповідно – 38,9 і 33,6 %, (рис. 2). Вісь середніх координат середовища (AEC) – це лінія зі

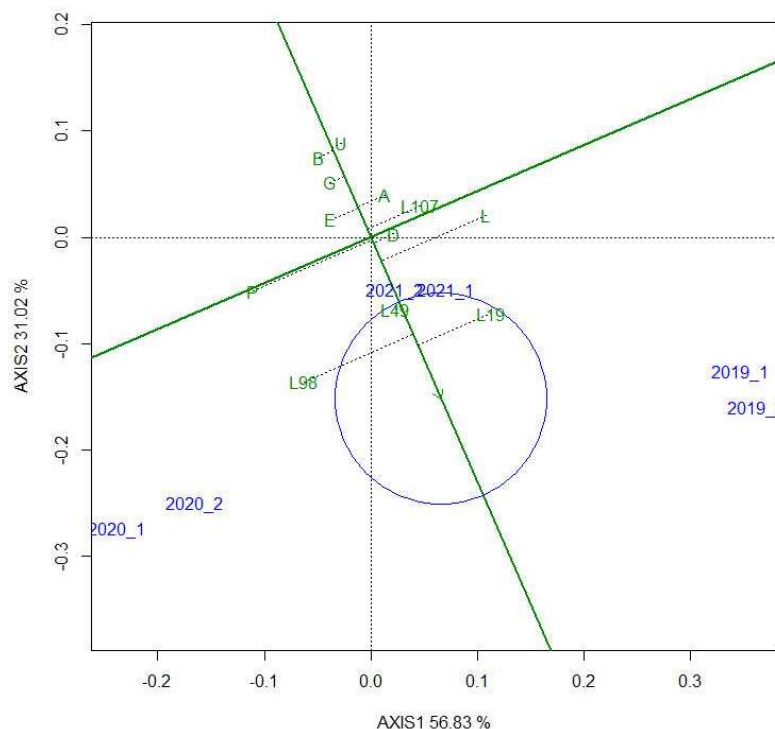
стрілкою, яка проходить від початку біплота до середнього середовища, зображеного пунктирним колом.

Пряма лінія зі стрілкою, яка проходить через початок біплота, називається середньою координатою середовища (AEC), вона вказує на лінії з найкращою продуктивністю. Лінія генотипу, перпендикулярна до осі AEC, представляє мінливість з точки зору стабільності. Таким чином, біплат розташував показники врожайності наступним чином: МІП Дніпрянка $>$ МІП Ассоль $>$ ЛЮТ

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

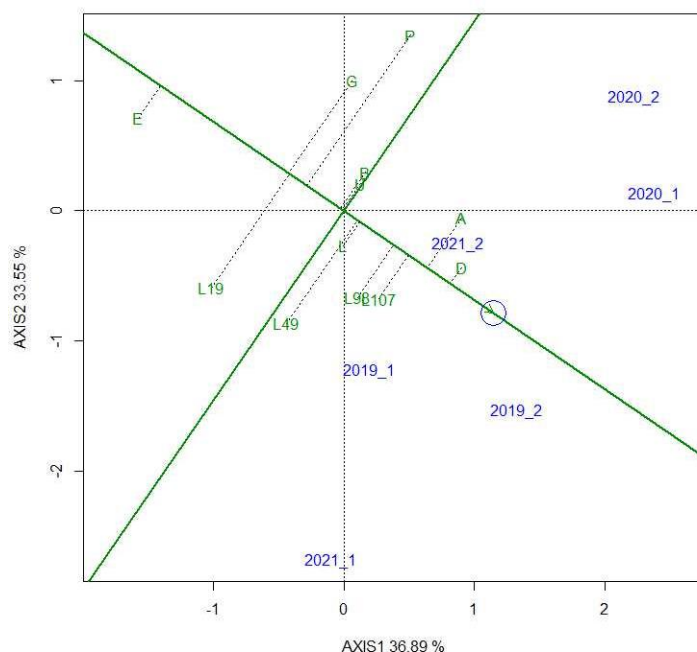
60107> ЛЮТ 55198> ЛЮТ 60049> МІП Лада, тобто сорти і лінії правіше від початку координат (значення адаптивної норми) відрізнялись за

продуктивністю у порядку зменшення проекції на вектор АЕС (рис. 2 Б).



NDVI при цвітінні (NDVIan)

A



Урожай зерна

B

Рис. 2. Біплотний графік за координатою середнього середовища (АЕС), що показує середню врожайність і стабільність 12 генотипів (А – NDVIan, В – урожай зерна), оцінених у 2018-2021 рр.

Практично аналогічним чином спостерігалось ранжування за показником NDVI – ЛЮТ 37519>ЛЮТ 55198>ЛЮТ 60049>МІП Лада>МІП>Дніпрянка (рис. 2 А 2В), винятком були лінія ЛЮТ 37519 і сорт МІП Ассоль. Аналізуючи характер цього біплота, слід зазначити, що в цілому характер розташування генотипів за урожаєм і показником NDVIan співпадав, відрізняючись в деяких нюансах, які, можливо пов'язані з генетично обумовленими особливостями реутилізації надземної біомаси в урожай зерна, адже NDVI є одним з індикаторів її накопичення.

Вісь, перпендикулярна АЕС, відображала стабільність урожайності генотипу (лінії). Стабільність урожайності генотипів вважається сильнішою, якщо довжина лінії, перпендикулярної горизонтальній осі АЕС, була коротшою. Генотипи МІП Дніпрянка, МІП Ассоль були найбільш стабільними та високопродуктивними, оскільки вони були найдалшими від центра з найкоротшою довжиною вектора. Найдовші вектори середовища серед тестових роблять його найбільш «дискримінаційним» з потенціалом для розрізнення різних генотипів. Порівняльний аналіз стабільності і урожайності за GGE-biplot показав, що сорт Дніпрянка був найстабільнішим, а також одним із найкращих за врожайністю у різних

досліджуваних середовищах. Подібним чином лінії ЛЮТ 60107 і ЛЮТ 55198 також мали вищу середню врожайність і стабільність, порівняно з іншими лініями, отже, їх можна використовувати як високопродуктивні в різних середовищах. Ці лінії можна також рекомендувати для подальшої реєстрації у якості сортів.

Стабільність генотипів за показником NDVIan виявилась дещо вищою, порівняно з урожайністю, проте загалом характер ранжування зберігався. Таким чином, проведений аналіз головних компонент, АММІ та GGE-biplot аналіз показав принципову можливість опосередкованої оцінки та вибору генотипів за урожайністю на основі спектральних вегетаційних індексів.

Розкладання фенотипової дисперсії на її компоненти, генотипову дисперсію та дисперсію середовища дозволило оцінити величину мінливості, зумовленої генотиповими особливостями, і, таким чином, оцінити такі параметри, як успадковуваність (h^2g), генетична дисперсія (V_g), залишкова дисперсія (V_e), фенотипова дисперсія (V_p), дисперсія взаємодії генотип $\times$ середовище V_{GEI} , селекційна точність, генотиповий коефіцієнт варіації CV_g , коефіцієнт залишкової варіації CV_e , і перевірити, для яких ознак є більший внесок через генотипову дисперсію. Висока успадковуваність була

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

оцінена для всіх досліджуваних ознак, представлених у таблиці 4.

4. Компоненти дисперсії та генетичні параметри 12 генотипів пшениці для 10 ознак МП, 2018-2021 рр.

Компоненти дисперсії *	Ознаки#									
	Yield	NDVIsv	NDVlrv	NDVlan	PH	SpL	SpN	GpE	MoK	WKE
h^2g	0.62	0.39	0.69	0.76	0.63	0.48	0.41	0.23	0.67	0.50
Vg	0.16	0.0001	0.0004	0.0035	14.72	0.14	0.16	0.77	4.31	0.01
V _{GEI}	0.36	0.0004	0.0006	0.0043	34.14	0.44	0.90	9.94	7.84	0.03
Ve	0.55	0.0245	0.0112	0.0018	35.55	0.44	1.01	50.02	13.31	0.21
Vr	0.08	0.0006	0.0004	0.0004	0.31	0.01	0.04	0.78	1.52	0.00
Vp	1.15	0.026	0.013	0.010	84.72	1.03	2.11	61.50	26.97	0.26
μ	7.15	0.52	0.60	0.71	103.7	9.3	17.0	39.2	44.3	1.7
CVg%	5.58	2.16	3.39	8.33	3.70	4.02	2.34	2.24	4.69	5.42
CVe%	10.33	30.18	17.69	6.00	5.75	7.11	5.93	18.05	8.24	26.37
CVp%	4.06	4.63	3.17	2.90	0.54	1.22	1.20	2.25	2.78	2.84
CVr%	15.03	30.85	18.77	14.08	8.88	10.94	8.57	20.02	11.73	29.10
p _G	0.036	0.330	0.011	0.002	0.030	0.052	0.269	0.079	0.014	0.087
p _{G×E}	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
p _E	0.000	0.000	0.000	0.034	0.002	0.036	0.050	0.001	0.081	0.000
LSD	0.75	0.03	0.04	0.09	7.08	0.81	0.90	2.24	3.66	0.20
LRT**	43.94	6.48	22.51	69.86	53.83	3.05	2.58	1.14	14.37	1.48

Умовні позначення ознак відповідають табл. 1.

* h^2g – успадковуваність у широкому розумінні; Vg – варіанса генотипу; V_{GEI} – варіанса G×E; Ve – варіанса середовища; Vr – залишкова дисперсія; Vp – фенотипова варіанса; μ – генеральне середнє; CVg%, CVe%, CVp%, CVr% – генотиповий, середовищний, фенотиповий та залишковий коефіцієнти варіації відповідно; p_G – значущість генотипу; p_E – значущість середовища; p_{G×E} – значущість взаємодії G×E; LSD – найменша суттєва різниця; LRT – тесту максимальної правдоподібності. ** $\chi^2_{1\%} = 6.63$, $\chi^2_{5\%} = 3.84$

Таке розкладання компонентів дисперсії є важливими для селекціонерів, оскільки вони допомагають у проведенні селекційних програм, спрямованих на отримання кращого результату. Високі значення коефіцієнта генетичної дисперсії (CVg) та успадкованості значення бажані для пошуку кращої генетичної конституції, оскільки ці зміни кількісно визначають величину генетичної варіації, доступної для відбору. Для більшості оцінюваних ознак спостерігалось переважання

генетичної варіації у фенотиповій дисперсії. Оцінки успадкованості ознак коливалися в межах від 0,23 (GpE) до 0,76 (NDVlan), оцінка за допомогою тесту максимальної правдоподібності (LRT) також підтвердила суттєвий вплив генотипів на більшість ознак. Таким чином, наявність генетичної мінливості цих ознак дає змогу відібрати кращі генотипи за фенотипами. Висока успадковуваність свідчить про те, що такий фенотип здебільшого зумовлений генотипом, варіації успадковуються наступним

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

поколінням, і добір на основі фенотипової варіації буде ефективним для покращення врожаю в майбутньому.

Проте для подальшого використання виділеного матеріалу у селекційному процесі важливо прогнозувати генетичну цінність, усуваючи вплив навколишнього середовища. Змішані моделі та багатофакторний аналіз є потужними інструментами для відбору кращих генотипів у програмах селекції рослин, зокрема метод BLUP (найкращий лінійний неупереджений прогноз) використовували для прогнозування генетичних цінностей та визначення потенціалу генотипів пшениці для генетичного вдосконалення рослин завдяки відбору багатьох ознак (Zobel, Wright & Gauch, 1988, Gauch, 2013). Значення, передбачені за допомогою методології BLUP для досліджених ознак, вказують на бажані генотипові значення ліній і сортів, оскільки вони демонструють перевагу по відношенню до середнього значення і до стандарту і таким чином можна виділити кращі лінії. Результати такого аналізу для урожаю зерна і величини показника NDVI_{an} представлені на рисунку 3. За прогнозованими генетичними значеннями урожайності генотипи

розташувались у такому порядку: МПІ Дніпрянка>МПІ Ассоль>ЛЮТ 55198>ЛЮТ 60107> МПІ Лада (рис. 5А), інші (за винятком лінії ЕР 55023) від стандарту Подолянка не відрізнялись.

За прогнозованими генетичними значеннями NDVI_{an} порядок генотипів був наступним: МПІ Ассоль>МПІ Дніпрянка>ЛЮТ 55198>ЕР 55023> МПІ Лада, інші (за виключенням МПІ Ювілейна) від стандарту не відрізнялись. Важливо, що ТОП-3 в обох випадках були сорти МПІ Ассоль, МПІ Дніпрянка і лінія ЛЮТ 55198, що свідчить про перспективність використання показника NDVI як фонові ознаки для добору високопродуктивних генотипів. Однак методів аналізу за однією ознакою і аналізу середнього значення, регресії та відхилення від регресії може бути недостатньо для оцінки продуктивності і стабільності за багатьма ознакам і середовищами. Тому дані аналізують за індексом стабільності багатьох ознак, як, наприклад, середньозважене значення суми абсолютних балів, запропонованих Olivoto та ін. (Olivoto et al., 2019), або рейтингом адаптивності сорту у багатьох середовищах, як запропоновано зокрема В.А. Власенком (Власенко, 2006).

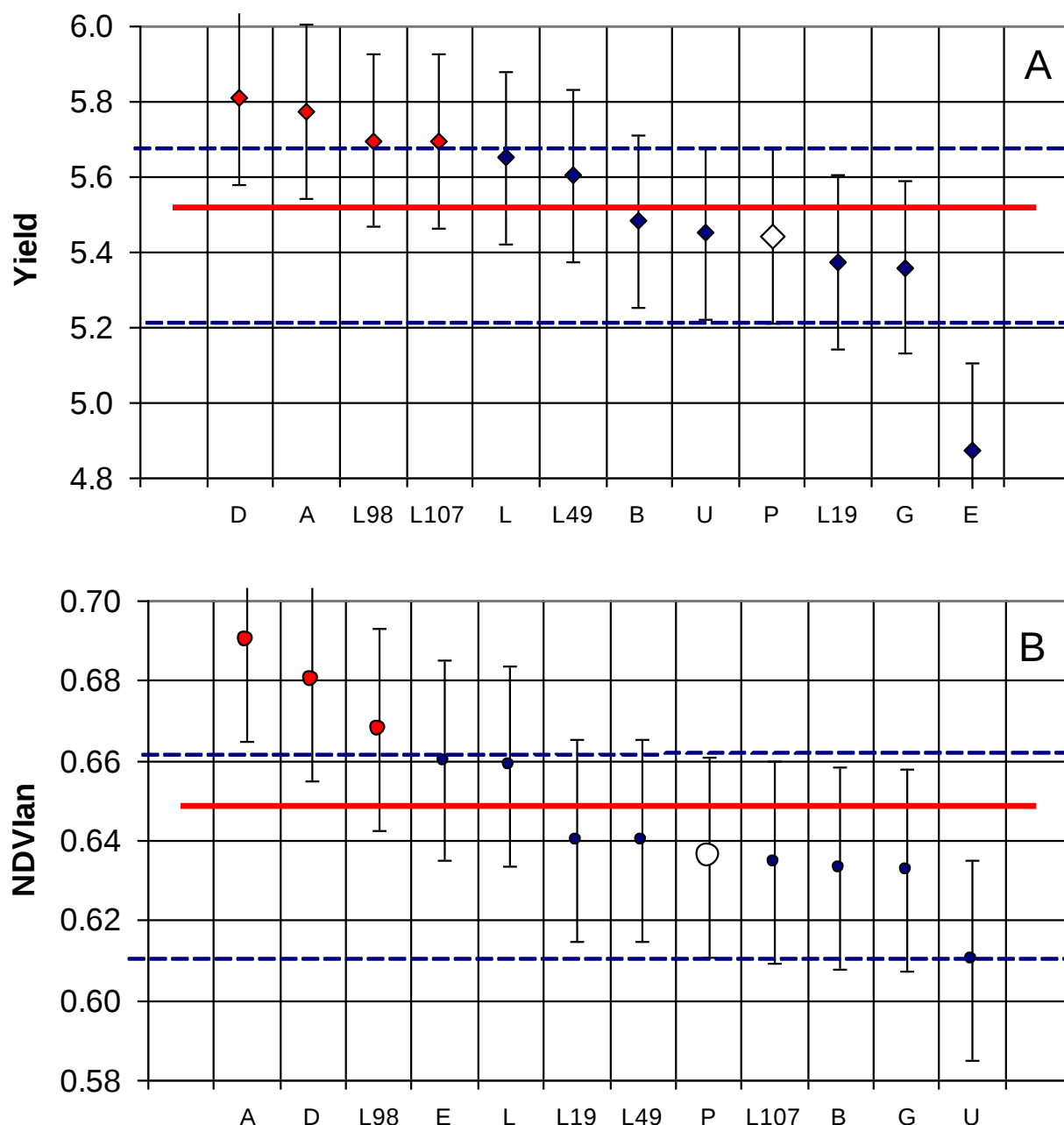


Рис. 3 Прогнозовані генетичні значення (найкращий лінійний неупереджений прогноз – BLUP) 12 генотипів озимої пшениці для ознак: урожай (Yield, т/га) та NDVIan.

Червоні (сприятливі) і сині (несприятливі) крапки представляють генотипові значення вище або нижче загального середнього (червона лінія), білі крапки представляють стандарт (Подільська). Стовпчики являють собою довірчий інтервал генотипового значення. Синім пуктиром виділено довірчий інтервал для порівняння зі стандартом.

Індекс підсумовування рангів I_j (Mulamba & Mock, 1978) є аналогом попереднього з тією різницею, що він застосовується для прогнозованих

генетичних значень. За індексом I_j , індексом дистанції між генотипом і ідеотипом D_{ii}'' (Wricke & Weber, 1986), та індексом Z (Mendes, Ramalho

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

& Abreu, 2009) на основі передбачуваних значень кращих генотипів, які переважають стандарт, було розраховано селекційний приріст (selection gain – SG) за всіма показниками і відсоток селекційного приросту (SG%). Слід зазначити, що індекс Z, запропонований Mendes F.F. et al. (Mendes, Ramalho & Abreu, 2009), є аналогом індексу відхилення від адаптивної норми, запропонованого П.П. Літуном та ін. (Літун та ін., 2009), і також відрізняється лише застосуванням до прогнозованих генотипових значень ознак. Результати такої оцінки наведено у таблиці 5. Звертає на себе увагу те, що різні індекси дають дещо різні прогнозовані значення селекційних приростів, оскільки набір відібраних генотипів відрізняється. Добір за індексом Ij забезпечив найбільшу суму оцінок SG % (14,3 %), порівняно з іншими моделями добору. Проте представлені генотипи, відібрані за цим індексом, мають середнє значення висоти рослин на 1,6 см більше, що, очевидно, є несприятливим для програм селекції пшениці.

Відбір за NDVI забезпечив очікуваний приріст урожайності, співставний з безпосереднім добором на продуктивність, однак інші показники мали менше селекційне зрушення. Можливо також, що для більш точної оцінки потрібне включення певних вагових коефіцієнтів для різних ознак,

оскільки в цільову ознаку (урожай зерна) вони мають різний вклад.

Очевидно, це потребує додаткового вивчення, зокрема відсутність однакового SG% серед усіх ознак у сприятливому напрямку відбору можна пояснити існуванням лінійного зв'язку між ознаками. Якщо природа цього зв'язку зумовлена генетичними факторами, він може бути порушений внаслідок рекомбіногенезу.

Більш інформативним може бути індекс Z (індекс відхилення від адаптивної норми). На основі зваженого значення цього індексу за всіма ознаками чи за їх групою можна виявити ті, за якими генотипи можуть бути класифіковані як бажані чи небажані в багатьох середовищах.

На рисунку 4 представлена оцінка генотипів за значенням індексу Z при відборі генотипів тільки за продуктивністю (рис. 4А), за індексами NDVI (рис. 4В), морфобіометричними ознаками (рис. 4С) та за комплексом ознак (рис. 4D). При цьому при відборі за урожайністю виділились генотипи МІП Ассоль, МІП Дніпрянка, ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 60049, ЛЮТ 60107; при відборі за показниками NDVI – МІП Лада, МІП Дніпрянка, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 60049, ЛЮТ 60107; за морфобіометричними ознаками – МІП Ассоль, Балада МИР, ЛЮТ 55198; за комплексом ознак – МІП Ассоль, Балада МИР, МІП Лада, МІП Дніпрянка, ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519. Селекційні лінії, які знаходяться

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

близько до кола, потребують продуктивність близька до подальшого дослідження на предмет адаптивної норми. стабільності, оскільки їх

5. Оцінки загальних середніх значень ($\bar{X}_0$), середніх значень відібраних генотипів ($\bar{X}_s$), селекційного диференціалу (SD), успадкованості (h^2), селекційного приросту (SG) та його частки в % (SG%) при одночасному відборі для кращих генотипів озимої пшениці за шістьма ознаками.

Ознака	$\bar{X}_0$	$\bar{X}_s$	SD	h^2	SG	SG%	Відібрані генотипи
Індекс підсумовування рангів							
Урожайність	7,1	7,39	0,39	0,62	0,24	3,24	ЛЮТ 55198
Висота рослин	103,7	103,30	2,63	0,63	1,65	1,60	МП Лад
Довжина колоса	9,3	9,31	0,25	0,48	0,12	1,30	МП Ассоль
Кількість зерен	39,2	39,45	0,65	0,23	0,15	0,38	ЛЮТ 60049
Маса зернівки	44,3	45,15	2,15	0,67	1,44	3,19	
Маса зерна з колоса	1,7	1,80	0,17	0,50	0,09	4,84	
Тривалість періоду сходи-колосіння (ТВП)	212,1	212,9	-0,92	0,59	-0,54	-0,25	$\Sigma=14,3\%^*$
Індекс дистанції між генотипом і ідеотипом							
Урожайність	7,1	7,19	0,09	0,62	0,06	0,79	ЕР 55023
Висота рослин	103,7	101,49	-2,21	0,63	-1,39	-1,37	ЛЮТ 55198
Довжина колоса	9,3	9,30	0,00	0,48	0,00	0,03	ЛЮТ 37519
Кількість зерен	39,2	39,24	0,04	0,23	0,01	0,03	ЛЮТ 60049
Маса зернівки	44,3	44,50	0,20	0,67	0,13	0,30	
Маса зерна з колоса	1,7	1,76	0,06	0,50	0,03	1,83	
ТВП	212,1	209,76	-2,33	0,59	-1,37	-0,65	$\Sigma=0,95\%$
Відбір за продуктивністю							
Урожайність	7,1	7,41	0,31	0,62	0,19	2,57	МП Дніпрянка
Висота рослин	103,7	104,89	1,44	0,63	0,91	0,86	МП Ассоль
Довжина колоса	9,3	9,33	0,22	0,48	0,11	1,13	ЛЮТ 55198
Кількість зерен	39,2	39,34	0,51	0,23	0,12	0,30	ЛЮТ 60107
Маса зернівки	44,3	44,51	1,95	0,67	1,30	2,93	ЛЮТ 60049
Маса зерна з колоса	1,7	1,77	0,10	0,50	0,05	2,83	
ТВП	212,1	212,40	-1,23	0,59	-0,73	-0,34	$\Sigma=10,3\%$
Відбір за NDVI							
Урожайність	7,1	7,39	0,29	0,62	0,18	2,46	МП Лад
Висота рослин	103,7	101,77	-1,93	0,63	-1,22	-1,19	ЛЮТ 37519
Довжина колоса	9,3	9,35	0,05	0,48	0,02	0,25	МП Дніпрянка
Кількість зерен	39,2	39,39	0,19	0,23	0,04	0,11	ЛЮТ 60049
Маса зернівки	44,3	44,76	0,46	0,67	0,31	0,69	ЛЮТ 60107
Маса зерна з колоса	1,7	1,75	0,05	0,50	0,03	1,54	
ТВП	212,1	212,13	0,04	0,59	0,02	0,01	$\Sigma=3,88\%$

* Σ – сума відсоток селекційного приросту

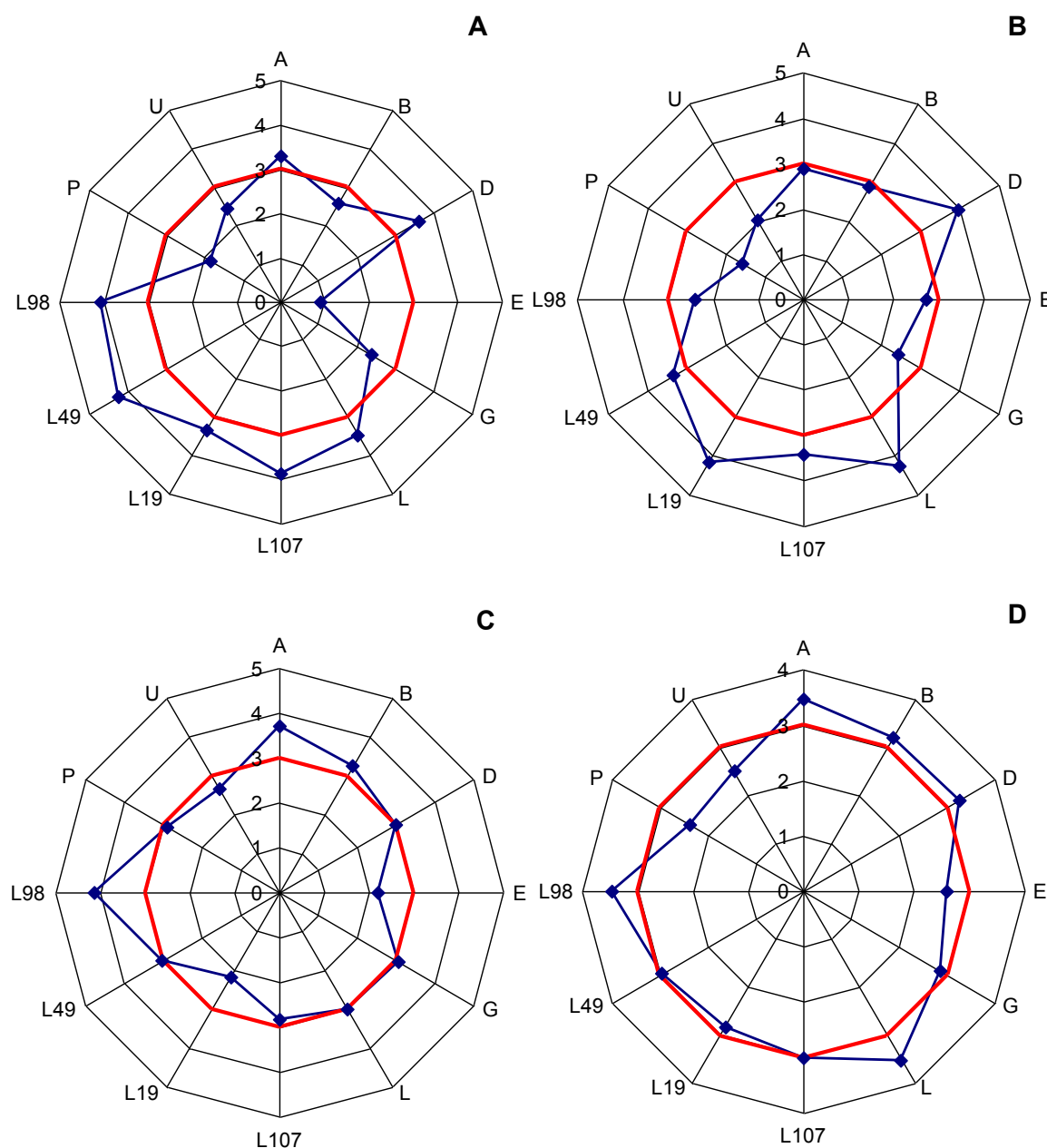


Рис. 4. Прогнозування генетичних переваг за допомогою зваженого індексу віддаленості від адаптивної норми (Z-індекс), застосованого до передбачених BLUP генотипових значень урожайності (А), індексу NDVI при припиненні та відновленні вегетції і при цвітінні (В), морфобіометричних показників (С) та за комплексом ознак (D). Відібрані генотипи мають значення >3.

Така ж оцінка за графічним відображенням індексу Z для генетичних значень окремих ознак може бути корисною для більш детального вивчення генотипів за окремими ознаками чи групами ознак.

За допомогою візуального аналізу за індексом Z можна визначити більшу частку сприятливих алелей для всіх ознак, які розглядаються при відборі. За подібністю зображень на рисунку 4 найбільшим був рівень узгодженості

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

між відбором за продуктивністю та відбором за індексом NDVI. Це є свідченням можливості використання спектральних вегетаційних індексів у селекційному процесі, особливо враховуючи дистанційний та недеструктивний характер оцінки, а метод REML/BLUP у поєднанні з багатоваріантними методами для вибору кращих генотипів з графічним виділенням за індексом Z генотипів дозволяє визначити їх як перспективні за комплексом ознак. Для селекції ліній пшениці також цікавим є розташування показників генотипових значень для виявлення кращих генотипів за селекційними ознаками, що виділяються графічно за індексом Z.

Висновки і перспективи.

Встановлено можливість використання спектральних вегетаційних індексів, отриманих із БПЛА, у селекційному процесі. Більш

точна ідентифікація високоперспективних генотипів за комплексом ознак забезпечується поєднаним застосуванням багатовимірних статистичних методів, селекційних індексів із безпосереднім використанням показників NDVI.

Метод REML/BLUP, у поєднанні з багатовимірними методами АММІ та GGE-біплот із графічним виділенням генотипів за індексом Z, дозволяє визначити перспективні за комплексом ознак. Виділено лінії ЛЮТ 55198, ЛЮТ 37519, ЛЮТ 60049, ЛЮТ 6010 і сорти МІП Лада, МІП Дніпрянка для подальшого використання в програмах селекції. Перспективою подальших досліджень є підвищення точності оцінки і добору потенційно високоврожайних і стабільних ліній пшениці в селекційних програмах за допомогою дистанційного зондування з обмеженням використання традиційних деструктивних методів.

Список використаних джерел

1. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, Iss. 6. Article number e66428. doi: 10.1371/journal.pone.0066428
2. Chawade A., Van Ham J., Blomquist H. et al. High-throughput field-phenotyping tools for plant breeding and precision agriculture. *Agronomy*. 2019. 10(5): 258. doi: 10.3390/agronomy9050258
3. Bendig J., Yu K., Aasen, H. et al. Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2015. Vol. 39. P. 79–87. doi: 10.1016/j.jag.2015.02.012
4. Chapman S.C., Merz T., Chan A. et al. (2014). Pheno-copter: A low- altitude,

autonomous remote-sensing robotic helicopter for high-throughput field- based phenotyping. *Agronomy*. 2014. Vol. 4, Iss. 2. P. 279–301. doi: 10.3390/agronomy4020279

5. Haghighattalab A., González Pérez L., Mondal, S. et al. (2016). Application of unmanned aerial systems for high throughput phenotyping of large wheat breeding nurseries. *Plant Methods*. 2016. Vol. 12, Iss. 1. Article number 35. doi: 10.1186/s13007-016-0134-6

6. Zhang J., Virk S., Porter W. et al. Applications of unmanned aerial vehicle based imagery in turfgrass field trials. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article number 279. doi: 10.3389/fpls.2019.00279

7. Lee C.-J., Yang M.-D., Tseng H.-H. et al. Single-plant broccoli growth monitoring using deep learning with UAV imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 207. Article number 107739. doi:

8. Potgieter A.B., George-Jaeggli B., Chapman S.C. et al. Multi-spectral imaging from an unmanned aerial vehicle enables the assessment of seasonal leaf area dynamics of sorghum breeding lines. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article number 1532. doi: 10.3389/fpls.2017.01532

9. Guillen-Climent M.L., Zarco-Tejada P.J., Berni J.A.J. et al. Mapping radiation interception in row-structured orchards using 3D simulation and high-resolution airborne imagery acquired from a UAV. *Precision Agriculture*. 2012. Vol. 13, Iss. 4. P. 473–500. doi: 10.1007/s11119-012-9263-8

10. Cabrera-Bosquet L., Molero G., Stellacci A. et al. NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions. *Cereal Research Communications*. 2011. Vol. 39, Iss. 1. P. 147–159. doi: 10.1556/CRC.39.2011.1.15

11. Acorsi M. G., Abati Miranda F. das D., Martello M. et al. Estimating biomass of black oat using UAV-based RGB imaging. *Agronomy*. 2019. Vol. 9, Iss. 7. Article number 344. doi: 10.3390/agronomy9070344

12. Hassan M.A., Yang M., Rasheed A. et al. A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*. 2019. Vol. 282. P. 95–103. doi: 10.1016/j.plantsci.2018.10.022

13. Su J., Liu C., Coombes M. et al. Wheat yellow rust monitoring by learning from multispectral UAV aerial imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 155. P. 157–166. doi: 10.1016/j.compag.2018.10.017

14. Rutkoski J., Poland J., Mondal S. et al. Canopy temperature and vegetation indices from high-throughput phenotyping improve accuracy of pedigree and genomic selection for grain yield in wheat. *G3: Genes, Genomes, Genetics*. 2016. Vol. 6, Iss. 9. P. 2799–2808. doi: 10.1534/g3.116.032888

15. Hoffmeister D., Waldhoff G., Korres W. et al. Crop height variability detection in a single field by multi-temporal terrestrial laser scanning. *Precision Agriculture*, 2016. Vol. 17. P. 296–312. doi: 10.1007/s11119-015-9420-y

16. Du M., Noguchi N. Monitoring of

wheat growth status and mapping of wheat yield's within-field spatial variations using color images acquired from UAV-camera System. *Remote Sensing*. 2017. Vol. 9, Iss. 3. Article number 289. doi: 10.3390/rs9030289

17. Olanrewaju S., Rajan N., Ibrahim A.M.H. et al. Using aerial imagery and digital photography to monitor growth and yield in winter wheat. *International Journal of Remote Sensing*. 2019. Vol. 40, Iss. 18, P. 6905–6929. doi: 10.1080/01431161.2019.1597303

18. Yang C., Everitt J.H. Relationships between yield monitor data and airborne multitemporal multispectral digital imagery for grain sorghum. *Precision Agriculture*. 2002. Vol. 3. P. 373–388. doi: 10.1023/A:1021544906167

19. Duan B., Fang S., Zhu R. et al. Remote estimation of rice yield with unmanned aerial vehicle (uav) data and spectral mixture analysis. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article number 204. doi: 10.3389/fpls.2019.00204

20. Wang F., Wang F., Zhang Y. et al. Rice yield estimation using parcel-level relative spectral variables from uav-based hyperspectral imagery. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article number 453. doi: 10.3389/fpls.2019.00453

21. Sun J., Poland J.A., Mondal S. et al. High-throughput phenotyping platforms enhance genomic selection for wheat grain yield across populations and cycles in early stage. *Theoretical and Applied Genetics*. 2019. Vol. 132, Iss. 6. P. 1705–1720. doi: 10.1007/s00122-019-03309-0

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

23. Методика проведення експертизи та державного сорто випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. Охорона прав на сорти рослин : офіц. бюл. / за ред ВВ. Волкодава. Київ : Алефа, 2003. Вип. 2, Ч. 3. 241 с.

24. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A. et al. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. *Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS)*

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

Symposium. 1973. Vol. 1. P. 309–317. Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>

25. Zobel R.W., Wright M.J., Gauch H.G. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*. 1988. Vol. 80, Iss. 3. P. 388–393.

26. Gauch H.G. A simple protocol for AMMI analysis of yield trials. *Crop Science*. 2013. Vol. 53, Iss. 5. P. 1860–1869. doi: 10.2135/cropsci2013.04.0241

27. Yan W., Hunt L.A., Sheng Q., Szlavnic Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*. 2000. Vol. 40, Iss. 3. P. 597–605.

28. Pacheco A., Vargas M., Alvarado G. et al. GEA-R (Genotype x Environment Analysis with R for Windows.) Version 4.1. (2016/08/3) URL: <http://hdl.handle.net/11529/10203>

29. Alvarado G., López M., Vargas M. et al. META-R (Multi Environment Trial Analysis with R for Windows.) Version 6.0. (2016/11/30) URL: <http://hdl.handle.net/11529/10201>

30. Mulamba N.N., Mock J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*. 1978. Vol. 7. P. 40–51.

31. Wricke G., Weber W.E. (1986). Quantitative Genetics and Selection in Plant Breeding (1st ed.). New York: Walter de Gruyter, 1986. 408 p.

32. Mendes F.F., Ramalho M.A.P., Abreu A.F.B. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2009. V. 44, N. 10. P. 1312–1318. doi: 10.1590/S0100-204X2009001000015

33. Hassan M.A., Yang M., Rasheed A. et al. (2019). A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*. 2019. Vol. 282. P. 95–103.

34. Le Cun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015. Vol. 521. P. 436–444. doi: 10.1038/nature14539

35. Yan W., Hunt L. Biplot analysis of diallel data. *Crop Science*. 2002. Vol. 42, Iss. 1. P. 21–30. doi: 10.2135/cropsci2002.0021

36. Yan W., Tinker N.A. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*. 2006. Vol. 86, Iss. 3. P. 623–645. doi: 10.4141/P05-169

37. Olivoto T., Lucio A.D., da Silva J.A. et al. 2019. Mean performance and stability in multi environment trials I: Combining features of AMMI and BLUP techniques. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111, Iss. 6. P. 2949–2960. doi: 10.2134/agronj2019.03.0220

38. Власенко В.А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сортирослин*. 2006. № 4. С. 93–103. doi: 10.21498/2518-1017.4.2006.68043

39. Літун П.П., Кириченко В.В., Петренко В.П., Коломацька В.П. Системний аналіз в селекції польових культур. Харків, 2009. 351 с.

References

1. Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., & Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS One*, 8(6): e66428. doi: 10.1371/journal.pone.0066428

2. Chawade, A., Van Ham, J., Blomquist, H., Bagge, O., Alexandersson, E., & Ortiz, R. (2019). High-throughput field-phenotyping tools for plant breeding and precision agriculture. *Agronomy*, 10(5): 258. doi: 10.3390/agronomy9050258

3. Bendig, J., Yu, K., Aasen, H., Bolten, A., Bennertz, S., Broscheit, J., Gnyp, M.L., & Bareth, G. (2015). Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 39, 79–87. doi: 10.1016/j.jag.2015.02.012

4. Chapman, S.C., Merz, T., Chan, A., Jackway, P., Hrabar, S., Dreccer, M.F., Holland, E., Zheng, B., Ling, T. J., & Jimenez-Berni, J. (2014). Pheno-copter: A low-altitude, autonomous remote-sensing robotic helicopter for high-throughput field-based phenotyping. *Agronomy*, 4(2), 279–301. doi: 10.3390/agronomy4020279

5. Haghighattalab, A., González Pérez, L., Mondal, S., Singh, D., Schinstock, D., Rutkoski, J., Ortiz-Monasterio, I., Singh, R. P., Goodin, D., & Poland, J. (2016). Application of unmanned aerial systems for high throughput phenotyping of large wheat breeding nurseries. *Plant Methods*, 12(1): 35. doi: 10.1186/s13007-016-0134-6
6. Zhang, J., Virk, S., Porter, W., Kenworthy, K., Sullivan, D., & Schwartz, B. (2019). Applications of unmanned aerial vehicle based imagery in turfgrass field trials. *Frontiers in Plant Science*, 10: 279. doi: 10.3389/fpls.2019.00279
7. Lee, C.-J., Yang, M.-D., Tseng, H.-H., Hsu, Y.-C., Sung, Y., & Chen, W.-L. (2023). Single-plant broccoli growth monitoring using deep learning with UAV imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 207: 107739. doi: 10.1016/j.compag.2023.107739
8. Potgieter, A.B., George-Jaeggli, B., Chapman, S.C., Laws, K., Cadavid, L.A.S., Wixted, J., Watson, J., Eldridge, M., Jordan, D.R., & Hammer, G.L. (2017). Multi-spectral imaging from an unmanned aerial vehicle enables the assessment of seasonal leaf area dynamics of sorghum breeding lines. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1532. doi: 10.3389/fpls.2017.01532
9. Guillen-Climent, M.L., Zarco-Tejada, P.J., Berni, J.A.J., North, P.R.J., & Villalobos, F.J. (2012). Mapping radiation interception in row-structured orchards using 3D simulation and high-resolution airborne imagery acquired from a UAV. *Precision Agriculture*, 13(4), 473–500. doi: 10.1007/s11119-012-9263-8
10. Cabrera-Bosquet, L., Molero, G., Stellacci, A., Bort, J., Nogués, S., & Araus, J. (2011). NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions. *Cereal Research Communications*, 39(1), 147–159. doi: 10.1556/CRC.39.2011.1.15
11. Acorsi, M. G., Abati Miranda, F. das D., Martello, M., Smaniotto, D.A., & Sartor, L.R. (2019). Estimating biomass of black oat using UAV-based RGB imaging. *Agronomy*, 9(7): 344. doi: 10.3390/agronomy9070344
12. Hassan, M.A., Yang, M., Rasheed, A., Yang, G., Reynolds, M., Xia, X., Xiao, Y., & He, Z. (2019). A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*, 282, 95–103. doi: 10.1016/j.plantsci.2018.10.022
13. Su, J., Liu, C., Coombes, M., Hu, X., Wang, C., Xu, X., Li, Q., Guo, L., & Chen, W. H. (2018). Wheat yellow rust monitoring by learning from multispectral UAV aerial imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, 157–166. doi: 10.1016/j.compag.2018.10.017
14. Rutkoski, J., Poland, J., Mondal, S., Autrique, E., Pérez, L.G., Crossa, J., Reynolds, M., & Singh, R. (2016). Canopy temperature and vegetation indices from high-throughput phenotyping improve accuracy of pedigree and genomic selection for grain yield in wheat. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 6(9), 2799–2808. doi: 10.1534/g3.116.032888
15. Hoffmeister, D., Waldhoff, G., Korres, W., Curdt, C., & Bareth, G. (2016). Crop height variability detection in a single field by multi-temporal terrestrial laser scanning. *Precision Agriculture*, 17, 296–312. doi: 10.1007/s11119-015-9420-y
16. Du, M., & Noguchi, N. (2017). Monitoring of wheat growth status and mapping of wheat yield's within-field spatial variations using color images acquired from UAV-camera System. *Remote Sensing*, 9(3): 289. doi: 10.3390/rs9030289
17. Olanrewaju, S., Rajan, N., Ibrahim, A.M.H., Rudd, J.C., Liu, S., Sui, R., Jessup, K.E., & Xue, Q. (2019). Using aerial imagery and digital photography to monitor growth and yield in winter wheat. *International Journal of Remote Sensing*, 40(18), 6905–6929. doi: 10.1080/01431161.2019.1597303
18. Yang, C., & Everitt, J.H. (2002). Relationships between yield monitor data and airborne multitemporal multispectral digital imagery for grain sorghum. *Precision Agriculture*, 3, 373–388. doi: 10.1023/A:1021544906167
19. Duan, B., Fang, S., Zhu, R., Wu, X., Wang, S., Gong, Y., & Peng, Y. (2019). Remote estimation of rice yield with unmanned aerial vehicle (uav) data and spectral mixture analysis. *Frontiers in Plant Science*, 10: 204. doi: 10.3389/fpls.2019.00204
20. Wang, F., Wang, F., Zhang, Y., Hu,

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.

J., Huang, J., & Xie, J. (2019). Rice yield estimation using parcel-level relative spectral variables from uav-based hyperspectral imagery. *Frontiers in Plant Science*, 10: 453. doi: 10.3389/fpls.2019.00453

21. Sun, J., Poland, J.A., Mondal, S., Crossa, J., Juliana, P., Singh, R.P., Rutkoski, J.E., Jannink, J.L., Crespo-Herrera, L., Velu, G., Huerta-Espino, J., & Sorrells, M.E. (2019). High-throughput phenotyping platforms enhance genomic selection for wheat grain yield across populations and cycles in early stage. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(6), 1705–1720. doi: 10.1007/s00122-019-03309-0

22. Dospekhov, B.A. (1985). Methodology of Field Experiments (with the Basics of Statistical Processing of Research Results) (5th ed., rev. and enl.) Moscow: Agropromizdat. [in Russian]

23. Volkodav, V. (Ed.). (2003). Methods of Examination and State Variety Testing Grains, Cereals and Legumes. Right Protection for Plant Varieties. Kyiv: Alefa, 2(3). [in Ukrainian]

24. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., & Harlan, J.C. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: *Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS) Symposium*, 1 (pp. 309–317). Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>

25. Zobel, R.W., Wright, M.J. & Gauch, H.G. (1988). Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, 80(3), 388–393.

26. Gauch, H.G. (2013). A simple protocol for AMMI analysis of yield trials. *Crop Science*, 53(5), 1860–1869. doi: 10.2135/cropsci2013.04.0241

27. Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., & Szlavniks, Z. (2000). Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40(3), 597–605.

28. Pacheco, A., Vargas, M., Alvarado, G., Rodríguez, F., López, M., Crossa, J., & Burgueño, J. (2016/08/3). GEA-R (Genotype x Environment Analysis whit R for Windows.) Version 4.1. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/11529/10203>

29. Alvarado, G., López, M., Vargas, M., Pacheco, A., Pacheco, A., Burgueño, J., &

Crossa, J. (2016/11/30). META-R (Multi Environment Trial Analysis whit R for Windows.) Version 6.0. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/11529/10201>

30. Mulamba, N.N., & Mock, J.J. (1978). Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 7, 40–51.

31. Wricke, G., & Weber, W.E. (1986). Quantitative Genetics and Selection in Plant Breeding (1st ed.). New York: Walter de Gruyter.

32. Mendes, F.F., Ramalho, M.A.P., & Abreu, A.F.B. (2009). Selection index for choosing segregating populations in common bean. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(10), 1312–1318. [in Portuguese]. doi: 10.1590/S0100-204X2009001000015

33. Hassan, M.A., Yang, M., Rasheed, A., Yang, G., Reynolds, M., Xia, X., Xiao, Y., & He, Z. (2019). A rapid monitoring of NDVI across the wheat growth cycle for grain yield prediction using a multi-spectral UAV platform. *Plant Science*, 282, 95–103.

34. Le Cun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436–444. doi: 10.1038/nature14539

35. Yan, W., & Hunt, L. (2002). Biplot analysis of diallel data. *Crop Science*, 42(1), 21–30. doi: 10.2135/cropsci2002.0021

36. Yan, W., & Tinker, N.A. (2006). Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(3), 623–645. doi: 10.4141/P05-169

37. Olivoto, T., Lucio, A.D., da Silva, J.A., Marchioro, V.S., de Souza, V.Q., & Jost, E. (2019). Mean performance and stability in multi environment trials. I: Combining features of AMMI and BLUP techniques. *Agronomy Journal*, 111(6), 2949–2960. doi: 10.2134/agronj2019.03.0220

38. Vlasenko, V. (2006). Estimation of adaptive of bread spring wheats varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 4, 93–103. [in Ukrainian] doi: 10.21498/2518-1017.4.2006.68043

39. Litun, P.P., Kyrychenko, V.V., Petrenkova, V.P., & Kolomatska, V.P. (2009). Systemic Analysis in Field Crop Breeding.

Топко Р. І., Волощук С. І., Ковалишина Г. М.
Kharkiv: Plant Production Institute nd. a V. Ya.
Yuryev of UAAS. [in Ukrainian]

EVALUATION OF WINTER BREAD WHEAT GENOTYPES BASED ON REMOTE SENSING DATA AND AGRONOMIC TRAITS RELATED TO YIELD

R. I. Topko, S. I. Voloshchuk, H. M. Kovalyshyna

Abstract. *Genetic improvement of wheat requires enhancement and application of more effective methods of phenotyping and assessment of genetic gain of breeding lines. Purpose. To evaluate the possibility of using spectral vegetation indices with the involvement of determined genotypic values, to compare the genetic increase in grain yield and other traits, to select the best wheat genotypes using a multi-trait indices and multivariate statistical methods. Methods: field, determination of vegetation indices using UAV, multiple regression, AMMI, GGE-biplot and REML/BLUP methods. Selection indices were calculated based on a set of traits. Results. There were evaluated 12 varieties and lines of bread winter wheat by grain yield, NDVI index and other characteristics. When using GGE-biplot and AMMI analysis, a comprehensive evaluation of genotypes for productivity and stability was carried out. With application of REML/BLUP analysis, genetic parameters and genotypic values were determined for a number of investigated traits.*

On the basis of the obtained data, selection indices were calculated based on a set of traits. The possibility of using spectral vegetation indices obtained from UAVs in breeding process has been established. More accurate identification of genotypes by a set of features is provided by the combined use of multivariate statistical methods, selection indices and NDVI index. The REML/BLUP method in combination with the multivariate AMMI and GGE-biplot methods with the graphical identification of genotypes by the Z index allows to determine the promising set of traits. The Lines LUT 55198 LUT 37519, LUT 60049, LUT 60107 and the cultivars MIP Lada, MIP Dnipryanka were selected for further use in breeding programs. The prospect of further research is to increase the accuracy of assessment and selection of potentially high-yielding and stable wheat lines using remote sensing.

Keywords: *Triticum aestivum L., genotype, NDVI index, GGE-biplot, REML/BLUP analysis, genetic gain, selection index*

**CONTENT OF MOBILE PHOSPHORUS COMPOUNDS
UNDER DIFFERENT METHODS AND RATES OF FERTILIZER
APPLICATION DURING THE PERIOD OF THEIR ACTIVE
CONSUMPTION BY POTATO PLANTS**

T. V. PANCHUK, postgraduate student, <https://orcid.org/0000-0003-2629-1427>

ORCID: 0000-0003-2629-1427

E-mail: timur_panchuk@ukr.net

I. P. BORDIUZHA, PhD

<https://orcid.org/0000-0002-5942-5877>

E-mail: i_bordiuzha@nubip.edu.ua

N. P. BORDIUZHA, PhD, associate professor,

<https://orcid.org/0000-0002-5482-2160>

E-mail: n_borddiuzha@nubip.edu.ua

National of university of life and environmental sciences of Ukraine

N. A. MIZERNA, Deputy Head of the Department of Expertise on Excellence,
Homogeneity and Stability of Plant Varieties, <https://orcid.org/0000-0001-6213-5216>

A. M. NOSULIA, senior research officer, <https://orcid.org/0000-0002-2026-6733>

Ukrainian Institute of Expertise of Plant Varieties

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.013)

Abstract. *The article highlights the results of research on the influence of spread and local fertilization methods on the duration of localization, availability and migration of phosphorus compounds in the subsoil zone during the cultivation of seed potatoes. The research was conducted in a field experiment of the Department of Agrochemistry and Quality of Crop Production in the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine on the land use territory of Biotech LTD (Boryspil district, Kyiv region) during 2019-2022. FPK 8-24 was used as a pre-sowing fertilizer in the variant with a spreading method using a self-propelled sprayer Tecnomat Lazer 3000, and potassium chloride was applied using a John Deere 6195M unit and a spreader MVD 1000, followed by their incorporation with a Vaderstad Carrier CR 400 disk to a depth of 10 cm. Localized application was carried out by a unit consisting of a John Deere 8300 and a Peliper RV 3000 cultivator: phosphorus fertilizers (RKD 8-24) were applied with a tape (15 cm depth), and potash fertilizers were applied in a strip (10-12 cm width, 18-20 cm depth) (Bykin & Panchuk, 2021). Nitrogen fertilizers, as a background in all variants, were applied to the pre-sowing soil in the form of UAN-25 + S4, considering the nitrogen applied with FFR 8-24.*

The use of local fertilization allows to better optimize the nutrition of potato plants. During the period of active phosphorus consumption, a higher content of phosphorus compounds was observed in the variants where fertilizers were applied locally than in the variant where fertilizers were applied in a scattered manner. In particular, even with the application of a reduced rate of fertilizers ($P_{40}K_{90}$) locally on

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

the background of N_{150} , a higher content of phosphorus and potassium in the soil during the growing season was observed compared to the variant where the full rate of fertilizers ($P_{80}K_{180}$) was applied on the background of N_{150} by the scatter method.

It was found that fertilizer localization provided a longer period of phosphorus availability in high concentrations. Also, the formation of concentration zones in deeper soil layers was noted, which were less affected by the negative effects of weather conditions and provided potato plants with this element even when the upper soil layers dried out.

Key words: phosphorus, local application, spreading application, localization, availability

Relevance. Ukraine is one of the top 5 countries in the world in terms of potato production, which, in turn, is of great export importance and directly affects the country's food security. However, the average yield in recent years has reached only 14-16 t/ha. At the same time, in the advanced farms of Ukraine, due to the introduction of scientific developments into production, this figure was 30-40 t/ha. This trend shows that the potential of potato economic productivity in Ukraine is not fully utilized. Therefore, optimization of potato plant nutrition by improving and developing new methods of mineral fertilizer application is currently relevant and of great practical and theoretical importance. The analysis of scientific literature shows an insufficient level of study in this area, and especially little laboratory and field research has been conducted.

Analysis of recent research and publications. An important condition for the full growth and development of plants is the provision of phosphorus, which is especially important at the initial stage of vegetation and during the

formation of tubers. Phosphorus is a component of such important compounds as phosphoproteins, nucleotides, phospholipids, nucleic acids, phosphorus esters of sugars involved in energy metabolism (NAD, ATP, FAD, etc.). Its deficiency can cause serious disruptions in biosynthesis, energy metabolism, and membrane function (Lambers, 2022). The application of phosphorus-containing fertilizers causes the accumulation of mineral and organic phosphorus compounds in the soil. To establish the optimal level of phosphate nutrition, it is necessary to determine the degree of phosphorus availability to plants from soil and fertilizers (Shevchenko, 2013). Its availability is influenced by adsorption, chemisorption, biological transformations, and other intra-soil processes. They are quite complex in nature, so the fixation of phosphorus in the soil depends on its type and chemical compounds. It has been established that many soils have a high absorption capacity for phosphorus from fertilizers. First, phosphorus is fixed in the application area, remaining in a soluble

and accessible form for plants (about 25% of the applied amount). After the fertilizer is dissolved, a dynamic equilibrium is established between the solid phase of the soil and the soil solution. When phosphate ions are absorbed by the roots of potato plants, it is disturbed, which facilitates the transfer of new portions of phosphate from the soil to the soil solution. At the same time, the roots of potato plants mainly absorb phosphorus, which is located at no more than 2-2.5 mm. Therefore, even with the most powerful development of the root system, plants can only use phosphorus from a small volume of soil. Therefore, one of the most important indicators of soil fertility is the content of available forms of phosphorus. The supply of plants with sufficient amounts of these compounds depends on their reserves in the soil, the degree of phosphate mobility, weather conditions, particle size distribution, and other indicators that affect the consumption of phosphorus from soil and fertilizers (Bykin & Panchuk, 2021; Danyliuk, Vyslobodska & Vereshchak, 2003). The root system of potatoes can absorb phosphorus in the form of inorganic compounds. Soils with a neutral or acidic soil solution reaction contain phosphorus mainly in the form of dihydrogen phosphate (H_2PO_4^-), and in alkaline soils it is contained in the form of hydrophosphate (HPO_4^{2-}). In soil, phosphorus compounds are negatively charged, so they easily react with positively charged aluminum, iron, and

calcium ions, which leads to the formation of insoluble compounds that are not available to plants. Their formation largely depends on the acidity of the soil (pH_{KCl}): at $\text{pH} < 6$, insoluble aluminum phosphates are formed; at $\text{pH} > 7$, insoluble calcium and iron phosphates are mainly formed (Jasim, A., Sharma, L. K., Zaeen, A., Bali, S.K., Buzza, A., & Alyokhin, A., 2020; Pavlichenko, 2021). In general, phosphorus in the soil is found mainly in the bound state, which causes its low concentration in the form of mobile forms. The main way phosphorus compounds reach plant roots is through diffusion, the rate of which depends on soil temperature and moisture. A decrease in soil temperature below 14°C inhibits diffusion, which can cause phosphorus deficiency even with its high content in the soil (Jasim, Sharma, Zaeen, Bali, Buzza & Alyokhin, 2020). The level of phosphorus uptake by plants is influenced not only by its content in the soil, but also by the availability of other nutrients. In potato nutrition, phosphorus is most important in the early stages of vegetation, during the period of rapid growth of vegetative mass, it, together with nitrogen, provides accelerated formation of the leaf apparatus of plants, thus determining the future yield. When potato plants are optimally supplied with this nutrient, seedlings appear earlier and the root system develops faster. Optimal phosphorus nutrition accelerates the development of potato plants, as well as

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

tuberization processes, thereby shortening the growing season (Parkhuts, 2014; Kryzska & Potapenko, 2014). During the tuberization period, the supply of phosphorus to potato plants leads to the development of tubers of optimal size (Misgina, 2016). Phosphorus improves the physiological maturity of tubers, which contributes to the formation of a dense skin, and provides better resistance to mechanical damage during harvesting and transportation. It is also important for starch metabolism, so its application to potatoes is necessary even when the soil contains sufficient amounts of assimilable phosphorus (Ostrovsky & Ilchuk, 2003).

Mineral fertilizers are the best tool for increasing crop yields. Providing plants with the optimal amount of nutrients through their targeted use is one of the most important components of their cultivation technology. Fertilizers should be applied at a clearly defined time in optimal doses with their uniform distribution in the field. The effectiveness of mineral fertilizers directly depends on the methods and quality of their application. Traditionally, fertilizers are spread over the soil surface using spreaders. About 50% of the fertilizer granules are placed in the 0-15 cm soil layer, and a significant portion of them may be poorly accessible to plants. The reason for this is that the root system of potatoes develops and is located deeper than this layer during the growing season in

search of moisture and nutrients (Bykin & Panchuk, 2021; Ponomarenko, Yaropud & Zozuliak, 2016). It is also important to note that climatic conditions in Ukraine are changing, and drought is a frequent meteorological phenomenon that provokes drying of the topsoil in which fertilizers are placed (Bykin & Panchuk, 2021). This increases the proportion of inaccessible nutrients for the root system, mainly due to inadequate particle size distribution. Quite often, when fertilizers are spread, there is an uneven distribution of fertilizers. In production conditions, it is even more difficult to maintain the required intervals between spreader passes without the use of special equipment, so the quality of fertilizer application is sharply reduced. The uneven distribution of nutrients in the soil causes uneven germination, development and maturation of plants, and ultimately, a shortfall in yield and a deterioration in its quality. When fertilizers are spread, the soil is compacted by machinery, which subsequently has a negative impact on the growth and development of potato plants. It has been found that up to 50% of the total area is subject to compaction (Bykin & Panchuk, 2021; Ponomarenko, Yaropud & Zozuliak, 2016). Increasing the availability of nutrients and reducing costs is only possible through fertilizer optimization. Therefore, one of the ways to improve potato nutrition and reduce nutrient losses, eliminate the negative impact of

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

fertilizers on the environment, and obtain high, stable crop yields is to apply mineral fertilizers locally to the zone of plant root development (Bykin & Panchuk, 2021; Alyokhin, 2016). The use of localized fertilization technologies is an alternative to spreading fertilizers and has a number of advantages. Under such conditions, the level of nitrogen utilization increases by 10-15%, phosphorus by 5-10%, and potassium by 10-12%, which allows reducing fertilizer application rates by 25-30% (Bender & Vasylovych, 2016). Scientists identify the main factors that provide certain advantages to the local use of phosphate fertilizers: the impact of fertilizers on the soil is limited in the layer that is in direct contact with the fertilizer belt (Sparrow, Chapman, Parsley, Hardman & Cullen, 1992); the pH of the soil solution increases in the area of fertilizer application (Jin, Chen, Chen, Jiang, Hopkins, Zhang & Benavides, 2019); localization and reduction of the area of contact of phosphate fertilizers with the soil increases the mobility of phosphorus and increases its availability for potato plants (Rosen, Kelling, Stark & Porter, 2014); local application of fertilizers involves their placement in deeper soil layers that are better moistened even in drought, which in turn leads to a prolonged effect of fertilizers and better absorption by plants (Khmylevskiy, 2006). The intra-soil technology of their use allows adjusting the application of fertilizers according to the timing of

application and, accordingly, the ontogeny of plants. The possibility of combining local fertilization with basic, pre-sowing and inter-row tillage, as well as sowing and planting, is not only an effective reserve for saving agricultural resources, but also prevents excessive soil compaction (Nukeshev, Eskhozhin, Lichman, Karaivanov, Zolotukhin & Syzdykov, 2016). The most common method of fertilizer placement is the belt method. It allows fertilizer belts to be placed at an optimal distance from the tubers. The application of mineral fertilizers in the spring and before sowing allows for several operations to be carried out simultaneously, which in turn reduces the energy intensity of the work (Zolotukhin, Lichman & Nukeshev, 2017). Many studies have shown that it is most effective to place fertilizer belts for continuous sowing crops and cereals at intervals of 15-30 cm, plowed under the row 5-10 cm deeper than the seeds to protect plant roots from burns (Novikov & Motorin, 2021). When applying fertilizers locally, they can be placed in layers to different depths, as well as combine liquid and solid forms. It has been established that the level of utilization of nutrients from fertilizers and soil is largely influenced by the moisture supply of plants. Placing fertilizers locally facilitates the search for nutrients and increases their absorption during the growing season, including during soil drought. The effectiveness of the local application method may depend on the

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

granulometric composition and level of soil fertility and moisture availability, forms, types and rates of fertilizers, parameters of their placement in the soil, biological characteristics of crops, etc. The key feature of this fertilizer application method is the formation of zones in the topsoil with a high content of mobile forms of nutrients. The high concentration of salts in a small volume reduces the degree of nutrient fixation by the soil and reduces their loss. It was found that the degree of phosphorus fixation decreases with local application compared to scattered application. As a result, the period of its stay in the form available to plants is extended. The soil in contact with the fertilizer belt is capable of a sharp saturation with nutrients, which causes a change in the concentration of the soil solution and an increase in osmotic pressure. Such conditions inhibit the vital activity of microorganisms. This blocks the binding

of nutrients and slows down the nitrification process (Bykin & Panchuk, 2021).

The aim of the research. To establish an effective method and rate of mineral fertilizer application that can optimize the nutrition of seed potato plants by changing the placement of mineral fertilizers and increasing the period of availability of phosphorus compounds in dark gray podzolic light loamy soil.

Materials and methods of research. Scientific research was conducted in a field experiment of the Department of Agrochemistry and Quality of Plant Production of the National University of Life Sciences of Ukraine on the territory of land use of Biotech LTD (Boryspil district, Kyiv region) during 2019-2022 according to the developed experimental scheme (Table 1).

1. Scheme of the field experiment to study the effectiveness of different methods and rates of fertilizer application, 2019-2021.

Serial number of the variant	Fertilizer application method and rate	
	spreading	local
1	N ₁₅₀ P ₈₀ K ₁₈₀	-
2	N ₁₅₀	P ₈₀ K ₁₈₀
3	N ₁₅₀	P ₆₀ K ₁₃₅
4	N ₁₅₀	P ₄₀ K ₉₀

The area of the sown plot was 495 m², and the accounting plot was 312 m². The experiment was replicated 4 times. The placement of the variants was systematic. The soil of the experimental

plot is dark gray podzolized coarse-loamy light loamy on loess. It was characterized by a slightly acidic reaction of the soil solution (5.48), a high degree of mobile phosphorus (246

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

mg/kg) and exchangeable potassium (224 mg/kg), an increased content of exchangeable magnesium (2.64 mg.equivalents/100 g), average calcium content (7.93 mg.equivalents/100 g), low content of mobile sulfur (3.64 mg/kg) and mineral nitrogen (14.5 mg/kg) (Bykin & Panchuk, 2021).

The following fertilizers were used in the research: UAN - 25: N content - 25%, S - 2.4% (TU U 24.1-00203826.024-2002), FERT 8:24: N content - 8 %, P_2O_5 - 24 % (TU 2186-627-00209438-01), potassium chloride: K_2O content - 60 % (TU 2184-042-00209527-97), magnesium sulfate: MgO content - 16 % (TU 2141-073-00206457-2007), calcium nitrate: N content - 15.5 %, Ca - 19 % (TU U6-13441912.004-99).

The technology of growing table potatoes was adapted to the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine and was carried out in accordance with the requirements of DSTU 4506:2005 "Food potatoes. Technology of cultivation. Main provisions". The predecessor was winter wheat. After harvesting, the crop residues were tilled to a depth of 5-6 cm with simultaneous sowing of oil radish as a green manure (seeding rate 30 kg/ha). In the autumn period, the soil was chiseled with a deep cultivator AGR-2.4 to a depth of 38-40 cm with a distance of 50 cm between the working bodies. Spring moisture closure was carried out using a Vaderstad Carrier CR400 disk harrow to a depth of 5-7 cm. Mineral fertilizers were applied

according to the scheme of the experiment (Table 1).

FPK 8-24 was used as a pre-sowing fertilizer in the variant with a spreading method using a self-propelled sprayer Tecnomax Lazer 3000, and potassium chloride was applied using a John Deere 6195M unit and a spreader MVD 1000, followed by their incorporation with a Vaderstad Carrier CR 400 disk to a depth of 10 cm. Localized application was carried out by a unit consisting of a John Deere 8300 and a Peliper RV 3000 cultivator: phosphorus fertilizers (RKD 8-24) were applied with a tape (15 cm depth), and potash fertilizers were applied in a strip (10-12 cm width, 18-20 cm depth) (Bykin & Panchuk, 2021). Nitrogen fertilizers, as a background in all variants, were applied to the pre-sowing soil in the form of UAN - 25 + S_4 , taking into account the nitrogen applied with the FFR 8-24. Thus, in the variant with scattered application, the dose was N_{73} . In the variants with local application of $P_{80} K_{180} - N_{73}$; $P_{60} K_{135} - N_{80}$; $P_{40} K_{90} - N_{87}$. Before the formation of the ridges, $MgSO_4$ (50 kg/ha) and N_{35} in the form of UAN-25 + S_4 were applied with their subsequent working by the ridge forming agent, and N_{15} in the form of calcium nitrate was applied as a fertilizer. Planting of seed tubers was carried out in the first decade of May (John Deere 6195M tractor aggregated with Grimme GL 34KL) at the rate of 55 thousand tubers/ha to a depth of 7-9 cm with their pre-planting treatment with growth stimulants Gros 78 Rooter (1.5

l/t) and Ecoline Phosphite (K) (1 l/t) using an applicator on the inspection table (Bykin & Panchuk, 2022). The formation of ridges was carried out at the end of the third decade of May using a John Deere 6195M tractor and a Grimme GF 75-4 ridge-forming cutter.

Samples of soil and potato plants were taken at the following stages of growth and development: germination (BBCH-10), budding (BBCH-51-59), flowering (BBCH-60-69), "green berry" (BBCH-70-79), and technical maturity (BBCH-91-99). The selection and preparation of soil samples for analysis was carried out in accordance with DSTU ISO 10381-2:2004 and DSTU ISO 11464:2001. The content of mobile phosphorus compounds was determined by the Kirsanov method.

Results of the study and their discussion. Under the conditions of our experiment, in the germination phase under the spread fertilizer application ($P_{80}K_{180}$) on the background of N_{150} , the phosphorus content ranged from 129 to 392 mg/kg (Fig. 1). In the layer of 0-5 cm it was the highest and varied from 352 to 392 mg/kg. With increasing depth, the content of this element decreased, so that in the layer of 5-10 cm its content reached a level of 335 to 379 mg/kg. At a depth of 10-15 cm, it ranged from 160 to 311 mg/kg. With its further increase to 15-20 cm, it was in the range of 129-179 mg/kg. The high phosphorus content in the upper soil layers during the germination phase is due to the scattered application of fertilizers.

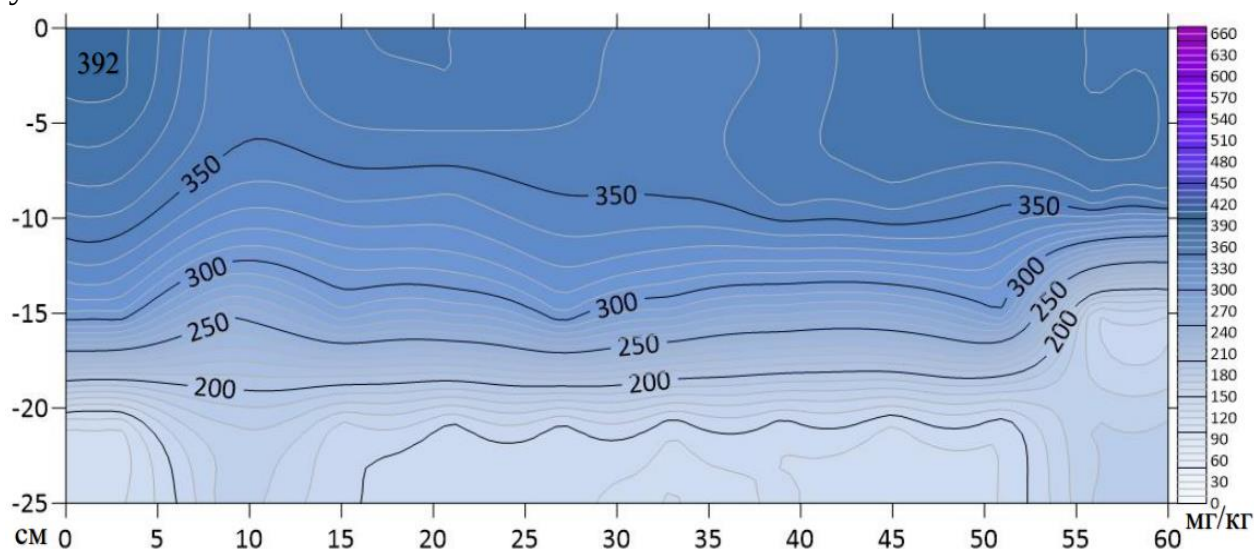


Fig. 1. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the germination phase under spread fertilization ($P_{80}K_{180}$) on the background of N_{150} , 2019-2021.

This method resulted in an uneven distribution of this element over the soil profile with different concentration zones in the soil, which is clearly seen in the above figure.

During this period, with local application ($P_{80}K_{180}$) on the background of N_{150} , the maximum phosphorus content in the application zone was 365 mg/kg (Fig. 2). According to our

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

research, the main localization of phosphorus under this method and application rate was recorded at a depth of 10-12 cm with clear concentration zones of ≈ 300 , 250 and 200 mg/kg.

Compared to the spreading method of applying a similar fertilizer rate, the zones with a content of ≈ 300 and 350 mg/kg were smaller. This is primarily

due to the application method, as well as the fact that the fertilizers have not yet fully come into contact with the soil due to their localization. When applying a reduced rate by 25 % (P60K135) locally against the background of N150, the maximum phosphorus concentration in the fertilizer placement zone was 331 mg/kg (Fig. 3).

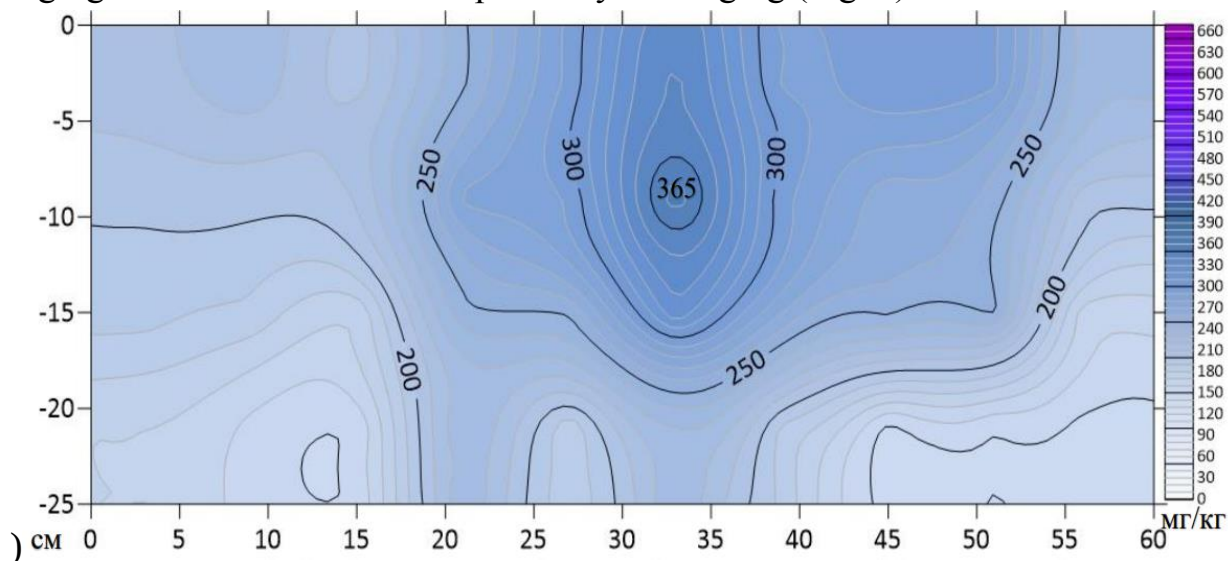


Fig. 2. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the germination phase under local fertilization (P₈₀K₁₈₀) on the background of N₁₅₀, 2019-2021.

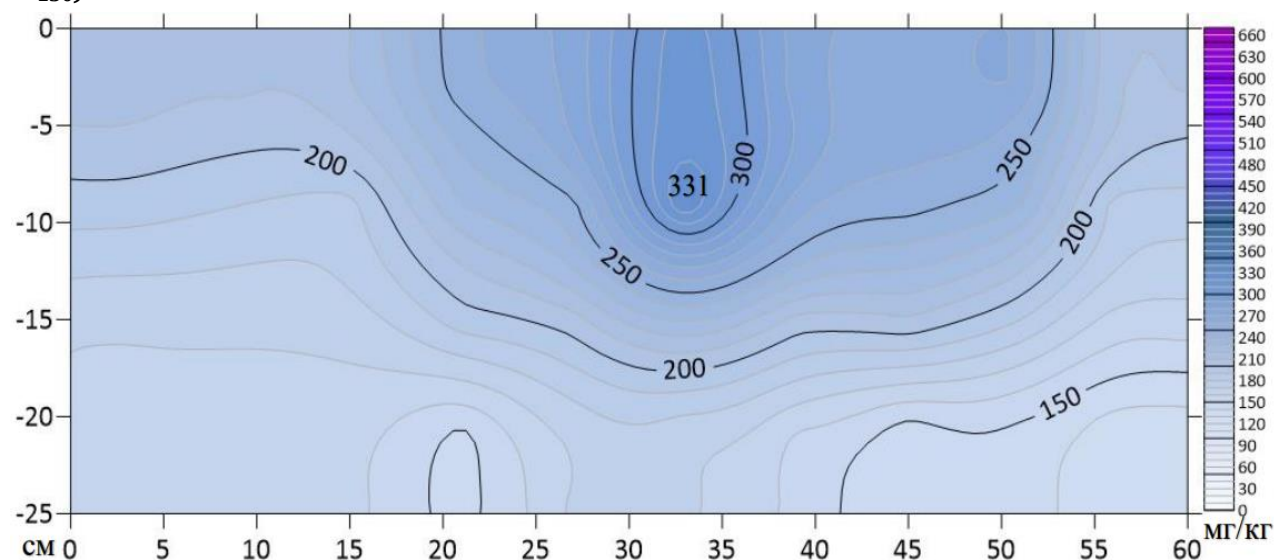


Fig. 3. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the germination phase under local fertilization (P₆₀K₁₃₅) on the background of N₁₅₀, 2019-2021.

It is worth noting that the narrowing of the zones with a content of ≈ 200 and 250 mg/kg may also be due to a lower fertilizer rate compared to the above options.

Reducing the local rate by half to the level of $P_{40}K_{90}$ on the background of N_{150} caused the localization of phosphorus compounds at a depth of 10-12 cm, and the maximum content in the

application zone was 290 mg/kg (Fig. 4). At this rate and method of application, the zones with concentrations of $\approx 250 \text{ mg/kg}$ and $\approx 300 \text{ mg/kg}$ were narrowed. At the same time, the zone with a phosphorus content of $\approx 200 \text{ mg/kg}$ was the largest compared to the above variants where local fertilization was applied.

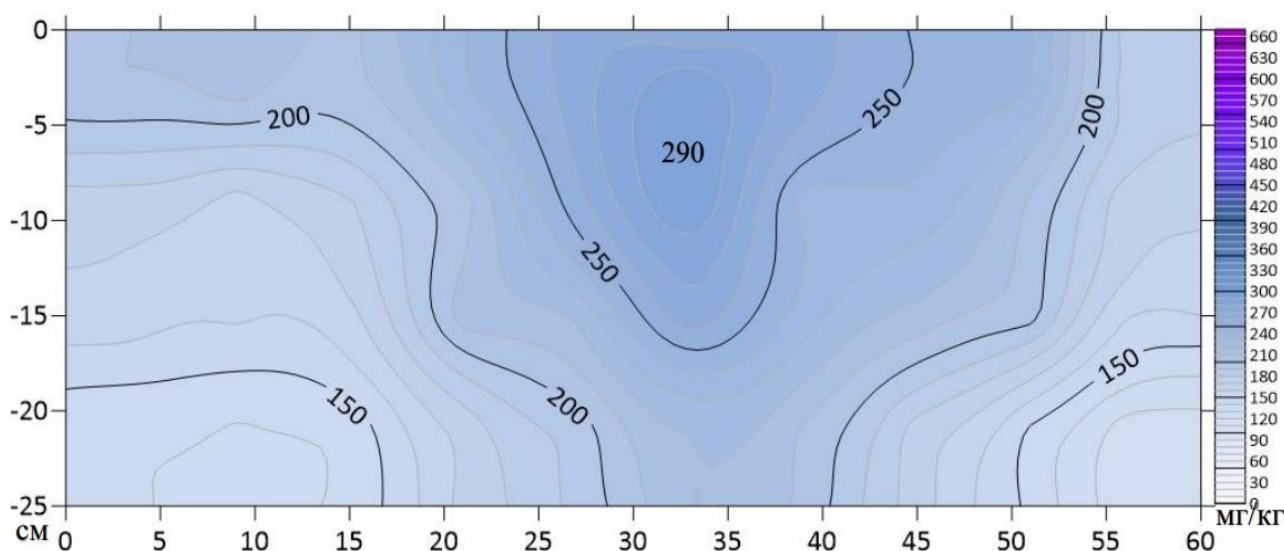


Fig. 4. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the germination phase under local fertilization ($P_{40}K_{90}$) on the background of N_{150} , 2019-2021.

This increase may be due to a lower rate of phosphorus fertilizers than in other variants, and when they encountered the soil under the influence of moisture, they reacted with the soil faster and more completely.

Thus, in the germination phase, the highest concentration of phosphorus was observed in the upper layers of the soil in the variant where fertilizers were applied in a scattered manner. At the same time, local application contributed to its localization at a depth of 10-15 cm, which helped to minimize the impact of

weather conditions on its content and availability.

By the budding phase, the content of mobile phosphorus in the soil of the subsoil zone decreased. Under scattered fertilizer application ($P_{80}K_{180}$) on the background of N_{150} ranged from 119 to 291 mg/kg (Fig. 5).

Thus, in the 0-5 cm layer, its content ranged from 240 to 291 mg/kg . With an increase in depth to 5-10 cm, its amount decreased to 231-257 mg/kg . With a further increase in depth to a layer of 10-15 cm, its content decreased to the range of 135-238 mg/kg . At a depth of

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

15-20 cm, this figure continued to decline to the level of 119-168 mg/kg. Such a decrease in phosphorus content with depth is primarily due to its

traditional application to the soil surface and incorporation into the 0-10 cm layer, as well as the low mobility of the element itself along the soil profile.

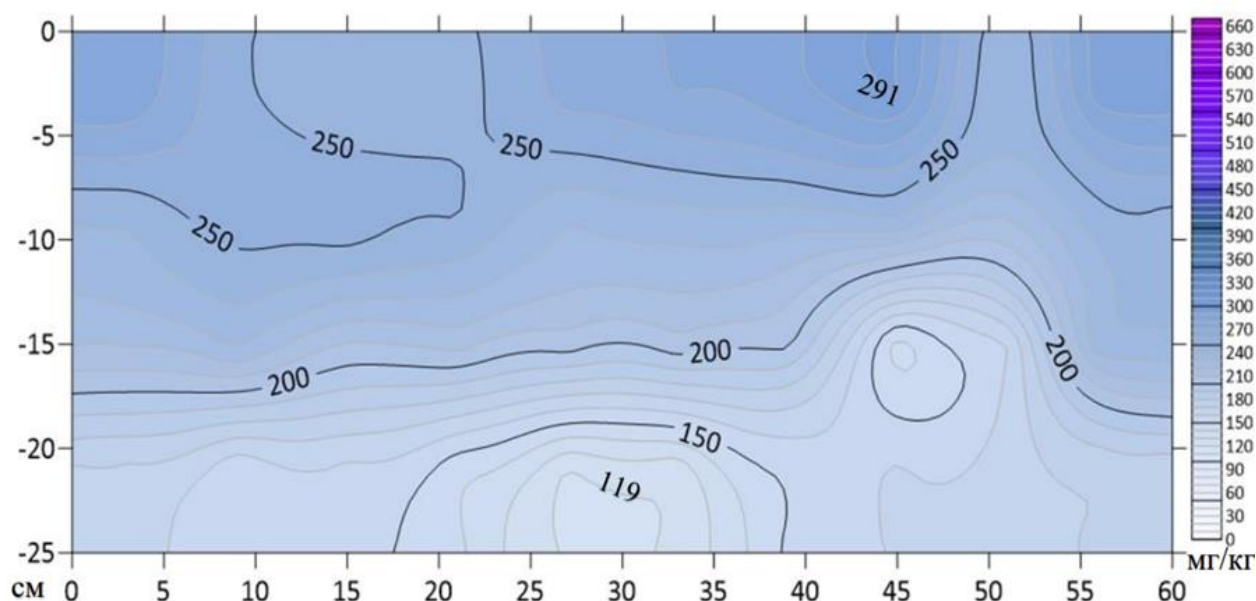


Fig. 5. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the budding phase under spread fertilization (P80K180) on the background of N150, 2019-2021.

With the local application of a similar rate of phosphorus and potassium fertilizers ($P_{80}K_{180}$) on the background of N_{150} , the content of mobile phosphorus in the root zone ranged from 353 to 115 mg/kg. Analyzing (Fig. 6), we can clearly distinguish the zone of phosphorus localization in the layer of 8-12 cm. The maximum content in the center of this zone was 353 mg/kg. It should also be noted that the concentration around the fertilizer placement zone was in the range of 200-250 mg/kg. Comparing this method of application with the spreading method, we can conclude that local placement of

phosphate fertilizers creates a localization zone with a higher concentration in the soil. This can block the binding of phosphorus compounds and allow plants to receive this element in full for a longer period.

In the variant with local application of the norm reduced to $P_{60}K_{135}$ on the background of N_{150} , the zone of phosphorus localization with a content of about 250 mg/kg was smaller in size compared to the above variant. At the same time, in the center of this zone, the phosphorus concentration was higher than in the previous variant and amounted to 369 mg/kg (Fig. 7).

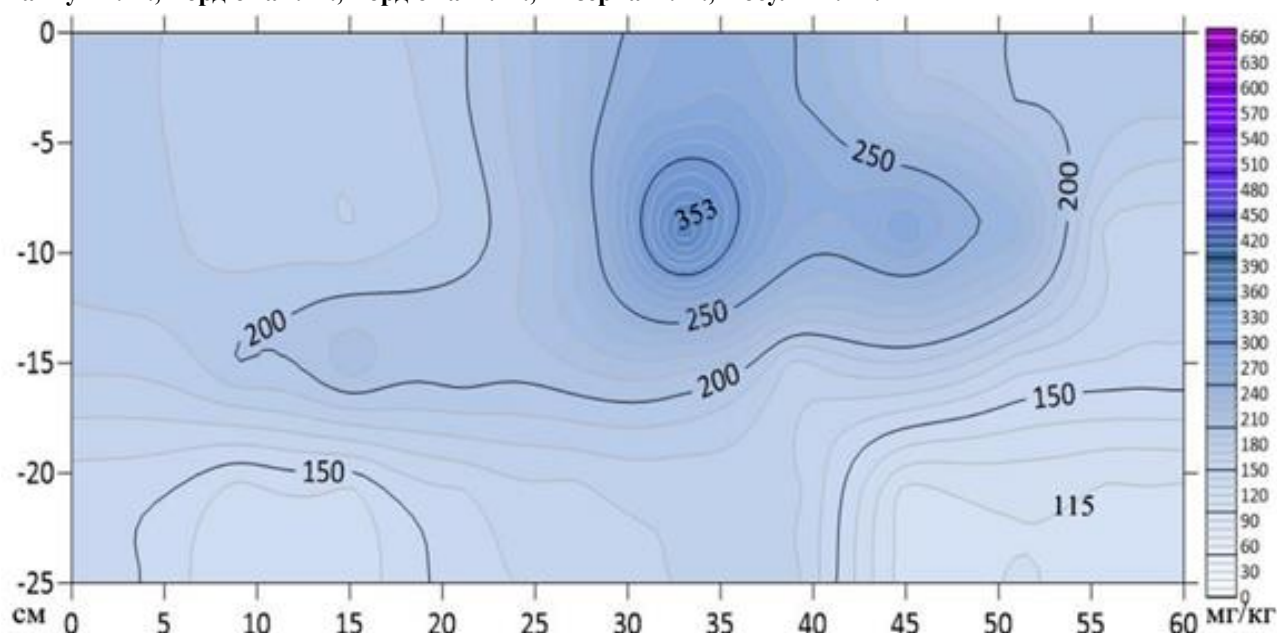


Fig. 6. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the budding phase under local fertilization (P80K180) on the background of N150, 2019-2021.

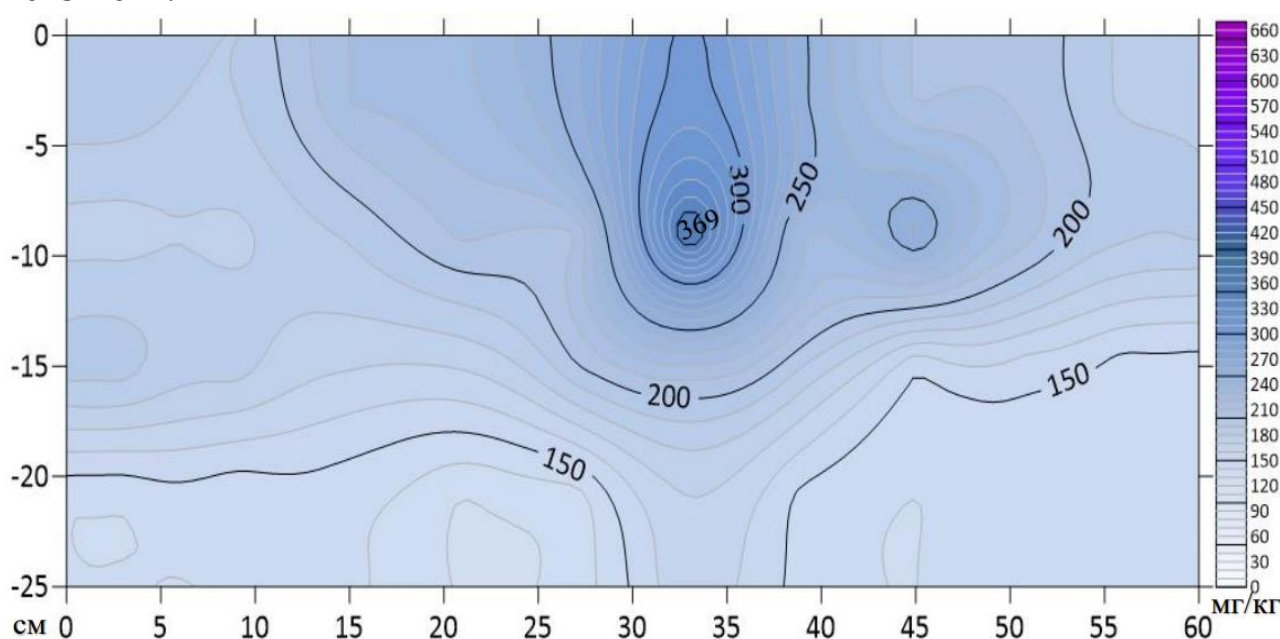


Fig. 7. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the budding phase under local fertilization (P60K135) on the background of N150, 2019-2021.

The increase in the content in the localization area compared to the variant where the full rate of phosphorus and potassium fertilizers was applied locally may have been due to lower phosphorus consumption by plants, as its content in leaves and roots was lower. It could also

be due to lower phosphorus fixation by the soil.

Local application of a reduced by 50 % rate of phosphorus and potassium fertilizers (P₄₀K₉₀) on the background of N₁₅₀ caused the phosphorus content in the subsoil zone to range from 108 to 346

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

mg/kg (Fig. 8). Analyzing the following indicators, it should be noted that at this rate of application, a localization zone

with a content of more than 300 mg/kg was observed, and 346 mg/kg in the center.

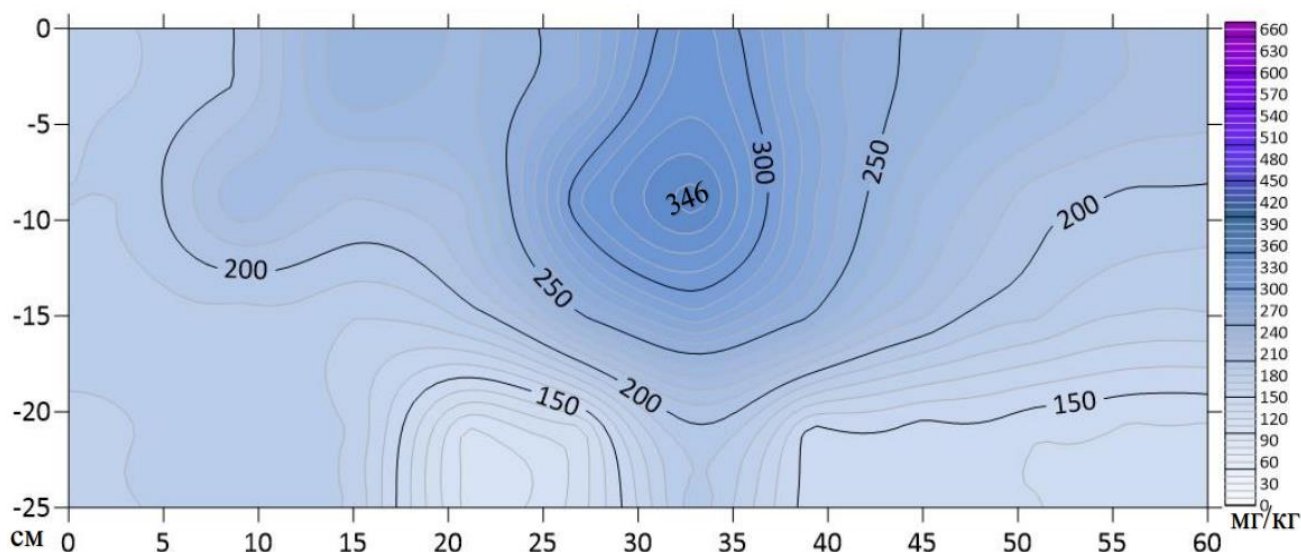


Fig. 8. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the budding phase under local fertilization ($P_{40}K_{90}$) on the background of N_{150} , 2019-2021.

Perhaps the expansion of the phosphorus zone compared to the above variants may be due to the rate of phosphorus applied from fertilizers, which reacted faster with the soil under the influence of moisture.

During the flowering period, optimal phosphorus nutrition ensures the formation of standard-sized tubers, which improves future yields. In this phase, under the spreading application of $P_{80}K_{180}$ on the background of N_{150} , the phosphorus concentration in the 0-5 cm layer decreased to 202-261 mg/kg compared to the budding phase (Fig. 9).

With an increase in depth to 5-10 cm, its content decreased to 183-241 mg/kg. In the layer of 10-15 cm, the concentration of this element ranged from 131 to 227 mg/kg, while at a depth of 15-20 cm it was in the range of 108-147 mg/kg. The uneven and layered distribution of phosphorus across the soil profile is primarily due to the scattered application of fertilizers and the way they are worked in. Reduction of zones with high concentration levels in the flowering phase may be due to the active consumption of this element by the plant to ensure optimal tuberization and crop formation.

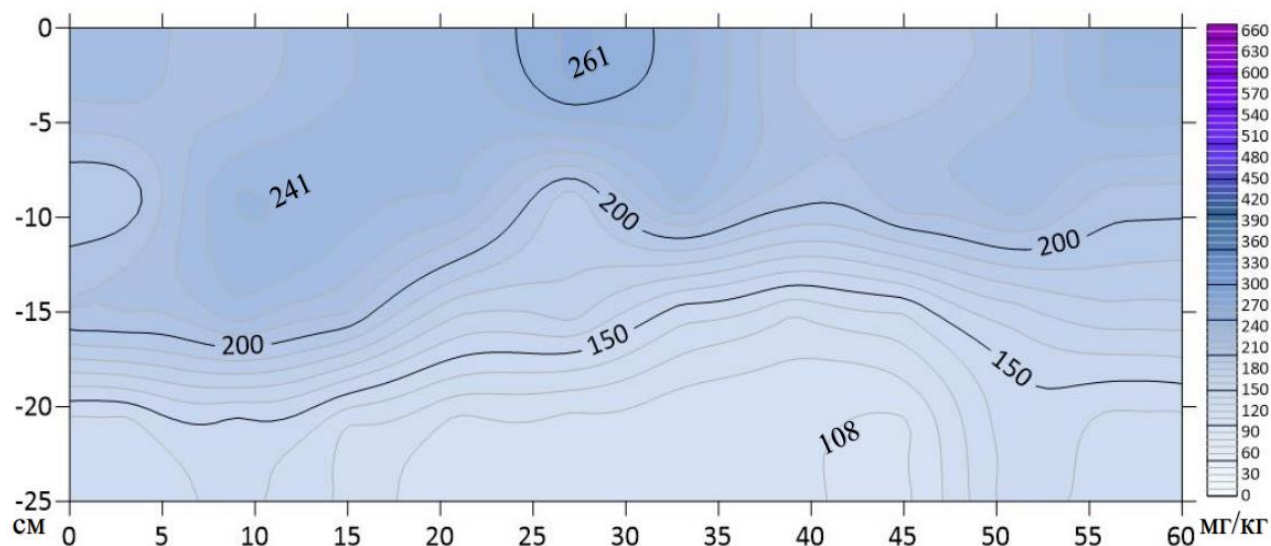


Fig. 9. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the flowering phase under spread fertilization (P₈₀K₁₈₀) on the background of N₁₅₀, 2019-2021.

With the local application of P₈₀K₁₈₀ on the background of N₁₅₀, the concentration of phosphorus decreased by the flowering phase compared to the previous phase of vegetation (Fig. 10).

The maximum phosphorus content in the center of the application zone was 292 mg/kg, which is 61.9 mg/kg less compared to the budding phase. There was also a decrease in the zone with a concentration of ≈ 250 mg/kg.

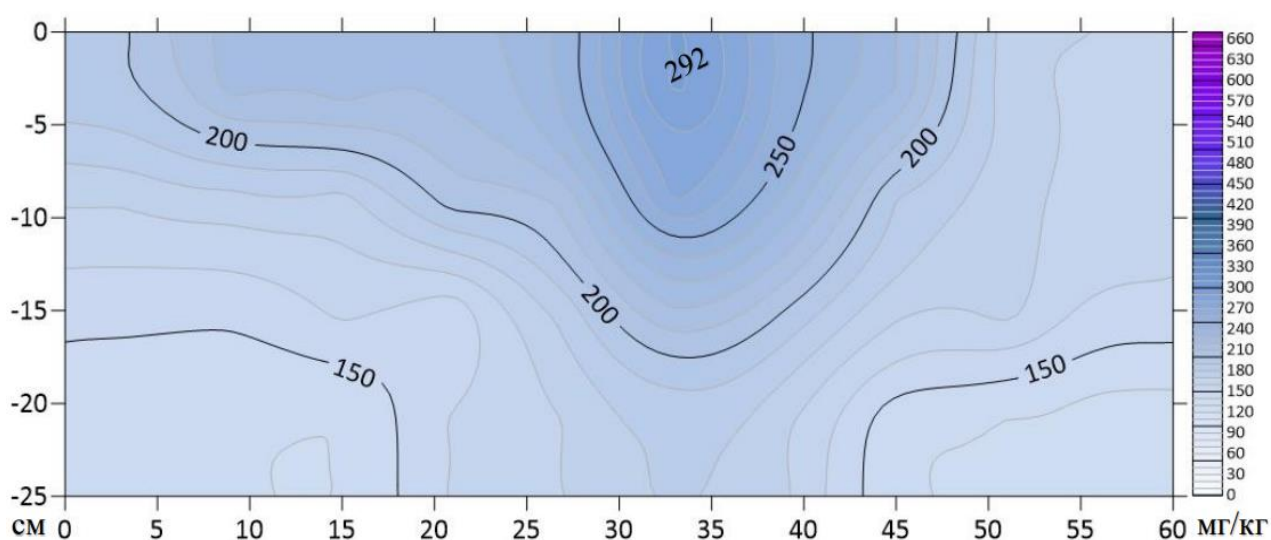


Fig. 10. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the flowering phase under local fertilization (P₈₀K₁₈₀) on the background of N₁₅₀, 2019-2021.

In the variant with local application of 25 % lower rate (P₆₀K₁₃₅) on the background of N₁₅₀, a decrease in

phosphorus concentration was observed in the subsoil part of the soil profile (Fig. 11).

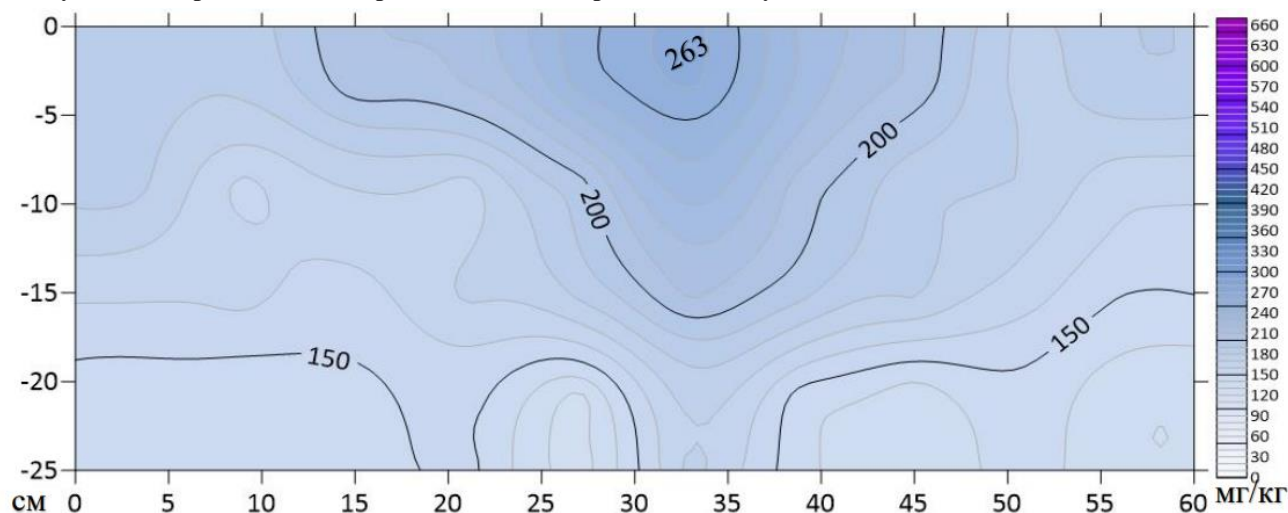


Fig. 11. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the flowering phase under local fertilization (P60K135) on the background of N150, 2019-2021.

In the flowering phase, in the variant where local application was applied at a rate reduced by 50 % (P₄₀K₉₀) on the background of N₁₅₀, a

decrease in the concentration of phosphorus in the soil was also observed (Fig. 12).

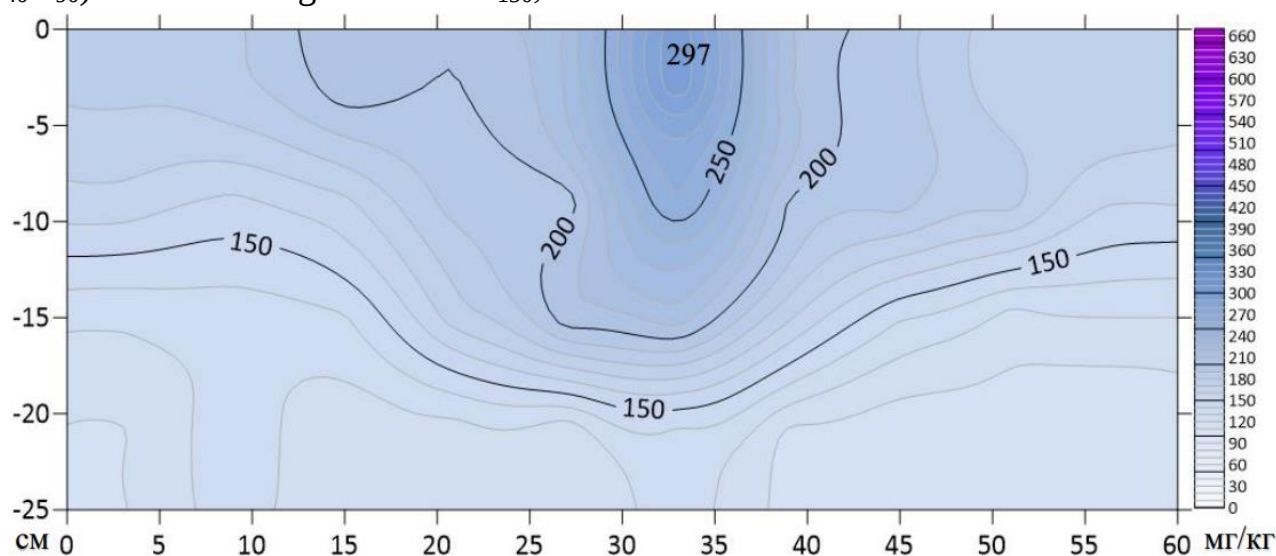


Fig. 12. Distribution of mobile phosphorus in the soil of the sub-soil zone in the flowering phase under local fertilization (P40K90) on the background of N150, 2019-2021.

Analyzing the above data, we can note the narrowing of phosphorus localization zones compared to the previous phase of growth and development. The maximum phosphorus content in the localization zone was 297 mg/kg, which is less than in the previous

phase. The narrowing of the zones and the decrease in the content of mobile phosphorus may be due to the active use of its compounds by plants, as well as the influence of chemical processes that take place in the soil and contribute to the

transition of this element into a form inaccessible to plants.

Conclusions and prospects. The use of local fertilization allows to optimize the nutrition of potato plants. During the period of active phosphorus consumption, the variants where fertilizers were applied locally had a higher content of phosphorus compounds than the variant where fertilizers were applied in a scattered manner. Even with the application of half the fertilizer rate ($P_{40}K_{90}$) locally on the background of N_{150} , a higher content of phosphorus and potassium in the soil during the growing season was observed than in the variant with the full fertilizer rate ($P_{80}K_{180}$) applied on the background of N_{150} by the scatter method.

It was found that fertilizer localization provided a longer period of phosphorus availability in high concentrations. Also, the formation of

concentration zones in deeper soil layers was noted, which were less affected by the negative impact of weather conditions and provided potato plants with this element even when the upper soil layers were drying out.

To summarize, we can say that the local fertilization method is very promising. It provides a combination of several agrotechnical processes, namely cultivation and fertilization at the same time. This allows us to prepare the field for sowing faster, reduce soil compaction and cut the cost of agricultural activities. In turn, localization of fertilizers leads to an increase in nutrient consumption rates, ensures their better availability, especially during drought, and allows to reduce fertilizer doses by half without reducing crop productivity in such circumstances.

References

1. Bykin, A. V., & Panchuk, T. V. (2021). Produktivnist nasinnievoi kartopli za lokalnoho vnesennia fosforykh i kaliinykh dobryv. Naukovyi zhurnal «Roslynnytstvo ta gruntoznastvo», 12(2), 37-46. <https://doi.org/10.31548/agr2021.02.037>
2. Jasim, A., Sharma, L. K., Zaeen, A., Bali, S. K., Buzza, A., & Alyokhin, A. (2020). Potato Phosphorus Response in Soils with High Value of Phosphorus. Agriculture, 10(7), 264. MDPI. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10070264>
3. Jin, Z., Chen, C., Chen, X., Jiang, F., Hopkins, I., Zhang, X., ... & Benavides, J. (2019). Soil acidity, available phosphorus content, and optimal biochar and nitrogen fertilizer application rates: A five-year field trial in upland red soil, China. Field crops research,

232, 77-87.

<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.12.013>

4. Lambers, H. (2022). Phosphorus acquisition and utilization in plants. Annual Review of Plant Biology, 73, 17-42. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102720-125738>

5. Misgina, N. A. (2016). Effect of phosphorus and potassium fertilizer rates on yield and yield component of potato (*Solanum Tubersum* L.) at K/Awlaelo, Tigray, Ethiopia. Food Science and Quality Management, 48, 60-69.

6. Novikov, A. E., & Motorin, V. A. (2021, June). The working body of the flat-cutter of the subsoiler-fertilizer. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 786, No. 1, p. 012028). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/786/1/012028>

7. Nukeshev, S., Eskhozhin, D., Lichman, G., Karaivanov, D., Zolotukhin, E., & Syzdykov, D. (2016). Theoretical substantiation of the design of a seeding device for differentiated intra soil application of mineral fertilizers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(1), 115-122. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201664010115>
8. Rosen, C. J., Kelling, K. A., Stark, J. C., & Porter, G. A. (2014). Optimizing phosphorus fertilizer management in potato production. *American Journal of Potato Research*, 91, 145-160. <https://doi.org/10.1007/s12230-014-9371-2>
9. Sparrow, L. A., Chapman, K. S. R., Parsley, D., Hardman, P. R., & Cullen, B. (1992). Response of potatoes (*Solanum tuberosum* cv. Russet Burbank) to band-placed and broadcast high cadmium phosphorus fertiliser on heavily cropped krasnozems in north-western Tasmania. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32(1), 113-119. <https://doi.org/10.1071/ea9920113>
10. Alokhin, V. V. (2016). Vplyv rivniv i sposobiv mineralnogo zhyvlennia na urozhainist, rist i rozvytok roslyn kartopli serednostyhloho sortu Lehenda. *Molodyi vchenyi*, (3), 243-248.
11. Bendera, I., & Vasylynych, M. (2016). Lokalne vnesennia dobryv pry orantsi gruntu kombinovanymy pluhamy. *Visnyk Lvivskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Ahroinzhenerni doslidzhennia*, (20), 203-211.
12. Bykin, A. V., & Panchuk, T. V. (2022). Pokaznyky yakosti bulb kartopli za lokalnogo vnesennia mineralnykh dobryv. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: Silskohospodarski nauky*, 126, 9-15. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.2>
13. Bykin, A. V., & Panchuk, T. V. (2022). Rist i rozvytok roslyn kartopli za riznykh sposobiv i norm vnesennia dobryv. *Visnyk Sumskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*, 48(2), 23-30. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.4>
14. Danyliuk, V. B., Vyslobodska, M. M., & Vereshchak, M. R. (2003). Efektyvnist zastosuvannia riznykh form fosfornykh dobryv pry vyroshchuvanni kartopli. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*, 19.
15. Kryzyska, M. A., & Potapenko, L. V. (2014). Ahrokhimichna, ahroekolohichna ta ekonomichna otsinky riznykh system udobrennia pry vyroshchuvanni kartopli. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, (21), 33-39.
16. Ostrovskyi, A. O., & Ilchuk, L. A. (2003). Urozhai sortiv kartopli riznykh hrup styhlosti zalezno vid rivnia udobrennia ta sposobiv dohliadu za nasadzhenniamy. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*, 55.
17. Pavlichenko, A. I. (2021). Vplyv riznykh system udobrennia ta khimichnoi melioratsii na fosfornyi rezhym siroho lisovoho gruntu. *Ahroekolohichni zhurnal*, (4), 131-138.
18. Parkhuts, I. M. Produktivnist kartopli zalezno vid udobrennia na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh zakhidnogo lisostepu. *Aktualni problemy gruntoznastva, zemlerobstva ta ahrokhimii: materialy Mizhnar. nauk.-prak. internet-konf.*, 9-13.
19. Ponomarenko, N. O., Yaropud, V. M., & Zozuliak, O. V. (2016). Priiomy lokalnogo vnesennia dobryv. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh*, (3), 139-142.
20. Khmylevskyi, O. D. (2006). Efektyvnist lokalnogo sposobu zastosuvannia mineralnykh dobryv ta yoho vplyv na vrozhai kartopli v litnikh posadkakh svizhozibranykh bulbamy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Ahrarnoi nauky prychnomoria*, 59.
21. Shevchenko, I. M. (2013). Zmina vmistu rukhomoho fosforu v grunti za riznykh system udobrennia y obrobittu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 149-152.

ВМІСТ РУХОМИХ ФОСФОРНИХ СПОЛУК ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ТА НОРМ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ У ПЕРІОД ЇХ АКТИВНОГО СПОЖИВАННЯ РОСЛИНАМИ КАРТОПЛІ

Т. В. Панчук, І. П. Бордюжа, Н. П. Бордюжа, Н. А. Мізерна, А. М. Носуля

Анотація. Внесення фосфоровмісних добрив обумовлює накопичення в ґрунті мінеральних і органічних сполук фосфору. Для встановлення оптимального рівня фосфатного живлення необхідно визначити ступінь доступності для рослин фосфору з ґрунту та із добрив (Шевченко, 2013). На його доступність впливають адсорбція, хемосорбція, біологічні перетворення, а також інші внутрішньогрунтові процеси. Вони мають досить складну природу, тому закріплення фосфору в ґрунті, залежать від його типу і хімічних сполук у ньому. Встановлено, що переважна більшість ґрунтів по відношенню до фосфору з добрив має високу вбирну здатність. Насамперед фосфор фіксується у зоні внесення, залишаючись у розчинній та доступній для рослин формі (близько 25 % від внесеної кількості). Після розчинення внесених добрив між твердою фазою ґрунту та ґрунтовим розчином встановлюється динамічна рівновага. При засвоєнні фосфат-іонів, коренями рослин картоплі вона порушується, що сприяє переходу нових порцій фосфатів із ґрунту в ґрунтовий розчин. Водночас корені рослин картоплі в основному поглинають фосфор, який знаходиться на відстані не більше, як 2–2,5 мм.

У статті висвітлено результати досліджень по впливу розкидного та локальних способів внесення добрив на тривалість локалізації, доступності та міграцію сполук фосфору в підгребеневій зоні за вирощування насіннєвої картоплі.

Наукові дослідження проводились в польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України на території землекористування ТОВ «Біотех ЛТД» (Бориспільський район, Київська область) протягом 2019–2022 рр. Мінеральні добрива вносили згідно схеми досліду. РКД 8–24 застосовували у передпосівне удобрення у варіанті з розкидним способом за допомогою самохідного обприскувача Теспота Lazer 3000, а калій хлористий за допомогою агрегату John Deere 6195M та розкидача МВД 1000 з подальшим їх заробленням дискатором Vaderstad Carrier CR 400 на глибину 10 см. Локальне внесення проводили агрегатом у складі John Deere 8300 та культиватора Peliper RV 3000: фосфорні добрива (РКД 8–24) стрічкою (глибина 15 см), а калійні – смугою (ширина 10–12 см, глибина 18–20 см) (Вукіп & Панчук, 2021). Азотні добрива, як фон в усіх варіантах, вносили у передпосівний обробіток ґрунту у вигляді КАС – 25 + S₄ з урахуванням азоту внесеного з РКД 8–24.

Застосування локального внесення добрив дозволяє краще оптимізувати живлення рослин картоплі. Зокрема у період активного споживання фосфору у варіантах, де добрива вносились локальним способом відмічався вищий вміст сполук фосфору, а ніж у варіанті, де добрива вносились врозкид. Зокрема, навіть за внесення зменшеної норми добрив (Р₄₀К₉₀) локально на фоні N₁₅₀ відмічався вищий вміст фосфору та калію у ґрунті протягом вегетаційного періоду, у

Панчук Т. В., Бордюжа І. П., Бордюжа Н. П., Мізерна Н. А., Носуля А. М.

порівнянні з варіантом, де застосовувалася повна норма добрив ($P_{80}K_{180}$) на фоні N_{150} розкидним способом.

В умовах нашого дослідження у фазу сходів за розкидного внесення добрив ($P_{80}K_{180}$) на фоні N_{150} вміст фосфору коливався від 129 до 392 мг/кг. У шарі 0–5 см він був найбільшим та змінювався від 352 до 392 мг/кг. Із збільшенням глибини вміст цього елемента знижувався, так у шарі 5–10 см його вміст досягав рівня від 335 до 379 мг/кг. На глибині 10–15 см він коливався від 160 до 311 мг/кг. За її подальшого збільшення до 15–20 см він був в межах 129–179 мг/кг. Високий вміст фосфору у верхніх шарах ґрунту в фазу сходів обумовлений розкидним внесенням добрив.

Встановлено, що локалізація добрив забезпечувала довший період доступності фосфору у високих концентраціях. Також відмічалось формування зон концентрації в глибших шарах ґрунту, які меншою мірою піддавались негативному впливу погодних умов та забезпечували рослини картоплі цим елементом навіть за пересихання верхніх шарів ґрунту.

Ключові слова: *фосфор, локальне внесення, розкидне внесення, локалізація, доступність*

ТЕМПЕРАТУРНІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПОСЛІДУ
ПТИЦІ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЙОГО ФЕРМЕНТУВАННЯП. 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/dopovidi5\(105\).2023.014](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.014)

Анотація. Гостро стоїть проблема зростання об'ємів накопичення відходів птахівництва в тому числі і посліду. Зберігання посліду курчат-бройлерів на обмежених площах негативно впливає на навколишнє середовище. Дослідження умов компостування посліду бройлерів як ефективного способу його утилізації має науково-господарське значення. Метою роботи є встановлення температурних і мікробіологічних показників за компостування посліду бройлерів використовуючи різні режими його аерації. Для реалізації поставленої мети в умовах дослідного центру БНАУ свіжий послід бройлерів компостували за внесення суміші біодеструкторів та різних режимів аерації. У контролі бурти із послідом збагачували киснем шляхом його механічного перемішування один раз на 10 діб. У дослідних групах аерацію виконували нагнітанням повітря компресором через отвори у трубах на яких були складенні бурти посліду. Аерація тривала у I дослідній групі 15 хв один раз на добу, в II дослідній групі двічі на добу по 15 хв. Встановлено, що температура компостування посліду залежала від інтенсивності аерації останнього. У II дослідній групі на 6 добу компостування температура біомаси посліду була найвищою і переважала показники контролю на 87,8 %. У I та II дослідних групах період ферментації у термофільному режимі був однаковим. Доведено, що за активного збагачення повітрям посліду птиці (II дослідна група) збільшується показник КМАФАнМ та кількість бактерій *Bacillus spp.* відносно контролю, відповідно, на 7,6 та 24,0 %. Перспективними дослідженнями є вивчення хімічних показників посліду курчат-бройлерів компостованого прискореним методом за різних режимів аерації.

Ключові слова: підстилка, подрібнена солома злакових, компостування, біопрепарати, бактерії

Актуальність. Об'єми накопичення посліду птиці збільшуються у зв'язку із постійним збільшенням виробництва продукції птахівництва. Послід птиці містить значну кількість поживних речовин.

Проте за постійного концентрування його на невеликих територіях виникає загроза для навколишнього середовища. Неконтрольоване його зберігання і використання як органічного добрива може

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

призводити до забруднення повітря шкідливими газами, нітрифікації підземних і наземних водойм, забруднення важкими металами-токсикантами. Слід зазначити, що за напільного вирощування і утримання птиці об'єми і маса посліду значно збільшується так як такі технології передбачають застосування великої кількості підстилки [1-4].

Для покращення з господарсько-екологічної точки зору ефективності використання відходів птахівництва розроблені різні способи їх компостування. Одним із способів утилізації посліду птиці є його ферментування із використанням біодеструкторів, постійно підтримуючи аеробні умови. Дані процеси дають можливість отримати ефективне органічне добриво і зменшити шкідливі викиди у атмосферу [5, 6]. Дослідження впливу інтенсивності аерації посліду птиці на технологічні показники і швидкість його ферментації має науково-практичний інтерес, так як від цих величин залежить рівень викидів шкідливих сполук і якість кінцевого продукту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час процесу компостування за дії ензимів продуцентом яких є бактерії, дріжджі, гриби та простійші, які знаходяться у органічній біомасі метаболізуються залишкові поживні речовини у тому числі і клітковина. За оптимальної вологи, співвідношення хімічних

елементів компостування проходить інтенсивно. За несприятливих умов гідролітичні процеси знижуються. Для прискорення процесів ферментування застосовують різної природи бактеріальні або грибові біопрепарати [7, 8, 14].

Важливим фактором, який впливає на гідроліз поживних речовин у органічних відходах за допомогою ензимів мікроорганізмів є вміст Оксигену у біомасі. Особливо коли домінуючими в конгломераті мікроорганізмів є аеробні бактерії. За зменшенням концентрації Оксигену у компостованій біомасі процеси гідролізу знижуються і пролонгуються [9, 10-12].

Недостатньо у доступній літературі зустрічається інформація щодо температурних і мікробіологічних показників у посліді курчат-бройлерів за його компостування із використанням біодеструкторів і додаткової аерації.

Мета і завдання. Тому метою досліджень є встановлення впливу режимів аерації посліду курчат-бройлерів із вмістом біопрепаратів на процеси ферментування, його температурні та мікробіологічні показники.

Матеріали та методи. Для проведення експерименту в умовах науково-навчального дослідного центру Білоцерківського національного аграрного університету було відібрано 5400 кг посліду курчат-бройлерів із

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

підстилкою (подрібнена солома злакових). Послід птиці відбирали безпосередньо із пташників через 2 доби після забою птиці та ретельно перемішували. Під час перемішування у послід курчат-бройлерів вносили розчин суміші біопрепаратів. Із гомогенного посліду курчат-бройлерів із внесеними біопрепаратами формували групи буртів для компостування – контрольну і дві дослідних. Кожна група містила по 3 бурти. Маса посліду курчат-бройлерів у одному бурті становила - 600 кг. У контрольній групі бурти складали на бетонну площадку де аерацію посліду проводили шляхом механічного його

перемішування один раз на 10 діб. У дослідних групах бурти формували на бетонних площадках на яких були розміщені каркаси із спаяних поліпропіленових труб із багаточисельними отворами діаметром 2,5 мм. Каркаси були виготовлені ідентично за кількістю і довжиною поперечних, повздовжніх труб та кількістю отворів у них. Кожний каркас через труби був приєднаний і з компресором. У I дослідній групі бурти аерували шляхом нагнітання повітря компресором продовж 15 хв в першій половині доби. У II дослідній групі нагнітання повітря проводили двічі по 15 хв в ранці і у вечері (табл. 1).

1. Схема проведення експерименту.

Група	Кількість буртів у групі, шт	Вага посліду у одному бурті, кг	Спосіб аерації посліду
Контрольна	3	600	Механічне перемішування посліду один раз на 10 діб
I дослідна	3	600	Нагнітання повітря компресором продовж 15 хв один раз на добу
II дослідна	3	600	Нагнітання повітря компресором продовж 15 хв два рази на добу

Бурти у групах формували під навісом для запобігання дії прямих сонячних променів. Вміст вологи у посліді курчат-бройлерів з підстилкою закладений у бурти був на рівні $61,0 \pm 0,3$ %. Мікробіологічні дослідження посліду курчат-бройлерів проводили керуючись методиками описаними [13].

Температуру посліду курчат-бройлерів у буртах визначали

застосовуючи термометр, який відповідає ДСТУ OIML R 133:2019 занурюючи його на глибину 30-35 см витримуючи по 10 хвилин у одній позиції [15]. Експеримент тривав з травня по вересень місяць. Середньодобова температура повітря змінювалась від 13,5 до 29,6 °C.

Застосовуючи програму Statistica проводили статистичні обрахунки результатів експериментів.

Результати та обговорення. На початку експерименту (доба формування буртів) температура посліду курчат-бройлерів у дослідних групах була аналогічною. Через 24 години від закладання компосту, встановлено що температура посліду в контрольних буртах зросла до 15,0 °С. У цей самий період за використання одноразової аерації (І дослідна група) температура компостованої біомаси зросла на 5,0 °С або 33,3 % відносно контролю. За двократного аерування продовж доби (ІІ дослідна група) різниця між контролем і І дослідною групою за показником температури становила, відповідно, 7,0 та 2,0 °С. До 4 доби компостування відмічалось стрімке наростання температури у середині буртів із посліду курчат-бройлерів. У І та ІІ дослідній групі збільшення температури було, відповідно, у 3,9 та 4,09 рази відносно першої доби компостування і на 72,0 і 80,0 % відносно контролю. За активного збагачення повітрям посліду птиці у ІІ дослідній групі на 6 добу температура компостованої маси була найвищою і переважала показники у контролі і І дослідній групі, відповідно, на 87,8 та 1,6 %.

Починаючи із 4 до 26 доби була встановлена закономірність, що постійна аерація сприяє підвищенню температури у середині буртів посліду курчат-бройлерів. У цей період ферментування посліду

протікало за термофільного температурного режиму. Компостування посліду птиці у контрольній групі за температури вище 40,0 °С тривало лише 12 діб. Тривалість цього періоду була коротшою у порівнянні із ІІ дослідною групою у 1,91 рази. У І дослідній групі термофільний режим ферментації тривав 23 доби (рис. 1).

Найвищу температуру в середині буртів посліду курчат-бройлерів було зафіксовано у ІІ дослідній групі на 10 добу. Показник був вищим порівняно із контролем на 61,5 %. Порівнюючи температуру ферментування посліду курчат-бройлерів у термофільному режимі між І і ІІ дослідними групами встановлено, що додаткова аерація біомаси призводить до підвищення температури лише на 1,0-2,0 °С.

Слід відмітити, що за компостування посліду птиці без активної аерації (контрольна група) просліджується плавніше зниження температури біомаси у буртах із 28 до 32 доби. У цей самий період спостерігається підвищення температури у контролі відносно І дослідної групи на 2,0-8,0 °С. Поясненням такого явища може бути те, що у контролі до 28 доби послід містив ще достатню кількість легкодоступних поживних речовин для мікроорганізмів і метаболічні процеси ще активно протікали викликаючи зростання температури.

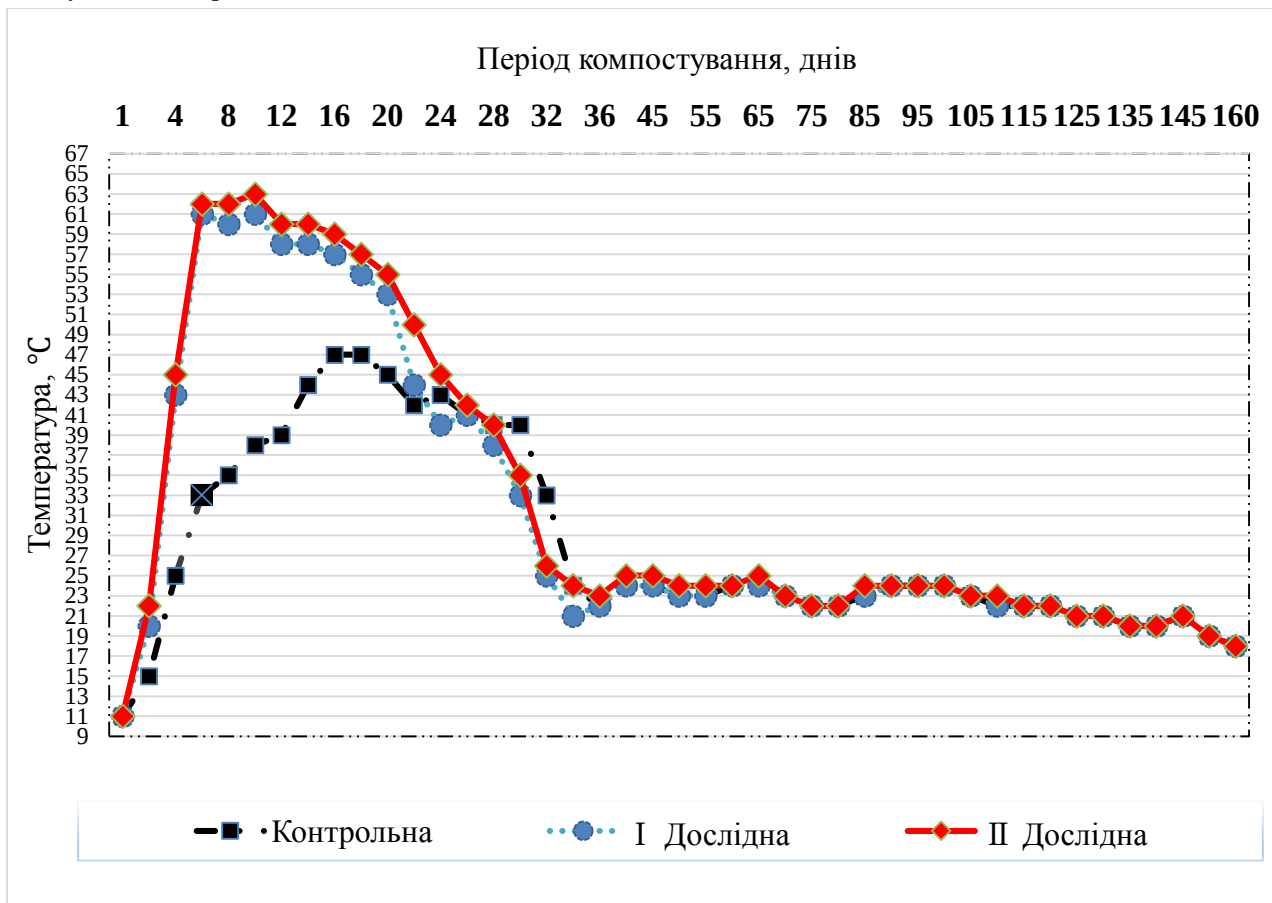


Рис 1. Динаміка температури компостування

Із 28 доби компостування у дослідних групах проходило у мезофільному режимі. Після 45 доби компостування вірогідної різниці за температурою у посліді бройлерів дослідних і контрольної групи не було відмічено. Температура біомаси у буртах залежала від температур навколишнього середовища. Із 150 доби температура ферментованого посліду курчат-бройлерів знизилась до психрофільного режиму.

Таким чином встановлено, що додаткове однократне і двократне аерування посліду птиці призводить до швидкого підвищення температури в середині бортів, а відповідно і до прискорення

метаболических процесів, у порівнянні із варіантом де збагачення Оксигеном біомаси шляхом нагнітання повітря компресором не здійснювали. Порівнюючи вплив однократного і двократного збагачення посліду повітрям на температуру компостування виявлено, що за двократного аерування статистично значущого зростання температури в середині бортів не відмічалось.

Мікробіологічне дослідження у посліді курчат-бройлерів проводили на 4 добу від початку ферментування. Показник КМАФАнМ у цей період ферментування становив $7,5 \cdot 10^8$. За одноразового нагнітання повітря у біомасу посліду курчат-бройлерів

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

значення КМАФАнМ зросло на 17,3 % відносно контролю. У II дослідній групі показник КМАФАнМ був найбільшим. Різниця із контрольною та I дослідною групами становила, відповідно, 22,7 та 4,5 % (табл. 2).

Встановлено вплив різних режимів збагачення посліду курчат-бройлерів із підстилкою у буртах повітрям на кількість бактерій у ньому. Найменший показник КУО/г був встановлений у контрольній

групі. У посліді курчат із I дослідної групи кількість клітин *Bacillus spp.* була більшою на 40,4 % відносно контролю. Двократне збагачення повітрям компостованої біомаси продовж доби сприяє активнішому зростанню показника КУО *Bacillus spp.* Різниця із контролем мала статистичну значущість. Відносно показника у I дослідній групі кількість клітин бактерій у II дослідній групі була більшою на 19,6 %.

2. Деякий мікробіологічний склад ферментованого посліду бройлерів (4 доба експерименту), КУО/г

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
КМАФАнМ	$7,5 \cdot 10^8$	$8,8 \cdot 10^8$	$9,2 \cdot 10^8$
<i>Bacillus spp.</i>	$4,7 \cdot 10^7$	$6,6 \cdot 10^7$	$7,9 \cdot 10^7$
<i>Staphylococcus</i>	$1,6 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$6,8 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	$5,2 \cdot 10^8$

Аналізуючи кількість клітин *Staphylococcus* у посліді курчат-бройлерів виявлено вплив на їх ріст і розмноження аерації ферментованої біомаси і збільшення чисельності у ній клітин сінної палички. Із збільшенням у біомасі *Bacillus spp.* чисельність бактерій *Staphylococcus* зменшується. У I і II дослідних групах показник КУО *Staphylococcus* був меншим ніж у контролі, відповідно, на 18,7 та 31,2 %.

Аналогічно виявлено зменшення кількості бактерій *Clostridium* у посліді курчат-бройлерів із дослідної

групи. Дане явище можливо пояснити принципом антагонізму між мікроорганізмами.

На 30 добу ферментування показник КМАФАнМ у контролі зріс у 3,33 рази відносно даних отриманих на 4 добу. Виявлено збільшення показника КМАФАнМ у I та II дослідні відносно 4 доби дослідження, відповідно, у 3,29 та 3,36 рази. Показник КМАФАнМ у посліді курчат-бройлерів, який однократно і двократно збагачували повітрям був вищий ніж у контролі, відповідно, на 16,0 та 24,0 % (табл. 3).

3. Деякий мікробіологічний склад ферментованого посліду бройлерів (30 доба експерименту), КУО/г

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
КМАФАнМ	$2,5 \cdot 10^9$	$2,9 \cdot 10^9$	$3,1 \cdot 10^9$
<i>Bacillus spp.</i>	$9,2 \cdot 10^8$	$9,6 \cdot 10^8$	$9,9 \cdot 10^8$
<i>Staphylococcus</i>	$2,2 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$7,1 \cdot 10^8$	$6,8 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^8$

Встановлена закономірність, чим активніше проводили аерацію посліду бройлерів під час компостування тим кількість клітин *Bacillus spp* була більшою. Різниця із контролем становила, відповідно, 4,3 та 7,6 %. Також залишалась закономірність, яка полягала у тому, що із збільшенням у компостованій біомасі *Bacillus spp.* показник КУО *Staphylococcus* та *Clostridium* знижувався.

Висновки і перспективи. За щоденного аерування посліду курчат-бройлерів двічі на добу час підвищення температури останнього до термофільного режиму скорочується на 8 діб. Доведено, що активне збагачення компостованої біомаси (II дослідна група) призводить до підвищення

температури у період із 10 до 14 доби ферментування на 36,3-65,7 % відносно контролю.

Використання двократної аерації дозволяє збільшити тривалість ферментування посліду курчат-бройлерів у термофільному режимі на 10 діб відносно контролю.

Додаткове збагачення посліду курчат-бройлерів повітрям сприяє нарощуванню клітин *Bacillus spp.* та зростанню показника КМАФАнМ на 30 добу компостування, відповідно, на 7,6 та 24,0 % відносно контролю.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним дослідженням є встановлення хімічного складу компостованого посліду курчат-бройлерів за різних режимів його аерації.

Список використаних джерел

1. Hepperly, P. et al., Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Sci Util*, 2009. 17, 117-126.
2. Shen, X. et al., Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Appl. Energy*, 2015. 160, 108-119.
3. Amanullah, M.M., Secar, S., & Muthukrishnan, P. Prospects and potential of

poultry manure. *Asian J. Plant Sci.* 2010. 9 (4), 1-11.

4. Jessica, K.L., and David, C.V. Improving Waste management strategies for small livestock farms. *Sci. Technol.* 2013. 47, 11940-11941.

5. Zhahg, H. et al., Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH_3 emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 2016. 58, 369-375.

6. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

Waste Management Volume. 2013. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

7. Raut, M.P., et al., Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 2008. 99 (14), 6512-6519.

8. Khan, N., et al., Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 2014. 168, 245-251.

9. Amir, S., et al., Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 2008. 159 (2-3), 593-601.

10. Liu, D., et al., Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 2011. 102, 9040-9049.

11. Nakasaki, K., et al. Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 2011. 31, 495-501.

12. Blazy, V., et al. Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 2014. 5, 451-468.

13. Wollum A.G. Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological properties*, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, 1982. p. 781-813.

14. Tiquia, S.M., Tam NFY, and Hodgkiss IJ. Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Biores. Technol.* 1996. 55, 201-206.

15. ДСТУ ОІМЛ R 133:2019 Термометри рідинні скляні (ОІМЛ R 133:2002, IDT) від 21 грудня 2019 р. № 466 з 2021-01-01.

References

1. Hepperly, P. et al., (2009). Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Sci Util*, 17, 117-126.

2. Shen, X. et al., (2015). Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Appl. Energy*, 160, 108-119.

3. Amanullah, M.M., Secar, S., & Muthukrishnan, P. (2010). Prospects and potential of poultry manure. *Asian J. Plant Sci.* 9 (4), 1-11.

4. Jessica, K.L., and David, C.V. (2013). Improving Waste management strategies for small livestock farms. *Sci. Technol.* 47, 11940-11941.

5. Zhahg, H. et al., (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH₃ emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 58, 369-375.

6. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management Volume*. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

7. Raut, M.P., et al., (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 99 (14), 6512-6519.

8. Khan, N., et al., (2014). Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 168, 245-251.

9. Amir, S., et al., (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 159 (2-3), 593-601.

10. Liu, D., et al., (2011). Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 102, 9040-9049.

11. Nakasaki, K., et al. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 31, 495-501.

12. Blazy, V., et al. (2014). Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 5, 451-468.

13. Wollum A.G. (1982). Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

properties, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, p. 781-813.

14. Tiquia, S.M., Tam NFY, and Hodgkiss IJ. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter

at different moisture contents. *Biores. Technol.* 55, 201-206.

15. DSTU OIML R 133:2019 Termometry ridynni skliani (OIML R 133:2002, IDT) vid 21 hrudnia 2019 r. № 466 z 2021-01-01.

TEMPERATURE AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF POULTRY MANURE UNDER DIFFERENT FERMENTATION MODES

P. V. Kovtun, S. V. Merzlov

Abstract. To meet food needs both in Ukraine and globally, the production of affordable and relatively cheap poultry meat will increase. At the same time, the problem of increasing poultry waste accumulation, including manure with and without bedding, is becoming more acute. Large volumes of broiler manure in limited areas due to different storage conditions have a negative impact on the environment. The study of the conditions and modes of composting broiler manure as an effective way of its utilisation is of scientific and economic importance. The aim of the study is to determine the temperature and microbiological parameters of broiler manure composting using different modes of its aeration. To achieve this goal, fresh broiler manure was composted in the conditions of the scientific and educational research centre of the Bila Tserkva National Agrarian University using a mixture of biodestructors and different aeration regimes. In the control group, the piles were formed on a concrete platform without the use of a tubular frame of the barbital type, and aeration was carried out by mechanical mixing of broiler manure once every 10 days. In the experimental groups, piles of broiler manure were formed on tubular frames through which air was injected by a compressor. In the first experimental group, air injection was carried out for 15 minutes in the first half of the day. In the second experimental group, air was injected into the broiler manure twice for 15 minutes in the morning and in the evening. It was experimentally established that the composting temperature of broiler manure depended on the intensity of aeration of the latter. With daily aeration twice a day, the temperature of the manure biomass (6th day of composting) was the highest and exceeded the control values by 87.8 %. In experimental groups I and II, with one and two daily enrichment of broiler manure, the period of fermentation in the thermophilic mode was the same. Comparing the groups where poultry manure was enriched once and twice a day, it was found that double aeration did not lead to a statistically significant increase in the temperature of composted biomass. It was proved that active air enrichment of poultry manure (experimental group II) increased the QMAFAnM index and the number of *Bacillus* spp. bacteria by 7.6 and 24.0%, respectively, compared to the control group. The study of a number of chemical parameters of broiler chickens' manure composted by the accelerated method under different aeration regimes is promising.

Keywords: litter, chopped cereal straw, bacteria, composting, biological products, bacteria

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СІНАЖУ ЛЮЦЕРНИ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЙОГО ФЕРМЕНТУВАННЯ

Л. В. МІТІОГЛО, кандидат сільськогосподарських наук, директор,
<https://orcid.org/0000-0001-6137-3060>

ДП Нива Інституту розведення і генетики тварин НААН України

С. В. МЕРЗЛОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор,
<https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>

Г. В. МЕРЗЛОВА кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-2394-9118>

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: merzlovagv@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.015](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.015)

Анотація. За порушення технології заготівлі та використання сінажу люцерни значна його маса псується, що у свою чергу вимагає додаткових витрат для його утилізації. Неконтрольоване його гниття має негативний вплив на навколишнє середовище. Ефективним способом утилізації зіпсованого сінажу є його ферментування із використанням біопрепаратів. Невивченим є компостування зіпсованого сінажу за допомогою біодеструкторів вітчизняного виробництва БТУ-ЦЕНТР. Метою роботи було встановлення фізико-хімічних показників ферментованого сінажу за дії різних доз біодеструктора. Ферментацію зіпсованого сінажу здійснювали у буртах. У контролі ферментування проводили без використання біодеструкторів. У I, II та III дослідній групі зіпсований сінаж обробляли біодеструктором у дозі 5,0; 10,0 та 20,0 см³/т. Під час експерименту визначали температуру компостованої маси, вміст у сінажі сирого протеїну, Нітрогену, Фосфору та Кальцію.

Доведено, що температура ферментування сінажу люцерни змінювалась в залежності від дози використання біодеструктора. Порівнюючи між дослідними групами найбільша температура була встановлена у біомасі сінажу куди додавали біодеструктор у дозі 20,0 см³/т. Найдовше компостування сінажу люцерни у термофільному режимі було у III дослідній групі. За ферментування встановлено зниження вмісту сирого протеїну, Фосфору та Нітрогену у сінажі люцерни як у контролі так і у дослідних групах. На статистично значущу величину підвищується вміст Кальцію у ферментованій біомасі із дослідних груп відносно показника у сінажі до компостування. Науково-практичний інтерес представляють подальші дослідження вмісту бактерій у ферментованій біомасі зіпсованого сінажу люцерни за використання вітчизняного біодеструктора.

Ключові слова: зіпсований корм, мінеральні речовини, бактерії, компост, температура, Фосфор Кальцій

Актуальність. Люцерна є важливою кормовою культурою. Ця культура має високі урожаї з одиниці площі, значний вміст протеїну, високу перетравність в організмі жуйних та високу буферну активність [1].

Під час заготівлі сінажу із люцерни припущені помилки технології призводять до погіршення корму, зменшення вмісту поживних речовин, що в подальшому негативно впливає на продуктивність і здоров'я тварин [2].

Зниження перетравності такого корму на один відсоток призводить до зменшення молочної продуктивності тварин на 0,3-0,6 кг на голову на добу. За незадовільного ущільнення (трамбування) сінажу люцерни продовж лімітованого проміжку часу в подальшому під час зберігання активно розвиваються різноманітні дріжджі та плісняві гриби. За аеробного псування корм стає непридатним для годівлі тварин. Включення до раціонів жуйних сінажу із підвищеним вмістом масляної кислоти може викликати кетози, зниження показників відтворювальної здатності [2, 3].

Аеробне псування сінажу люцерни може проходити за негативного ущільнення корму не залежно від температури навколишнього середовища. Технологічні порушення заготівлі і використання сінажу люцерни можуть призводити до накопичення у

фермерських господарствах значної маси непридатних кормів [2]. Це потребує додаткових витрат і пошуку способів утилізації зіпсованого силосу люцерни.

Раціональним із науково-практичної точки зору є спосіб утилізації зіпсованого сінажу люцерни шляхом його компостування із використанням біопрепаратів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під дією ензимів різного походження прискорюється гідроліз полімерних структур зіпсованого корму. За використання біодеструкторів під час компостування відходів кормів у складі останніх оптимізують вміст вологи та Оксигену [4-6]. Такі процеси сприяють зниженню забруднення навколишнього середовища і скороченню часу одержання цінного органічного добрива. За традиційного компостування зіпсованих кормів без внесення біодеструкторів і додаткового аерування органічні відходи довше ферментуються і надходження шкідливих сполук у атмосферне повітря і ґрунт збільшується [7-9].

За ферментування відходів рослинного і тваринного походження із використанням біопрепаратів знижується утворення шкідливих газів і потрапляння їх у атмосферу. Одночасно за дії біодеструкторів час компостування рослинних відходів значно скорочується [10-12].

У доступних наукових джерелах не найдено достатньої інформації способів компостування зіпсованого сінажу люцерни за допомогою біодеструкторів вироблених в Україні.

Мета і завдання. Виходячи із цього **метою** науково-господарських експериментів є встановлення фізико-хімічних показників компостованого зіпсованого сінажу люцерни за дії різних доз біодеструктора вітчизняного виробництва.

Матеріали та методи. Предметом дослідження був ферментований продовж 110 діб зіпсований сінаж люцерни. Ферментування сінажу люцерни проводили за рідних доз біодеструктора (біопрепарат)

1. Схема експерименту.

Група	Кількість буртів у групі, шт	Маса зіпсованого сінажу люцерни, кг	Доза додавання біопрепарату, см ³ /т
Контрольна	3	200,0	-
I дослідна	3	200,0	5
II дослідна	3	200,0	10
III дослідна	3	200,0	20

У зіпсованому сінажі люцерни до ферментування і після визначали вміст Фосфору, сирого протеїну, загального Нітрогену та Кальцію. Визначення вмісту Нітрогену проводили за методики наведеної [13].

Використовуючи методику К'ельдаля [14] досліджували вміст сирого протеїну у сінажі. Фосфор та Кальцій досліджували згідно методики

виробництва БТУ-ЦЕНТР. Компостування зіпсованого сінажу проводили у буртах масою по 200 кг. Вологу біомаси перед компостуванням коректували в межах 64-65 %. У контрольних буртах компостування сінажу здійснювали не додаючи до нього біодеструктора. Зіпсований корм у I дослідній групі компостували використовуючи біодеструктор у дозі 5,0 см³/т. У бурти зіпсованого сінажу люцерни вносили біопрепарат витримуючи об'єм нарівні 10,0 см³/т. Проби сінажу у III дослідній групі зволожували розчином біодеструктора задовольняючи його вміст 20,0 см³/т. Переміщування сінажу люцерни у буртах проводили періодично один раз на 8 діб. (табл. 1).

описаної у [15]. Температуру в компості із сінажу люцерни визначали застосовуючи термометри згідно ДСТУ OIML R 133:2019 [16]. Показники одержували на глибині 31-37 см.

Експериментальні дані статистично обраховували використовуючи стандартні методи за допомогою програми Statistica.

Результати та обговорення. У першу добу після внесення біодеструктора у сінаж люцерни і формування із нього буртів температура становила 18,0 °С. У контролі температура в середині бурта на 2 добу ферментування підвищилась до 23,0 °С. Додавання до сінажу люцерни біопрепарату у дозі 5,0 см³/т призводить до підвищення температури у буртах на 13,0 % вищою ніж у контролі. Підвищення дози біодеструктора до 10,0 та 20,0 см³/т супроводжувалось зростанням температури сінажу відносно контролю на 21,7 %.

На 4 добу компостування температура сінажу у буртах із дослідних груп підвищилась, відповідно, у 2,3; 2,6 та 2,8 рази відносно температури на першу добу компостування. У контрольній групі цей показник становив 66,7 %.

Найбільша температура сінажу люцерни у буртах була у III дослідній групі. Показник був більшим у порівнянні із контролем на 66,7 %.

Підвищення температури сінажу люцерни як у контрольних так і у дослідних буртах фіксувалось до кінця 2 тижня ферментування. Встановлено, що із збільшенням вмісту біодеструктора у зіпсованому кормі температура ферментування зростає. На 14 добу компостування було зафіксовано найбільшу температуру у дослідних буртах. Порівнюючи між дослідними групами найбільша температура відмічалась у сінажі куди вносили біодеструктор у дозі 20,0 см³/т. У III дослідній групі температура компостованої біомаси була більшою ніж у контролі, I та II дослідній групі, відповідно, на 15,2; 12,7 та 6,0 % (рис. 1).

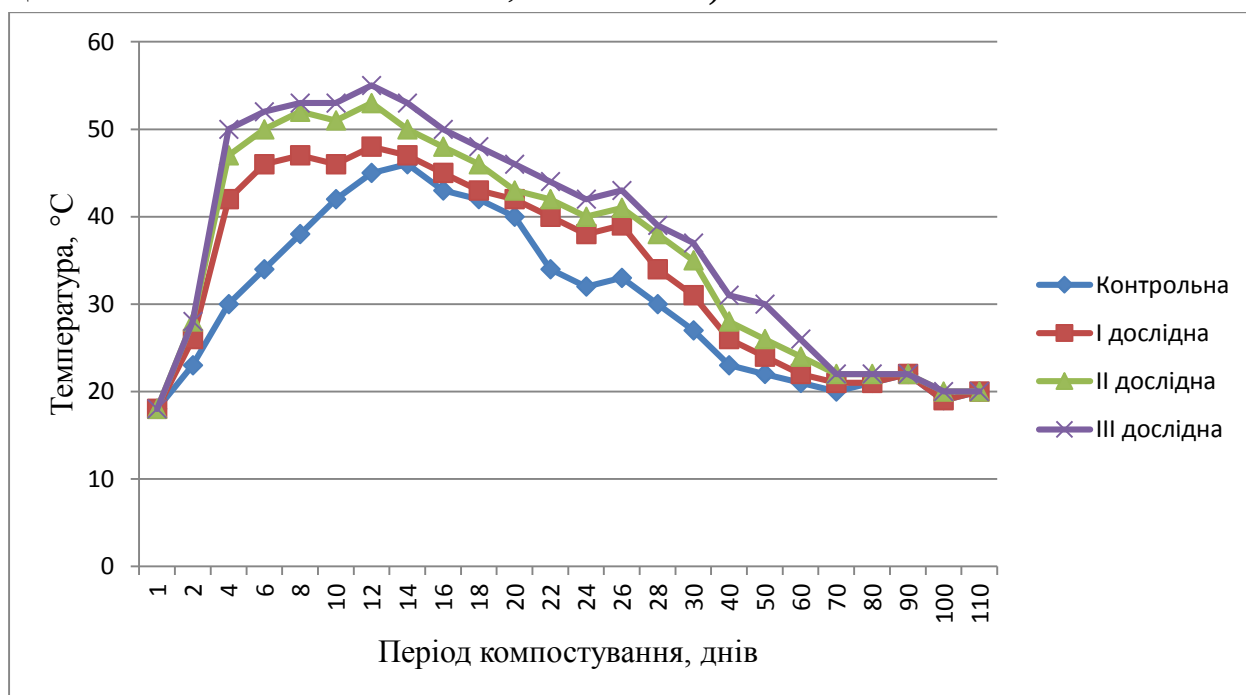


Рис. 1. Динаміка температури компосту сінажу люцерни

Із 16 доби температура компостування почала знижуватись. У контрольній групі температура сінажу люцерни у термофільному режимі тривала із 10 по 20 добу. За використання біодеструктора у дозі $5,0 \text{ см}^3/\text{т}$ тривалість термофільного режиму збільшується на 8 діб. Найдовше компостування сінажу люцерни у термофільному режимі було у III дослідній групі і тривало 23 доби.

На 60 добу компостування температура сінажу люцерни із III дослідної груп була більшою відносно контролю, I та II дослідної групи, відповідно, на 23,8; 18,1 та 8,3 %. Із 14 до 80 доби зберігалась закономірність - чим більше вносили біодеструктора тим температура сінажу люцерни у буртах була вищою. Після 80 доби ферментування суттєвої різниці за температурою у сінажі люцерни між дослідними і контрольною групами не було виявлено.

За визначення хімічних показників сінажу люцерни до ферментування і за 110 добового ферментування із використанням різних доз біодеструктора було виявлено ряд закономірностей. У зіпсованому сінажі люцерни до компостування вміст сирого протеїну був на рівні 3,1 %. За компостування

сінажу без використання біодеструктора БТУ-ЦЕНТР вміст сирого протеїну знизився у 2,07 рази відносно показника до ферментування. Компостування сінажу із використанням біодеструктора супроводжувалось зниженням вмісту сирого протеїну у останньому у 1,6-1,9 рази. Різниця мала статистичну значущість. Встановлено позитивний вплив застосування біодеструктора на збереження протеїну у ферментованому кормі. За використання найменшої дози біопрепарату вміст сирого протеїну у ферментованій біомасі був більшим на 0,1 % у порівнянні із контролем. У II дослідній групі вміст протеїну був вищим від контролю на 0,3 %.

Найбільший вміст сирого протеїну у дослідних групах у сінажі люцерни після ферментування був у групі де застосовували $20,0 \text{ см}^3/\text{т}$. Різниця відносно контролю мала статистичну значущість ($p < 0,05$) і була в межах 0,4 %. Зростання сирого протеїну у ферментованому сінажі люцерни пояснюється збільшенням біомаси мікроорганізмів багатой на білок. Із збільшенням кількості бактерій більша маса амінокислот із ферментованого сінажу трансформується у їх біомасу (табл. 2).

2. Хімічні показники сінажу люцерни до і після компостування, n=5

Показник	Зіпсований сінаж люцерни до ферментації	Контрольна група	I дослідна група	II дослідна група	III дослідна група
Сирий протеїн, %	3,1±0,23	1,5±0,07 ^{2**}	1,6±0,08 ^{2**}	1,8±0,11 ^{2**}	1,9±0,13 ^{1*2} *
Вміст Кальцію, г/кг	48,5±2,34	83,2±4,17 ^{2**}	85,9±5,38 ^{2**}	90,2±5,32 ^{2**}	93,3±4,13 ² ***
Вміст Нітрогену, г/кг	4,9±0,21	2,4±0,13 ^{2**}	2,5±0,12 ^{2**}	2,9±0,14 ^{1*2*} *	3,1±0,08 ^{2*2} **
Вміст Фосфору, г/кг	14,3±1,06	6,8±0,34 ^{2**}	6,9±0,26 ^{2**}	7,0±0,54 ^{2**}	7,1±0,42 ^{2*} *

Примітка: ^{1*} - $p < 0,05$; ^{2*} - $p < 0,01$ – відносно контрольного показника

^{2*} - $p < 0,05$; ^{2**} - $p < 0,01$; - відносно неферментованого сінажу люцерни

За вмістом Кальцію у ферментованому сінажі люцерни можливо судити про ступінь мінералізації біомаси. По завершенню компостування вміст Кальцію збільшується у сінажі. У контрольній групі ферментування без додаткового внесення мікроорганізмів призвело до підвищення вмісту Кальцію у сінажі на 71,5 % ($p < 0,01$). У II та III дослідних групах вміст Кальцію зріс, відповідно, на 85,9 та 92,3 % відносно вмісту елементу у сінажі люцерни до ферментування. Різниця мала статистичну значущість.

Доведено збільшення вмісту Кальцію у сінажі люцерни ферментованого за використання біодеструктора у дозі $\text{см}^3/\text{т}$ на 3,2 % відносно контролю. Із збільшенням дози біопрепарату у зіпсованому сінажі люцерни вміст Кальцію у його компостованій біомасі зростає. У II та

III дослідних групах підвищення вмісту Кальцію у сінажі за його ферментування було більшим ніж у контролі, відповідно, на 8,4 та 12,1 %. Доведено, що чим доза біодеструктора була вища тим процес мінералізації зіпсованого сінажу люцерни інтенсифікується.

Вміст нітрогену за процесу ферментування органічної маси статистично знижується. У контрольній групі вміст Нітрогену у сінажі був на рівні 2,4 г/кг. Зменшення цього показника відносно вмісту Нітрогену у зіпсованому сінажі до компостування було у 2,04 рази. Вивчаючи вміст Нітрогену у сінажі люцерни із дослідних груп встановлено, що за дії біодеструктора вміст елемента був більшим, відповідно, на 4,2; 20,8 та 29,2 % відносно контрольної групи. Збільшення вмісту нітрогену у II та III дослідних групах відносно контролю

Мітіюгло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В.

було на рівні статистичної значущості.

Встановлено, що за гідролізу поживних речовин у зіпсованому сінажі люцерни за дії ензимів мікроорганізмів у останньому знижується вміст Фосфору. У контролі вміст Фосфору був менший у 2,1 рази відносно показника у сінажі до компостування. За використання біодеструкторів втрати Фосфору знижуються. Із підвищенням внесеної дози біодеструктора у сінаж люцерни відсоток збереження Фосфору у компостованій біомасі зростає.

Висновки і перспективи.

Температура компостування зіпсованого сінажу люцерни залежить від дози внесення у нього біодеструктора. За додавання у сінаж біодеструктору у дозі 20,0 см³/т температура в середині

компостованої маси продовж перших 14 діб підвищується на 22,2 %, час ферментації за термофільного режиму пролонгується на 12 діб відносно контролю.

За використання мікробіологічного препарату у дозі 20,0 см³/т прискорюється мінералізація сінажу люцерни, знижуються витрати Фосфору та Нітрогену у ферментованій біомасі на 4,4 та 25,0 % відносно контрольного варіанту.

Перспективи подальших досліджень. Науково-господарський інтерес представляють подальші дослідження мікробіологічних показників у ферментованій біомасі зіпсованого сінажу люцерни за дії вітчизняного біодеструктора БТУ-ЦЕНТР.

Список використаних джерел

1. Бабенко С. Титарьова О. Сіно з люцерни: переваг та недоліки. Тваринництво ветеринарія. 2019. № 19. С. 52-54.
2. Заготівля люцернового силосу - 2016: уроки і висновки. Молоко і ферма, 2017. №2. С. 39.
3. Україна, патент на корисну модель № 96286. МПК А 23К 3/00, 3/02, 3/03 Курнаєв О.М., Сироватко К.М., Виговська І.О. та ін., заявка UN№201409229 від 18.08.2014, опубліковано 20 26.01.2015р. Спосіб підвищення енергетичної цінності та стійкості до аеробного псування сінажу з бобових трав.
4. Khan, N., et al. Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 2014. 168, 245-251.
5. Amir, S., et al., Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and

neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 2008. 159 (2-3), 593-601.

6. Raut, M.P., et al. Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 2008. 99 (14), 6512-6519.

7. Liu, D., et al. Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 2011. 102, 9040-9049.

8. Nakasaki, K., et al. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 31, 495-501.

9. Blazy, V., et al. (2014). Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 5, 451-468.

10. Zhahg, H. et al., (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs)

Мітіогло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В.

and NH₃ emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 58, 369-375.

11. Gunindra, N. C. (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture, *International Journal of Recycling of Organic Wastes in Agriculture*, 1:8

12. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management Volume*. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

13. Bremner JM. (1996). Nitrogen – total. In: Sparks DL, editor. *Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical methods*. Madison, WI:SSSA Inc. 1085-121.

14. Zong L., et al. (2015). Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method, *Anal. Methods* 7, 2645-2652.

15. Wolf, A., Watson, M., and Wolf, N. (2003). Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters, J., Ed., *Recommended Methods of Manure Analysis*, University of Wisconsin-Extension, Madison, 30-38.

16. ДСТУ ОІМЛ R 133:2019 Термометри рідинні скляні (ОІМЛ R 133:2002, IDT) від 21 грудня 2019 р. № 466 з 2021-01-01

References

1. Babenko S. Tytarova O. (2019). Sino z liutserny: perevah ta nedoliky. *Tvarynnystvo vetrynariia*. № 19. S. 52-54.

2. (2017). *Zahotivlia liutsernovoho sylosu - 2016: uroky i vysnovky*. Moloko i ferma, № 2. S. 39.

3. Patent na korysnu model № 96286. Ukraina, MPK A 23K 3/00, 3/02, 3/03 Kurnaiev O.M., Syrovatko K.M., Vyhovska I.O. ta in., zaiavka UNо201409229 vid 18.08.2014, opublikovano 20 26.01.2015r. Sposib pidvyshchennia enerhetychnoi tsinnosti ta stiikosti do aerobnoho psuvannia sinazhu z bobovykh trav.

4. Khan, N., et al., (2014). Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 168, 245-251.

5. Amir, S., et al., (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through

phospholipid and neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 159 (2-3), 593-601.

6. Raut, M.P., et al., (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waster – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 99 (14), 6512-6519.

7. Liu, D., et al., (2011). Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 102, 9040-9049.

8. Nakasaki, K., et al. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 31, 495-501.

9. Blazy, V., et al. (2014). Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 5, 451-468.

10. Zhahg, H. et al., (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH₃ emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 58, 369-375.

11. Gunindra, N. C. (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture, *International Journal of Recycling of Organic Wastes in Agriculture*, 1:8

12. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management Volume*. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

13. Bremner JM. (1996). Nitrogen – total. In: Sparks DL, editor. *Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical methods*. Madison, WI:SSSA Inc. 1085-121.

14. Zong L., et al. (2015). Dairy manure protein analysis using UV-vis based on the Bradford method, *Anal. Methods* 7, 2645-2652.

15. Wolf, A., Watson, M., and Wolf, N. (2003). Digestion and Dissolution Methods for P, K, Ca, Mg and Trace Elements. In: Peters, J., Ed., *Recommended Methods of Manure Analysis*, University of Wisconsin-Extension, Madison, 30-38.

16. DSTU ОІМЛ R 133:2019 Термометри рідинні скляні (ОІМЛ R 133:2002, IDT) від 21 грудня 2019 р. № 466 з 2021-01-01

PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF LALFENA CAYAGE UNDER DIFFERENT MODES OF ITS FERMENTATION

L. V. Mitioglo, S. V. Merzlov, G. V. Merzlova

Abstract. Dairy and beef farms annually harvest large volumes of alfalfa haylage. Due to violation of the technology of haylage harvesting and its use, a significant amount of this fodder deteriorates. As a result of aerobic deterioration, the haylage becomes unsuitable for animals' feeding, which in turn requires additional costs and finding ways to its dispose. Uncontrolled rotting of alfalfa haylage has a negative impact on the environment. Effective from an economic and ecological point of view is the method of disposing of spoiled alfalfa haylage by fermenting it with the use of biological preparations to obtain biocompost. The question of methods of composting spoiled alfalfa haylage with the help of domestically produced biodestructors of BTU-CENTER remains unexplored. Therefore, the aim of the scientific and economic work was to establish the physico-chemical parameters of fermented spoiled alfalfa haylage under the action of different doses of the biodestructor produced in Ukraine. The process of fermentation of spoiled haylage with a moisture content of 64-65 % was carried out in formed piles, which had a mass of 200 kg each. In the control farms, the fermentation of spoiled feed was carried out by the traditional method without adding biological preparations to it. In the 1st experimental group, spoiled haylage was composted using a domestically produced biodestructor at a dose of 5.0 cm³/t. The alfalfa haylage from the II experimental group was treated with a biopreparation at a dose of 10.0 cm³/t. Alfalfa haylage from the III experimental group was treated with a biodestructor solution at the rate of 20.0 cm³/t. Aeration of haylage in the piles was carried out by periodically moving the biomass once every 8 days. During the experiment, the fermentation temperature was determined for 110 days, and at the end of the study, the mass fraction of crude protein, the content of Nitrogen, Phosphorus and Calcium in the fermented biomass of alfalfa haylage was studied.

It has been proven that the fermentation temperature of alfalfa haylage biomass varied depending on the dose of the BTU-CENTER biodestructor. When a biodestructor is added to the haylage at a dose of 5.0 cm³/t, the self-heating temperature increases by 13.0 % compared to the control one in the 2nd day. The use of a biodestructor at a dose of 20.0 cm³/t during this period allows increasing the temperature by 21.7 % compared to the control group. An increase in the temperature of alfalfa haylage in the control and in the experimental piles was noted until the end of the 2nd week of composting. During this period of composting, the highest temperature of spoiled haylage was recorded in the piles. Comparing between the experimental groups, the highest temperature was set in the biomass of the haylage where the BTU-CENTER biodestructor was added at a dose of 20.0 cm³/t. Starting from the 16th day of fermentation, the temperature in the piles decreased. In the control group, the temperature of the alfalfa haylage biomass in the thermophilic mode was adjusted from 10 to 20 days. When using a biodestructor at a dose of 5.0 cm³/t, the duration of the thermophilic regime increases by 8 days. The longest composting of alfalfa haylage in the thermophilic mode was in the III experimental group and lasted 23 days. During fermentation for 110 days, a decrease in the content of crude protein,

Мітіогло Л. В., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В.

phosphorus and nitrogen in fermented alfalfa haylage was established in both control and experimental groups. Calcium content in fermented biomass from experimental groups increases to a statistically significant value relatively to the indicator in spoiled haylage before fermentation. Further studies of the content of bacteria in the fermented biomass of spoiled alfalfa haylage using the domestic biodestructor BTU-CENTER are of scientific and practical interest.

Key words: *spoiled fodder, mineral substances, bacteria, compost, temperature, Phosphorous Calcium*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РАЙДУЖНОЇ ФОРЕЛІ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ ТА СПІВВІДНОШЕНЬ ЛІЗИНУ ТА АРГІНІНУ У ПРОДУКЦІЙНОМУ КОМБІКОРМІ

В. М. КОНДРАТЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-4246-2639>

E-mail: vadkondratyuk@nubip.edu.ua

М. Ю. СИЧОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-6319-9876>

E-mail: sychov@nubip.edu.ua

В. В. ОТЧЕНАШКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0003-0336-9340>

E-mail: otchenashko@nubip.edu.ua

І. І. ІЛЬЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-0961-6613>

E-mail: ilchukigor@nubip.edu.ua

Д. П. УМАНЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-1973-1132>

E-mail: umanetsdima@nubip.edu.ua

І. М. БАЛАНЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7576-6508>

E-mail: balanchuk@nubip.edu.ua

Т. А. ГОЛУБЄВА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-2467-5972>

E-mail: holubieva@nubip.edu.ua

В. О. ПІТЕРА, доктор філософії, асистент

<https://orcid.org/0000-0002-3390-2516>

E-mail: pitera@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid5\(105\).2023.016](https://doi.org/10.31548/dopovid5(105).2023.016)

***Анотація.** У статті висвітлені результати дослідження впливу різних рівнів та співвідношень амінокислот лізину та аргініну у комбікормі товарної райдужної форелі. Дослід був проведений на 6 групах товарної райдужної форелі, по 100 екземплярів у кожній. Рибам вводили від 2,0 до 3,2 % аргініну на фоні вмісту лізину у перших трьох груп – 2,8 %, а 4 – 6 груп – 3,0 %. Рівень досліджуваних факторів регулювали введенням синтетичних препаратів амінокислот. Співвідношення між аргініном та лізином коливалося від 0,71 до 1,14. Комбікорм роздавали 2 рази на добу у розрахунку 2 % від маси риб.*

Кондратюк В. М., Сичов М. Ю., Отченашко В. В., Ільчук І. І., Уманець Д. П., Баланчук І. М., Голубєва Т. А., Пітера В. О.

Експериментально встановлено ефективні рівні лізину та аргініну у комбікормі для товарної форелі. Найвища маса тіла та прирости, найнижчий кормовий коефіцієнт спостерігалися за вмісту у комбікормі 3,0 % лізину та 3,2 % аргініну, за аргінін-лізинового співвідношення 1,07 : 1. За підвищення рівня аргініну у комбікормі товарної райдужної форелі від 2,0 до 3,2 % на фоні вмісту лізину 2,8 % відмічали підвищення маси тіла на 0,48 – 2,01 %; абсолютного, середньодобового та відносного приростів, відповідно на 1,32 – 2,06 %, 0,80 – 1,60 % та 6,33 – 7,93 %; витрати корму скоротились на 0,56 – 0,69 %. Підвищення рівня аргініну у комбікормі до 3,2 % на фоні 3,0% лізину зумовило підвищення маси тіла форелі на 1,05 – 2,64 % ($p < 0,01$), абсолютного приросту – на 1,52 – 3,65 % ($p < 0,01$), середньодобового приросту – на 0,79 – 3,17 % ($p < 0,01$), відносного приросту – на 9,77 – 21,84 % ($p < 0,01$). Витрати корму на 1 кг приросту скоротилися на 0,87 % за рівня аргініну 3,2% та залишилися практично без змін за рівня аргініну 3,0 %. Збільшення вмісту лізину у комбікормі форелі до 3,0 % на фоні базового рівня аргініну – 2,8% зумовило не значне підвищення маси тіла риб – на 0,30 – 0,60 %; абсолютного, середньодобового та відносного приростів, відповідно на 0,65; 0,80 та 1,28 %. Витрати корму скоротилась на 0,62 %. Не відмічено зв'язку між аргінін-лізиновим співвідношенням у комбікормі та показниками росту райдужної форелі, також не відмічено явищ антагонізму між досліджуваними амінокислотами.

Ключові слова: годівля риб, товарна райдужна форель, комбікорм, лізин, аргінін, маса риби, приріст, витрата корму

Актуальність та аналіз останніх досліджень та публікацій.

Нестача есенціальних амінокислот в кормі перш за все різко знижує ріст риби. Амінокислота лізин вважається першою незамінною для риб, раціон яких включає корми рослинного походження. Її дефіцит спричиняє гальмування росту [4, 17], та підвищену смертність, ерозію хвостового плавця [8]. Оптимальні рівні лізину забезпечують кращий ріст та збереженість [5, 7, 10].

Серед інших незамінних амінокислот слід виділити аргінін. У теплокровних тварин за сповільнення чи припинення росту ця

амінокислота синтезується в організмі у достатній мірі. Проте у деяких видів риб, зокрема у форелі амінокислота аргінін залишається незамінною для будь якого віку та маси. Постійна незамінність аргініну в живленні риб пояснюється їх здатністю до росту на протязі всього життя і є характерною рисою амінокислотного обміну серед інших хребетних тварин [7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18]. Оптимальне співвідношення між окремими амінокислотами, зокрема між лізином та аргініном, для риб схоже на співвідношення для інших, у тому числі теплокровних тварин, проте кількісна потреба у

окремих амінокислотах більш ніж у двічі більша. Це пов'язано зі значною часткою білка раціону, що використовується для задоволення енергетичних потреб, звідси і особливо висока потреба у незамінних амінокислотах [5].

Нашими дослідженнями встановлені ефективні рівні та співвідношення між лізином та аргініном у комбікормах для цьоголіток райдужної форелі [3]. Проте, досліди інших вчених показують зменшення потреби райдужної форелі у лізині та аргініні з віком [12]. Крім того, у наших попередніх дослідженнях не встановлено явищ антагонізму між цими амінокислотами у живленні цьоголіток форелі, проте за даними деяких вчених вони існують [6]. З огляду на це, дослідження впливу на ріст товарної форелі різних рівнів та

співвідношень між лізином та аргініном є актуальними.

Мета досліджень. Встановити найбільш ефективні рівні амінокислот лізину та аргініну у комбікормах для товарної райдужної форелі. Дослідити вплив різного аргінін-лізинового співвідношення у продукційних кормах та ріст форелі.

Матеріал і методи досліджень. Об'єктом досліджень була товарна райдужна форель – (*Oncorhynchus mykiss*). Досліди проводились методом груп у проблемній науково-дослідній лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України та форелевому господарстві «Шипот» Перечинського району Закарпатської області (табл. 1).

1. Схема досліді

Вміст амінокислот	Група					
	1	2	3	4	5	6
Зрівняльний період досліді (10 діб)						
Лізін	2,8					
Аргінін	2,0					
арг/ліз, %	71					
Основний період досліді (200 діб)						
Лізін	2,8	2,8	2,8	3,0	3,0	3,0
Аргінін	2,0	3,0	3,2	2,0	3,0	3,2
арг/ліз, %	71	107	114	67	100	107

Дослідження проведені на 600 екземплярах товарної райдужної форелі, яку було розділено на 6 груп – контрольну та 5 дослідних. Кожну групу утримували в акваріумі

об'ємом 0,5 м³. Температура води становила 20 °С.

Під час зрівняльного періоду, який тривав 10 діб форель усіх груп споживала базовий комбікорм із рівнем лізину – 2,8 % та аргініну –

Кондратюк В. М., Сичов М. Ю., Отченашко В. В., Ільчук І. І., Уманець Д. П., Баланчук І. М., Голубєва Т. А., Пітера В. О.

2,0 %. Вміст аргініну по відношенню до лізину становив 71 %. Ефективний рівень лізину був встановлений експериментальним шляхом у попередніх дослідженнях [2]. Рівень аргініну відповідав існуючим рекомендаціям [11].

Основний період досліду тривав 200 діб. У цей період на базі двох рівнів лізину у комбікормі – 2,8 та

3,0 % змінювали вміст аргініну від 2,0 до 3,2 %. Вміст аргініну по відношенню до лізину становив – 67 – 114 %.

Форелі різних дослідних груп згодовували комбікорми, що відрізнялись лише вмістом досліджуваних амінокислот – аргініну та лізину (табл. 2).

2. Склад та поживність комбікорму, %

Компонент	Вміст
Зерно пшениці	22
Рибне борошно	25
Кров'яне борошно	13
Соєвий концентрат	16
Дріжджі кормові сухі	10
Риб'ячий жир	8
Соєва олія	5
Премікс	1
<i>У 100 г комбікорму міститься:</i>	
обмінна енергія, мДж	1,384
сирий протеїн, г	43,93
сирий жир,	15,58
сира клітковина	1,35
БЕР	20,53
лізин	2,80 – 3,00*
аргінін	2,00 – 3,20*
метіонін	1,00

* вміст лізину та аргініну у комбікормі відповідно до схеми досліду

Рівень лізину та аргініну регулювали введенням синтетичних амінокислот.

Використовували гранульовані комбікорми, з розміром гранул 2 – 4 мм. Годівлю риб здійснювали 2 рази на добу. Норму роздачі комбікорму становила 2 % від маси риб.

Масу риб визначали зважуванням на вагах AXIS ADA520 (виробник «AXIS», Польща).

Абсолютний, відносний та середньодобовий прирости визначали за весь період досліду.

Визначення у комбікормі загальної вологи, сухої речовини, сирої золи, сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини та безазотистих екстрактивних речовин проводили методом Венде. Загальну енергетичну цінність комбікорму розраховували за коефіцієнтами Філіпса [1]. Амінокислотний склад

визначали на аналізаторі ААА Т-339 (виробник Mikrotechna, Чехія).

Біометричну обробку результатів проводили з використанням вбудованих функцій програмного забезпечення MS Excel 2013.

Результати досліджень та їх обговорення. У перші 10 діб зрівняльного періоду досліджу форель усіх груп споживала комбікорм із ефективним рівнем лізину,

встановленим у наших попередніх дослідженнях та аргініну, відповідно до рекомендацій NRC. Вірогідної різниці за масою риб дослідної та контрольної груп у цей період не відмічалось. Для полегшення та зручності аналізу, показники зважувань маси тіла форелі у основний період дослідження розділені на дві частини – 10 – 100 та 110 – 210 доби. Маса тіла форелі у перші 100 діб дослідження наведена у таблиці 3.

3. Маса тіла форелі (10 – 100 доба дослідження), г

Доба дослідження	Група					
	1	2	3	4	5	6
10	61,04± 1,482	60,87± 1,314	61,11± 1,464	61,22± 1,752	60,68± 1,561	60,30± 1,644
20	66,19± 1,788	66,65± 1,802	67,05± 1,778	65,99± 2,071	66,95± 1,827	67,07± 2,096
30	71,99± 2,362	72,46± 2,434	73,03± 2,418	71,57± 2,617	73,18± 2,328	73,39± 2,028*
40	79,70± 3,047	79,90± 3,270	80,52± 3,366	79,70± 3,290	80,88± 3,194	81,31± 4,036
50	84,67± 3,604	84,84± 3,295	85,80± 3,346	83,70± 3,540	86,52± 3,657	88,10± 3,411**
60	95,85± 4,186	96,17± 3,290	97,05± 3,677	95,25± 4,043	97,93± 3,797	98,15± 3,308
70	104,15± 5,534	105,54± 5,198	106,82± 5,984	104,90± 5,037	106,64± 5,199	108,90± 5,570*
80	116,72± 5,960	117,32± 5,893	118,26± 6,697	114,41± 6,817	118,43± 5,559	120,13± 5,250
90	128,79± 4,823	130,16± 6,701	130,89± 5,856	128,34± 4,674	131,41± 5,896	133,36± 5,467**
100	142,13± 6,316	142,95± 6,469	143,42± 6,994	141,90± 5,819	144,74± 6,196	146,72± 4,914*

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ (порівняно з контрольною групою)

У перші 20 діб основного періоду дослідження, збільшення рівня аргініну від 2,0 до 3,2 % на фоні лізину – 2,8 % у комбікормі риб 1 – 3 груп та на фоні рівня лізину – 3,0 % для форелі 4 – 6 груп, не зумовило суттєвих змін у масі тіла. Однак на 20 добу дослідження маса риб 3 та 6 груп, що споживали

максимальні рівні амінокислот була дещо вищою порівняно із контролем, відповідно на 1,30 та 1,33 %, а 6 групи порівняно із 4 – на 1,64 %.

Зважування на 30 добу дослідження показали більш суттєві зміни маси тіла риб бід впливом досліджуваних факторів. Так маса форелі 2 та 3 груп

перевершувала контроль на 0,65 – 1,44 %. Маса риб 5 та 6 груп була вищою контролю на 1,65 – 1,94 % ($p < 0,05$) та вищою показника 4 групи – на 2,25 – 2,54 % ($p < 0,05$). Маса риб 4 групи, що споживали комбікорм із мінімальним рівнем аргініну залишилась на рівні контролю.

На 40 добу досліду маса риб дещо вирівнялась, проте показники форелі 5 та 6 дослідних груп були найвищими та перевершували контроль та 4 групу на 1,48 – 2,02 %.

Певне зменшення маси тіла риб 4 групи – на 1,15 %, порівняно з контролем відмічали на 50 добу досліду. Найсуттєвіше, у цей період, зросла маса форелі 5 та 6 дослідних груп. Вона була вищою показника контрольної групи на 2,22 – 4,05 % ($p < 0,01$) та показника 4 групи – на 3,37 – 5,26 % ($p < 0,001$).

Маса тіла риб дещо вирівнялась на 60 добу досліджень, проте тенденція до збільшення показників за підвищення вмісту аргініну у комбікормі збереглась. На 70 добу досліду знову спостерігались вірогідні зміни маси тіла. Найсуттєвішою різниця була у форелі 5 і 6 груп, що споживала найвищі рівні лізину та аргініну. Маса риб цих груп була вищою контрольного показника на 2,39 – 4,56 % ($p < 0,05$) та вищою маси форелі 4 групи – на 1,66 – 3,81 % ($p < 0,05$).

Маса форелі 2 та 3 дослідних груп була вищою контролю на 0,51 – 1,32 % на 80 добу, на 1,06 – 1,63 % на

90 добу та на 0,58 – 0,91 % на 100 добу досліду. Маса риб 5 та 6 груп за максимальних рівнів досліджуваних амінокислот зросла більш суттєво. Маса форелі цих груп перевеждала контроль на 1,47 – 2,92 % на 80 добу, на 2,03 – 3,55 % ($p < 0,01$) на 90 добу та на 1,83 – 3,23 % ($p < 0,05$) на 100 добу досліджень. Порівняння маси тіла риб 5 та 6 дослідних груп із показником четвертої показав їх перевагу на 3,51 – 5,00 % ($p < 0,05$) на 80 добу, на 2,39 – 3,56 % ($p < 0,05$) на 90 добу та на 2,00 – 3,40 % ($p < 0,05$) на 100 добу досліду. Маса риб 4 групи у цей період була нижчою контролю на 0,16 – 1,98 %.

Подальший вплив збільшення рівнів аргініну на фоні двох рівнів лізину у комбікормі товарної форелі у заключні 100 діб досліду наведені у таблиці 4.

Маса тіла форелі 2 та 3 дослідних груп, що споживали підвищені рівні аргініну на фоні 2,8 % лізину у комбікормі, зросла на 0,84 – 1,62 % на 110 добу досліджень. Підвищення рівня лізину до 3,0 % на фоні мінімального вмісту аргініну 2,0% суттєво не вплинули на масу риб, зумовивши навіть незначне зниження показника – на 0,67 %. Підвищення рівня аргініну до 3,2% на фоні 3,0% лізину у комбікормі форелі 5 та 6 дослідних груп зумовили більш суттєве зростання маси тіла порівняно із нижчим вмістом лізину у комбікормі. Маса тіла риб цих груп зросла на 1,83 – 2,99 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою та

на 2,05 – 3,67 % ($p < 0,01$) порівняно з

4 групою.

4. Маса тіла форелі (110 – 210 доба дослідів), г

Доба дослідів	Група					
	1	2	3	4	5	6
110	156,40± 5,366	157,72± 6,832	158,94± 6,006	155,37± 6,904	159,26± 6,741	161,08± 6,153*
120	173,20± 6,367	174,04± 6,174	174,54± 6,534	171,69± 6,070	174,47± 6,408	177,09± 5,778*
130	188,32± 6,257	189,71± 6,985	191,94± 6,583	187,43± 6,913	191,04± 6,931	193,97± 6,871**
140	207,31± 7,299	209,32± 7,006	211,61± 6,946	208,02± 7,211	211,86± 7,157*	214,52± 7,065**
150	227,64± 7,367	230,01± 7,150	231,06± 7,606	228,96± 7,026	232,24± 7,037*	235,43± 7,273**
160	245,11± 7,133	246,58± 7,352	249,29± 7,106	246,25± 7,340	249,71± 7,241*	251,05± 7,286*
170	263,58± 8,356	265,39± 8,009	266,66± 8,366	264,11± 9,081	267,17± 8,088	269,30± 7,696*
180	278,25± 8,523	281,29± 8,260	281,31± 8,502	278,96± 8,775	283,14± 8,624	286,15± 8,639**
190	292,57± 8,217	294,48± 8,776	295,17± 8,412	293,88± 8,444	296,43± 8,214	299,04± 8,532*
200	302,06± 8,818	304,36± 9,098	305,11± 8,635	303,25± 8,527	306,60± 8,148	309,34± 9,169*
210	310,59± 9,229	313,72± 9,113	315,81± 8,522	312,39± 9,424	315,67± 9,201	320,64± 9,624**

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ (порівняно з контрольною групою)

За аналізу подальших зважувань риби спостерігається чітка тенденція до несуттєвого підвищення маси тіла риби 2 та 3 дослідних груп 0,48 – 2,01 %. На 210 добу дослідів риби цих груп перевершували контроль на 1,01 – 1,68 %.

Маса риби 5 та 6 груп зростала більш суттєво. На 120 добу дослідів маса тіла форелі вказаних груп була вищою контролю на 0,73 – 2,25 % ($p < 0,05$) та на 1,62 – 3,15 % ($p < 0,01$) порівняно з 4 групою. Показник маси зріс відповідно на 1,44 – 3,00 % ($p < 0,01$) та 1,93 – 3,49 % ($p < 0,01$) на

130 добу; на 2,19 – 3,48 % ($p < 0,01$) та 1,85 – 3,12 % ($p < 0,01$) на 140 добу; на 2,02 – 3,42 % ($p < 0,01$) та 1,43 – 2,83 % ($p < 0,01$) на 150 добу; на 1,87 – 2,42 % ($p < 0,05$) та 1,41 – 1,95 % ($p < 0,05$) на 160 добу; на 1,36 – 2,17 % ($p < 0,05$) та 1,16 – 1,97 % на 170 добу; на 1,76 – 2,84 % ($p < 0,01$) та 1,50 – 2,84 % ($p < 0,05$) на 180 добу; на 1,32 – 2,21 % ($p < 0,05$) та 0,87 – 1,76 % на 190 добу; на 1,50 – 2,41 % ($p < 0,05$) та 1,10 – 2,01 % ($p < 0,05$) на 200 добу і на 1,64 – 3,24 % ($p < 0,01$) та 1,05 – 2,64 % ($p < 0,01$) на 210 добу дослідів.

Маса тіла форелі 4 дослідної групи, коливався на рівні показника контролю, із незначною перевагою на кінець досліду – 0,30 – 0,60 %.

Аналіз інтенсивності росту за абсолютними, середньодобовими та відносними приростами наведено у таблиці 5.

5. Прирости піддослідних риб за різних рівнів лізину та аргініну у комбікормі

Група	Приріст		
	абсолютний, г	середньодобовий, г	відносний, %
1	249,55±9,843	1,25±0,049	409,25±22,691
2	252,85±9,139	1,26±0,046	415,58±18,089
3	254,70±9,056	1,27±0,045	417,18±21,072
4	251,17±9,165	1,26±0,046	410,53±18,486
5	254,98±8,386	1,27±0,042	420,30±13,256
6	260,34±10,597**	1,30±0,053**	432,37±26,535**

** $p < 0,01$ (порівняно з контрольною групою)

Абсолютний приріст маси форелі 2 та 3 дослідних груп зріс на 1,32 – 2,06 % за збільшення у комбікормі рівня аргініну на фоні вмісту лізину – 2,8 %. Цей показник зріс у риб 5 та 6 дослідних груп, за збільшення у комбікормі рівня аргініну на фоні вмісту лізину – 3,0 % – на 2,18 – 4,32 % ($p < 0,01$) у порівнянні з контролем та на 1,52 – 3,65 % ($p < 0,01$) порівняно з показником 4 групи. Абсолютний приріст риб 4 групи, які споживали комбікорм із базовим вмістом аргініну та підвищеним лізином, незначно зріс порівняно з контролем – на 0,65 %.

Середньодобовий приріст маси дослідних риб 2 та 3 груп зріс на 0,80 – 1,60 % порівняно з контрольним показником. Середньодобовий приріст риб 5 та 6 дослідних груп зріс

на 1,60 – 4,00% ($p < 0,01$) порівняно з контролем та на 0,79 – 3,17 % ($p < 0,01$) порівняно з показником 4 групи.

Показник середньодобового приросту риб 4 групи змінився порівняно з контролем не значно – на 0,80 %.

Найвищий показник відносного приросту маси тіла спостерігали у риб 5 та 6 дослідних груп. Вони випереджали контрольну групу на 11,05 – 23,12 % ($p < 0,01$) та 4 групу – на 9,77 – 21,84 % ($p < 0,01$). Менш суттєво форель 2 та 3 груп переважала показник контролю – на 6,33 – 7,93 %. Відносний приріст риб 4 групи був практично на рівні контрольної групи.

Один із найважливіших показників, що характеризує ефективність вирощування товарної

риби – витрата корму на 1 кілограм приросту (табл. 6).

6. Витрати корму на 1 кг приросту форелі

Група	Витрата корму на 1 кг приросту, кг
1	2,882
2	2,866
3	2,862
4	2,864
5	2,867
6	2,839

Найнижчий показник витрат корму на 1 кілограм приросту спостерігали у риб 6 групи. Він був нижчим показника контрольної групи – на 1,49 %, а від 4 групи – нижчим на 0,87 %. Інші дослідні групи показали майже однакові показники витрати корму, проте вони були нижчими ніж у контролі – на 0,52 – 0,69 %.

Отже, протягом дослідів відслідковувалась тенденція до покращення росту риб, у комбікормі яких збільшували рівень аргініну. Проте, за збільшення в комбікормі вмісту аргініну на фоні рівня лізину 3,0% маса тіла та прирости у форелі були вірогідно більшими порівняно із базовим рівнем амінокислот. Збільшення рівня лізину на фоні базового рівня аргініну не призвело до суттєвих змін маси тіла риб та приростів. Не відмічено, також, негативного впливу підвищеного рівня лізину. Таким чином, можна говорити про відсутність антагонізму між аргініном і лізином у організмі

товарної форелі. Збільшення маси тіла за підвищення рівня аргініну можна пояснити інтенсифікацією росту за підвищеного рівня лізину у комбікормі та відповідно зростанням потреби у аргініні.

Висновки

1. Експериментально встановлено ефективні рівні лізину та аргініну у комбікормі для товарної форелі. Найвища маса тіла та прирости, найнижчі витрати корму на 1 кг приросту спостерігалися за вмісту у комбікормі 3,0 % лізину та 3,2 % аргініну, за аргінін-лізинового співвідношення 1,07 : 1.

2. За підвищення рівня аргініну у комбікормі товарної райдужної форелі від 2,0 до 3,2 % на фоні вмісту лізину 2,8 % відмічали підвищення маси тіла на 0,48 – 2,01 %; абсолютного, середньодобового та відносного приростів, відповідно на 1,32 – 2,06 %, 0,80 – 1,60 % та 6,33 – 7,93 %; витрати корму скоротились на 0,56 – 0,69 %.

3. Підвищення рівня аргініну у комбікормі до 3,2 % на фоні 3,0% лізину зумовило підвищення маси тіла форелі на 1,05 – 2,64 % ($p < 0,01$), абсолютного приросту – на 1,52 – 3,65 % ($p < 0,01$), середньодобового приросту – на 0,79 – 3,17 % ($p < 0,01$), відносного приросту – на 9,77 – 21,84 % ($p < 0,01$). Витрати корму на 1 кг приросту скоротилися на 0,87 % за рівня аргініну 3,2% та залишились практично без змін за рівня аргініну 3,0 %.

4. Збільшення вмісту лізину у комбікормі форелі до 3,0 % на фоні

Список використаних джерел

1. Ібатулін І.І., Чигрин А.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В., Сичов М.Ю. та ін. (2015). Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Житомир: ПП «Рута». 432 с.

2. Кондратюк В. М. (2020). Ефективність вирощування райдужної форелі залежно від рівнів лізину та метіоніну у продукційних комбікормах. Таврійський науковий вісник. № 116. С. 103–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.15>

3. Кондратюк В.М., Ільчук І.І.; Сичов М.Ю., Уманець Д.П.; Баланчук І.М.; Голубєва Т.А. (2023). Ріст цьоголіток райдужної форелі за різних рівнів та співвідношень лізину і аргініну у комбікормі. Наукові доповіді НУБІП України. Вип. 2/102. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovid/issue/view/740>

4. Anderson, J. S., Lall, S. P., Anderson, D. M., McNiven, M. A. (1993). Quantitative Dietary Lysine Requirement of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fingerlings. Fish nutrition in practice. pp. 867-872. <https://doi.org/10.1139/f93-037>

5. Green, J., Hardy, R. (2002). The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to

базового рівня аргініну – 2,8 % зумовило не значне підвищення маси тіла риб – на 0,30 – 0,60%; абсолютного, середньодобового та відносного приростів, відповідно на 0,65; 0,80 та 1,28 %. Витрати корму скоротилися на 0,62 %.

5. Не відмічено зв'язку між аргінін-лізиновим співвідношенням у комбікормі та показниками росту райдужної форелі, також не відмічено явищ антагонізму між досліджуваними амінокислотами.

maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. Fish Physiology and Biochemistry 27, 97–108. <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000021878.81647.6e>.

6. Kaushik S.J, Fauconneau B. (1984). Effects of lysine administration on plasma arginine and on some nitrogenous catabolites in rainbow trout. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology V. 79, Issue 3, P. 459-462. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(84\)90546-2](https://doi.org/10.1016/0300-9629(84)90546-2).

7. Ketola H.G. (1982). Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry. V. 73, Issue 1. Pages 17-24. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(82\)90197-3](https://doi.org/10.1016/0305-0491(82)90197-3),

8. Ketola H.G. (1983). Requirement for dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout. J. Anim. Sci. V. 56. P. 101 – 107. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90265-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90265-M)

9. Klein R.G., Halver J.E. (1970). Nutrition of Salmonoid Fishes: Arginine and Histidine Requirements of Chinook and Coho Salmon. The Journal of Nutrition. V. 100, Issue 9. P. 1105-1109. <https://doi.org/10.1093/jn/100.9.1105>,

10. Kyu-Il K., Terrence B. K., Clyde H. A. (1992). Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. V. 106, Issues 3–4. P. 333–344. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90265-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90265-M).

11. NRC (National Research Council). (1993). Nutrient requirements of fish. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA, 114 pp. <https://doi.org/10.17226/2115>

12. Murai T. (1992). Protein nutrition of rainbow trout. *Aquaculture*. v. 100. № 1. p. 191 – 207. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90371-Q](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90371-Q)

13. Nose T. (1979). Summary report on the requirements of essential amino acid for carp. *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology*, Heenemann, Berlin p. 145 – 154,

14. Ogino C. (1980). Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acid. *The Japanese Society of Fisheries Science*. v. 46. № 2. p. 171 – 174. <https://doi.org/10.2331/suisan.46.171>

15. Riley W.W., Higss D.A., Dosanjh D.S., Eales J.G. (1996). Influence of dietary arginine and glycine content on thyroid function and growth of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*. v. 2. № 4. p. 235 – 242. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.1996.tb00065.x>

16. Small B.C., Soares J.H. (1998). Estimating the quantitative essential amino acid requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ratios. *Aquaculture Nutrition*. v. 4. № 4. p. 225 – 232. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2095.1998.00075.x>

17. Walton M.J., Cowey C.B. (1982). Aspects of intermediary metabolism in salmon fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*. v. 73. №1. p. 59 – 79. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(82\)90201-2](https://doi.org/10.1016/0305-0491(82)90201-2)

18. Wilson R.P., Poe W.E., Robinson E.N. (1980). Leucine, isoleucine, valine and histidine requirements of fingerling channel catfish. *J. Nutr.* v. 110. p. 627 – 633. <https://doi.org/10.1093/jn/110.4.627>

References

1. Ibatullin I.I., Chygrin A.I., Melnyk Y.F., Otchenashko V.V., Sychov M.Yu. et al. (2015). Workshop on feeding farm animals. Zhytomyr: PE "Ruta". 432 p.

2. Kondratyuk V. M. (2020). The efficiency of raising rainbow trout depending on the levels of lysine and methionine in production compound feed. *Taurian Scientific Herald*. No. 116. p. 103–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.15>

3. Kondratyuk V.M., Sychov M.Yu., Ilchuk I.I., Umanets D.P.; Balanchuk I.M.; Golubeva T.A. (2023). Growth of this year's rainbow trout at different levels and ratios of lysine and arginine in compound feed. *Scientific reports of NUBIP of Ukraine*. Vol. 2/102. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/740>

4. Anderson, J. S., Lall, S. P., Anderson, D. M., McNiven, M. A. (1993). Quantitative Dietary Lysine Requirement of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fingerlings. *Fish nutrition in practice*. pp. 867–872. <https://doi.org/10.1139/f93-037>

5. Green, J., Hardy, R. (2002). The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. *Fish Physiology and Biochemistry* 27, 97–108. <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000021878.81647.6e>.

6. Kaushik S.J, Fauconneau B. (1984). Effects of lysine administration on plasma arginine and on some nitrogenous catabolites in rainbow trout. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* V. 79, Issue 3, P. 459–462. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(84\)90546-2](https://doi.org/10.1016/0300-9629(84)90546-2).

7. Ketola H..G. (1982). Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*. V. 73, Issue 1. Pages 17–24. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(82\)90197-3](https://doi.org/10.1016/0305-0491(82)90197-3),

8. Ketola H.G. (1983). Requirement for dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout. *J. Anim. Sci.* V. 56. P. 101 – 107. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90265-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90265-M)
9. Klein R.G., Halver J.E. (1970). Nutrition of Salmonoid Fishes: Arginine and Histidine Requirements of Chinook and Coho Salmon. *The Journal of Nutrition.* V. 100, Issue 9. P. 1105-1109. <https://doi.org/10.1093/jn/100.9.1105>,
10. Kyu-Il K., Terrence B. K., Clyde H. A. (1992). Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture.* V. 106, Issues 3–4. P. 333-344. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90265-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90265-M).
11. NRC (National Research Council). (1993). Nutrient requirements of fish. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA, 114 pp. <https://doi.org/10.17226/2115>
12. Murai T. (1992). Protein nutrition of rainbow trout. *Aquaculture.* v. 100. № 1. p. 191 – 207). [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90371-Q](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90371-Q)
13. Nose T. (1979). Summary report on the requirements of essential amino acid for carp. *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology*, Heenemann, Berlin p. 145 – 154,
14. Ogino C. (1980). Requirement of carp and rainbow trout for essential amino acid. *The Japanese Society of Fisheries Science.* v. 46. № 2. p. 171 – 174. <https://doi.org/10.2331/suisan.46.171>
15. Riley W.W., Higgs D.A., Dosanjh D.S., Eales J.G. (1996). Influence of dietary arginine and glycine content on thyroid function and growth of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition.* v. 2. № 4. p. 235 – 242. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.1996.tb00065.x>
16. Small B.C., Soares J.H. (1998). Estimating the quantitative essential amino acid requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ratios. *Aquaculture Nutrition.* v. 4. № 4. p. 225 – 232. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2095.1998.00075.x>
17. Walton M.J., Cowey C.B. (1982). Aspects of intermediary metabolism in salmon fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B.* v. 73. №1. p. 59 – 79. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(82\)90201-2](https://doi.org/10.1016/0305-0491(82)90201-2)
18. Wilson R.P., Poe W.E., Robinson E.N. (1980). Leucine, isoleucine, valine and histidine requirements of fingerling channel catfish. *J. Nutr.* v. 110. p. 627 – 633. <https://doi.org/10.1093/jn/110.4.627>

THE EFFECTIVENESS OF GROWING RAINBOW TROUT AT DIFFERENT LEVELS AND RATIOS OF LYSINE AND ARGININE IN GROWER COMPOUND FEED

**V. M. Kondratiuk, M. Yu Sychov, V. V. Otchenashko, I. I. Ilchuk,
D. P. Umanets, I. M. Balanchuk, T. A. Holubieva, V. O. Pitera**

Abstract. *The article highlights the results of the study of the influence of different levels and ratios of amino acids lysine and arginine in compound feed for commercial rainbow trout. The experiment was conducted on 6 groups of grower rainbow trout, 100 specimens in each. The fish were injected with 2.0 to 3.2% arginine against the background of lysine content in the first three groups – 2.8%, and 4–6 groups – 3.0%. The level of the studied factors was regulated by the introduction of synthetic preparations of amino acids. The ratio between arginine and lysine ranged from 0.71 to 1.14. Combined feed was distributed 2 times a day at the rate of 2% of the weight of the fish. Effective levels of lysine and arginine in compound feed for commercial trout have been experimentally established. The highest body weight and gains, the lowest*

feed ratio were observed when the compound feed contained 3.0% lysine and 3.2% arginine, with an arginine-lysine ratio of 1.07 : 1. For increasing the level of arginine in commercial rainbow trout compound feed from 2.0 up to 3.2% against the background of lysine content of 2.8%, an increase in body weight by 0.48 - 2.01% was noted; absolute, average daily and relative growth, respectively by 1.32 - 2.06%, 0.80 - 1.60% and 6.33 - 7.93%; feed costs decreased by 0.56 - 0.69%. An increase in the level of arginine in compound feed to 3.2% against a background of 3.0% lysine led to an increase in the body weight of trout by 1.05-2.64% ($p<0.01$), absolute growth - by 1.52-3.65 % ($p<0.01$), average daily increase - by 0.79 - 3.17% ($p<0.01$), relative increase - by 9.77 - 21.84% ($p<0.01$). Feed consumption per 1 kg of gain decreased by 0.87% at the arginine level of 3.2% and remained practically unchanged at the arginine level of 3.0%. An increase in the content of lysine in trout feed to 3.0% against the background of the basic level of arginine - 2.8% caused a slight increase in the body weight of fish - by 0.30 - 0.60%; of absolute, average daily and relative growth, respectively by 0.65; 0.80 and 1.28%. Feed costs decreased by 0.62%. No relationship was noted between the arginine-lysine ratio in compound feed and the growth indicators of rainbow trout, nor were there any antagonism phenomena between the studied amino acids.

Key words: fish feeding, grower rainbow trout, compound feed, lysine, arginine, fish weight, growth, feed consumption

**ТЕРАПЕВТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІМОБЕНДАНУ ЗА
КАРДІОГЕННОЇ АРТЕРІАЛЬНОЇ ТРОМБОЕМБОЛІЇ У КОТІВ****А. С. ПЕТРУШКО**, аспірантка, <https://orcid.org/0000-0002-1641-2144>E-mail: petrushko_as@nubip.edu.ua**Н. Г. ГРУШАНСЬКА**, доктор ветеринарних наук, професор,<https://orcid.org/0000-0001-8447-2758>E-mail: grushanska_ng@nubip.edu.ua**Національний університет біоресурсів і природокористування України**[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.017](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.017)

Анотація. Кардіогенна артеріальна тромбоемболія (КАТЕ) поширене ускладнення кардіоміопатій серед котів. Поточні дослідження направлені на розробку ефективних протоколів терапії та профілактики КАТЕ. Основна увага спрямована на пошук ефективних антикоагулянтів, антиагрегантів, методів що поліпшують кровопостачання враженої ділянки. Паралельно серед дослідників зростає зацікавленість у застосуванні пімобендану для терапії застійної серцевої недостатності у котів. Опубліковані роботи показують збільшення тривалості життя у котів за гіпертрофічної кардіоміопатії (ГКМП) та позитивний вплив на функцію лівого передсердя. Тому вивчення впливу пімобендану на тривалість життя, виникнення рецидивів у котів за КАТЕ є актуальним і стало метою цієї роботи. У дослідження було включено 24 тварини, що мали інцидент КАТЕ за ГКМП і прожили більше 2 тижнів після кризу. Сформовано дві групи: перша – 13 котів, що отримували після стабілізації стану стандартну терапію (фуросемід, іАПФ, клопидогрель) та пімобендан; друга – 11 котів, що отримували виключно стандартну терапію. У тварин були зафіксовані анамнез, клінічне обстеження, ехокардіографічне дослідження, відомості про рецидив, загибель чи евтаназію. У дослідженні 91,7 % були самцями, середній вік $7 \pm 0,7$ років. У більшості були виявлені диспное, набряк легень, гіпотермія, зміна ментального статусу, парез та анемічність враженої кінцівки. Частіше вражались дві тазові кінцівки. Рецидив стався у 37,5 % піддослідних. Проміжок часу від інциденту до рецидиву в першій групі становив $387,4 \pm 104,5$, а в другій $107,2 \pm 32,1$ днів. Евтаназія була виконана для 20,8 % тварин і завжди була пов'язана з рецидивом. Тривалість життя в першій групі в середньому становила $403,7 \pm 104,0$, а в другій – $314 \pm 47,3$ днів. Медіана виживаності для першої групи становить 9,5 місяці, а для другої 12,5. Після загибелі всіх тварин першої групи, залишалось живими 40 % тих котів, що отримували пімобендан. Не було виявлено статистичної різниці між групами за кількістю рецидивів, евтаназій, тривалістю життя та виживаністю. Значущою різниця виявилась в тривалості часу до рецидиву. Пімобендан не показав негативного впливу на тривалість життя у котів за КАТЕ. Позитивний вплив, ймовірно, не достатньо явний і потребує вивчення на більш чисельній когорті тварин.

Ключові слова: виживаність, гіпертрофічна кардіоміопатія, застійна серцева недостатність, набряк легень, парез

Актуальність дослідження.

Кардіогенна артеріальна тромбоемболія (КАТЕ) є важким ускладненням кардіоміопатій котів зі значною захворюваністю, смертністю та частими рецидивами (Fuentes et al., 2020). КАТЕ виникає рідше за застійної серцевої недостатності (ЗСН), втім асоціюється з гіршим прогнозом, тому вдосконалення терапевтичного підходу до таких пацієнтів має дуже важливе значення. Першочергово важливою є профілактика, тому котам за аритмій та кардіоміопатій рекомендується призначення антикоагулянтів та / чи антиагрегантів (Fuentes et al., 2020). Терапія пацієнтів за КАТЕ глобально має два етапи: стабілізація стану після виникнення гострої КАТЕ та подальша життєва підтримка. Терапія гострої КАТЕ має включати індукцію стану гіпокоагуляції (Mitropoulou et al., 2022), покращення кровотоку до ішемізованої ділянки (Sharp et al., 2022), знеболення, лікування супутньої ЗСН та підтримуюча терапія, в тому числі нормалізація температури, інфузія, фізіотерапія, харчування (Fuentes et al., 2020). Після стабілізації стану пацієнти мають отримувати терапію спрямовану на лікування основного захворювання міокарда та антитромботичні препарати для

попередження повторного розвитку КАТЕ (Lo et al., 2022).

Дослідження раціонального використання препаратів, що впливають на зсідання крові у котів за КАТЕ постійно в полі інтересу науковців. Тема дискусійна та методи терапії постійно вдосконалюються. Останнім часом зростає зацікавленість щодо застосування пімобендану у котів (Oldach et al., 2021; Schober et al., 2021). В патогенезі застійної серцевої недостатності (Duler et al., 2019) та КАТЕ (Tosuwan et al., 2023) дуже важливе значення має дилатація та погіршення скорочуваності лівого передсердя, тому виявлене в дослідженні Kochie et al. (2021) поліпшення функції лівого передсердя під впливом пімобендану потребує подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Серед серцевих патологій у котів найбільш поширені кардіоміопатії (КМП) – гетерогенна група захворювань міокарда, що різняться за фенотипами та прогнозами. Виділяють гіпертрофічну (ГКМП), рестриктивну (РКМП), дилатаційну (ДКМП), аритмогенну (АКМП) та некласифіковану (НКМП) кардіоміопатії (Fuentes et al., 2020). Найпоширенішою є ГКМП. Певний час патологія перебігає

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

безсимптомно, тому для діагностики використовують мультимодальний підхід з використанням клінічного обстеження, генетичної оцінки, дослідження серцевих біомаркерів та візуалізації. Особлива увага приділяється вдосконаленню методів візуалізації (Spalla et al., 2019; Костюк & Марінюк, 2019).

Згідно результатів дослідження Matos et al. (2022) серед безсимптомних тварин з фенотипом ГКМП кардіологічні ускладнення виникли у 21% котів, а в дослідженні Fox et al. (2018) у 30,5%, а смерть від кардіологічної патології настала в 27,9%. У котів з фенотипом кардіоміопатії можуть виникнути застійна серцева недостатність (ЗСН), кардіогенна артеріальна тромбоемболія (АТЕ, КАТЕ) чи раптова смерть (Kittleson & Cote, 2021). КАТЕ розвинулась у 11,3% котів з безсимптомною ГКМП протягом 10 років (Fox et al., 2018).

Метою дослідження стало вивчення впливу пімобендану на тривалість життя та виникнення рецидивів у котів, у яких розвинулась кардіогенна артеріальна тромбоемболія за гіпертрофічної кардіоміопатії.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводилось на базі ветеринарного центру «ВетХаус» м. Вінниця та ветеринарної клініки «АртВет» м. Кам'янське Дніпропетровської області. Проаналізовані історії хвороб

тварин, власники яких звертались до установ протягом 2019 – 2023 років. Проведені телефонні розмови з власниками тварин, загибель яких не була зафіксована ветеринарним закладом та з тими, що продовжували отримувати терапію. Тварини, які загинули чи були евтаназовані протягом перших 2 тижнів після інциденту гострої артеріальної тромбоемболії не включались в дослідження. Обрано 24 історії хвороби котів за кардіогенної артеріальної тромбоемболії, у яких була діагностована серцева недостатність та фенотип гіпертрофічної кардіоміопатії. У тварин були зафіксовані анамнез, клінічний огляд, ехокардіографічне дослідження (ЕхоКГ), відомості про загибель чи евтаназію. Сформовано дві дослідні групи: коти, яким призначали пімобендан, далі група один ($n = 13$), та коти, яким не призначали пімобендан, далі група два ($n = 11$).

Ехокардіографічне дослідження проводилось з використанням ультразвукових апаратів Esaote MyLab Gamma чи General Electric Vivid S6 з використанням фазованого датчика 7,5 МГц. Під час дослідження використовували В-режим, М-режим та доплерівське дослідження згідно описаної методики (Fuentes et al., 2020). У всіх були досліджені коротка та довга вісь серця з правої парастернальної позиції. Серед критеріїв уключення були ознаки

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

гіпертрофії лівого шлуночка (діастолічна товщина задньої стінки лівого шлуночка та/чи міжшлуночкової перегородки більше 6 мм та/чи гіпертрофія папілярних м'язів), ознаки застійної серцевої недостатності (розмір лівого передсердя в чотирикамерній проекції довгої осі більше 14 мм, співвідношення лівого передсердя до аорти в короткій осі $\geq 1,7$).

Статистичний аналіз проводили з використанням персонального комп'ютера та програми Microsoft Office Excel 2007 згідно методичних вказівок (Скрипник, 2018). Для описового аналізу вказані діапазон даних (R – мінімальне та максимальне значення у виборці), 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 Стюдента. Нормальність

розподілу перевіряли за правилом трьох сигм.

Аналіз виживання проводився за методикою Каплан-Мейєра. Виживаність розраховували як кількість днів між інцидентом КАТЕ та смертю. Для даних було виконано правостороннє цензурування. Різниця у виживанні між двома групами була представлена візуально за допомогою діаграм. Для порівняння двох кривих виживаності та оцінки пропорційності ризиків застосовували тест Логранка (Голубова, 2021).

Результати дослідження та їх обговорення.

Загальна характеристика тварин, що увійшли в дослідження. У дослідження було включено 24 кота, що відповідали критеріям дослідження. Вони належали до порід європейська короткошерста ($n = 10$), європейська довгошерста ($n = 4$), сфінкс ($n = 2$), шотландська висловуха ($n = 4$), шотландська довгошерста ($n = 2$), шотландська прямоуха ($n = 1$), безпородна ($n = 1$). Більшість виявились самцями ($n = 22$; 91,7%), середній вік склав $7 \pm 0,7$ років, середня вага $5 \pm 0,2$.

У котів були виявлені системні зміни: тахіпное ($n = 21$; 87,5 %); диспное ($n = 15$; 62,5 %); вокалізація та агресія ($n = 10$; 50 %); депресія ($n = 16$; 66,6 %), ступор ($n = 8$; 33,3 %). В залежності від локалізації вражались грудні ($n = 4$; 16,7 %) чи тазові ($n = 20$; 83,3 %) кінцівки. Локальні зміни (на

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

вражених кінцівці) включали гіпотермію (у всіх), ціаноз ($n = 4$; 16,7 %) чи анемічність ($n = 20$; 83,3 %), парез ($n = 14$; 58,3 %) чи параліч ($n = 10$; 41,6 %). У котів були вражені одна ($n = 5$; 20,8 %) чи дві ($n = 19$; 79,2 %) кінцівки. Під час клінічного дослідження у 75 % котів була діагностована гіпотермія. Три з чотирьох котів, що мали тромбоемболією грудних кінцівок були нормотермічними, натомість 19 з 20 котів за тромбоемболії тазових кінцівок мали температуру $< 37,7^{\circ}\text{C}$.

В дослідження увійшли коти, у яких була діагностована застійна серцева недостатність. Ехокардіографічно всі тварини мали фенотип гіпертрофічної кардіоміопатії. Набряк легень виявили у 15 котів (62,5%).

Терапія під час кризи була схожа у тварин з обох груп і включала знеболення (буторфанол та/чи налбуфін), гепарин (нефракціонований чи дальтепарин), клопідогрель, фуросемід та масаж. Котам застосовували буторфанол ($n = 22$), налбуфін ($n = 3$), нефракціонований гепарин ($n = 18$), далтепарин натрію ($n = 6$), маропітант ($n = 1$). Всім призначили фуросемід, масаж та клопідогрель. Подальшою підтримуючою терапією у всіх котів було призначення фуросеміду, еналаприлу, клопідогрелю та масажу. Не всім тваринам призначали атенолол ($n = 3$), спіронолактон ($n = 2$). Одній тварині були призначені

додатково урсодезоксихолева кислота, гепатіале форте адванст та ціанокобаламін. Відмінністю між когортами стало призначення котам з першої групи пімобендану в дозуванні 0,625 мг/кота двічі на день.

Результати дослідження терапевтичної ефективності пімобендану. Серед тварин першої групи рецидив стався у 5 тварин (38,5 %) з середньою тривалістю часу до інциденту $387,4 \pm 104,5$ днів, а в другій групі у 4 котів (36,3 %) $107,2 \pm 32,1$. Різниця між тривалістю проміжку від інциденту до рецидиву виявився значущим ($P < 0,05$). Схожі 36 % рецидивів з середнім часом до події 146 днів отримали науковці (Hogan et al., 2015), що вивчали дію клопідогрелю під час вторинної тромбопрофілактики. Важливо зазначити, що в згаданій роботі котам призначали фуросемід, іАПФ, деякі отримували дігексин та атенолол. У нашому дослідженні група, що не отримувала пімобендан мала схожу середню тривалість часу до повторного інциденту $\bar{x} = 107,2$, проти $\bar{x} = 387,4$ у першій групі. Інше дослідження Lo et al. (2022) для тварин, що отримували клопідогрель, частота рецидивів склала 16,7 % з середнім часом до події 278,3 дні. В цьому дослідженні більшість тварин отримували пімобендан в якості допоміжної терапії. Ймовірно, саме дія препарату могла вплинути на тривалість часу до виникнення рецидиву.

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

На момент проведення дослідження було відомо про смерть 20 котів – по 10 з кожної когорти (таблиця 1). В цьому дослідженні ми мали змогу оцінити кількість евтаназій в довгостроковій оцінці та не враховували їх в перші 2 тижні. Припускалось, що в першій групі відсоток може бути вищим, через те, що власникам доводиться на

постійній основі задавати більше препаратів котам. Це завжди залишається стресом для тварини і теоретично, могло знизити готовність власників притримуватись призначеної терапії. Евтаназія завжди була пов'язана з розвитком рецидиву і була виконана в першій групі для трьох тварин (23,1 %), в другій – для двох (18,2 %).

1. Статистична обробка результатів визначення тривалості життя котів у добах за лікування КАТЕ з використанням пімобендану, n=10

Показник	Перша група, пімобендан задавали	Друга група, пімобендан не задавали
Діапазон (R), діб	85 - 1150	69 – 516
Середнє значення ($\bar{x}$)	403,7	314,7
Медіана ($\tilde{x}$)	284,5	313,5
Стандартна помилка середнього ($\pm m$)	104,0	47,3
Середнє квадратичне відхилення (σ)	328,7	149,7
25 перцентиль	192,5	233,0
75 перцентиль	633,0	445,7
Межквартиль	440,5	212,7

Примітки: різниця в тривалості життя між групами статистично незначима ($P > 0,05$).

У нашому попередньому дослідженні, в якому враховувались також тварини в ранній період після кризи, рішення про евтаназію було прийнято для 29 % котів протягом 2 місяців (Petrushko & Grushanska, 2022). Схожі 33 % були опубліковані в дослідженні Schoeman (1999) та 26,7 % у Hassan et al (2020). За результатами дослідження Fox et al. (2018) 54,1 % тварин були евтаназовані найближчим часом після першого інциденту КАТЕ чи гострої серцевої недостатності. В іншій роботі 73,9 % котів за КАТЕ були евтаназовані (Payne et al., 2015).

Такий вибір власників пов'язаний з важкістю перебігу патології. В перші години тварина відчуває нестерпний біль, що проявляється агресією та зміною ментального стану, втім значна кількість котів ладна пережити цей стан, тому рекомендується не приймати рішення про негайну евтаназію в перші 3 доби до стабілізації (Hogan, 2017).

Оскільки фактичний інтервал часу виживання для 4 котів був невідомий (тварини залишались живими на момент дослідження, або був відсутній зв'язок з власниками), дані були піддані правосторонній

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

цензурі. На діаграмі візуально показана різниця у виживаності між двома групами (рис. 1). Медіана виживаності, або середній час виживання, для першої групи становить 9,5 місяці, а для другої 12,5.

Варто також зауважити, що після загибелі всіх котів групи, що не отримували пімобендан, живими залишалось 40 % тварин групи, яким був призначений препарат.

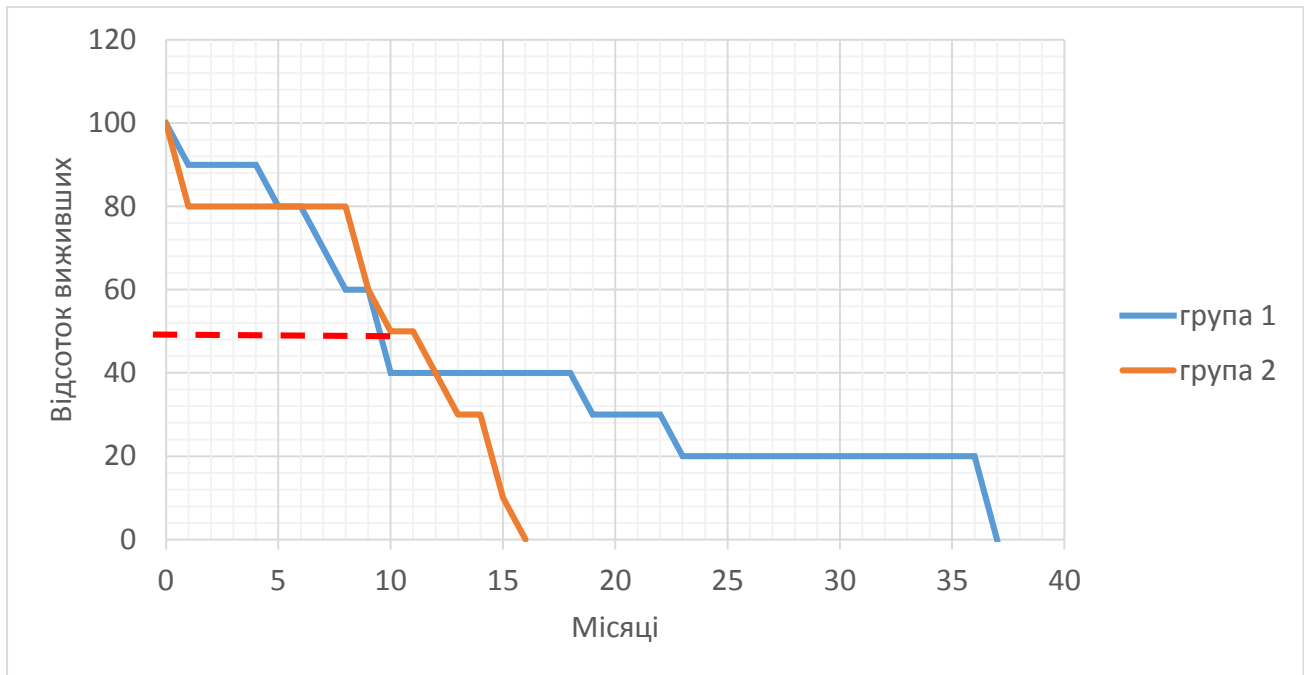


Рис. 1 Виживаність котів у місяцях за лікування КАТЕ з використанням пімобендану. Група один з призначенням пімобендану, група два – без препарату, n = 10

Ми припускали, що застосування пімобендану здатне подовжити тривалість життя у котів за КАТЕ. Призначення пімобендану котам залишається дискусійною темою. Так в роботі Schober et al (2021) в 180-денній оцінці не було виявлено жодної користі від застосування препарату для котів, що мали застійну серцеву недостатність за ГКМП. Натомість, дослідження впливу пімобендану на тривалість життя у котів за ГКМП (Reina-Doreste et al., 2014) показало дуже хороший

результат: у тварин, що приймали пімобендан, середня тривалість життя значно відрізнялась від іншої групи і складала 626 днів. В нашій роботі тварини з КАТЕ, що отримували пімобендан жили в середньому 403,7 (IQR = 192,5 – 633,0) днів. Цей показник нижче, за вищезгаданий, і, вочевидь, пов'язаний з важкістю патології. В дослідженні Lo et al. (2022) для вторинної профілактики обирали клопідогрель в монорежимі чи в комбінації з ривароксобаном. Більшість тварин (78%) отримували

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

пімобендан і середній час виживання становив 257 днів. Незважаючи на те, що середнє в цьому дослідженні нижче, за отримане у нас, медіана виживання склала 502 дні, і є вищою. Відмінності між результатами досліджень можуть бути пов'язані як з відносно невеликою чисельністю вибірок в обох дослідженнях, так і в різних підходах до вторинної профілактики, адже надана колегами інформація про тривалість життя стосується тварин з різними протоколами терапії.

У групі тварин, що не отримували пімобендан, середнє значення тривалості життя 314,7 (IQR = 233,0 – 445,7). В публікації Borgeat et al. (2014), де тваринам також не призначали пімобендан, середня тривалість життя складала 94 дні. Ймовірно, така різниця пов'язана з вибором антиагрегантів, адже ми завжди застосовували клопідогрель, а в згаданому дослідженні в якості

вторинної профілактики його призначали лише частині котів. В роботі Schoeman (1999) середня тривалість виживання котів склала 17,5 місяці, що є вищим за наш показник, втім в цьому дослідженні не всі коти мали патологію серця, тож не є ідеальним для порівняння. В дослідженні Hogan et al. (2015) одна з груп тварин отримувала клопідогрель, фуросемід та іАПФ, і є максимально наближеною до другої групи з нашого дослідження. Середній час до серцевої смерті у таких тварин становив 346 днів, що дуже близько до нашого результату.

Для порівняння виживаності був використаний тест Логранка з нульовою гіпотезою про те, що два розподіли виживання однакові. Отриманий p-value був більшим за 0,05. Це показує, що немає доказів, які б спростовували їх еквівалентність (табл. 2).

2. Результати порівняння виживаності між дослідними групами котів з використанням тесту Логранка

Статистичні показники	Виживаність				
	протягом 6 місяців	протягом 12 місяців	протягом 18 місяців	протягом 24 місяців	протягом 38 місяців
Тест Логранка	0,06	0,001	1,12	1,02	0,99
p-value	0,80	0,97	0,29	0,31	0,32

Отже, в діапазоні даних тривалості життя – вищі значення в групі пімобендану. Також вище середнє значення. Натомість, медіана виживаності стала вищою для другої групи. Порівняння тривалості життя

за t-критерієм Ст'юдента та використовуючи тест Логранка спростувало теорію про значущість різниці між групами. На думку авторів, такі результати пов'язані з невеликою кількістю тварин в групах

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

і дослідження впливу пімобендану необхідно надалі досліджувати з більшою кількістю тварин в групах.

Висновки і перспективи. У нашому дослідженні був виявлений позитивний вплив пімобендану на тривалість часу до рецидиву. Різниця між групами виявилась статистично значимою. Не було виявлено значущої відмінності між когортами у кількості рецидивів, евтаназій, у тривалості життя та виживаності. Пімобендан точно не зменшив тривалість життя, а 40 % тварин, що його отримували жили довше всіх представників 2-ї групи. Схоже, його вплив на тварин за кардіогенної артеріальної тромбоемболії, не такий явний і для повноцінної оцінки

необхідна більша вибірка тварин. Перспективним залишається вивчення впливу пімобендану під час терапії у котів за застійної серцевої недостатності. В подальшому необхідні масштабніші дослідження для спростування або підтвердження ефективності препарату.

Подяки. Автори дякують персонал ветеринарного центру “VetHouse” та “АртВет”, а саме: Біленький В. О., Полухович В. І., Савченко Д. Д., Савченко М. В., Гопало О. Л., Кавецька Н. С., Барбазюк О. А., Лихолат Т. А., Коломієць О. Л., Ряба Т. О., за співпрацю та грамотне ведення складних випадків.

Список використаних джерел

1. Голубова, В. Г. Криві виживаності Каплана – Мейєра: техніка моделювання. Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту. 2021. №3-4, с. 15-22. <http://doi.org/10.31767/nasoa.3-4-2021.02>
2. Костюк, О. С., Маринюк, М. О. Оцінка розміру папілярних м'язів у здорових та хворих на гіпертрофічну кардіоміопатію котів. *Український часопис ветеринарних наук*. 2019. № 9 (3), с. 88-94. <http://doi.org/10.31548/ujvs2019.03.013>
3. Скрипник, А. В. Математичні моделі та планування експерименту. Методичні вказівки для аспірантів неекonomicічних спеціальностей. Київ: НУБіП, 2018, 203 с.
4. Borgeat, K., Wright, J., Garrod, O., Payne, J. R., Fuentes, V. L. Arterial thromboembolism in 250 cats in general practice: 2004–2012. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2014. № 28 (1). P. 102–108. <http://doi.org/10.1111/jvim.12249>
5. Den Toom, M. L., van Leeuwen, M. W., Szatmari, V., Teske, E. Effects of clopidogrel therapy on whole blood platelet aggregation, the Plateletworks® assay and coagulation parameters in cats with asymptomatic hypertrophic cardiomyopathy: a pilot study. *The veterinary quarterly*. 2017. № 37 (1). P. 8–15. <http://doi.org/10.1080/01652176.2016.1244618>
6. Duler, L., Scollan, K. F., LeBlanc, N. L. Left atrial size and volume in cats with primary cardiomyopathy with and without congestive heart failure. *Journal of veterinary cardiology*. 2019. № 24. P. 36–47. <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2019.04.003>
7. Fox, P. R., Keene, B. W., Lamb, K., Schober, K. A., Chetboul, V., Ohara, V. Y. T. International collaborative study to assess cardiovascular risk and evaluate long-term health in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy and apparently healthy cats: the REVAL study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018. № 32(3). P. 930-943. <http://doi.org/10.1111/jvim.15122>
8. Fuentes, V. L., Abbott, J., Chetboul, V., Cote, E., Fox, P. R., Häggström, J., Kittleson, M. D., Schober, K., Stern, J. A. ACVIM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2020. № 34 (3). P. 1062–1077. <http://doi.org/10.1111/jvim.15745>

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

9. Hassan, M. H., Abu-Seida, A. M., Torad, F. A., Hassan, E. A. Feline aortic thromboembolism: presentation, diagnosis, and treatment outcomes of 15 cats. *Open veterinary journal*. 2020. № 10 (3). P. 340–346. <http://doi.org/10.4314/ovj.v10i3.13>
10. Hogan, D. F. Feline cardiogenic arterial thromboembolism. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. № 47 (5). P. 1065–1082. <http://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.05.001>
11. Hogan, D. F., Fox, P. R., Jacob, K., Keene, B., Laste, N. J., Rosenthal, S., Sederquist, K., Weng, H. Y. Secondary prevention of cardiogenic arterial thromboembolism in the cat: The double-blind, randomized, positive-controlled feline arterial thromboembolism; clopidogrel vs. aspirin trial (FAT CAT). *Journal of Veterinary Cardiology*. 2015. № 17. P. 306–317, <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.10.004>
12. Kittleson, M.D., Cote, E. The feline cardiomyopathies: 1. General concepts. *Journal of feline medicine and surgery*. 2021. № 23 (11). P. 1009–1027. <http://doi.org/10.1177/1098612X211021819>
13. Kochie, S. L., Schober, K. E., Rhineheart, J., Winter, R. L., Bonagura, J. D., Showers, A., Yildes, V. Effects of pimobendan on left atrial transport function in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021. № 35 (1). P. 10–21. <http://doi.org/10.1111/jvim.15976>
14. Lo, S. T., Walker, A. L., Georges, C. J., Li, R. H. L., Stern, J. A. Dual therapy with clopidogrel and rivaroxaban in cats with thromboembolic disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2022. № 24 (4). P. 277–283. <http://doi.org/10.1177/1098612X211013736>
15. Matos, J.N., Payne, J.R., Seo, J., Fuentes, V.L. Natural history of hypertrophic cardiomyopathy in cats from rehoming centers: The CatScan II study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2022. № 36 (6). P. 1900–1912. <http://doi.org/10.1111/jvim.16576>
16. Mitropoulou, A., Hassdenteufel, E., Lin, J., Bauer, N., Wurtinger, G., Vollmar, C., Henrich, E., Hildebrandt, N., Schneider, M. Retrospective evaluation of intravenous enoxaparin administration in feline arterial thromboembolism. *Animals (Basel)*. 2022. № 12 (15). P. 1977. <http://doi.org/10.3390/ani12151977>
17. Oldach, M. S., Ueda, Y., Ontiveros, E. S., Fousse, S. L., Visser, L. C., Stern, J., A. Acute pharmacodynamics effects of pimobendan in client-owned cats with subclinical hypertrophic cardiomyopathy. *BMC Veterinary Research*. 2021. № 17 (1). P. 89. <http://doi.org/10.1186/s12917-021-02799-9>
18. Payne, J. R., Borgeat, K., Brodbelt, D. C., Connolly, D. J., Luis Fuentes, V. Risk factors associated with sudden death vs. congestive heart failure or arterial thromboembolism in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*. 2015. № 17. P. 318–328. <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.09.008>
19. Petrushko, A., Grushanska, N. Prevalence of feline cardiomyopathy phenotypes and arterial thromboembolism. *ScienceRise: Biological Science*. 2022. № 4 (33). P. 35–43. <http://doi.org/10.15587/2519-8025.2022.271011>
20. Reina-Doreste, Y., Stern, J. A., Keene, B. W., Tou, S. P., Atkins, C. E., DeFrancesco T. C., Ames, M. K., Hodge, T. E., Meurs, K. M. Case-control study of the effects of pimobendan on survival time in cats with hypertrophic cardiomyopathy and congestive heart failure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2014. № 245 (5). P. 534–539. <http://doi.org/10.2460/javma.245.5.534>
21. Schober, K. E., Rush, J. E., Fuentes, V. L., Glaus, T., Summerfield, N. J., Wright, K., Lehmkuhl, L., Wess, G., Sayer, M. P., Loureiro, J., MacGregor, J., Mohren, N. Effects of pimobendan in cats with hypertrophic cardiomyopathy and recent congestive heart failure: Results of a prospective, double-blind, randomized, nonpivotal, exploratory field study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2021. № 35 (2). P. 789–800. <http://doi.org/10.1111/jvim.16054>
22. Schoeman, J. P. Feline distal aortic thromboembolism: a review of 44 cases (1990–1998). *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 1999. № 1 (4). P. 221–231. <http://doi.org/10.1053/jfms.1999.0049>
23. Sharp, C. R., Blais, M. C., Boyd, C. J., Brainard, B. M., Chan, D. L., de Laforcade, A., Goggs, R., Guillaumin, J., Lynch, A., Mays, E., McBride, D., Rosati, T., Rozanski, E. A. 2022 Update

Петрушко А. С., Грушанська Н. Г.

of the consensus on the rational use of antithrombotics and thrombolytics in veterinary critical care (CURATIVE) Domain 6: Defining rational use of thrombolytics. *Journal of veterinary emergency and critical care (San Antonio, Tex.: 2001)*. 2022. № 32 (4). P. 446–470. <http://doi.org/10.1111/vec.13227>

24. Spalla, I., Boswood, A., Connolly, D.J., Fuentes, V.L. Speckle tracking echocardiography in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2019. № 33 (3). P 1232–1241. <http://doi.org/10.1111/jvim.15495>

25. Tosuwan, J., Surachetpong, S. D., Hunpravit, V. Assessment of left atrial myocardial deformation using two-dimensional speckle-tracking echocardiography in cats with cardiogenic and non-cardiogenic arterial thromboembolism. *Internal Journal of Veterinary Science & Medicine*. 2023. № 11 (1). P. 11–22. <http://doi.org/10.1080/23144599.2023.2196853>

References

1. Borgeat, K., Wright, J., Garrod, O., Payne, J. R., & Fuentes, V. L. (2014). Arterial thromboembolism in 250 cats in general practice: 2004–2012. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28 (1), 102–108. <http://doi.org/10.1111/jvim.12249>

2. Den Toom, M. L., van Leeuwen, M. W., Szatmari, V., & Teske, E. (2017). Effects of clopidogrel therapy on whole blood platelet aggregation, the Plateletworks® assay and coagulation parameters in cats with asymptomatic hypertrophic cardiomyopathy: a pilot study. *The veterinary quarterly*, 37 (1), 8–15. <http://doi.org/10.1080/01652176.2016.1244618>

3. Duler, L., Scollan, K. F., & LeBlanc, N. L. (2019). Left atrial size and volume in cats with primary cardiomyopathy with and without congestive heart failure. *Journal of veterinary cardiology*, 24, 36–47. <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2019.04.003>

4. Fox, P. R., Keene, B. W., Lamb, K., Schober, K. A., Chetboul, V.... Ohara, V. Y. T. (2018). International collaborative study to assess cardiovascular risk and evaluate long-term health in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy and apparently healthy cats: the REVAL study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(3), 930–943. <http://doi.org/10.1111/jvim.15122>

5. Fuentes, V. L., Abbott, J., Chetboul, V., Cote, E., Fox, P. R., Häggström, J., Kittleson, M. D., Schober, K., & Stern, J. A. (2020). ACVM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34 (3), 1062–1077. <http://doi.org/10.1111/jvim.15745>

6. Hassan, M. H., Abu-Seida, A. M., Torad, F. A., & Hassan, E. A. (2020). Feline aortic thromboembolism: presentation, diagnosis, and treatment outcomes of 15 cats. *Open veterinary journal*, 10 (3), 340–346. <http://doi.org/10.4314/ovj.v10i3.13>

7. Hogan, D. F. (2017). Feline cardiogenic arterial thromboembolism. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 47 (5), 1065–1082. <http://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.05.001>

8. Hogan, D. F., Fox, P. R., Jacob, K., Keene, B., Laste, N. J., Rosenthal, S., Sederquist, K., & Weng, H. -Y. (2015). Secondary prevention of cardiogenic arterial thromboembolism in the cat: The double-blind, randomized, positive-controlled feline arterial thromboembolism; clopidogrel vs. aspirin trial (FAT CAT). *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, 306–317. <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.10.004>

9. Holubova, H. (2021). Kaplan-Meier survival curves: simulation technique. *Scientific bulletin of National academy of statistics, accounting and audit*, 3-4, 15 – 22. <http://doi.org/10.31767/nasoa.3-4-2021.02>

10. Kittleson, M.D., & Cote, E. (2021). The feline cardiomyopathies: 1. General concepts. *Journal of feline medicine and surgery*, 23 (11), 1009–10027. <http://doi.org/10.1177/1098612X211021819>

11. Kochie, S. L., Schober, K. E., Rhineheart, J., Winter, R. L., Bonagura, J. D., Showers, A., & Yildes, V. (2021). Effects of pimobendan on left atrial transport function in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (1), 10–21. <http://doi.org/10.1111/jvim.15976>

12. Kostiuk, O.S., & Maryniuk, M.P. (2019). Papillary muscle evaluation in healthy cats and cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 9 (3), 88-94. <http://doi.org/10.31548/ujvs2019.03.013>
13. Lo, S. T., Walker, A. L., Georges, C. J., Li, R. H. L., & Stern, J. A. (2022). Dual therapy with clopidogrel and rivaroxaban in cats with thromboembolic disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24 (4), 277–283. <http://doi.org/10.1177/1098612X211013736>
14. Matos, J.N., Payne, J.R., Seo, J., & Fuentes, V.L. (2022). Natural history of hypertrophic cardiomyopathy in cats from rehoming centers: The CatScan II study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36 (6), 1900–1912. <http://doi.org/10.1111/jvim.16576>
15. Mitropoulou, A., Hassdenteufel, E., Lin, J., Bauer, N., Wurtinger, G., Vollmar, C., Henrich, E., Hildebrandt, N., & Schneider, M. (2022). Retrospective evaluation of intravenous enoxaparin administration in feline arterial thromboembolism. *Animals (Basel)*, 12 (15), 1977. <http://doi.org/10.3390/ani12151977>
16. Oldach, M. S., Ueda, Y., Ontiveros, E. S., Fousse, S. L., Visser, L. C., & Stern, J., A. (2021). Acute pharmacodynamics effects of pimobendan in client-owned cats with subclinical hypertrophic cardiomyopathy. *BMC Veterinary Research*, 17 (1), 89. <http://doi.org/10.1186/s12917-021-02799-9>
17. Payne, J. R., Borgeat, K., Brodbelt, D. C., Connolly, D. J., & Luis Fuentes, V. (2015). Risk factors associated with sudden death vs. congestive heart failure or arterial thromboembolism in cats with hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Cardiology*, 17, 318–328. <http://doi.org/10.1016/j.jvc.2015.09.008>
18. Petrushko, A., & Grushanska, N. (2022). Prevalence of feline cardiomyopathy phenotypes and arterial thromboembolism. *ScienceRise: Biological Science*, 4 (33), 35–43. <http://doi.org/10.15587/2519-8025.2022.271011>
19. Reina-Doreste, Y., Stern, J. A., Keene, B. W., Tou, S. P., Atkins, C. E., DeFrancesco T. C., Ames, M. K., Hodge, T. E., & Meurs, K. M. (2014). Case-control study of the effects of pimobendan on survival time in cats with hypertrophic cardiomyopathy and congestive heart failure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 245 (5), 534–539. <http://doi.org/10.2460/javma.245.5.534>
20. Schober, K. E., Rush, J. E., Fuentes, V. L., Glaus, T., Summerfield, N. J., Wright, K., Lehmkuhl, L., Wess, G., Sayer, M. P., Loureiro, J., MacGregor, J., & Mohren, N. (2021). Effects of pimobendan in cats with hypertrophic cardiomyopathy and recent congestive heart failure: Results of a prospective, double-blind, randomized, nonpivotal, exploratory field study. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35 (2), 789–800. <http://doi.org/10.1111/jvim.16054>
21. Schoeman, J. P. (1999). Feline distal aortic thromboembolism: a review of 44 cases (1990–1998). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 1 (4), 221–231. <http://doi.org/10.1053/jfms.1999.0049>
22. Sharp, C. R., Blais, M. C., Boyd, C. J., Brainard, B. M., Chan, D. L., de Laforcade, A., Goggs, R., Guillaumin, J., Lynch, A., Mays, E., McBride, D., Rosati, T., & Rozanski, E. A. (2022). 2022 Update of the consensus on the rational use of antithrombotics and thrombolytics in veterinary critical care (CURATIVE) Domain 6: Defining rational use of thrombolytics. *Journal of veterinary emergency and critical care (San Antonio, Tex.: 2001)*, 32 (4), 446–470. <http://doi.org/10.1111/vec.13227>
23. Skrypnyk, A. V. (2018). Mathematical models and experimental planning. *Methodological guidelines for post-graduate students of non-economic specialties*, Kyiv: NULES of Ukraine, 203 p.
24. Spalla, I., Boswood, A., Connolly, D.J., & Fuentes, V.L. (2019). Speckle tracking echocardiography in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33 (3), 1232–1241. <http://doi.org/10.1111/jvim.15495>
25. Tosuwan, J., Surachetpong, S. D., & Hunprasit, V. (2023). Assessment of left atrial myocardial deformation using two-dimensional speckle-tracking echocardiography in cats with cardiogenic and non-cardiogenic arterial thromboembolism. *Internal Journal of Veterinary Science & Medicine*, 11 (1), 11–22. <http://doi.org/10.1080/23144599.2023.2196853>

EFFECTIVENESS OF PIMOBENDAN IN CATS WITH CARDIOGENIC ARTERIAL THROMBOEMBOLISM

A. S. Petrushko, N. G. Grushanska

Abstract. *Cardiogenic arterial thromboembolism (CATE) is a common complication of cardiomyopathy in cats. Current research is aimed at developing effective protocols for the therapy and prevention of CATE. The main focus is on finding effective anticoagulants, antiaggregants, and methods that improve blood supply to the affected area. At the same time, interest in the use of pimobendan for the therapy of congestive heart failure in cats has increased among researchers. Published works show an increase in life expectancy in cats with hypertrophic cardiomyopathy (HCM) and a positive effect on left atrial function. Therefore, the study of the effect of pimobendan on life expectancy, the occurrence of relapses in cats according to CATE is relevant and became the goal of this work. The study included 24 animals that had a CATE incident due to HCM and lived more than 2 weeks after the crisis. Two groups were formed: the first - 13 cats that after stabilization of the condition received standard therapy (furosemide, ACE inhibitor, clopidogrel) and pimobendan; the second - 11 cats that received only standard therapy. The anamnesis, clinical examination, echocardiographic examination, and information about relapse, death or euthanasia were recorded in the animals. 91.7 % of cats were males, the average age was 7 ± 0.7 years. Dyspnoea, pulmonary edema, hypothermia, change in mental status, paresis and anemia of the affected limb were found in the majority. Two pelvic limbs were more often affected. Relapse occurred in 37.5 % of subjects. The time interval from the incident to the recurrence in the first group was 387.4 ± 104.5 and in the second 107.2 ± 32.1 days. Euthanasia was performed for 20.8 % of animals and was always associated with relapse. The survival time in the first group averaged 403.7 ± 104.0 , and in the second - 314 ± 47.3 days. The median survival time for the first group is 9.5 months and for the second 12.5. After the death of all the animals in the first group, 40 % of cats who received pimobendan remained alive. We didn't find statistical differences between the groups in the number of relapses, euthanasias, duration of life and survival. Was found a significant difference in the length of time before relapse. Pimobendan did not show a negative effect on life expectancy in cats according to CATE. The positive effect is probably not clear enough and needs to be studied in a larger cohort of animals.*

Keywords: congestive heart failure, hypertrophic cardiomyopathy, paresis, pulmonary edema, survival

ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ НА ПОКАЗНИКИ СИНОВІАЛЬНОЇ РІДИНИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОСТЕОАРТРОЗУ В КРОЛІВ

І. М. ГОРКАВА, аспірантка, <https://orcid.org/0000-0001-7305-2547>

E-mail: vet.dr.irynanickolaevna@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/dopovidi5\(105\).2023.018](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.018)

Анотація. Ветеринарні фахівці активно вивчають проблему остеоартрозів у тварин (коні, собаки, коти, кролі) і методів її подолання. На даний період існують класичні схеми лікування, які дають позитивні результати, а також активно впроваджується у ветеринарну практику – використання плазми, збагаченої тромбоцитами (PRP).

У зв'язку з цим дослідження викладені в цій статті були спрямовані на застосування ефективності та оцінки змін у тварин з експериментальним остеоартрозом колінного суглобу нестероїдних протизапальних препаратів у поєднанні з хондроїтином і глюкозаміном (класична схема лікування) та плазми збагаченої тромбоцитами.

Матеріалом дослідження була синовіальна рідина отримана від тварин з експериментально сформованим остеоартрозом колінного суглобу на 7, 14, 21 та 28 доби після початку лікування з використанням двох різних методів.

У тварин дослідної групи (класична схема лікування) на 7 му добу відмічали зменшення кількості нейтрофілів на 31 %, еозинофілів на 12,5 %, кількість лімфоцитів збільшилась на 31,3 %, а макрофагів зменшилась на 7 %. Показник кількості лімфоцитів збільшився на 7,3 %, в порівнянні з вихідним станом. На 14 ту добу кількість нейтрофілів знизилась на 61,5 %, еозинофілів на 45 %, макрофагів на 37,9 %, а кількість лімфоцитів збільшились на 4,5 % у порівнянні із 7 добою. На 21 добу кількість нейтрофілів зменшилась на 46,7 %, еозинофілів на 39,4 %, макрофагів на 51 %, показник кількості лімфоцитів збільшився на 10,9 % відносно 14 доби. На 28 му добу відмічали у зразках синовіальної рідини поодинокі нейтрофіли, еозинофіли, макрофаги, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини. Водночас показник кількості лімфоцитів збільшилось на 14,9 %, порівняно з показниками 21 доби, але залишається в межах референтних значень.

У тварин, яким використовували плазму, збагачену тромбоцитами на 7 добу відмічали зменшення кількості нейтрофілів на 54,7 %, еозинофілів на 33,7 %, макрофагів на 34 % відносно вихідного стану, а показник кількості лімфоцитів збільшилось на 34 % порівняно з вихідним станом. На 14 добу експерименту кількість нейтрофілів зменшилась на 60,5 %, еозинофілів на 37 %, а макрофагів на 34 %.

Горкава І. М., Малюк М. О.

макрофагів на 44,6 %, а кількість лімфоцитів збільшилась на 10,5 % відносно 7 доби, але знаходились в межах допустимих референтних значень. На 21 добу у тварин цієї групи в зразках синовіальної рідини відмічено поодинокі нейтрофіли, еозинофіли, макрофаги. Слід відмітити, що показник кількості лімфоцитів збільшився на 9,8 % у порівнянні з показниками 14 доби, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини. На 28 добу експерименту у синовіальній рідині відмічено поодинокі нейтрофіли і еозинофіли. При цьому кількість лімфоцитів збільшилась на 19,5 %, щодо 21 доби, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини.

Науковий матеріал експериментальних досліджень становить практичну цінність для застосування плазми збагаченої тромбоцитами за лікування тварин із остеоартрозом.

Ключові слова: синовіоцити, нестероїдні протизапальні засоби, хондроїтин, глюкозамін, апарат руху

Актуальність. За остеоартрозу поряд з деструктивними явищами набувають розвитку остеоіндукційні процеси, в яких беруть участь клітини лейкоцитарного ряду (лімфоцити, нейтрофіли, еозинофіли, базофіли та макрофаги) і клітини, що розташовані біля краю материнської кістки. Вони починають продукувати простагландини та низку інших біологічно-активних речовин. За травматичного ушкодження судин із гранул тромбоцитів виділяються цитокіни та фактори росту, які індукують додаткову міграцію клітин лейкоцитарною ряду в місце травми не лише з судинного русла, а й, у першу чергу, з місцевих джерел [1, 2].

Класична схема лікування остеоартрозу (ОА) застосовується досить широко тривалими курсами і має, як позитивні результати, так і безліч побічних реакцій, зокрема патології нирок, печінки, травного каналу (запалення, кровотечі, виразки). Ветеринарні фахівці

намагаються постійно контролювати таких пацієнтів і корегувати лікування.

Терапію плазмою, збагаченою тромбоцитами можна вважати новітнім напрямком лікування та корекції багатьох патологій, серед яких виділяють і остеоартроз колінного суглобу. Слід відмітити, що терапія аутологічними тромбоцитами знижує ризик виникнення багатьох ускладнень.

Початок використання PRP-матеріалів припав на 1970-ті роки і до 1980 інтерес до цих речовин суттєво зріс. Плазму, збагачену тромбоцитами попередньо використовували лише для лікування тяжких тромбоцитопеній різного генезу. І тільки згодом стали використовувати для ізоляції (закриття) ран у вигляді клеїв фібрину, тобто тромбоцитарному концентрату надавали гелеподібної форми внаслідок додавання хлориду кальцію та тромбіну, що зумовлювало

Горкава І. М., Малюк М. О.

полімеризацію фібрину [3]. В умовах сьогодення PRP – це компонент крові, який отримують із нативної крові шляхом центрифугування та відділення від еритроцитарної маси, результатом є плазма, збагачена тромбоцитами [2].

Коло нозологічних форм, за яких пропонується використання плазми, збагаченої тромбоцитами у гуманній медицині досить широке. Аутологічна плазма, збагачена тромбоцитами стимулює синтез колагену, індукцію росту судин, зменшує біль, прискорює регенерацію, знижує ризик післяопераційних інфекційно-запальних ускладнень, що зумовило їх використання у лікуванні ран м'яких тканин та індукції репаративного остеогенезу за кісткових дефектів, і різних форм суглобової патології. В цілому відбуваються накопичення клінічного матеріалу щодо застосування плазми, збагаченої тромбоцитами у різних напрямках гуманної медицини, таких як ортопедія, оториноларингологія, гінекологія, косметична та естетична хірургія, офтальмологія, загальна хірургія і стоматологія, а також плазми, збагаченої тромбоцитами активно використовують у ветеринарній практиці. Плазма, збагачена тромбоцитами, володіє потужними остеοіндуктивними властивостями, у зв'язку з чим її поєднують із різними остеοкондуктивними матеріалами,

використовуючи у травматології [2, 4].

Вступ. Остеοартроз колінного суглоба (ОА) – це захворювання, що характеризується дегенеративними змінами суглобового хряща, синовієм, що супроводжується сильним болем і набряком [5,6]. За ОА синовіальний об'єм збільшується, оскільки синовіальна оболонка запалюється і виділяє синовіальну рідину (англ. SF - synovial fluid) та її компоненти, такі як фактор некрозу пухлини (TNF) та інтерлейкіни (IL). Зменшення ступеня синовіту є важливою метою терапії за ОА [7].

Відомо, що хрящова тканина побудована із хондроцитів, протеогліканів і глікозаміногліканів; вона здатна до ремоделювання, самооновлення (проліферація та диференціація хондроцитів, синтез протеогліканів, колагену тощо) та катаболізму хряща з участю металопротеїнази (стромелізину, колагенази тощо). Баланс цих процесів забезпечує її нормальне функціонування. При остеοпорозі руйнівна дія агресивних ферментів домінує над процесами оновлення, і матрикс хряща поступово втрачає чітку волокнисту структуру. У місцях найбільш вираженої деструкції виникає запалення з розвитком реактивного синовіту, що призводить до появи клінічних симптомів захворювання [6].

Використання плазми, збагаченої тромбоцитами (англ. PRP –

Горкава І. М., Малюк М. О.

platelet-rich plasma) для відновлення хрящової тканини в ортопедичній хірургії, а також в області голови та шиї використовується досить активно в гуманній медицині. З'являється багато наукових повідомлень у закордонних і українських джерелах про позитивне використання аутологічної PRP під час регенерації хрящової тканини у дрібних домашніх тварин. Хрящова тканина має обмежену регенеративну здатність, головним чином через її безсудинну природу. Як наслідок, лікування дефектів хряща завжди було складним питанням для лікарів [8].

Синовіальна рідина – жовта прозора рідина, яку продукує синовіальна оболонка. Основною функцією синовіальної рідини є зволоження суглобових поверхонь кісток для зменшення тертя при рухах. В утворенні суглобової рідини велику роль відіграють лімфатичні і кровоносні судини синовіальної оболонки [9]. Через їх тонкі напівпроникні стінки відбувається ультрафільтрація лімфи та крові, їх компоненти частково проникають в суглоб із плазми через „гемато-синовіальний бар'єр”. З відфільтрованої рідини в подальшому і формується синовіальна. Цим можна пояснити подібність останньої зі складом плазми крові [10].

Синовіальна рідина з неураженого суглоба – це ультрафільтрат плазми,

модифікований секрецією гіалуронової кислоти, глікопротеїнів та інших макромолекул. Глюкоза та електроліти також можуть міститися в синовіальній рідині в концентраціях, еквівалентних концентраціям у плазмі. Однак протеїни з плазми включені в цей синовіальний діалізат можуть бути лише в незначній кількості. Синовіальна рідина виконує 2 основні функції: по-перше, це джерело живлення та видалення метаболітів із суглобових хондроцитів; по-друге, суглобова рідина змащує протилежні поверхні суглобового хряща, обмежуючи тертя та зношування під час контакту. Хоча гіалуронова кислота має деякі змащувальні властивості, глікопротеїни є основним джерелом зменшення тертя під час руху суглобів [11].

У нормі синовіальна рідина тонким шаром покриває суглобову порожнину. Її компоненти частково проникають в суглоб із плазми через „гемато-синовіальний бар'єр”, а деякі (гіалуронова кислота і любрицин) синтезуються синовіоцитами. Клітини, що містяться в синовіальній рідині - це в основному моноцити та лімфоцити, та меншою мірою гранулоцити які проникають туди з кровотоку, а також поодинокі синовіоцити [10].

При патологічних процесах кількість синовіальної рідини збільшується, також змінюються її фізико-хімічні властивості та

Горкава І. М., Малюк М. О.

клітинний склад, може відбуватись кристалізація деяких сполук та інфікування [10].

Є багато причин підвищення кількості синовіальної рідини та зміни її фізико-хімічних властивостей, вмісту окремих компонентів та клітин у суглобі, але найбільш часто це є запалення суглоба – артрит [10].

Лікування цієї патології у тварин досить складне і довготривале. Класична схема лікування складається з медикаментозної частини, дієти та альтернативних методів (тейпування, гідротерапевтичні ванни, водні доріжки, акупунктура, електрогідротерапія тощо) [12, 13]. Найбільш часто використовують за ОА такі препарати: нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП), габапентин (як заспокійливий з протибольовим ефектом), антибіотики при септичному перебігу [14, 15]. За ОА особливу увагу звертають на раціон. Калорійність кормів має важливе значення для контролю ваги тварини. Також додають кормові добавки у вигляді хондроїтину, глюкозаміну та вітамінні комплекси з омега 3 і омега 6 жирними кислотами [16].

Неефективність терапевтичних класичних методів лікування ОА призвела до зосередження уваги наукової спільноти на потенціалі збагаченої, тромбоцитами плазми, як нової стратегії відновлення хряща. У

цьому дослідженні була використана аутогенна плазма, збагачена тромбоцитами (PRP) на експериментальній тваринній моделі ОА шляхом прямої внутрішньосуглобової ін'єкції. При цьому науковці відмічали активацію хондрогенезу, зменшення проявів запального процесу [17, 18].

PRP-технології включають застосування тромбоцитів, що містяться у певному об'ємі плазми крові. Це кров'яні пластинки, діаметром 2–4 мкм. У кровоносному руслі вони циркулюють близько 9 – 11 діб, здатні до миттєвої адгезії, агрегації та секреції вмісту своїх гранул, першими накопичуються у великій кількості в ділянках пошкоджених стінок судини і оточуючих тканин. Тромбоцити містять практично всі можливі джерела активних форм кисню, такі як ксантиноксидаза, цитоплазматична НАД(Ф), мітохондрії і ферменти, що каталізують перетворення арахідонової кислоти. Активні форми кисню виконують безліч функцій в організмі: участь у реакціях окисного фосфорилування, біосинтезу простагландинів і нуклеїнових кислот, у процесах мітозу та розпаду фагоцитованих клітин бактерій (Griffin X., 2009; Manafi A., 2012; Шевченко С., 2023) [2, 19, 20]

У тромбоцитах є гранули, які виконують функцію основних резервуарів різноманітних біологічно активних речовин. Перші з них

Горкава І. М., Малюк М. О.

представлені органелами, зв'язаними із лізосомами, та містять кальцій, магній, серотонін, гістамін, а також пурини – аденозиндифосфорна кислота (аденозиндифосфат – АДФ) і аденозинтрифосфорна кислота (аденозинтрифосфат – АТФ), тоді як α -гранули містять фактори росту в неактивній формі [2, 4, 17].

Активация тромбоцитів відбувається низкою стимуляторів (тромбін, хлорид кальцію, колаген тощо) внаслідок контакту зі специфічними рецепторами, розташованими на їх поверхні, або ж унаслідок взаємодії з колагеном, фактором Віллебранда та іншими адгезивними білками. При цьому підвищується внутрішньоклітинна концентрація іонів кальцію, внаслідок чого білки клітинної мембрани тромбоцитів опосередковують адгезію і агрегацію. Загалом, завдяки складній і багаторівневій організації, тромбоцити здійснюють і контролюють адгезію, агрегацію і первинний судинно-тромбоцитарний гемостаз, ангіотрофічну та репаративну функції, що стало підставою до використання їх концентратів чи комбінації із фібрином і лейкоцитами за різноманітної патології. Відомо, що тромбоцитам належить суттєва роль у репаративному остеогенезі завдяки дії їх паракринних біомолекул – факторів росту та цитокінів, які виконують певну роль у процесах відновлення пошкоджених структур:

запаленні, синтезі колагену та ініціації ангіогенезу. Фактори росту, що зосереджені в α -гранулах тромбоцитів, здатні індукувати регенерацію тканин шляхом інфільтрації, росту, диференціювання, міграції та апоптозу клітин [2].

Серед них вирішальна роль у регенерації різновидів сполучної тканини належить PDGF і TGF- β . PDGF (platelet-derived growth factor) — тромбоцитарний фактор росту, який секретується, головним чином, тромбоцитами, але також і моноцитами, макрофагами та ендотеліоцитами. Для його транспортування необхідний $\alpha 2$ -макроглобулін. Мітогенний ефект цього фактору поширюється на пул клітин кісткової тканини та на фібробласти пухкої сполучної тканини. Також він здатний посилювати синтез колагену 1-го типу – основного органічного компоненту кісткової тканини, стимулює її резорбцію внаслідок збільшення кількості остеокластів. Трансформуючий фактор росту (TGF- β – transforming growth factor-beta) – секретується остеобластами та остеокластами, займає одне з ключових місць у метаболізмі кісткової тканини, індукуючи проліферацію остеогенних клітин та основної речовини кісткової тканини. Також у гранулах тромбоцитів містяться такі речовини, як VEGF (vascular endothelial growth factor) –

Горкава І. М., Малюк М. О.

судинний ендотеліальний фактор росту, який надзвичайно важливий для ендохондральної осифікації, оскільки забезпечує процес васкуляризації кісткового мозоля. Він зберігає активність впродовж усього періоду зростання і ремоделювання кісткової тканини. Поряд з цим IGF I і II (insulin-like growth factor) – інсуліноподібні фактори росту, що стимулюють синтез колагену, забезпечують активацію і проліферацію остеобластів та беруть участь в утворенні хрящової тканини. Водночас, фактор росту фібробластів (fibroblast growth factor – FGF) одним із перших розпочинає діяти за консолідації переломів, беручи участь у хондрогенезі, тобто у формуванні первинного кісткового мозоля [2, 17, 18].

Активация тромбоцитів PRP призводить до вивільнення різних факторів росту, включаючи тромбоцитарний фактор росту (PDGF), трансформуючий фактор росту (TGF), тромбоцитарний фактор ангіогенезу (PDGF), фактор росту ендотелію судин (VEGF), інсулін, подібний фактор росту (IGF)-I, тромбоцитарний фактор (PF-4) і епідермальний фактор росту (EGF) [19, 20].

Мета дослідження: вивчити вплив різних методів лікування на зміни синовіальної рідини у кролів за експериментального остеоартрозу колінного суглоба.

Матеріали і методи.

Дослідження проводили на кролях-самцях (18 голів) породи Англійський плямистий «Метелик» віком 4 місяці, вагою від 2,5 до 2,8 кг, клінічно здорові. Вони були розділені на три групи: контрольна група – 6 тварин; перша дослідна група – 6 тварин; друга дослідна група – 6 тварин. Всім групам тварин – моделювали експериментальний ОА шляхом внутрішньосуглобового введення 4 % розчину ретинолу ацетату і коєвої кислоти (препарат Yellow peel, Medicare, Німеччина) в дозі 0,7 мл. Внутрішньосуглобове введення проводили за допомогою голки 23 G (0,6 * 32 мм) з інтервалом 7 діб дворазово [21]. Під час моделювання експериментального остеоартрозу проводили загальне спостереження за тваринами, а також пункцію порожнини колінного суглобу [3, 4]. Після моделювання експериментального остеоартрозу контрольній групі тварин – внутрішньосуглобове вводили ізотонічний 0,9 % розчин NaCl в дозі 0,7 мл.; першій дослідній групі тварин – проводили лікування за класичною схемою; другій дослідній групі тварин – проводили лікування шляхом внутрішньосуглобового введення збагаченої, тромбоцитами плазми (PRP) в дозі 0,7 мл. 1 раз на тиждень, трикратно.

Макроскопічні, мікроскопічні та цитологічні дослідження проводили на базі лабораторії ННЛ «Банк крові

Горкава І. М., Малюк М. О.

тварин» кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І. О. Поваженка факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Тварини дослідних груп забезпечені збалансованим харчуванням і щоденним вигулом за межами клітки.

Отже, першій дослідній групі тварин проходили лікування відповідно до класичної схеми. Тваринам було призначено нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП), а саме карпрофен (препарат Рікарфа, KRKA d.d.) у дозі 4 мг/кг ваги тварини 1 раз у 24 години перорально, 7 діб [6, 7, 14, 16]. Додатково тварини отримували збалансоване харчування з додаванням в раціон комплексу з хондроїтином та глюкозаміном у дозі 1 таблетка 1 раз у 24 години впродовж 30 діб (Chondro for cats, Canvit).

Другій дослідній групі тварин проводили терапію плазмою, збагаченою тромбоцитами [3, 4, 23]. У тварин під загальним наркозом відповідно до безпечних анестезіологічних протоколів „STANDARD OPERATING PROCEDURE #114 RABBIT ANESTHESIA„ [22] проводили забір 10 мл крові із яремної вени у пробірку із антикоагулянтом (цитрат натрію), щоб запобігти активації тромбоцитів перед його використанням [23]. Кров

відбирали для отримання плазми збагаченої тромбоцитами.

Методика отримання плазми збагаченої тромбоцитами (PRP). Периферичну кров у кроля відбирали із яремної вени за допомогою голки-метелика у шприц із цитратом натрію. Відібрану кров переносили у стерильні пробірки. Для отримання PRP використовували двоступеневий метод центрифугування крові. При цьому перше центрифугування здійснювали при 1500 об/хв впродовж 7 хв. Шар багатий тромбоцитами плазми та лейкоцити відбирали. Суспензію знову центрифугували при 4000 об/хв впродовж 10 хв. Супернатант видаляли, залишаючи на дні пробірки 1 мл плазми, збагаченої тромбоцитами. [3,4, 23].

Плазму збагачену тромбоцитами відразу відбирали у шприц та за допомогою внутрішньосуглобової ін'єкції вводили дослідним тваринам в колінний суглоб. Процедуру проводили під загальним наркозом зі знеболенням відповідно до безпечних анестезіологічних протоколів „STANDARD OPERATING PROCEDURE #114 RABBIT ANESTHESIA„ [22].

Пункцію суглобу проводили дотримуючись правил асептики та антисептики під загальним наркозом відповідно до безпечних анестезіологічних протоколів „STANDARD OPERATING PROCEDURE #114 RABBIT ANESTHESIA,, [22] та принципів

проведення анестезії відповідно до настанов „Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses,, [24] (Рис.1). А саме використовували для седації препарат „Дексметомедин,, в дозуванні 0.05-0.2 mg/kg та для індукції використовували „Пропофол 1 %,, в дозуванні 1-2 mg/kg .

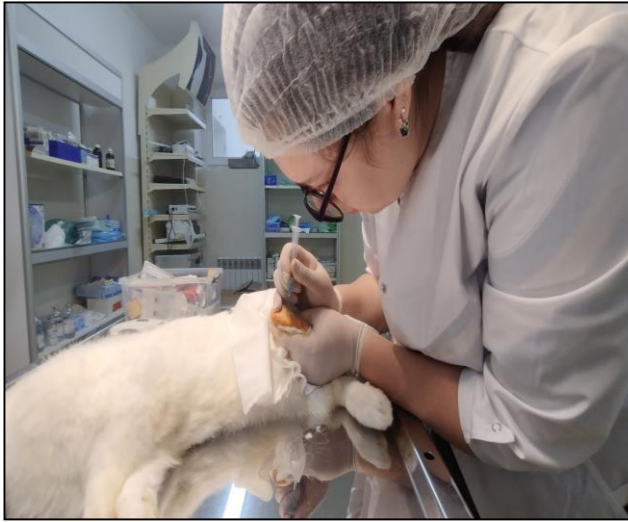


Рис 1. Пункція суглобу в кроля.

Пункцію суглоба проводили таким чином. У більшості випадків артроцентез виконується в положенні пацієнта лежачи на боці, а зразок береться з самого верху. Пальпація суглоба під час ручного згинання та розгинання допомагає визначити простір, у який потрібно увійти. При медіальному доступі позаду надколінника голку (22 G) вводили нижче широкого медіального м'язу (*m. vastus medialis*), між медіальним надвиростком стегнової кістки та центром надколінника, скеровуючи її краніально – кінець голки знаходиться у наднаколінковому заглибленні (*bursa suprapatellariis*) із

мінімальним ризиком пошкодження хряща надколінника і хряща стегнової кістки. При латеральному доступі немає необхідності обходження м'яза. При цьому, голку (22 G) вводили латерально на межі середньої та верхньої 1/3 частини надколінника, на половині відстані між надколінником та надвиростком стегнової кістки. Поршень шприца слід відпустити перед тим, як голку витягнути зі суглобової щілини [10].

Із суглобової порожнини аспірували синовіальну рідину, після чого накладали стерильну компресійну пов'язку [10].

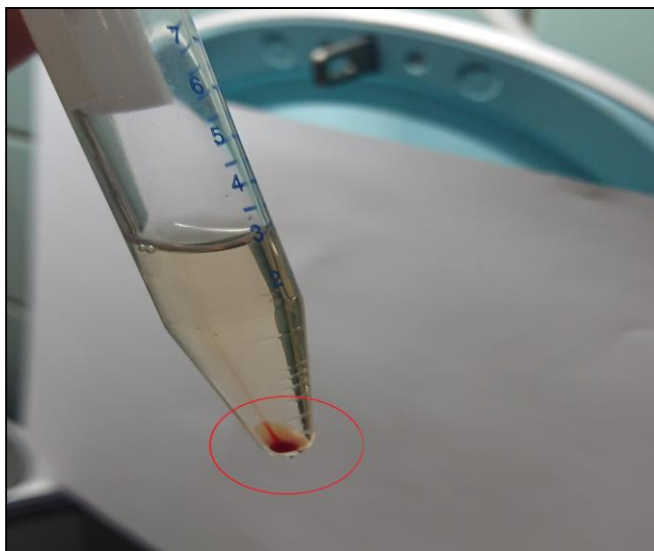


Рисунок 1. Осаджені тромбоцити

Після відбору синовіальної рідини проводили цитологічні дослідження (визначали кількість нейтрофілів, еозинофілів, лімфоцитів, макрофагів, синовіальних клітин, наявність бактерій). Виготовлені мазки фарбували за цитологічним методом фарбування Романовським-Гімзою (Сімко) [10, 27] для вивчення методом оптичної мікроскопії. Візуальну оцінку стану синовіальної рідини і її в'язкості робили під час пункції.

Мікроскопічні дослідження клітин (після фарбування за методикою Романовського-Гімзе) та їх фотографування проводили за допомогою мікроскопу – Sigeta Biogenic LED (Китай) із вмонтованою камерою для мікроскопа Sigeta MDC-560 CCD (Китай).

Статистичну обробку одержаних цифрових даних проводили за допомогою пакету статистичних програм Microsoft Excel. Статистично достовірним результатом вважали

різницю між величинами, при якій коефіцієнт (P) був не більше 0,05, що є загальноприйнятим у біологічних дослідженнях.

Результати та їх обговорення.

Проведення дослідження синовіальної рідини має не лише важливу діагностичну мету, а й дозволяє проводити моніторинг якості проведеного лікування патологічного процесу.

У тварин контрольної групи (табл. 1) на 7 добу відмічали кульгавість та знижену активність. Колір синовіальної рідини рожевий, мутний. Кількість нейтрофілів зменшилось на 2,17 %, еозинофілів зменшилось на 11,1 % та макрофагів зменшилось на 5,8 % відносно вихідного стану. Слід відмітити, що досліджувані показники залишаються вище допустимих референтних значень. Показник кількості лімфоцитів збільшився на 4,5 %, порівняно з вихідним станом, але залишається нижче референтних

Горкава І. М., Малюк М. О.

значень. Також в цитологічних зразках відмічали клітини Тутона – багатоядерні пінисті клітини гістіоцитарного походження, що вказує на дегенеративні зміни в суглобі тварин.

1. Зміни синовіальної рідини у кролів контрольної групи за експериментального остеоартрозу, ($M \pm m$, $n=6$)

Показники	Вихідний стан	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
Колір	Рожевий	Рожевий	Рожевий	Солом'яний	Солом'яний
Вязкість	++	++	++	++	++
Прозорість	мутна	мутна	мутна	мутна	мутна
Нейтрофіли, %	46 $\pm$ 0,9	45,7 $\pm$ 0,9	43,6 $\pm$ 0,9*	42,8 $\pm$ 1,2	41,7 $\pm$ 0,8****
Еозинофіли, %	8 $\pm$ 0,6	7,2 $\pm$ 0,8	6,4 $\pm$ 0,7	6,3 $\pm$ 0,7	5,4 $\pm$ 0,5
Лімфоцити, %	22 $\pm$ 0,7	23 $\pm$ 0,7	27,3 $\pm$ 1,0	29,3 $\pm$ 0,7**	33,2 $\pm$ 0,8
Макрофаги, %	17 $\pm$ 0,6	16 $\pm$ 0,3	15 $\pm$ 0,3**	14,3 $\pm$ 0,3	13,3 $\pm$ 0,4
Синовіальні клітини, / 100 лейкоцитів	7 $\pm$ 0,5	8,1 $\pm$ 0,7	7,7 $\pm$ 0,7	7,3 $\pm$ 0,5	6,4 $\pm$ 0,5
Наявність бактерій	негативно	негативно	негативно	негативно	негативно

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; **** - $p < 0,001$ порівняно з вихідним станом

На 14 добу відмічали кульгавість та знижену активність тварин. Колір синовіальної рідини рожевий, мутний. Кількість нейтрофілів зменшилась на 4,8 %, еозинофілів зменшилось на 11,1 % та макрофагів зменшилось на 6,2 % відносно показників сьомої доби, але все ще вище допустимих референтних значень. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 18,7 %, порівняно з показниками сьомої доби, але залишається нижче референтних значень. У цитологічних зразках виявляли клітини Тутона, що вказує на дегенеративні зміни в суглобі дослідних тварин за експериментального остеоартрозу.

На 21 добу відмічали кульгавість та знижену активність. Колір

синовіальної рідини солом'яний, мутний. Кількість нейтрофілів зменшилась на 1,8 %, еозинофілів зменшилась на 1,5 % та макрофагів зменшилась на 4,6 % порівняно з показниками 14 доби, але були все ще вище допустимих референтних значень. Кількості лімфоцитів збільшилось на 7,3 %, порівняно з показниками 14 доби, але залишається нижче референтних значень. Отже, цитологічні показники синовіальної рідини колінного суглобу в кролів контрольної групи вказують на хронічний запальний процес.

На 28 му добу відмічали кульгавість та знижену активність. Колір синовіальної рідини солом'яний, мутний. Кількість

Горкава І. М., Малюк М. О.

нейтрофілів зменшилась на 2,5 %, еозинофілів зменшились на 14 %, макрофагів зменшились на 6,9 % відносно показників 21 доби. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 13,3 %, порівняно з показниками 21 доби. Данні зміни вказують на перехід запального процесу в хронічну стадію із подальшим руйнуванням хрящової тканини. Наші дослідження відповідають дослідженням Parra-Cosa A et al. [14].

У тварин першої дослідної групи (табл. 2) на 7 добу відмічали зменшення кульгавості, у деяких особин виникли розлади травного каналу у вигляді діареї, тому в корм додавали дубильні речовини у вигляді

кори дуба і збільшили об'єм сіна в раціоні. Колір синовіальної рідини солом'яний, дещо мутний. Кількість нейтрофілів зменшилась на 31 %, еозинофілів зменшилась на 12,5 %, лімфоцитів збільшилась на 31,3 % та макрофагів зменшилась 7 % в порівнянні з вихідним станом. Слід відмітити, що дані показники знаходились в межах допустимих референтних значень. Що вказує на зменшення інтенсивності запального процесу через використання нестероїдних протизапальних препаратів (НПЗП). Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 7,3 %, порівняно з показниками вихідного стану, але також нижче референтних значень.

2. Зміни синовіальної рідини у кролів першої дослідної групи за експериментального остеоартрозу, ($M \pm m$, $n=6$)

Показники	Вихідний стан	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
Колір	Рожевий	Рожевий	Солом'яний	Солом'яний	Безбарвний
Вязкість	++	++	++	+++	+++
Прозорість	мутна	мутна	прозора	прозора	прозора
Нейтрофіли, %	46 $\pm$ 0,9	31,7 $\pm$ 1,8***	12,2 $\pm$ 0,5***	6,5 $\pm$ 0,5***	поодинокі
Еозинофіли, %	8 $\pm$ 0,6	7 $\pm$ 0,6*	3,8 $\pm$ 0,3***	2,3 $\pm$ 0,2***	поодинокі
Лімфоцити, %	22 $\pm$ 0,7	28,9 $\pm$ 0,9*	30,2 $\pm$ 1,0**	33,5 $\pm$ 1,1***	38,5 $\pm$ 1,2***
Макрофаги, %	17 $\pm$ 0,6	15,8 $\pm$ 0,4***	9,8 $\pm$ 0,6***	4,8 $\pm$ 0,3***	поодинокі
Синовіальні клітини, / 100 лейкоцитів	7 $\pm$ 0,5	6,6 $\pm$ 0,6	6,3 $\pm$ 0,2	5,3 $\pm$ 0,2***	5 $\pm$ 0,2***
Наявність бактерій	негативно	негативно	негативно	негативно	негативно

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ порівняно з вихідним станом

На 14 добу відмічали незначну кульгавість, діареї після корекції раціону не відмічали. Колір синовіальної рідини солом'яний, прозорий. Кількість нейтрофілів

знизилась на 61,5 %, еозинофілів знизилась на 45 %, макрофагів знизилась на 37,9 % в порівнянні із 7 добою. Показник кількості лімфоцитів збільшились на 4,5 %,

Горкава І. М., Малюк М. О.

порівняно з показниками 7 доби, але залишається нижче референтних значень.

На 21 добу відмічали відсутність кульгавості. Колір синовіальної рідини солом'яний, прозорий. Кількість нейтрофілів зменшилась на 46,7 %, еозинофілів зменшилась на 39,4 %, макрофагів зменшилось на 51 % щодо 14 доби, але знаходився в межах референтних значень. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 10,9 %, порівняно з показниками 14 доби, але залишався нижче референтних значень. Зміни цитологічного складу синовіальної рідини свідчать про зменшення інтенсивності запального процесу в середині суглобу дослідних тварин та вказують на призупинення руйнування хрящової поверхні суглоба.

На 28 добу відмічали відсутність кульгавості, діареї після корекції раціону не відмічали. Колір синовіальної рідини безбарвний, прозорий і в'язкий. У зразках синовіальної рідини відмічено поодинокі нейтрофіли, еозинофіли, макрофаги, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини. Водночас показник кількості лімфоцитів збільшилось на 14,9 %, порівняно з показниками 21 доби, але залишається в межах референтних значень. Данні зміни вказують на перехід запального процесу у стан ремісії. Наші дослідження та

результати відповідають дослідженням результатам ряду авторів Parra-Coca A, 2021, Stephanie Howe, 2022 [14, 15]. Схожість наших досліджень полягає в отриманні позитивних результатів при використанні нестероїдних протизапальних препаратів в поєднанні з харчовою добавкою, яка містить хондроїтин і глюкозамін, але дана методика потребує періодичного використання курсом в 3-6 місяців залежно від факторів впливу на суглоб. Відмінність наших досліджень у виборі діючої речовини нестероїдного протизапального препарату. У нашому дослідженні ми обрали не препарат мелоксикаму, а препарат на основі діючої речовини карпрофен. Такий вибір був пов'язаний з поширеністю використання карпрофену серед ортопедичних пацієнтів.

У тварин другої дослідної групи (табл. 3) на 7 добу відмічали суттєве зменшення кульгавості, водночас спостерігали незначний дискомфорт в ділянці де був прокол від внутрішньосуглобового введення плазми, збагаченої тромбоцитами. Колір синовіальної рідини солом'яний, мутний. Кількість нейтрофілів зменшилась на 54,7 %, еозинофілів зменшилась на 33,7 %, макрофагів зменшилась на 34 % порівняно з вихідним станом. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 34 %, порівняно з вихідними показниками. Данні

Горкава І. М., Малюк М. О.

показники свідчать про те, що знижується, патологічний процес інтенсивність запального процесу сповільнюється.

3. Зміни синовіальної рідини у кролів другої дослідної групи за експериментального остеоартрозу, ($M \pm m$, $n=6$)

	Вихідний стан	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
Колір	Рожевий	Рожевий	Солом'яний	Безбарвний	Безбарвний
Вязкість	++	++	++	+++	+++
Прозорість	мутна	мутна	мутна	прозора	прозора
Нейтрофіли, %	$46 \pm 0,9^{***}$	$20,8 \pm 1,9^{***}$	$8,2 \pm 0,5^{***}$	поодинокі	поодинокі
Еозинофіли, %	$8 \pm 0,6$	$5,3 \pm 0,4^{***}$	$3,3 \pm 0,4^{***}$	поодинокі	поодинокі
Лімфоцити, %	$22 \pm 0,7$	$29,5 \pm 0,9^*$	$32,6 \pm 1,4^{***}$	$35,8 \pm 1,0^{***}$	$42,8 \pm 0,8^{***}$
Макрофаги, %	$17 \pm 0,6$	$11,2 \pm 0,5^{***}$	$6,2 \pm 0,4^{***}$	поодинокі	поодинокі
Синовіальні клітини, / 100 лейкоцитів	$7 \pm 0,5$	$6,6 \pm 0,6$	$6,2 \pm 0,5$	$5,8 \pm 0,4^*$	$5,2 \pm 0,4^{**}$
Наявність бактерій	негативно	негативно	негативно	негативно	негативно

Примітка: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ порівняно з вихідним станом

На 14 ту добу експерименту кульгавість у тварин не відмічали. Колір синовіальної рідини солом'яний, прозорий. Кількість нейтрофілів зменшилась на 60,5 %, еозинофілів зменшилась на 37 %, макрофагів зменшилась на 44,6 % відносно 7 доби, але знаходився в межах допустимих референтних значень. Показник кількості лімфоцитів збільшився на 10,5 %, порівняно з показниками 7 доби. Зміни показників синовіальної рідини при цитологічному дослідженні вказують на зниження інтенсивності запального процесу в суглобі.

На 21 добу у тварин другої дослідної групи кульгавість не відмічали. Колір синовіальної рідини солом'яний, прозорий. У зразках синовіальної рідини відмічено

поодинокі нейтрофіли, еозинофіли, макрофаги, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 9,8 %, порівняно з показниками 14 доби, але залишався в межах референтних значень. Дані зміни показників характеризують зникнення запального внутрішньосуглобового процесу та перехід в стадію ремісії.

На 28 добу експерименту колір синовіальної рідини безбарвний, прозорий і в'язкий. В зразках синовіальної рідини відмічено поодинокі нейтрофіли, еозинофіли, макрофаги, що відповідає фізіологічній нормі складу синовіальної рідини. Кількість макрофагів зменшилась на 19,5 %

Горкава І. М., Малюк М. О.

порівняно з станом на 21 добу, але знаходяться в межах допустимих референтних значень. Показник кількості лімфоцитів збільшилось на 19,4 %, порівняно з показниками 21 доби. Данні зміни вказують на перехід захворювання в стадію ремісії. Результати цих досліджень узгоджуються із даними ряду авторів [8, 17]. Подібні дослідження ми відмічали у Bielecki T., (2012), Manafi A., (2012), Kalbkhani M., (2014) та Шевченко С. М., (2023) [2, 3, 8, 17], різниця в дослідженні з деякими авторами полягала лише в методиці формування патологічного процесу. Отже, подібність наших наукових досліджень із рядом вище зазначених авторів полягає в тому, що використанні плазми, збагаченої тромбоцитами за патології різновидів сполучної тканини дає більш виражений клінічний ефект, порівняно із використанням класичних схем лікування.

Отже, обидві схеми лікування дали клінічний ефект. Слід зазначити, що при медикаментозній корекції нестероїдними протизапальними препаратами у тварин відмічались побічні реакції у вигляді розладів роботи травного каналу, тому в класичну схему лікування були вимушені додати препарати для корекції цих порушень.

Схема лікування, яка полягала в використанні аутологічної плазми збагаченої тромбоцитами дала клінічний ефект та позитивні зміни в

дослідженні синовіальної рідини швидше, та не мала побічних реакцій з боку організму дослідних тварин.

Висновки

1. У контрольній групі тварин за весь період перебігу експериментального остеоартрозу зберігається кульгавість у тварин. Синовіальна рідина залишалась мутною із збереженим солом'яним відтінком.

2. Цито-морфологічні зміни синовіальної рідини в контрольній групі тварин не мали фізіологічно значимих змін. Кількість нейтрофілів на 7 добу мали тенденцію до зменшення на 2,17 % порівняно із вихідним станом, на 14 добу їх кількість знизилась на 4,8 % порівняно з 7 добою на 21 добу їх кількість знизилась на 1,8 % відносно 14 доби, на 28 добу кількість цих клітин знизилась на 2,5 % порівняно з показниками 21 доби. Кількість лімфоцитів на 28 добу від початку дослідження збільшився на 50 %. Дані зміни щодо клітин синовіальної рідини свідчать про перехід гострого запального процесу в хронічну стадію із подальшим руйнуванням хрящової тканини.

3. Тваринам, яким застосовували класичну схему лікування за експериментального остеоартрозу відмічали покращення їх фізіологічної активності та відсутність кульгавості на 21 добу. Колір синовіальної рідини до 28 доби

Горкава І. М., Малюк М. О.

став прозорий і безбарвний, що свідчить про перехід в стан ремісії.

4. У тварин дослідної групи, яким використовували класичну схему лікування за експериментального остеоартрозу, цито-морфологічні зміни синовіальної рідини вказують на поступове зменшення інтенсивності запального процесу. Так, на 28 добу від початку лікування відмічали лише поодинокі нейтрофіли, еозинофіли та макрофаги у синовіальній рідині тварин. Кількість лімфоцитів у синовіальній рідині збільшилась на 72,3 %, що відповідало межах референтних значень. Такі зміни вказують на призупинення дегенеративних змін в суглобі та перехід в стан ремісії.

5. Тваринам дослідної групи, яким вводили внутрісуглобово плазму, збагачену тромбоцитами за

експериментального остеоартрозу на 7 добу відмічали зменшення кульгавості, але відмічалась болючість за пальпації колінного суглоба. Синовіальна рідина на 21 добу була безбарвна, прозора, в'язкої консистенції, що відповідає фізіологічній нормі.

6. Цито-морфологічні показники синовіальної рідини у тварин, яким вводили плазму, збагачену тромбоцитами в дослідних зразках синовіальної рідини на 21 добу відмічено поодинокі нейтрофіли, еозинофіли та макрофаги. Рівень лімфоцитів збільшився на 90 % і це збільшення відповідає референтним значенням. Данні дослідження свідчать про покращення стану суглоба вже на 21 добу введення плазми, збагаченої тромбоцитами.

Список використаних джерел

1. Matthew C. Walsh, N. K. (2006). OSTEOIMMUNOLOGY: Interplay Between the Immune System and Bone Metabolism. Annual Review of Immunology, 24(1), сс. 33–63. doi:10.1146/annurev.immunol.24.021605.090646
2. Шевченко, С. М. (2023). Клініко-експериментальне обґрунтування імплантації тромбоцитарних концентратів та їх композитів із кальцій-фосфатною керамікою за переломів кісток у собак. Біла Церква, Україна: Білоцерківський національний аграрний університет.
3. Bielecki T., M. D. (2012). Platelet-Rich Plasma (PRP) and Platelet-Rich Fibrin (PRF): Surgical Adjuvants, Preparations for In Situ Regenerative Medicine and Tools for Tissue Engineering. Current Pharmaceutical,

13, сс. 1121–1130. doi:10.2174/138920112800624292

4. Tendinopathies and platelet-rich plasma (PRP): from pre-clinical experiments to therapeutic use. Journal of Stem Cells and Regenerative Medicine, 11(1), сс. 7–17. doi:10.46582/jsrm.1101003

5. Yuyan Wang, D. W. (07 October 2020 p.). Synovial fluid lubricin increases in spontaneous canine cruciate ligament rupture. (16725). Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Cornell University, Ithaca, NY,, USA: Scientific Reports. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-020-73270-2

6. Денесюк В. І, , Д. (2019). Остеоартроз. у з. р. Коваленка (Ред.), Внутрішня медицина. Підручник для студентів закладів вищої медичної освіти III–IV рівня акредитації та лікарів післядипломної освіти на основі

Горкава І. М., Малюк М. О.

рекомендацій доказової медицини (Т. Розділ 6. Ревматичні хвороби, с. 960 с. + 8 с. кол. вкл.). Київ, Україна: Моріон. doi:ISBN 978-966-2066-74-6

7. Luo, Q., Qin, X., Qiu, Y., Hou, L., & Yang, N. The change of synovial fluid proteome in rabbit surgery-induced model of knee osteoarthritis. *American journal of translational research*. 2018. 10(7), 2087–2101.

8. Manafi, A., Kaviani Far, K., Moradi, M., Manafi, A., & Manafi, F. Effects of platelet-rich plasma on cartilage grafts in rabbits as an animal model. *World journal of plastic surgery*, 2012. 1(2), 91–98.

9. Паламарчук, Л. С. (2000 - 2013). «Словник української мови». (В. М. ін., Ред.) Київ: НАН України, Інститут мовознавства ім. О. О. Потебні, Інститут української мови ; 2000

10. Дослідження синовіальної рідини. (2018/19). у П. Г. ВОЙЦЕХ БОДЗОНЬ, & А. І. Яремчук-Качмарчик Адріана (Ред.), *Внутрішні хвороби. Підручник, заснований на принципах доказової медицини* (А. І. ін., Перекл., с. 1632). Краков, Польща: «ПРАКТИЧНА МЕДИЦИНА». 2018

11. Caitlyn R. Martinez, D. a. (5 Oct 2016 p.). Preanalytical Considerations for Joint Fluid Evaluation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*(47(1)), сс. 111–122. doi:10.1016/j.cvsm.2016.07.007

12. Vets4Pets. (2020). Rabbit Arthritis. Vets4Pets: <https://www.vets4pets.com/pet-health-advice/rabbit-advice/rabbit-arthritis/>

13. Sharifah Zakiah Syed Sulaiman 1, W. M. (23 Feb. 2022 p.). Synovial fluid proteome profile of surgical versus chemical induced osteoarthritis in rabbits. doi:10.7717/peerj.12897

14. Parra-Coca A, B.-M. A. (1 December 2021 p.). Pharmacokinetic Appraisal of Carprofen Delivery from Intra-Articular Nanoparticles: A Population Modeling Approach in Rabbits. (N. U. Andrea Erxleben, & U. o. Elisabetta Gavini, Ред.) *The 1st International Electronic Conference on Pharmaceutics*(78(1)), 11. doi:10.3390/IECP2020-08677

15. Stephanie Howe, D. (27 Jul. 2022 p.). Carprofen (Rimadyl®). Отримано з PetMD: <https://www.petmd.com/pet-medication/rimadyl-carprofen>

16. Anna Scotto d'Abusco, A. C. Effects of intra-articular administration of glucosamine and a peptidyl-glucosamine derivative in a rabbit model of experimental osteoarthritis: a pilot study. doi:10.1007/s00296-007-0463-x

17. Morteza Kalbkhani, S. N. Effects of Platelet Rich Plasma (PRP) in Treatment of Experimentally Induced Osteoarthritis in Rabbit's Knee Joint. (Amarpal, Ред.) *Advances in Stem Cells*. doi:10.5171/2014.994022

18. Reinhard Gruber, F. V. Platelets stimulate proliferation of bone cells: involvement of platelet-derived growth factor, microparticles and membranes. *Clinical Oral Implants Research*, 13, сс. 529-535. doi:10.1034/j.1600-0501.2002.130513.x

19. Manafi A, K. F. Effects of Platelet-Rich Plasma on Cartilage Grafts in Rabbits as an Animal Model. *World Journal of Plastic Surgery*, сс. 91–98. Отримано з <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4345432/>

20. Griffin X.L. The clinical use of platelet-rich plasma in the promotion of bone healing: A systematic review. (C. U. S.J. Krikler, Ред.) *International Journal of the Care of the Injured*, 40(2), сс. 158-162. doi:10.1016/j.injury.2008.06.025

21. Lapadula G, N. B. Early ultrastructural changes of articular cartilage and synovial membrane in experimental vitamin A-induced osteoarthritis. Отримано з PubMed : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8991991/>

22. Jim Gourdon, A. J. (13 January 2021 p.). STANDARD OPERATING PROCEDURE #114. Montréal (Québec), Canada: McGill University Animal Care Committee. Отримано з https://www.mcgill.ca/research/files/research/114_rabbit_anesthesia_-_jan_2021.pdf

23. Dhurat, R. Principles and Methods of Preparation of Platelet-Rich Plasma: A Review and Author's Perspective. *Journal of cutaneous and aesthetic surgery*, сс. 189–197. doi:10.4103/0974-2077.150734

24. Sibbald, R. Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses. *The Veterinary Nurse*: <https://www.theveterinarynurse.com/review/article/principles-of-rabbit-anaesthesia-for-veterinary-nurses>

25. Di Salvo, A., Giorgi, M., Catanzaro, A., Deli, G., & della Rocca, G. (2015). Pharmacokinetic profiles of meloxicam in turtles (*Trachemys scripta scripta*) after single oral, intracoelomic and intramuscular administrations. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 39 (1), 102–105. doi: 10.1111/jvp.12254.

26. Altman, R., & Barkin, R. L. (2009). Topical Therapy for Osteoarthritis: Clinical and Pharmacologic Perspectives. *Postgraduate Medicine*, 121 (2), 139–147. doi: 10.3810/pgm.2009.03.1986.

27. Bentley SA, Marshall PN, Trobaugh FE Jr. Стандартизація процедури фарбування за Романовським: огляд. Анальний кількісний цитол. 1980 Березень-Квітень; 2 (1): 15-8. PMID: 6155098.

References

1. Matthew C. Walsh, N. K. (2006). OSTEOIMMUNOLOGY: Interplay Between the Immune System and Bone Metabolism. *Annual Review of Immunology*, 24(1), pp. 33-63.

doi:10.1146/annurev.immunol.24.021605.090646

2. Shevchenko, S. M. (2023). Clinical and experimental substantiation of implantation of platelet concentrates and their composites with calcium phosphate ceramics for bone fractures in dogs. Bila Tserkva, Ukraine: Bila Tserkva National Agrarian University.

3. Bielecki T., M. D. (2012). Platelet-Rich Plasma (PRP) and Platelet-Rich Fibrin (PRF): Surgical Adjuvants, Preparations for In Situ Regenerative Medicine and Tools for Tissue Engineering. *Current Pharmaceutical*, 13, pp. 1121-1130. doi:10.2174/138920112800624292

4. Tendinopathies and platelet-rich plasma (PRP): From pre-clinical experiments to therapeutic use. *Journal of Stem Cells and Regenerative Medicine*, 11(1), pp. 7–17. doi:10.46582/jsrm.1101003

5. Yuyan Wang, D. W. (07 October 2020). Synovial fluid lubricin increases in spontaneous canine cruciate ligament rupture. Department of Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, Cornell University, Ithaca, NY, USA: Scientific Reports. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-020-73270-2

6. Denesiuk V. I. Д. (2019). Osteoarthritis. in Z. R. Kovalenko (Ed.), *Internal Medicine. Textbook for students of higher medical education institutions of III-IV accreditation level and postgraduate doctors based on the recommendations of evidence-based medicine* (T. Chapter 6. Rheumatic diseases, p. 960 + 8 p. col.). Kyiv, Ukraine: Morion. doi:ISBN 978-966-2066-74-6

7. Luo, Q., Qin, X., Qiu, Y., Hou, L., & Yang, N. (2018). The change of synovial fluid proteome in rabbit surgery-induced model of knee osteoarthritis. *American journal of translational research*, 10(7), 2087–2101.

8. Manafi, A., Kaviani Far, K., Moradi, M., Manafi, A., & Manafi, F. (2012). Effects of platelet-rich plasma on cartilage grafts in rabbits as an animal model. *World journal of plastic surgery*, 1(2), 91–98.

9. Palamarchuk, L. S. (2000 - 2013). "Dictionary of the Ukrainian Language (in Ukrainian). Kyiv: NAS of Ukraine, A.A. Potebnyi Institute of Linguistics, Institute of the Ukrainian Language; 2000

10. Studies of synovial fluid. (2018/19). in P. G. Wojciech Bodzon, & A. I. Yaremchuk-Kachmarchyk Adriana (Eds.), *Internal Medicine. A textbook based on the principles of evidence-based medicine* (A.I. et al., Trans., p. 1632). krakow, Poland: "PRACTICAL MEDICINE. 2018

11. Caitlin R. Martinez, PhD (5 October 2016). Preanalytical considerations for joint fluid assessment. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*(47(1)), pp. 111-122. doi:10.1016/j.cvs.2016.07.007

12. Vets4Pets. (2020). Arthritis in rabbits. Vets4Pets: <https://www.vets4pets.com/pet-health-advice/rabbit-advice/rabbit-arthritis/>.

13. Sharifah Zakiah Syed Sulaiman 1, W. M. (23 February 2022). Proteomic profile of synovial fluid in surgical and chemically induced osteoarthritis in rabbits. doi:10.7717/peerj.12897

14. Parra-Coca A, B.-M. A. (1 December 2021). Pharmacokinetic evaluation of carprofen delivery from intra-articular nanoparticles: A population modelling approach in rabbits. (N.W. Andrea Erksleben, & U.O. Elisabetta Gavini, Eds.) 1st International Electronic

Горкава І. М., Малюк М. О.

Conference on Pharmacy(78(1)), 11.
doi:10.3390/IECP2020-08677

15. Stephanie Howe, PhD (27 July 2022). Carprofen (Rimadyl®). Retrieved from PetMD: <https://www.petmd.com/pet-medication/rimadyl-carprofen>.

16. Anna Scotto d'Abusco, A. C. (28 March 2008). Effects of intra-articular injection of glucosamine and a peptidyl-glucosamine derivative in a rabbit model of experimental osteoarthritis: a pilot study. doi:10.1007/s00296-007-0463-x

17. Morteza Kalbkhani, S. N. (31 January 2014). Effects of platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of experimentally induced osteoarthritis in the rabbit knee joint. (Amarpal, Ed.) Advances in Stem Cells. doi:10.5171/2014.994022

18. Reinhard Gruber, F.W. (9 December 2002). Platelets stimulate bone cell proliferation: involvement of platelet-derived growth factor, microparticles and membranes. Clinical Research in Oral Implants, 13, pp. 529-535. doi:10.1034/j.1600-0501.2002.130513.x

19. Manafi A, KF (1 July 2012). Effect of platelet-rich plasma on cartilage grafts in rabbits as an animal model. World Journal of Plastic Surgery, pp. 91-98. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4345432/>

20. Griffin X.L., Clinical use of platelet-rich plasma to promote bone healing: A systematic review. (In C. U. S. J. Krikler, Ed.) International Journal of Wound Care, 40(2), pp. 158-162. doi:10.1016/j.injury.2008.06.025

21. Lapadula G, NB (22 October 1995). Early ultrastructural changes in articular cartilage and synovial membrane in

experimental vitamin A-induced osteoarthritis. Retrieved from PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8991991/>

22. Jim Gourdon, A. J. STANDARD OPERATING PROCEDURE #114. Montréal (Québec), Canada: McGill University Animal Care Committee. Отримано 3 https://www.mcgill.ca/research/files/research/114_rabbit_anesthesia_-_jan_2021.pdf

23. Dhurat, R. Principles and Methods of Preparation of Platelet-Rich Plasma: A Review and Author's Perspective. Journal of cutaneous and aesthetic surgery, cc. 189–197. doi:10.4103/0974-2077.150734

24. Sibbald, R. Principles of rabbit anaesthesia for veterinary nurses. The Veterinary Nurse: <https://www.theveterinarynurse.com/review/article/principles-of-rabbit-anaesthesia-for-veterinary-nurses>

25. Di Salvo, A., Giorgi, M., Catanzaro, A., Deli, G., & della Rocca, G. (2015). Pharmacokinetic profiles of meloxicam in turtles (*Trachemys scripta scripta*) after single oral, intracoelomic and intramuscular administrations. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 39 (1), 102–105. doi: 10.1111/jvp.12254.

26. Altman, R., & Barkin, R. L. (2009). Topical Therapy for Osteoarthritis: Clinical and Pharmacologic Perspectives. Postgraduate Medicine, 121 (2), 139–147. doi: 10.3810/pgm.2009.03.1986.

27. Bentley SA, Marshall PN, Trobaugh FE Jr. (1980). Standardization of the Romanovsky staining procedure: a review. Anal quantitative cytol. March-April; 2 (1): 15-8. PMID: 6155098.

EFFECT OF DIFFERENT TREATMENTS ON SYNOVIAL FLUID PARAMETERS IN EXPERIMENTAL OSTEOARTHRITIS IN RABBITS

I. M. Gorkava, M. O. Malyuk

Abstract. Veterinary specialists are actively studying the problem of osteoarthritis in animals (horses, dogs, cats, rabbits) and methods of overcoming it. At present, there are classical treatment regimens that give positive results, and the use of platelet-rich plasma (PRP) is being actively introduced into veterinary practice.

In this regard, the studies described in this article were aimed at applying the effectiveness and evaluating changes in animals with experimental knee osteoarthritis

of non-steroidal anti-inflammatory drugs in combination with chondroitin and glucosamine (classical treatment regimen) and platelet-rich plasma.

The material of the study was synovial fluid obtained from animals with experimentally formed osteoarthritis of the knee joint on days 7, 14, 21 and 28 after the start of treatment using two different methods.

In the animals of the experimental group (classical treatment regimen), on the 7th day, a decrease in the number of neutrophils by 31 %, eosinophils by 12.5 %, the number of lymphocytes increased by 31.3 %, and macrophages decreased by 7% was observed. The number of lymphocytes increased by 7.3 % compared to the baseline. On the 14th day, the number of neutrophils decreased by 61.5 %, eosinophils by 45 %, macrophages by 37.9 %, and the number of lymphocytes increased by 4.5 % compared to the 7th day. On the 21st day, the number of neutrophils decreased by 46.7 %, eosinophils by 39.4 %, macrophages by 51 %, and the number of lymphocytes increased by 10.9 % compared to the 14th day. On the 28th day, single neutrophils, eosinophils, and macrophages were observed in the synovial fluid samples, which corresponds to the physiological norm of synovial fluid composition. At the same time, the number of lymphocytes increased by 14.9 % compared to the values of 21 days, but remained within the reference values.

In animals treated with platelet-rich plasma on day 7, the number of neutrophils decreased by 54.7 %, eosinophils by 33.7 %, macrophages by 34 % compared to the baseline, and the number of lymphocytes increased by 34 % compared to the baseline. On the 14th day of the experiment, the number of neutrophils decreased by 60.5 %, eosinophils by 37 %, macrophages by 44.6 %, and the number of lymphocytes increased by 10.5 % compared to the 7th day, but were within the range of acceptable reference values. On day 21, single neutrophils, eosinophils, and macrophages were observed in the synovial fluid samples of animals of this group. It should be noted that the number of lymphocytes increased by 9.8 % compared to the values of day 14, which corresponds to the physiological norm of synovial fluid composition. On the 28th day of the experiment, single neutrophils and eosinophils were observed in the synovial fluid. At the same time, the number of lymphocytes increased by 19.5 % compared to day 21, which corresponds to the physiological norm of synovial fluid composition.

The scientific material of experimental studies is of practical value for the use of platelet-rich plasma in the treatment of animals with osteoarthritis.

Keywords: *Synoviocytes, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, chondroitin, glucosamine, musculoskeletal system*

УДК 636.5:637.5.05:338.433

ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА М'ЯСА КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ ЗА РЕАЛІЗАЦІЇ НА АГРОПРОДОВОЛЬЧОМУ РИНКУ

С. А. ТКАЧУК, доктор ветеринарних наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-6923-1793>

E-mail: ohdin@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Н. А. БОГАТКО, доктор ветеринарних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-1566-1026>

E-mail: nadiyabogatko@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

Н. Є. ГРИНЕВИЧ, доктор ветеринарних наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0001-7430-9498>

E-mail: gnatbc@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

Л. Б. САВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-5720-3533>

E-mail: lyuba.savchuk.2015@ukr.net

Подільський державний університет

[https://doi.org/10.31548/dopovid5\(105\).2023.019](https://doi.org/10.31548/dopovid5(105).2023.019)

Анотація. Упродовж технології виробництва м'яса курчат-бройлерів можуть з'являтися різні патології органів і систем організму птиці, та як наслідок погіршення органолептичних, фізико-хімічних і токсико-біологічних показників у м'ясі. Мета дослідження – визначити якісні показники і надати токсико-біологічну оцінку м'ясу курчат-бройлерів, отриманого за різних технологій вирощування птиці, та реалізується в умовах агропродовольчого ринку. Застосовували чинні органолептичні та фізико-хімічні методи дослідження. Для токсико-біологічної оцінки використовували культуру інфузорії *Colpoda steinii*. Тушки курчат-бройлерів, які вирощувались на м'ясо в умовах птахофабрики за різних технологій, відбирали відповідно до супровідних документів. Тушки розділили на 3 групи (по 5 тушок у кожній): контрольна група (курчата-бройлери, вирощувалися в умовах особистого селянського господарства), 1 – дослідна (курчата-бройлери, вирощувалися в умовах птахофабрики на сітчастій підлозі) і 2 – дослідна (курчата-бройлери, вирощувалися в умовах птахофабрики у кліткових батареях). Встановили, що м'ясо курчат-бройлерів, яке відносилось до контрольної та 1 дослідної групи було свіжим, не токсичним з достатньою біологічною цінністю. Натомість, м'ясо курчат-бройлерів 2 дослідної групи за органолептичними та фізико-хімічними показниками було сумнівної свіжості, та слабо-токсичним. Підтвердженням є те, що через 10 хв інкубації кількість рухливих клітин *Colpoda steinii* на живильному середовищі з м'ясом курчат-бройлерів 2 дослідної

Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.

групи знижувалась на 25 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. При цьому, кількість малорухливих клітин інфузорії знижувалася на 75 % ($p < 0,001$), а через 3 години інкубації кількість рухливих клітин *Colpoda steinii* знижувалась на 43,0 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. При цьому, кількість малорухливих клітин інфузорії збільшувалась на 43,0 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою. Тому, м'ясо курчат-бройлерів 2 дослідної групи не може бути реалізованим в необробленому вигляді. Внаслідок проведених досліджень потрібно провести бактеріологічні та мікробіологічні дослідження відібраних тушок курчат-бройлерів.

Ключові слова: м'ясо, курчата-бройлери, органолептичні та фізико-хімічні показники, токсикоз-біологічна оцінка

Актуальність. У птахівництві України найбільш активного розвитку набула галузь з виробництва м'яса бройлерів. Серед складових успіху виробництва м'яса курчат-бройлерів особливе місце посідає здатність галузі за максимально стислі терміни, незалежно від пори року, отримувати високоякісні та біологічно цінні харчові продукти. Водночас, зростаючий попит на м'ясо курчат-бройлерів призвів до поступового вдосконалення генетичного відбору птиці, що стало поштовхом до появи різних за етіологією патологічних станів, наприклад ідіопатичних аномалій м'язів, спричинених стресом [1].

Також висока щільність посадки курчат-бройлерів і висока температура навколишнього середовища можуть спричиняти окислювальний стрес у птиці, який негативно впливає на фізіологічний статус, окиснення ліпідів і нуклеїнових кислот [2].

З приводу того, що різні технології виробництва м'яса курчат-бройлерів можуть призвести до появи

різнобічних патологій органів і систем організму птиці, важливим є експертна оцінка органолептичних показників м'яса з підтвердженням його стану за фізико-хімічними показниками та токсико-біологічною оцінкою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Виробництво м'яса птиці в основному відбувається з використанням генетичних кросів, які вирощуються за інтенсивних технологій. Однак, застосовуються альтернативні системи виробництва м'яса птиці, наприклад не в приміщенні, а на відкритому повітрі, та використовуються кроси з повільним ростом. Вирощування курчат за органічною системою є можливою альтернативною традиційному методу. Для птиці це більш природні умови вирощування, які підвищують рухову активність, сприяють розвитку м'язової маси та зменшують вгодованість, роблять тварин спокійнішими, та менш чутливими до стресових факторів, що важливо під

Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.

час здійснення передзабійної обробки [3].

Забійна маса та вихід тушки бройлерів залежать від породи, віку, статі, системи вирощування та утримання птиці, тоді як зовнішній вигляд тушки – від раціону та умов вирощування птиці, перед забоєм і проведенням забою. Гігієнічний контроль процедур забою є елементом контролю всіх біологічних небезпек у ланцюзі вирощування курчат-бройлерів. Одними з найпоширеніших мікроорганізмів, які призводять до виникнення різного ступеня ризику для споживачів є: *L. Monocytogenes*, *Campylobacter* і *Salmonella*. Так, на стадії патрання тушки птиці можуть обсіменятися сальмонелою, охолодження чи ошпарювання – *Campylobacter*, за перехресного забруднення резидентною мікрофлорою – *L. Monocytogenes* [4].

Разом із тим, за недотримання терміну каренції у м'ясі бройлерів визначаються залишки ветеринарних препаратів, пестицидів, мікотоксинів, важких металів, діоксинів, поліхлорбіфенілів і бромованих антипіренів [5].

У тому числі і технологічні операції під час забою птиці, обвалювання м'яса помітно впливають на органолептичні властивості. Куряче філе відділене від кісток через 45 хвилин або 2 години після забою має вищий показник твердості після варіння, ніж відділене

через 24 години. Змінюється у м'ясі і кількість білків, амінокислотний профіль раціону може впливати на рН м'яса та деякі пов'язані з ним ознаки (колір, вологоємність) [6].

Зовнішній вигляд, консистенція, соковитість, водянистість, твердість, ніжність, запах і смак є найважливішими властивостями м'яса, які впливають на оцінку якості кінцевими споживачами. На ці властивості м'яса впливають різні фактори, зокрема годівля птиці, біохімічні аутолітичні зміни, післязабійна температура тушки, первинна переробка та власне і генетичні відмінності [7,8].

У контексті експертного підтвердження якості та безпечності м'яса є рівень його біологічної цінності, амінокислотного складу білків [9] і можливої токсичності з використанням культуру інфузорії *Colpoda steinii* [10].

Таким чином, різні системи виробництва впливають на якість м'яса курчат-бройлерів. Загалом якість м'яса може погіршуватися впродовж як періоду вирощування, так і обігу. Споживачів харчових продуктів більше цікавлять сенсорні та поживні властивості м'яса. При цьому, безпечність харчових продуктів залишається основною проблемою у харчовому ланцюзі від виробника до споживача.

З цього приводу проблемним питанням залишається контроль за якістю і безпечністю м'яса

промислового виробництва. Тому що причинами його псування можуть бути ряд факторів – це і технологія вирощування птиці, початок розвитку захворювань на момент забою та первинна переробка тушок птиці. Вирішенням такої проблеми є посилення ветеринарно-санітарного контролю з визначенням органолептичних, фізико-хімічних показників м'яса курчат-бройлерів і ступеня його токсичності на етапі початку реалізації кінцевому споживачу.

Мета дослідження – визначити якісні показники і надати токсико-біологічну оцінку м'ясу курчат-бройлерів, отриманого за різних технологій вирощування птиці, та реалізується в умовах агропродовольчого ринку.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2023 року в умовах акредитованої лабораторії, що розміщена на агропродовольчому ринку.

Матеріалом дослідження слугували тушки курчат-бройлерів, які реалізовувалися на агропродовольчому ринку м. Біла Церква. Разом із лікарем ветеринарної медицини, який працює у лабораторії ветеринарно-санітарної експертизи на агропродовольчому ринку, відбирали тушки курчат-бройлерів подвірного забою та від різних виробників про що вказано у супровідних документах з партією м'яса.

Відібрані тушки розподілили на 3 групи (по 5 тушок у кожній): контрольна група (курчата-бройлери, які вирощувалися в умовах особистого селянського господарства), 1 – дослідна (курчата-бройлери, які вирощувалися в умовах птахофабрики на сітчастій підлозі) і 2 – дослідна (курчата-бройлери, які вирощувалися в умовах птахофабрики у кліткових батареях).

Маса патраної тушки курчат-бройлерів становила: у контрольній групі – $1,756 \pm 18,1$; 1 дослідній групі – $1,498 \pm 30,8$ і в 2 дослідній групі – $1672,12 \pm 26,4$. Тушки курчат-бройлерів відповідали забійному віку птиці – 42 доби, подвірного забою – 55 діб.

Ветеринарно-санітарну експертизу продуктів забою курчат-бройлерів проводили згідно чинного нормативного документу: «Правил передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів» [11].

Застосовували наступні методи дослідження: органолептичні (оцінювали: зовнішній вигляд поверхні тушки, колір шкіри, слизових і серозних оболонок, підшкірної та внутрішньої жирової тканини, м'язи на розрізі, консистенцію, запах на поверхні тушок, прозорість і аромат бульйону за проби варіння) за ДСТУ 3143:2013 [12] і ДСТУ 4823.2:2007 [13]; фізико-хімічні (реакція на пероксидазу

Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.

(бензидинова проба)); формольна реакція; реакція з міді сульфатом; визначення кількості аміно-аміачного азоту в м'ясі у мг на 10 см³; визначення рН у м'ясо-водній витяжці; визначення аміаку і солей амонію за допомогою реактиву Неслера; визначення пероксидного та кислотного чисел жиру птиці) за ДСТУ 8253:2015 [14].

З метою надання токсико-біологічної оцінки збірного м'яса курчат-бройлерів контрольної і дослідних груп як тест-об'єкт використовували стандартну комерційну серію культури інфузорії *Colpoda steinii* за вомогами ТУ У 46.15.243-97 [10].

Варіаційно-статистичну обробку отриманих цифрових показників проводили, використовуючи комп'ютерні програмні пакети «Microsoft Excel», «Maple-12» (фірми Maplesoft, 2008). Достовірність отриманих результатів визначали за критерієм Ст'юдента з урахуванням критерію значущості: $p < 0,05$; $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час експертної оцінки тушок курчат-бройлерів встановили відповідність органолептичним показникам (табл. 1) за чинними нормативними документами [12,13].

1. Органолептичні показники м'яса курчат-бройлерів

Показники	Контрольна група	Дослідні групи	
		1	2
Зовнішній вигляд поверхні тушки	без пошкоджень	без пошкоджень	без пошкоджень
Колір шкіри	глянсовий	глянсовий	без глянсу
Колір слизових оболонок	блискучий	блискучий	без блиску
Колір серозних оболонок	волога, блискуча	волога, блискуча	покрита слизом
Колір підшкірної та внутрішньої жирової тканини	блідо-жовтий	блідо-жовтий	жовто-біла з сірим відтінком
Колір м'язів на розрізі	ледь вологі, блідо-рожевого кольору	ледь вологі, блідо-рожевого кольору	вологі, клейкі
Консистенція	м'язи щільні та пружні	м'язи щільні та пружні	м'язи дряблі
Запах	специфічний, приємний	специфічний, приємний	специфічний, не приємний
Прозорість і аромат бульйону	прозорий, ароматний	прозорий, ароматний	каламутний, пластівці (сумнівної свіжості)

З таблиці 1 слідує, що за досліджуваними органолептичними

показниками м'ясо курчат-бройлерів контрольної і дослідних груп

Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.

належить до свіжого і може бути реалізованим без обмеження. Натомість, зразки м'яса 2 дослідної групи за ступенем свіжості належали до сумнівної.

Органолептичні (сенсорні) характеристики м'яса птиці є вкрай інформативними і важливими та під

час реалізації споживачі обирають м'ясо переважно за цими показниками, які вважають основними критеріями якості [15].

Для підтвердження результатів органолептичної оцінки м'яса курчат-бройлерів провели дослідження фізико-хімічних показників (табл. 2).

2. Визначення фізико-хімічних показників м'яса курчат-бройлерів ($M \pm m$, $n = 5$)

Показники	Контрольна група	Дослідні групи	
		1	2
Визначення кількості аміно-аміачного азоту, мг/10 см ³	1,07±0,06	1,11±0,04	1,65±0,05***, ▲ (сумнівна свіжість)
Величина рН м'ясо-водної витяжки	6,6±0,02	6,5±0,02**, •	6,9±0,02***, ▲ (сумнівна свіжість)
Визначення аміаку і солей амонію (реактив Неслера)	зелено-жовтий колір, прозорий (свіже)	зелено-жовтий колір, прозорий (свіже)	інтенсивно жовтий колір, помутніння, тонкий осад (сумнівна свіжість)
Реакція на пероксидазу (бензидинова проба)	блакитно-зелений колір	блакитно-зелений колір	світло-зелений колір із запізненням (сумнівна свіжість)
Формольна реакція	витяжка прозора, без осаду (м'ясо отримане від здорової птиці)	витяжка прозора, без осаду (м'ясо отримане від здорової птиці)	осад у вигляді пластівців (м'ясо отримане від хворої птиці)
Реакція міді з сульфатом	фільтрат бульйону без змін кольору, без осаду	фільтрат бульйону без змін кольору, без осаду	фільтрат бульйону злегка каламутний (сумнівна свіжість)
Визначення ступеня свіжості жиру за використання нейтрального червоного	колір від жовтого до жовто-коричневого	колір від жовтого до жовто-коричневого	світло-рожевий (сумнівна свіжість)
Визначення пероксидного числа жиру птиці, % J	0,005 %, (свіже)	0,006 %, (свіже)	0,015 % (сумнівна свіжість)
Кислотне число жиру птиці, мг КОН	0,81±0,02	0,91±0,02**	12,9 ±0,12***, ▲ (не свіже)

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою; • – $p < 0,01$ – 1 дослідна група порівняно з контрольною групою; ▲ – $p < 0,001$ – 2 дослідна група порівняно з 1.

Кількість аміно-аміачного азоту (таблиця 2) у м'ясі 2 дослідної групи підвищувалась на 52,4 % ($p < 0,001$) і на 48,6 % ($p < 0,001$), відповідно порівняно з контрольною та 1 дослідною групою.

При цьому, кількість водневих іонів (рН) м'яса 2 дослідної групи збільшувалась на 4,54 % ($p < 0,001$) і на 6,15 % ($p < 0,001$), відповідно порівняно з контрольною та 1 дослідною групою. Разом із тим, кількість рН м'яса птиці 1 дослідної групи незначно зменшувалась на 1,51 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою.

Кислотне число жиру збільшувалося у 2 дослідній групі в 15,9 раза ($p < 0,001$) і в 14,2 рази ($p < 0,001$), відповідно порівняно з контрольною та 1 дослідною групою. При цьому, кислотне число жиру 1 дослідної групи збільшувалося на 12,3 % ($p < 0,01$) порівняно з контрольною групою.

Таким чином, за отриманими показниками і проведеною варіаційно-статистичною обробкою результатів можна констатувати, що м'ясо і жир 2 дослідної групи відносяться до сумнівної свіжості. За вимогами, які вказані в чинних нормативних документах тушки птиці сумнівної свіжості до реалізації в необробленому вигляді не допускаються.

Дослідження м'яса курчат-бройлерів за фізико-хімічними показниками є обов'язковими для надання ветеринарно-санітарної оцінки щодо якості і безпечності м'яса під час проведення випробувань і захисту прав споживачів [16].

Проведення токсико-біологічної оцінки м'яса птиці необхідно для підтвердження отриманих результатів органолептичних і фізико-хімічних досліджень. Результати токсико-біологічної оцінки м'яса курчат-бройлерів надано у таблиці 3.

3. Токсико-біологічна оцінка м'яса курчат-бройлерів, $M \pm m$, $n=5$

Термін інкубації	Рухливість інфузорій	Контрольна група	Дослідні групи	
			1	2
			Показник рухливості інфузорій, %	
3 хв.	Рухливі, %	100,0 $\pm$ 8,9	100 $\pm$ 7,5	100 $\pm$ 9,1
	Малорухливі, %	–	–	–
	Загиблі, %	–	–	–
10 хв.	Рухливі, %	100,0 $\pm$ 7,8	100,0 $\pm$ 8,8	75,0 $\pm$ 7,5*
	Малорухливі, %	–	–	25,0 $\pm$ 1,7***
	Загиблі, %	–	–	–
3 год.	Рухливі, %	78,0 $\pm$ 5,2	75,0 $\pm$ 6,3	35,0 $\pm$ 5,9***, ▲
	Малорухливі, %	22,0 $\pm$ 2,2	25,0 $\pm$ 2,7	65,0 $\pm$ 1,9***, ▲▲
	Загиблі, %	–	–	–

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою; ▲ – $p < 0,01$; ▲▲ – $p < 0,001$ – 2 дослідна група порівняно з 1.

З таблиці 3 слідує, що через 10 хв інкубації кількість рухливих клітин *Colpoda steinii*, які вирости на живильному середовищі з м'ясом курчат-бройлерів 2 дослідної групи знижувалась на 25 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. При цьому, кількість малорухливих клітин інфузорії знижувалася на 75 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою.

Через 3 години інкубації кількість рухливих клітин *Colpoda steinii*, які вирости на живильному середовищі з м'ясом курчат-бройлерів 2 дослідної групи знижувалась на 43,0 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. При цьому, кількість малорухливих клітин інфузорії збільшувалась на 43,0 % ($p < 0,001$) порівняно з контрольною групою.

Також встановлена достовірна різниця за кількістю клітин *Colpoda steinii*, які вирости на живильному середовищі з м'ясом курчат-бройлерів 2 дослідної групи порівняно з 1 дослідною групою. Отже, тільки через 3 години інкубації кількість рухливих клітин інфузорії на живильному середовищі з м'яса 2 дослідної групи зменшувалась на 40 % ($p < 0,01$) і малорухливих збільшувалась – на 40 % ($p < 0,001$) порівняно з 1 дослідною.

Статистично значимої різниці у результатах дослідження між контрольною групою і 1 дослідною не встановлено. Також упродовж 3

годин загиблих інфузорій не спостерігалось на живильних середовищах з м'яса курчат-бройлерів контрольної та 1 і 2 дослідних груп.

Отже, негативного впливу зразків м'яса курчат-бройлерів контрольної і дослідної групи на морфо-фізіологічні показники інфузорій, не встановлено, що свідчить про те, що досліджене збірне м'ясо не токсичне [10]. У той час м'ясу курчат-бройлерів 2 дослідної групи властива слабка токсичність і таке м'ясо не можна реалізовувати на харчові цілі без термічної обробки.

Висновки і перспективи

1. Тушки курчат-бройлерів промислового виробництва можуть бути сумнівної свіжості на початок реалізації на агропродовольчому ринку.

2. За органолептичними і фізико-хімічними показниками м'ясо курчат-бройлерів, які вирощувались у кліткових батареях можна віднести до м'яса сумнівної свіжості, а за формольною реакцією встановили, що птиця, яка вирощувалась у кліткових батареях була хворою на момент забою.

3. За токсико-біологічною оцінкою м'ясо курчат-бройлерів, які вирощувались у кліткових батареях є слабкотоксичним з низькою біологічною цінністю і не може бути реалізоване без обмеження для кінцевого споживача.

У перспективі подальших досліджень потрібно провести бактеріологічні та мікробіологічні

дослідження відібраних тушок курчат-бройлерів.

Список використаних джерел

1. Petracci M., Mudalal S., Soglia F., Cavani C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*. 2015. Vol. 71. Iss. 2. P. 363–374. doi: 10.1017/S0043933915000367.

2. Son J., Kim H-J., Hong E-C., Kang H-K. Effects of stocking density on growth performance, antioxidant status and meat quality of finisher broiler chickens under high temperature. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11. Iss. 5. P. 871. doi: 10.3390/antiox11050871.

3. Castellini C., Mugnai C., Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*. 2022. Vol. 60. Iss. 3. P. 219–225. doi: 10.1016/S0309-1740(01)00124-3.

4. Schäfer D.F., Steffens J., Barbosa J., Zeni J., Paroul N., Valduga E., Junges A., Backes G.T., Cansian R.L. Monitoring of contamination sources of *Listeria monocytogenes* in a poultry slaughterhouse. *LWT-Food Science and Technology*. 2017. Vol. 86. P. 393–398. doi: 10.1016/J.LWT.2017.08.024.

5. Baéza E., Guillier L., Petracci M. Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*. 2022. Vol. 16. P. 100331. doi: 10.1016/j.animal.2021.100331.

6. Joseph P., Schilling J., M.W., Williams J.B., Radhakrishnan V., Battula V., Christensen K., Vizzier-Thaxton Y., Schmidt T.B. Broiler stunning methods and their effects on welfare, rigor mortis and meat quality. *World Poultry Science Journal*. 2013. Vol. 69. Iss. 1. P. 99–112. doi: 10.1017/S0043933913000093.

7. Montana R.R., Hauck R., Baker-Cook B.I., Osborne R.C., Pal A., Terra M.T.B., Sims G., Urrutia A., Orellana-Galindo L., Reina M., DeVillena J.F., Bourassa D.V. Meat quality of broiler chickens processed using electrical and controlled atmosphere stunning systems. *Poultry Science*. 2023. Vol. 102. Iss. 3. P. 102422. doi: 10.1016/j.psj.2022.102422.

8. Mir N.A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., Shukla V. Determinants of broiler chicken

meat quality and factors affecting them: a review. *Journal Food Science Technology*. 2017. Vol. 54. P. 2997–3009. doi: 10.1007/s13197-017-2789-z.

9. Tkachuk S.A., Dukhnitsky V.B., Yazenko I.V., Lyasota V.P., Zabarna I.V., Savchuk L.B., Holovko N.P., Prosiyani S.B., Mushynskyi A.B., Usachenko N.V. The evaluation of safety of broiler chickens' meat with organoleptic indicators and it's toxicity after the use of fluoroquinolone antibiotics. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. No. 3. P. 225–228.

10. Фотіна Т.І., Кліщова Ж.Є., Фотін А.І. Експериментальне обґрунтування ефективності цитратів Zn та Ag при бактеріозах птиці. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Ветеринарна медицина». 2020. Вип. 2. № 49. С. 24–29.

11. Правила передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів : Затверджені наказом № 28 від 07.06.2002; Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21.06.2002 р. за № 524/6812.

12. М'ясо птиці. Загальні технічні умови : ДСТУ 3143:2013. – [Чинний від 2014–01–01]. – Київ : Держстандарт України, 2014. – 29 с. – (Національні стандарти України).

13. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги : ДСТУ 4823.2:2007. – [Чинний від 2009–01–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2009. – 15 с. – (Національні стандарти України).

14. М'ясо птиці. Методи хімічного аналізування свіжості. ДСТУ 8253:2015. – [Чинний від 2017–04–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2017. – 18 с. – (Національні стандарти України).

15. Imran S.N., Kamarulzaman N.H., Latif I.A., Nawi N.M. Enhancing poultry industry competitiveness: consumer perspective on chicken meat quality based on sensory characteristics. *Journal of Food*

Ткачук С. А., Богатко Н. А., Гриневич Н. Є., Савчук Л. Б.

Products Marketing. 2014. Vol. 20. Iss. 1. P. 102–121. doi: 10.1080/10454446.2014.921878/.

16. Bostami A.R., Khan M., Selim A., Hossain M., Khairunnesa M. Physico-chemical parameters and sensory attributes of different chicken meat of consumer's choice from poultry market. *Meat Research*. 2022. Vol. 2. No. 2. doi: 10.55002/mr.2.2.16.

References

1. Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., & Cavani, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. (2015). *World's Poultry Science Journal*, 71(2), 363-374. doi: 10.1017/S0043933915000367.

2. Son, J., Kim, H-J., Hong, E-C., & Kang, H-K. (2022). Effects of stocking density on growth performance, antioxidant status and meat quality of finisher broiler chickens under high temperature. *Antioxidants*, 11(5), 871. doi: 10.3390/antiox11050871.

3. Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2022). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219-225. doi: 10.1016/S0309-1740(01)00124-3.

4. Schäfer, D.F., Steffens, J., Barbosa, J., Zeni, J., Paroul, N., Valduga, E., Junges, A., Backes, G.T., & Cansian, R.L. (2017). Monitoring of contamination sources of *Listeria monocytogenes* in a poultry slaughterhouse. *LWT-Food Science and Technology*, 86, 393-398. doi: 10.1016/J.LWT.2017.08.024.

5. Baéza, E., Guillier, L., & Petracci, M. (2022). Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*, 16, 100331. doi: 10.1016/j.animal.2021.100331.

6. Joseph, P., Schilling, M.W., Williams, J.B., Radhakrishnan, V., Battula, V., Christensen, K., Vizzier-Thaxton, Y., & Schmidt, T.B. (2013). Broiler stunning methods and their effects on welfare, rigor mortis and meat quality. *World Poultry Science Journal*, 69(1), 99-112. doi: 10.1017/S0043933913000093.

7. Montana, R.R., Hauck, R., Baker-Cook, B.I., Osborne, R.C., Pal, A., Terra, M.T.B., Sims, G., Urrutia, A., Orellana-Galindo, L., Reina, M., DeVillena, J.F., & Bourassa, D.V. (2023). Meat quality of broiler

chickens processed using electrical and controlled atmosphere stunning systems. *Poultry Science*, 102(3), 102422. doi: 10.1016/j.psj.2022.102422.

8. Mir N.A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., & Shukla V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal Food Science Technology*, 54, 2997-3009. doi: 10.1007/s13197-017-2789-z.

9. Tkachuk, S.A., Dukhnitsky, V.B., Yazenko, I.V., Lyasota, V.P., Zabarna, I.V., Savchuk, L.B., Holovko, N.P., Prosiyani, S.B., Mushynskyi, A.B., & Usachenko, N.V. (2018). The evaluation of safety of broiler chickens' meat with organoleptic indicators and it's toxicity after the use of fluoroquinolone antibiotics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(3), 225-228.

10. Fotina, T.I., Klishchova, Zh.E., & Fotin, A.I. (2020). Experimental substantiation of the effectiveness of Zn and Ag citrates in poultry bacteriosis. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. "Veterinary Medicine" series*, 2(49), 24-29.

11. Rules of pre-slaughter veterinary inspection of animals and veterinary-sanitary examination of meat and meat products: Approved by Order 28 dated 07.06.2002; Registered in the Ministry of Justice of Ukraine on June 21, 2002 under 524/6812.

12. Poultry meat. General technical conditions: DSTU 3143:2013. [Effective from 2014–01–01]. Kyiv: Derzhstandard of Ukraine, 2014, 29 (National Standards of Ukraine).

13. Meat products. Organoleptic assessment of quality indicators. Part 2. General requirements: DSTU 4823.2:2007. [Effective from 2009–01–01]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2009, 15 (National Standards of Ukraine).

14. Poultry meat. Methods of chemical analysis of freshness. DSTU 8253:2015. – [Effective from 2017–04–01]. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2017, 18 (National Standards of Ukraine).

15. Imran, S.N., Kamarulzaman, N.H., Latif, I. A., & Nawi, N.M. (2014). Enhancing poultry industry competitiveness: consumer perspective on chicken meat quality based on sensory characteristics. *Journal of Food Products Marketing*, 20(1). 102-121. doi: 10.1080/10454446.2014.921878/.

16. Bostami, A.R., Khan, M., Selim, A., Hossain, M., & M Khairunnesa. (2022). Physico-chemical parameters and sensory attributes of different chicken meat of consumer's choice from poultry market. *Meat Research*, 2(2). doi: 10.55002/mr.2.2.16.

EXPERT EVALUATION OF MEAT OF BROILER CHICKENS FOR SALE ON THE AGRICULTURAL MARKET

S. A. Tkachuk, N. M. Bogatko, N. E. Hrynevych, L. B. Savchuk

Abstract. *In the course of broiler chicken meat production technology, various pathologies of the organs and systems of the bird's body may appear, and as a result, organoleptic, physico-chemical and toxic-biological parameters in the meat may deteriorate. The purpose of the study is to determine the quality indicators and to provide a toxicological assessment of the meat of broiler chickens, obtained by different technologies of poultry farming, and sold in the conditions of the agro-food market. Current organoleptic, physico-chemical research methods were applied. Colpoda steinii ciliate culture was used for toxicological assessment. The carcasses of broiler chickens, which were grown for meat in poultry farms using different technologies, were selected in accordance with the accompanying documents. They were divided into 3 groups: 5 carcasses each): control group (broiler chickens were raised in the conditions of a personal peasant farm), 1 – experimental group (broiler chickens were raised in the conditions of a poultry farm on a mesh floor) and 2 – experimental group (broiler chickens were raised in the conditions of a poultry farm in cage batteries). It was established that the meat of broiler chickens, which belonged to the control and 1 experimental groups, was fresh, non-toxic with sufficient biological value. On the other hand, the meat of broiler chickens of the 2 experimental groups was of questionable freshness and weakly toxic according to organoleptic and physicochemical parameters. This is confirmed by the fact that after 10 min of incubation, the number of mobile cells of Colpoda steinii on the nutrient medium with the meat of broiler chickens of experimental group 2 decreased by 25 % ($p < 0.05$) compared to the control group. At the same time, the number of non-motile cells of the infusoria decreased by 75 % ($p < 0.001$), and after 3 hours of incubation, the number of motile cells of Colpoda steinii decreased by 43.0 % ($p < 0.05$) compared to the control group. At the same time, the number of non-motile cells of the infusoria increased by 43.0 % ($p < 0.001$) compared to the control group. Therefore, the meat of broiler chickens of the 2nd research group cannot be sold in raw form. As a result of the conducted research, it is necessary to carry out bacteriological and microbiological studies of the selected carcasses of broiler chickens.*

Key words: meat, broiler chickens, organoleptic and physicochemical indicators, toxicosis-biological assessment

ВПЛИВ АЛОГЕННОЇ ТРАНСФУЗІЇ ЕРИТРОЦИТАРНОЇ МАСИ НА ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ НЕЙТРОФІЛЬНИХ ГРАНУЛОЦИТІВ У ОРГАНІЗМІ КРОЛІВ-РЕЦИПІЄНТІВ

М. О. МАЛЮК, доктор ветеринарних наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0003-3019-6035>

E-mail: nikolai_malyuk@ukr.net

М. А. КУЛІДА, кандидат ветеринарних наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0001-8937-1972>

E-mail: mkulida@ukr.net

О. В. ЄГОРОВ, аспірант, <https://orcid.org/0000-0002-6095-2244>

E-mail: o.yehorov@it.nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Актуальність дослідження зумовлена поширенням серед тварин патологій при терапії яких використовують трансфузію компонентів крові, яку застосовують як при гострих крововтратах, так і при захворюваннях крові та кровотворних органів, якщо нестачу їх неможна компенсувати іншими методами. У зв'язку з цим дана стаття спрямована на проведення оцінки стану фагоцитарної активності фагоцитуючих клітин (нейтрофілів та макрофагів) за показниками фагоцитарного індексу, фагоцитарного числа та кисень-залежного фагоцитозу за алогенної трансфузії еритроцитарної маси у крові кролів-реципієнтів. Провідним підходом до дослідження цієї проблеми було визначення поглинальна активність фагоцитів, визначення кисень-залежної бактерицидної активності нейтрофілів крові, яку вивчали за допомогою використання спонтанного тесту з нітросинім тетразолієм (НСТ-тест). Матеріалом для досліджень були зразки сироватки крові, отримані від 5 клінічно здорових кролів на 3, 7 та 23 доби після трансфузії. Встановлено, що за трансфузії еритроцитарної маси відбувається збільшення фагоцитарного індексу на 3 добу на 47,7 %, 7 добу на 34,3 %, 23 добу на 59,1 %, відносно вихідного стану. Показник фагоцитарного числа на 3 добу експерименту зменшився на 22,5 %, 7 добу на 21,4 %, 23 добу на 7,2 %, відносно вихідного стану. З'ясовано, що метаболічна активність нейтрофільних гранулоцитів у периферійній крові тварин-реципієнтів у спонтанному НСТ-тесті порівняно із вихідним станом на 3 і 23 доби експериментальних досліджень за трансфузії еритроцитарної маси знижується у 4,8 рази. Матеріал статті становить практичну цінність для застосування переливання еритроцитарної маси при лікуванні тварин за анемії різного генезу.

Ключові слова: гемотрансфузія, фагоцитарний індекс, метаболічна активність, компоненти крові

Актуальність. З розвитком крові і її компонентів вважається трансфузійної медицини переливання безпечною процедурою. Однак, ризик

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

трансфузійних ускладнень під час або після переливання крові існує завжди. Серед них фебрильні негемолітичні трансфузійні реакції (ФНГТР) є поширеними побічними реакціями, пов'язаними з гемотрансфузією, які характеризуються лихоманкою (підвищення температури тіла більше ніж на 1°C за Цельсієм) (Perrotta, 2001). За даними ряду науковців (Menitove, 1982; Perrotta, 2001) відомо, що фебрильні негемолітичні трансфузійні реакції виникають з частотою 0,5-6,8 % у пацієнтів яким проведено переливання крові (Paglino, 2004; Yazer, 2012; Rajrsh, 2015).

Вважається, що лейкоцити та біологічно активні медіатори (переважно цитокіни), що генеруються лейкоцитами у донорській крові відіграють важливу роль в патогенезі фебрильних негемолітичних трансфузійних реакцій (Heddle, 1994).

Реакції, пов'язані з трансфузією – це потенційно небажані явища, які виникають під час або після переливання крові та її компонентів (Webb, 2018). Трансфузійні реакції можуть бути гострими (впродовж 24 годин після введення) або відтермінованими (щонайменше 24 годин після введення). Гострі трансфузійні реакції можуть включати гострі гемолітичні реакції, гарячкові негемолітичні реакції, алергічні реакції, пов'язане з трансфузією гостре пошкодження

легень, а також перевантаження системи кровообігу, гіпотензивні трансфузійні реакції (Fung, 2014).

До відтермінованих трансфузійних реакцій можна віднести трансфузійно-асоційовану хворобу трансплантата, посттрансфузійну пурпуру, відтерміновані гемолітичні реакції.

Найпоширенішими типами трансфузійних реакцій є гарячкові негемолітичні та алергічні (кропив'янка) стани (Delaney, 2016; Frazier, 2017).

Відомо, що частота алергічних трансфузійних реакцій найвища за переливання тромбоцитів та свіжозамороженої плазми порівняно з переливанням інших компонентів крові (Suddock, 2019).

Трансфузійних реакцій проявляються у вигляді кропив'янки, висипів, свербіжу, почервоніння. Такі трансфузійні реакції є досить поширеними.

Також за переливання крові і її компонентів виникають алергічні реакції у вигляді анафілаксії (наприклад, бронхоспазм, ангіоневротичний набряк, гіпотензія) (Suddock, 2019). Механізми дії менш тяжких алергічних реакцій незрозумілі; однак тяжкі алергічні трансфузійні реакції (наприклад, анафілактичний шок) пов'язані з імуноглобіном E (IgE) (Vamvakas, 2001).

Пасивне перенесення лейкоцитарних антигенних антитіл

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

людини, алергенів, попередніх антитіл до білків сироватки крові та антитіл класу IgE, підвищують схильність до менш тяжкого перебігу трансфузійних реакцій (Savage, 2013).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Лікування алергічних трансфузійних реакцій залежить від тяжкості перебігу цих реакцій. Легкі алергічні реакції зазвичай піддаються лікуванню антигістамінними препаратами, тоді як більш важкі реакції, такі як анафілаксія, вимагають використання адреналіну та кортикостероїдів як додаткової терапії. Wood та ін. (2013) рекомендують вводити адреналін внутрішньовенно лише пацієнтам, які є гіпотензивні (не реагують на агресивну рідинну реанімацію) та пацієнтам із зупинкою дихання або серця (Wood, 2013). Внутрішньом'язово адреналін є найефективнішим препаратом для лікування анафілаксії (Savage, 2013; Wood, 2013). Крім того, стероїди можуть використовуватися при помірних алергічних трансфузійних реакціях (Delaney, 2016).

Слід відмітити, що для зниження частоти фебрильних негемолітичних трансфузійних реакцій у пацієнтів з онкологічними захворюваннями використовують компоненти крові зі зниженим вмістом лейкоцитів (King, 2004).

Одним із основних критеріїв оцінки імунного стану вважають активність фагоцитозу, оскільки цей

процес є фундаментальною складовою імунного захисту організму (Dewangan, 2014).

Науковцями встановлено, що після трансфузії цільної крові відбувається підвищення фагоцитарної активності нейтрофілів з одночасним зменшенням їх поглинаючої здатності. На 3 і 7 доби показники спонтанного тесту з нітросинім тетразолієм зазнавали зниження. Це свідчить про інактивацію кисень-залежної бактерицидної активності нейтрофільних гранулоцитів за першої фази посттрансфузійних імунологічних реакцій. На 23 добу відзначалося підвищення значень показників спонтанного тесту з нітросинім тетразолієм, що вказує на активацію бактерицидної властивості фагоцитів (Maliuk, 2022).

Колектив авторів дослідив, що кількість лейкоцитів у крові кролів-реципієнтів після алогенної трансфузії на 3, 7 і 23 доби експерименту збільшилась відповідно на 36.9 %, 77.5 %, 43.3 %. Тобто в організмі тварин-реципієнтів відбувається посттрансфузійний лейкоцитоз. Слід відмітити, що підвищення кількості лейкоцитів у дослідних тварин не виходило за межі фізіологічних параметрів (Malyuk, 2023).

Оскільки питання особливостей імунореактивності організму за переливання компонентів крові у тварин залишається відкритим, саме

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

тому, на нашу думку, дослідження функціональної активності нейтрофілів у організмі ссавців за умови алогенної трансфузії еритроцитарної маси є своєчасним і актуальним.

Мета. Оцінити стан функціональної активності нейтрофілів за показниками фагоцитарного індексу, фагоцитарного числа та кисень-залежної бактерицидної активності нейтрофілів крові у кролів-реципієнтів за алогенної трансфузії еритроцитарної маси.

Методи. Дослідження проводили впродовж 2022–2023 рр. на базі навчально-наукової лабораторії «Банк крові тварин» кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка та в умовах навчально-науково-виробничого клінічного центру «Ветмедсервіс» Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Експерименти на тваринах проведені з дотриманням вимог «Загальних етичних принципів проведення експериментів на тваринах», схвалених I Національним конгресом з біоетики (Law of Ukraine..., 2006) та положень «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях» (European Convention for..., 1986),

Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (On the protection..., 2020). Дозвіл на використання тварин в дослідженнях за відповідною схемою отримано від локальної комісії з біоетики Національного університету біоресурсів і природокористування України (від 27.10.2020 р.), протокол № 31-1. Утримання тварин, трансфузію, маніпуляції та виконання досліджень проводили на базі ННЛ «Банк крові тварин» кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка НУБіП України та в умовах НВЦ «Ветмедсервіс».

В дослідах використовувались клінічно здорові тварини (кролі). Рацион годівлі дослідних тварин відповідав потребі в поживних і біологічно активних речовинах. Тварини мали вільний доступ до води.

Кров у тварин-донорів відбирали з яремної вени напівзакритим методом, попередньо обробивши ділянку шкіри 70 % етиловим спиртом (рис. 1). Зразки донорської крові кролів були заготовлені в полімерні контейнери з антикоагулянтom ЦФДА. Утримання тварин, трансфузію, маніпуляції та виконання досліджень проводили на базі ННЛ «Банк крові тварин» кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка НУБіП України та в умовах НВЦ «Ветмедсервіс». Матеріалом для досліджень були зразки сироватки крові, що отримані від 5 кролів на 3, 7 та 23 доби після

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

трансфузії. Кролям переливали еритроцитарну масу. Популяцію нейтрофілів крові отримували шляхом центрифугування на подвійному градієнті щільності 1,077 і 1,093 фіколу-верографіну (Neuko, 2010).

Визначення фагоцитарної активності гранулоцитів крові (поглинальна активність фагоцитів) проводили у мікроскопічному тесті. В якості тест-системи для вивчення фагоцитарної активності нейтрофілів використовували стандартні частинки латексу для фагоцитозу (10 % полістирольна суспензія) діаметром 1,0 – 1,3 мкм. Функціональну активність фагоцитів оцінювали, визначаючи: фагоцитарне число (ФЧ), % – кількість клітин, що фагоцитують, на 100 підрахованих; фагоцитарний індекс (ФІ), у.о. – середнє число латексу, захоплених одним фагоцитом.

1. Клітинну суспензію нейтрофілів вносили у пробірку в кількості 0,1 мл та інкубували за температури 37°C впродовж 60 хв із 0,1 мл латексної суспензії. Потім готували на предметних скельцях мазки, висушували, фіксували і фарбували за Романовським Гімзою. У кожному мазку підраховували 100 нейтрофілів (Gordienko, 2003).

2. Кисень-залежну бактерицидну активність нейтрофілів крові вивчали за допомогою спонтанного тесту з нітросинім тетразолієм (НСТ-тест). При постановці спонтанного НСТ-

тесту фагоцити культивуються в присутності нітросинього тетразолію без попередньої активації клітин (Лазаренко, 2005).

3. Кисень-залежну бактерицидну активність нейтрофілів в НСТ-тесті досліджували за допомогою спектрофотометричного методу за Kopler et al. (1980) у модифікації Грачової (1984). У центрифужні пробірки вносять суспензію фагоцитів у культуральному середовищі 199 (1×10^6 кл/мл) і центрифугують при 1000 об/хв впродовж 5 хв. Після цього надосад видаляють, а до фагоцитів вносять 0,2 мл розчину НСТ у фосфатно-сольовому буфері з масовою часткою 0,2 %. Клітини культивують впродовж 60 хв за 37 °C у водонасиченій атмосфері з постійним рівнем CO₂ (5 %). Після інкубації пробірки центрифугують при 1000 об/хв впродовж 1-2 хв, надосад видаляють, а до фагоцитів вносять 0,2 мл 1М HCl. Пробірки ретельно струшують, знову центрифугують за тих самих умов. Після цього надосад із пробірок видаляють та вносять по 0,2 мл диметилсульфоксиду для лізису фагоцитів. Після лізису клітин в пробірки вливають по 3 мл фосфатно-сольового буфера. Оптичну густину диформагану в пробах вимірюють на спектрофотометрі при довжині оптичної хвилі 492 нм у куветах (1x1 см) проти розчину 2,8 мл фосфатного

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

буфера з 0,2 мл диметилсульфоксиду (Lazarenko, 2005).

При підготовці до гемотрансфузії проводили дослідження на сумісність *in vitro* крові кроля-донора і кроля-реципієнта. Тобто щоб уникнути ускладнень під час переливання еритроцитарної маси від донора до реципієнта, проводити проби на індивідуальну сумісність (велика перехрестна проба). Велику

перехрестну пробу проводили на водяній бані Micromed "БВ-4" (Україна) за температури 37 °С. При цьому на предметному скельці сироватку тварини-реципієнта і кров тварини-донора змішували у співвідношенні 1:5; 1:10. Реакцію проводили впродовж 5 хв. Після чого проводили мікроскопічні дослідження (рис. 1). За відсутності аглютинації проводили біологічну пробу на індивідуальну сумісність.

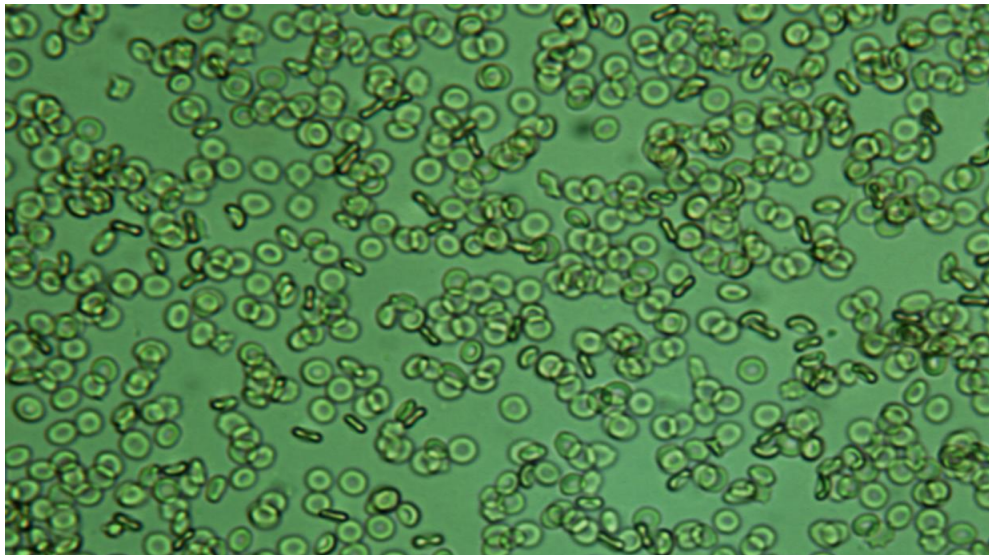


Рис. 1. Велика перехрестна проба. Реакція аглютинації негативна, (збільшення x 400)

Під час проведення досліджень у дослідних тварин контролювали основні клінічні показники (температуру тіла, частоту серцевих скорочень, частоту дихальних рухів).

Статистичну обробку результатів дослідження проведено з використанням програмного забезпечення «Statistica 5.0» («StatSoft Inc.», США). Статистично вірогідними вважали відмінності між

двома показниками порівнюваних вибірок при $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ (Mazurkevich, 2023).

Результати. За результатами клінічного дослідження у дослідних тварин встановлено, що температура тіла, частота серцевих скорочень і частота дихальних рухів знаходилася у межах фізіологічної норми.

Показники зміни поглинальної активності еритроцитів у сироватці

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

крові досліджуваних кролів на 3, 7 та 23 доби відносно вихідного стану та їх функціональної активності в

реакції відновлення нітросинього тетразолію представлено в табл.1.

1. Динаміка змін фагоцитарної активності нейтрофільних гранулоцитів у кролів за алогенної трансфузії еритроцитарної маси ($M \pm m$, $n=5$)

№ п/п	Показники	Вихідний стан	3 доба	7 доба	23 доба
1	Фагоцитарний індекс, %	24,2 $\pm$ 2,9	35,75 $\pm$ 1,3**	32,5 $\pm$ 0,75*	38,5 $\pm$ 0,65***
2	Фагоцитарне число, шт.	7,7 $\pm$ 0,3	5,97 $\pm$ 0,54*	6,05 $\pm$ 0,55*	7,15 $\pm$ 0,29

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Я видно із таблиці 1, фагоцитарний індекс збільшився на 3 добу на 47,7 %, 7 добу на 34,3 %, 23 добу на 59,1 % відносно вихідного стану.

Показник фагоцитарного числа (табл. 1) на 3 добу зменшився на 22,5 %, 7 добу на 21,4 %, 23 добу на 7,2 %, відносно вихідного стану.

Фагоцитарна активність нейтрофілів відображає функціональний стан гранулоцитів. Її зниження може бути наслідком недостатності опсонізуючих факторів сироватки крові (антитіл, білків системи комплементу) та ураження імунних клітин вродженого та набутого характеру. У наших дослідженнях (табл. 1) встановлено збільшення фагоцитарного індексу (ФІ) на 3 добу на 47,7 % до 35,75 $\pm$ 1,3; 7 добу на 34,3 % до 32,5 $\pm$ 0,75; 23 добу на 59,1 % до 38,5 $\pm$ 0,65, відносно вихідного стану. Як видно із таблиці 1, показник фагоцитарного числа (ФЧ) на 3 добу зменшився на 22,5 %, 7 добу на 21,4 %, 23 добу на 7,2 %, відносно вихідного стану.

Отже, знижена фагоцитарна активність нейтрофільних гранулоцитів може бути обумовлена зниженою опсонізуючою активністю крові. Наші дослідження узгоджуються з дослідженнями Jochum et al., 1999.

Відомо, що нейтрофіли відіграють значну роль в патогенезі імунних реакцій в організмі ссавців, які діють в двох напрямках: підсилюють або обмежують запалення, тим самим впливаючи на перебіг патологічного процесу в організмі ссавців (Nesterova, 2017). Встановлено, що на фагоцитоз можуть впливати як зовнішні чинники (температура, лікарські засоби, травма), так і внутрішні (вік, суміжні захворювання. Окремі науковці стверджують, що нейтрофіли виконують не тільки фагоцитарну функцію, а і впливають на регуляцію імунних реакцій (Hellebrekers, 2017).

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

Очевидно, що знижена здатність нейтрофільних гранулоцитів крові до фагоцитозу пояснюється здатністю виконувати інші функції, такі як

імунна регуляція. Наші дослідження узгоджуються із дослідженнями Hellebrekers et al., 2017.

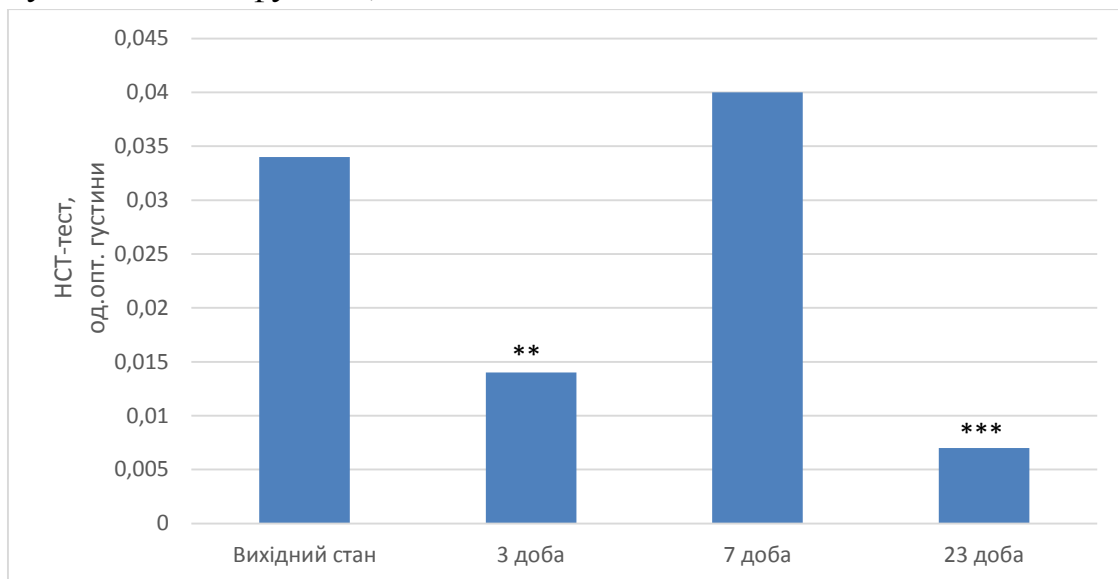


Рис. 2. Динаміка змін функціональної активності нейтрофілів в реакції спонтанного тесту з нітросинім тетразолієм у крові кролів за алогенної трансфузії еритроцитарної маси

Примітка: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

Вивчення функціонального стану нейтрофільних лейкоцитів за допомогою спонтанного НСТ-тесту дозволило встановити, що рівень НСТ-тесту (рис. 2) за умов впливу алогенної трансфузії еритроцитарної маси на 3 добу спостереження достовірно нище вихідного стану на 58,8% ($P < 0,01$). На 7 добу показник спонтанного НСТ-тесту мав тенденцію до збільшення (0,04 од. опт. густ.) і зріс на 17,6%. Причиною підвищення спонтанного НСТ-тесту вірогідно є активація фагоцитів, що супроводжується посиленням потреби кисню імунними клітинами. Тобто підвищення показника спонтанного НСТ тесту у порівнянні з

контрольними значеннями свідчить про збільшення (стимуляції) функціонального резерву нейтрофілів. На 23 добу цей показник достовірно знизився у 4,8 раза ($P < 0,001$).

Отже, особливостями клітинних факторів місцевого захисту є знижена метаболічна активність нейтрофільних гранулоцитів у периферійній крові тварин-реципієнтів у спонтанному НСТ-тесті порівняно із вихідним станом на 3 і 23 доби експериментальних досліджень за трансфузії еритроцитарної маси.

Отже, можна припустити, що трансфузія еритроцитарної маси у кролів-реципієнтів призводить до

дискоординації у нейтрофільних гранулоцитах крові механізмів фагоцитозу і метаболічної активності (респіраторного вибуху).

Висновки і перспективи.

Трансфузія еритроцитарної маси у кролів-реципієнтів призводить до дискоординації у нейтрофільних гранулоцитах крові механізмів фагоцитозу і метаболічної активності.

Встановлено, що за трансфузії еритроцитарної маси відбувається збільшення фагоцитарного індексу на 3 добу на 47,7 %, 7 добу на 34,3 %, 23 добу на 59,1 %, відносно вихідного стану. Показник фагоцитарного числа на 3 добу експерименту зменшився на 22,5 %, 7 добу на 21,4 %, 23 добу на 7,2 %, відносно вихідного стану.

Встановлено зниження метаболічної активності нейтрофільних гранулоцитів у периферійній крові тварин-реципієнтів у спонтанному НСТ-тесті порівняно із вихідним станом на 3 і 23 доби експериментальних досліджень за трансфузії еритроцитарної маси у 4,8 раза.

Матеріал статті становить практичну цінність для застосування переливання еритроцитарної маси при лікуванні тварин за анемії різного генезу.

Перспективами подальших досліджень є вивчення ефективності використання компонентів крові у тварин-реципієнтів за анемії різного генезу.

References

1. Delaney, M., Wendel, S., Bercovitz, R.S., Cid, J., Cohn, C., Dunbar, N.M., & Ziman, A. (2016). Transfusion reactions: Prevention, diagnosis, and treatment. *Lancet*, 388, 2825-2836. doi: 10.1016/S0140-6736(15)01313-6.
2. Dewangan, G., Hirpurkar, S.D., Giri, D.K., & Kashyap, D.K. (2014). Assessment of innate immunity by phagocytic activity in non-descript and sahiwal cattle in Chhattisgarh. *Veterinary World*, 7 (11), 943-947. doi: 10.14202/vetworld.2014.943-947.
3. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Scientific Purposes. Strasbourg, 18. III. 1986. http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_137
4. Frazier, S.K., Higgins, J., Bugajski, A., Jones, A.R., & Brown, M.R. (2017). Adverse reactions to transfusion of blood products and best practices for prevention. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 29, 271-290. doi:10.1016/j.cnc.2017.04.002.
5. Fung, M.K. Grossman, B.J., Hillyer, C.D., & Westhoff, C.M. (2014). Technical manual (18th ed.). Bethesda, MD: American Association of Blood Banks.
6. Gordienko, G.I., Borodina, T.M., Dudina, T.A., & Samsygina, G.A. (2003). Study of absorption and metabolic activity of peripheral blood neutrophils in children of early age. *Pediatrics*, 5, 1-11.
7. Heddle, N.M., Klama, L., Singer, J., Richards, C., Fedak, P., Walker, I., & Kelton, J.G. (1994). The role of the plasma from platelet concentrates in transfusion reactions. *New England Journal of Medicine*, 331, 625-628.
8. Hellebrekers, P., Hietbrink, F., & Vrisekoop, N. (2017). Neutrophil Functional Heterogeneity: Identification of Competitive Phagocytosis. *Front. Immunol*, 8, 1498-1503.
9. Jochum, M., Billing, A.G., & Fröhlich, D. (1999). Proteolytic destruction of functional proteins by phagocytes in human peritonitis. *Eur. J. Clin. Invest*, 29(3), 246-255.
10. King, K.E., Shirey, R.S., Thoman, S.K., Bensen-Kennedy, D., Tanz, W.S., & Ness, P.M. (2004). Universal leukoreduction decreases the incidence of febrile nonhemolytic transfusion reactions to RBCs. *Transfusion*, 44, 25-29.

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

11. Lazarenko, L.M., Spivak, M.Ya., Mykhaylenko, O.M., & Suchich, G.T. (2005). Papillomavirus infection and the interferon system. Kyiv: "Meta", 288.
12. Law of Ukraine No. 3447-IV "On the Protection of Animals from Cruelty" / Information of the Verkhovna Rada of Ukraine. (2006). Officer. view. 27, 990. (Library of official publications).
13. Maliuk, M., Illek, J., Kulida, M., Savchuk, M., & Yehorov, O. (2022). Effect of allogeneic blood transfusion on neutrophil functional activity and lymphocyte cytotoxicity in recipient rabbits. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*, 13(4), 42-49.
14. Malyuk, M.O., Yehorov, O.V., & Kulida, M.A. (2023). Effects of allogeneic blood transfusion on the immunity parameters in recipient rabbits. *Regul. Mech. Biosyst*, 14(2), 290-294.
15. Mazurkevich, A.Y., Danilov, V.B., & Kuts, N.V. (2023). Pathophysiology of animals (workshop) Kyiv: "Meta", 174.
16. Menitove, J.E., McElligott, M.C., & Aster, R.H. (1982). Febrile transfusion reaction: what blood component should be given next? *Vox Sang*, 42, 318-321.
17. Nesterova, I.V., Kolesnikova, N.V., & CHudilova, G.A. (2017). Novyj vzglyad na nejtrofil'nye granulocyt: pereosmyslenie staryh dogm. *Infekciya i immunitet*, 7(3), 219-230.
18. On the protection of animals from cruelty. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/3447-15> (application date: 09/21/2020).
19. Paglino, J.C., Pomper, G.J., Fisch, G.S., Champion, M.H., & Snyder, E.L. (2004). Reduction of febrile but not allergic reactions to RBCs and platelets after conversion to universal prestorage leukoreduction. *Transfusion*, 44, 16-24.
20. Perrotta, P.L., & Snyder, E.L. (2001). Non-infectious complications of transfusion therapy. *Blood Rev*, 15, 69-83.
21. Rajesh, K., Harsh, S., & Amarjit, K. (2015). Effects of Prestorage Leukoreduction on the Rate of Febrile Nonhemolytic Transfusion Reactions to Red Blood Cells in a Tertiary Care Hospital. *Ann Med Health Sci Res*, 5, 185-188.
22. Savage, W.J., Tobian, A.A.R., Savage, J.H., Wood, R.A., Schroeder, J.T., & Ness, P.M. (2013). Scratching the surface of allergic transfusion reactions. *Transfusion*, 53, 1361-1371. doi: 10.1111/j.1537-2995.2012.03892.
23. Suddock, J.T., & Crookston, K.P. (2019). Transfusion reactions. In StatPearls. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482202>.
24. Vamvakas, E.C., & Pineda, A.A. (2001). Allergic and anaphylactic reactions. In M.A. Popovsky (Ed.), *Transfusion reactions* (2nd ed., pp. 83–127). Bethesda, MD: American Association of Blood Banks.
25. Webb, C., Norris, A., & Hands, K. (2018). An acute transfusion reaction. *Clinical Medicine*, 18, 95-97. doi: 10.7861/clinmedicine.18-1-95.
26. Wood, J.P., Traub, S.J., & Lipinski, C. (2013). Safety of epinephrine for anaphylaxis in the emergency setting. *World Journal of Emergency Medicine*, 4, 245-251. doi: 10.5847/wjem.1920-8642.2013.04.001.
27. Yazer, M.H., Raval, J.S., Triulzi, D.J., & Blumberg, N. (2012). AB Omismatched transfusions are not over-represented in febrile non-haemolytic transfusion reactions to platelets. *Vox Sang*, 102, 175-177.

**THE EFFECT OF ALLOGENEOUS TRANSFUSION OF ERYTHROCYTE
MASS ON INDICATORS OF THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF
NEUTROPHIL GRANULOCYTES IN THE BODY OF RECIPIENT RABBITS**
M. O. Malyuk, M. A. Kulida, O. V. Egorov

Abstract. *The relevance of the study is due to the spread among animals of pathologies in the therapy of which transfusion of blood components is used, which is used both for acute blood loss and for diseases of the blood and hematopoietic organs,*

Малюк М. О., Куліда М. А., Єгоров О. В.

if their deficiency cannot be compensated by other methods. In this regard, this article is aimed at evaluating the state of phagocytic activity of phagocytic cells (neutrophils and macrophages) according to indicators of phagocytic index, phagocytic number and oxygen-dependent phagocytosis during allogeneic transfusion of erythrocyte mass in the blood of recipient rabbits.

The leading approach to the study of this problem was the determination of the absorption activity of phagocytes, the determination of the oxygen-dependent bactericidal activity of blood neutrophils, which was studied using the spontaneous test with nitroblue tetrazolium (NST-test). The material for research was blood serum samples obtained from 5 clinically healthy rabbits 3, 7 and 23 days after transfusion.

It was found that the phagocytic index increases by 47.7% on the 3rd day, by 34.3% on the 7th day, and by 59.1% on the 23rd day, relative to the initial state. The indicator of the phagocytic number on the 3rd day of the experiment decreased by 22.5%, on the 7th day by 21.4%, on the 23rd day by 7.2%, relative to the initial state. It was found that the metabolic activity of neutrophil granulocytes in the peripheral blood of recipient animals in the spontaneous HST test, compared to the initial state on the 3rd and 23rd day of experimental studies with transfusion of erythrocyte mass, decreases by 4.8 times.

The material of the article is of practical value for the application of transfusion of erythrocyte mass in the treatment of animals with anemia of various genesis.

Keywords: hemotransfusion, phagocytic index, metabolic activity, blood components

**СТАН ПРИРОДНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ
ФІЛІЇ «ЖМЕРИНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Ю. А. ЄЛІСАВЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

О. Г. ВАСИЛЕВСЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

І. С. НЕЙКО, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник

ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДІЛГА

М. В. МАТУСЯК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0001-8099-7290>

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: mikhailo1988@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.021](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.021)

***Анотація.** У статті висвітлено проблеми досліджень стану природних дубових лісів філії «Жмеринське ЛГ», яке перебуває в функціональній структурі обласного управління лісового та мисливського господарства Вінницької області. В дослідному матеріалі статті проведено аналітичний огляд повидільної бази даних лісовпорядкування спеціалізованого підприємства. Результатом аналізу даних лісовпорядкування та візуального огляду в межах лісових масивів філії «Жмеринське ЛГ» є визначення таксаційних показників дубових лісових насаджень насінневого та вегетативного походження. Збережені природні дубові деревостани в межах лісових масивів філії «Жмеринське ЛГ» зростають в оптимальних лісорослинних умовах. У переважній більшості природні дубові деревостани зростають в умовах свіжих грабових дібров та менше у вологих грабових дібровах.*

Встановлено, що природні дубові ліси у межах лісового фонду лісгосподарського підприємства представлені вегетативними та насінневими насадженнями за походженням. Аналітичні дані показують, що прослідковується тенденція до зменшення частки природних лісів дуба в межах підприємства. Визначено, що у межах підприємства переважають дубові ліси природного походження із часткою дуба 9-10 одиниць переважно віком 110 років. Площа зазначених насаджень є максимальною та становить 159,3 га. Встановлено, що дубові деревостани характеризуються переважно 2-им класом бонітету. Середній запас коливається у межах 310-342 м³/га.

Результатом проведених досліджень є встановлення того, що в природних лісах дуба майже повністю відсутнє стійке природне відновлення головної лісотвірної породи. Також на основі візуальних обстежень виявлено, що в умовах свіжого гряду в наявних типах лісу не зустрічається природне поновлення дуба.

Ключові слова: природні ліси, дуб звичайний, насіннєві, вегетативні, природне поновлення

Актуальність. Філія «Жмеринське лісове господарство» розміщена в північно-західній частині Вінницької області на території п'яти адміністративних районів: Барського, Жмеринського, Тиврівського, Мурованокуриловецького і Шаргородського, деревостани якого зростають в оптимальних лісорослинних умовах регіону. У 1939-1945 роках пройшло суцільне спустошення кращих насаджень Жмеринського лісгоспу, особливо розміщених поблизу доріг, а деревина вивозилася до Німеччини, яке призвело до скорочення частки природних лісів. У переважній більшості природні корінні деревостани замінили похідні малоцінні грабняки. У 1960-1980-х роках було проведено велику роботу по реконструкції порослевих грабняків на площі майже 3200 га. Було створено захисні насадження на площі 1076 га. Упродовж 1990-2000-х років було проведено лісовідновлення на площі 1285 га, на площі 704 га створено захисні насадження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження природних дубових лісів на території рівнинної частини України, а саме Лівобережного Лісостепу та Степу присвячено ряд наукових праць науковців УкрНДІЛГА

ім. Г. М. Висоцького. Питанню сучасного стану дубових насаджень на притоках Ворскли у межах Сумської області та проблематиці їхнього природного відновлення присвячена праця О. Б. Бондара, М. Г. Румянцева, О. В. Кобця, С. В. Сидоренко та В. С. Ющика [2]. В працях В. П. Ткача, М. М. Діденка, М. Г. Румянцева, В. А. Солодовника, В. П. Чигринця, Л. С. Луначевського, О. В. Кобця та ін. комплексно розглядаються питання природного відновлення природних дубових деревостанів в умовах охоплення всієї Лівобережної частини України [5, 14-15]. Оцінці стану дубових лісів в межах Степової частини Лівобережного Степу України присвячена наукова праця В. П. Ткача, О. В. Кобця, М. Г. Румянцева, в якій розглянуто особливості поширення природних дубових лісів в умовах Степу України та особливості їх збереження та природного відновлення [16].

В умовах Правобережного Лісостепу рівнинної частини України питанню дослідження лісо-типологічної структури природних дубових лісів, їх таксаційної характеристики та процесу їх відновлення присвячені науково-дослідні праці наукових співробітників ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція»

Єлісавенко Ю. А., Василевський О. Г., Нейко І. С., Матусяк М. В.

О. Г. Василевського, Ю. А. Єлісавенка, І. С. Нейка, та інших, які підсилюють виконання державних науково-дослідних тем УкрНДІЛГА [3, 4, 6, 9-11, 17, 18, 12], а також науковців інших установ [3, 8, 11, 18].

В умовах Західного Лісостепу України питанню лісотаксаційної структури дубових лісостанів присвячені праці А. А. Новака, С. Л. Копія, І. В. Фізика у цих працях висвітлюються питання поширення дубових деревостанів в регіоні, а також їх лісо типологічна структура [12].

Мета дослідження. Провести аналіз стану природних лісів філія «Жмеринське лісове господарство» та визначити шляхи підвищення продуктивності та біологічної стійкості існуючих насаджень, а також визначити пріоритетні напрямки збільшення площі природних лісів шляхом сприяння природньому поновленню основних лісотвірних порід регіону досліджень.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у наявних природних дубових лісах філія «Жмеринське ЛГ», які мають різні таксаційні показники. Тимчасові пробні площі (ТПП) закладалися за відповідності до прийнятих методик в лісівництві та лісовій таксації [1, 7] відповідно до СОУ 02.02-37-476:2006 «Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання» [13] в умовах свіжих

грабових дібров та судібров. На основі звітних матеріалів бази лісовпорядних даних ВО «Укрдержліспроєкт» (станом на 01.01.2012) та натурних обстежень проаналізовано та проведено розподіл природних дубових насаджень за таксаційними показниками. Показники обробляли на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення «Лісовий портал».

Результати та їх обговорення. Площа лісового фонду – 18604,3 га. З них вкриті лісовою рослинністю – 17107,4 га. у т.ч.: лісових культур – 13102 га, середній клас бонітету – І, природно-заповідний фонд – 69 га, мисливських угідь – 16059 га, середній запас деревини – 247 м³/га, середній вік насаджень – 61 рік, середній приріст на 1 га лісових земель – 4,0 м³, середній розмір користування на 1 га – 3,0 м³, загальний запас – 422284 м³, садіння лісу в ДЛФ – 80 га, вирощування садивного матеріалу – 0,850 млн. шт., вирощування декоративного посадкового матеріалу – 12 тис. шт.

Поділ вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами порід: хвойні – 2,1 %, твердолистяні – 96,2 %, м'яколистяні – 1,7 %. Поділ критих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами віку: молодняки – 19 %, середньовікові – 57,5 %, пристигаючі – 12,7 %, стиглі та перестій – 10,8 %.

Розподіл території лісового фонду за основними категоріями земель: вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки – 17107,4 га – 92 %, не вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки – 1259,4 га – 6,8 %, у т.ч.: не зімкнуті лісові культури – 753,1 га – 0,4 %, зруби – 63,4 га – 0,3 %, не лісові землі – 237,5 га – 1,2 %, лісові шляхи і просіки – 267,1 га – 1,4 %, траси – 59,8 га – 0,3 %, сільгосп угіддя – 42,2 га – 0,2 %, садиби – 31,4 га – 0,2 %, інші не лісові землі – 3,9 га.

Розподіл вкритих лісовою рослинністю земель за основними лісотвірними породами: дуб звичайний – 68,4 % (площа 11702,1 га); дуб червоний 13,6 % (площа 2326,6 га), граб звичайний 6,1 %

(площа 1033,6 га), ясен звичайний 7,4 % (площа 1261,8 га), ялина європейська 1,5 % (площа 252,6 га), береза повисла 0,7 % (площа 120,8 га), сосна звичайна 0,6 % (площа 97,4 га), вільха чорна 0,4 % (площа 75,7 га), інші 1,3 % (площа 230,5 га).

Лісові насадження за переважання дуба звичайного у складі у межах лісового фонду ДП «Жмеринський лісгосп» становлять 68,4 % (площа 11702,1 га). Дубові ліси природного походження займають площу 352,7 га (близько 3 % від загальної площі). Деревостани здебільшого насінневого походження (89 %). Незначну частку складають порослеві деревостани (11 %) (рис. 1).

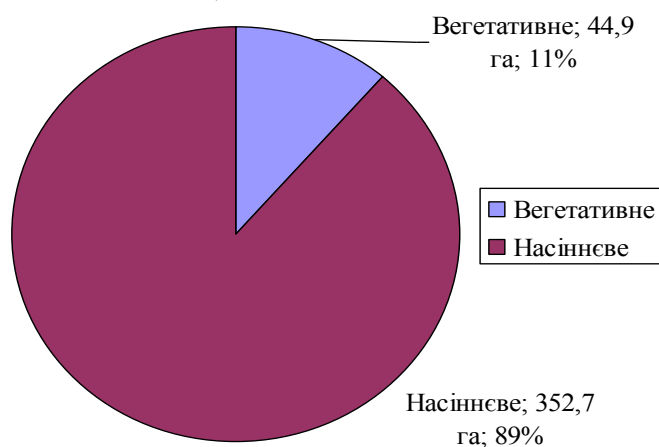


Рис. 1. Розподіл природних дубових лісів за походженням

Природні дубові ліси сформувалися переважно в умовах свіжої грабової діброви (99 %), частка

вологої грабової діброви лише 1 % (рис. 2).

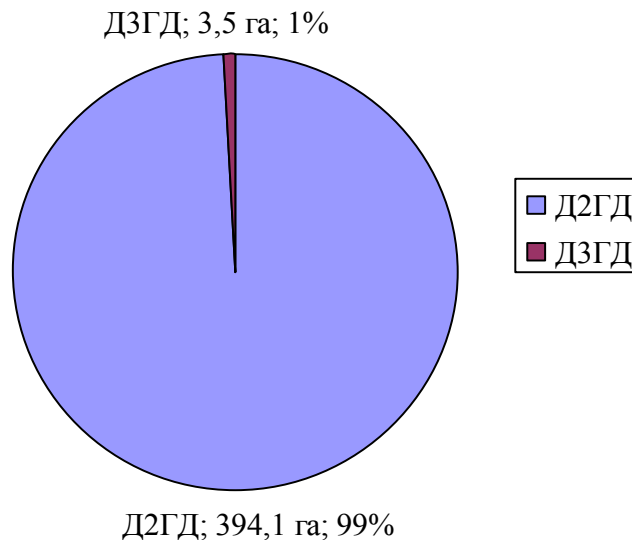


Рис. 2. Розподіл дубових лісів природного походження за типами лісу

Розподіл природних дубових лісів за класами віку в умовах ДП

«Жмеринське ЛГ» наведено у таблиці 1.

1. Розподіл дубових насаджень природного походження за класами віку в умовах Філія «Жмеринське ЛГ»

Класи віку	Середній склад деревостанів	Площа, га	Середній бонітет	Середня повнота	Заг. запас, м ³	Середній запас на 1 га	Середній приріст, м ³ /га
41-50	7Д31ЛПД1КЛГ1ГЗЯЗ	6,8	1,5	0,7	782	115	2,8
61-70	7Г32Я31ДЗ +ЯВ	0,4	2,0	0,6	92	230	3,5
81-90	3Д34Г31Я31КЛГ1ОС+ЛПД+КЛП	22,7	1,7	0,7	7264	320	3,7
91-100	4Д35Г31ЯЗ+КЛГ+ЧШ	41,6	1,7	0,7	13312	320	3,3
101-110	5Д34Г31ЛПД+КЛГ	129,7	1,7	0,7	42541	328	3,1
111-120	8Д32Г3+БРС+КЛП	193,9	1,6	0,7	65344	337	2,9
131-140	9Д31Г3+БРС	3,8	2,0	0,6	1254	330	2,4
200	7Г32Я31ДЗ+ЛПД+КЛГ	3,5	1,5	0,7	1176	336	1,9

Згідно таблиці 1 в структурі природних дубових лісів філія «Жмеринське ЛГ» переважають насадження VIII класу віку (91-100 р.) – 129,7 га і насадження віком IX класу віку (111-120 р.) – 193,9 га. Частка цих насаджень складає 87 %. Насадження інших класів віку незначні за площею

і їх частка – 13 %. Переважаючі деревостани за класами віку характеризуються середнім бонітетом 1,7 (VIII клас віку) і 1,6 (IX клас віку). Повнота даних деревостанів – 0,7. Середній запас 328-337 м³/га і приріст – 2,9-3,1 м³/га.

Розподіл насаджень за часткою дуба у складі дубових деревостанів природного походження в умовах

філія «Жмеринське ЛГ» наведено у таблиці 2.

2. Розподіл насаджень за часткою дуба у складі дубових деревостанів природного походження в умовах філії «Жмеринське ЛГ»

Частка дуба у складі (одиниць)	Середній вік насаджень	Площа, га	Середній бонітет	Середня повнота	Загальний запас, м ³ /га	Середній запас на 1га, м ³ /га	Середній приріст, м ³ /га
9-10	110	159,3	2	0,69	49383	310,0	2,8
7-8	113	90,9	1	0,75	31042	341,5	3,0
6-5	113	29,8	2	0,76	9238	310,0	2,7
4-3	105	78,7	2	0,75	25144	319,5	3,0
2-1	106	38,9	2	0,74	12171	312,9	2,9

Згідно наведених даних переважають дубові ліси природного походження із часткою дуба 9-10 одиниць переважно віком 110 років. Площа зазначених насаджень є максимальною та становить 159,3 га. Дубові деревостани характеризуються переважно 2-им

класом бонітету. Середній запас коливається у межах 310-342 м³/га. Середній приріст – 2,7-3,0 м³/га.

Розподіл дубових насаджень природного походження за повнотою в умовах філії «Жмеринське ЛГ» наведено у таблиці 3.

3. Розподіл дубових насаджень природного походження за повнотою в умовах філії «Жмеринське ЛГ»

Повнота	Середній склад деревостанів	Середній вік, років	Площа, га	Середній бонітет	Загальний запас, м ³	Середній запас на 1га м ³ /га	Середній приріст м ³ /га
0,5-0,6	9Д31ГЗ+БРС	108	101,0	1,73	28825	285,4	2,6
0,7-0,8	5Д34Г31ЛПД+КЛГ	109	255,5	1,71	88241	325,8	2,9
0,9-1,0	3Д34Г31Я31КЛГ1ЛПД+КЛП	108	44,3	1,67	16391	370,0	3,4

Згідно з наведеними даними переважають дубові насадження природного походження із повнотою 0,7-0,8. Загальна площа таких насаджень становить 255,5 га.

Загальний запас зазначених насаджень становить 88241 м³, середній запас – 325,8 м³/га.

Розподіл дубових насаджень природного походження за

бонітетами в умовах філії «Жмеринське ЛГ» відображений у таблиці 4.

4. Розподіл дубових насаджень природного походження за бонітетами в умовах ДП «Жмеринське ЛГ»

Бонітет	Середній склад деревостанів	Середній вік, років	Площа, га	Середній бонітет	Середня повнота	Загальний запас, м ³	Середній запас на га м ³ /га	Середній приріст, м ³ /га
I-II	4Д33ЯЗ3 ГЗ	106	538,4	1,58	0,73	171372	318,3	3,0
III-IV	6Г32ДЗ1 ЯЗ1ЛПД	101	8,5	3,0	0,70	2697	317,4	3,1

Згідно наведених даних переважають деревостани I-II класів бонітетів. Площа зазначених насаджень становить понад 538,4 га. Дані показники свідчать про те, що зростають в оптимальних лісорослинних умовах і формування подібних лісових насаджень в регіоні досліджень дозволить оптимально використовувати лісорослинний потенціал земель регіону.

Висновки і перспективи. Лісові насадження за переважання дуба звичайного у складі у межах лісового фонду філії «Жмеринське ЛГ» становлять 68,4 % (площа 11702,1 га). Дубові ліси природного походження займають площу 352,7 га (близько 3 % від загальної площі). Деревостани здебільшого насінневого походження (89 %). Незначну частку складають порослеві деревостани (11 %). Природні дубові ліси сформувалися переважно в умовах свіжої грабової діброви (99 %).

У межах лісового фонду філії «Жмеринське ЛГ» переважають дубові ліси природного походження із часткою дуба 9-10 одиниць переважно віком 110 років. Площа зазначених насаджень є максимальною та становить 159,3 га. Дубові деревостани характеризуються переважно 2-им класом бонітету. Середній запас коливається у межах 310-342 м³/га. Середній приріст – 2,7-3,0 м³/га. Дубові насадження природного походження характеризуються переважаючою повнотою 0,7-0,8. Загальна площа таких насаджень становить 255,5 га. Загальний запас зазначених насаджень становить 88241 м³, середній запас – 325,8 м³/га. Згідно наведених даних переважають деревостани I-II класів бонітетів. Площа зазначених насаджень становить понад 500 га.

Список використаних джерел

1. Бондар О.Б., Румянцев М.Г., Кобець О.В., Сидоренко С.В., Ющик В.С. Сучасний стан дубових насаджень на притоках Ворскли у межах Сумської області та особливості їхнього природного відновлення. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020, т. 30, № 4. С. 19-24.
2. Василевський О.Г., Підпалій І.Ф., Матусяк М.В., Самойлова О.О. Особливості формування та потенціал використання природного поновлення дуба звичайного в умовах Поділля. Вінниця ВНАУ. *Сільське господарство і лісівництво*. 2015. № 1. С. 24-32
3. Василевський О.Г., Єлісавенко Ю.А., Нейко І.С., Монарх В.В. Сучасний стан природних деревостанів дуба ДП «Вінницьке ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №7 (Том 1). С. 129-139.
4. Василевський О.Г., Нейко І.С., Єлісавенко Ю.А., Матусяк М.В. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних лісостанів дуба ДП «Крижопільське ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2018 (№10). С. 19-29.
5. Діденко М.М. Стан дубового поновлення під наметом лісу в Лівобережному Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків: УкрНДЛГА, 2018. Вип. 132. С. 25-34.
6. Єлісавенко Ю.А., Нейко І.С., Василевський О.Г., Прищепа А.М. Стан природних дубових лісів ДП «Могилів-Подільське ЛГ». *Вісник НУБГП. Серія: Сільськогосподарські науки*. Рівне, 2022. Вип. 4 (100). С. 78-90.
7. Іщук Г.П. Природне відновлення дуба і граба під наметом лісонасаджень та на зрубках на ДП «Корсунь-Шевченківське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*, 2017, т. 27, № 1. С. 15-18.
8. Матусяк М.В., Нейко І.С., Єлісавенко Ю.А. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних дубових лісостанів ДП «Хмільницьке ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019 (№12). С. 131-141.
9. Нейко І.С., Єлісавенко Ю.А., Монарх В.В. Стан природних дубових лісів ДП «Бершадське ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019 (№13). С. 205-216.
10. Нейко І.С., Матусяк М.В., Єлісавенко Ю.А., Панкова С.О. Характеристика природних дубових лісів та природного поновлення в умовах ДП «Тульчинське ЛМГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2022 (№27). С. 166-182.
11. Новак А.А., Копій С.Л., Фізик І.В. Аналіз лісотаксаційної структури дубових лісостанів Західного Лісостепу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020, т. 30, № 4. С. 73-78.
12. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
14. Румянцев М.Г., Солодовник В.А., Чигринець В.П., Луначевський Л.С., Кобець О.В. Особливості формування і відтворення природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2016. Вип. 128. С. 63-73.
14. Ткач В.П. Сучасний стан природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2009. Вип. 116. С. 79-84.
15. Ткач В.П., Кобець О.В., Румянцев М.Г. Стан та продуктивність дубових насаджень степової частини України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. Вип. 134. С. 13-23.
16. Mudrak O.V., Yelisavenko Yu.A., Polishchuk V.M., Mudrak H.V. Assessment of forest ecosystems of Eastern Podillya natural reserve fund in the regional econet structure. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(1), С. 187–192.
17. Vasylevskyi O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*, 2021. 24(2), С. 37-46.
18. Neyko I., Yurkiv Z., Matusiak M., Kolchanova O. The current state and efficiency use of in situ and ex situ conservation units for seed harvesting in the central part of Ukraine.

Folia Forestalia Polonica, Series A. 2019. Vol. 61 (2). P. 146-155.

Reference

1. Bondar, O. B., Rumiantsev, M. N., Kobets, O. V., Sydorenko, S. V., & Yushchik, V. S. (2020). Current state of oak stands in the tributaries of the river Vorskla within Sumy region and some features of their natural regeneration. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(4), 19-24. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36930/40300403>
2. Vasylevskyi O.H., Pidpalyi I.F., Matusiak M.V., Samoilo O.O. Peculiarities of formation and potential use of natural regeneration of common oak in Podillia. *Agriculture and forestry*. 2015. (№ 1). C. 24-32. [in Ukrainian].
3. Vasylevskyi O.H. Yelisavenko Yu.A., Neiko I.S., Monarkh V.V. (2017). Current state of natural stands of oak of SE «Vinnytsia LG». *Agriculture and forestry*. №7 (Tom 1). Vinnytsia: VNAU. 130-140. [in Ukrainian].
4. Vasylevskyi O.H., Neiko I.S., Yelisavenko Yu.A., Matusiak M.V. (2018). Characterization of the structure and reforestation processes of natural oak forest stands of SE «Kryzhopil'ske LG». *Agriculture and forestry*, (№10). 19-29. [in Ukrainian].
5. Didenko M.M. (2018). State of oak restoration under a forest tent in the Left-bank Forest Steppe. *Forestry and agroforestry*. Issue. 132. 25-34. [in Ukrainian]
6. Yelisavenko Yu.A., Neyko I.S., Vasylevskyi O.G., Pryshchepa A.M. (2022). State of natural oak forests of SE «Mohyliv-Podil'ske LG». *Bulletin Natoinal university of water and enwiromental engineering*. Rivne. Volume (100). 78-90. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31713/vs420226>
7. Ishchuk H.P. (2017). Natural restoration of oak and hornbeam under logging and logging at the Korsun-Shevchenkivsky forestry enterprise. *Scientific Bulletin of UNFU*. t. 27, № 1. 15-18. [in Ukrainian].
8. Matusiak M.V., Neiko I.S., Yelisavenko Yu.A. (2019). Characteristics of the structure and reforestation processes of natural oak forest stands of SE Khmel'nitske LG. *Agriculture and forestry*, (№12). 131-141. [in Ukrainian].
9. Neiko I.S., Yelisavenko Yu.A., V.V. Monarkh (2019). State of natural oak forests of SE «Bershadske LG». *Agriculture and forestry* (№13). 205-216. [in Ukrainian].
10. Neiko I.S., Matusiak M.V., Yelisavenko Yu.A., Pankova S.O. Characteristics of natural oak forests and natural renewal in the conditions of SE «Tulchinske LMG». *Agriculture and forestry*. (№27). 166-182. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-12>
11. Novak, A. A., Kopiy, S. L., & Fyzik, I. V. (2020). Forest taxation structure of oak forest stands of the Western Forest Steppe. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30 (4), 73-78. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36930/40300413>
12. Areas trial forest management. Method of laying: SOU 02.02-37-476: 2006. Effective 2007-05-01]. 2006. K.: Minahropolityky Ukrainy. 32 p. [in Ukrainian].
13. Rumiantsev M.H. Solodovnyk V.A., Chyhrynets V.P., Lunachevskyi L.S., Kobets O.V. (2016). Features of formation and reproduction of natural forest stands of oak of the usual Left Bank Forest Steppe of Ukraine. *Forestry and agroforestry*. Issue. 128. 63-73. [in Ukrainian].
14. Tkach V.P. (2009). Current status of natural forest stands of oak of the usual Left Bank Forest Steppe of Ukraine. *Forestry and agroforestry*. Issue. 116. 79-84. [in Ukrainian].
15. Tkach V.P., Kobets O.V., Rumiantsev M.H. (2019). Condition and productivity of oak stands in ukrainian Steppe. *Forestry and agroforestry*. Issue. 134. 13-23. [in Ukrainian].
16. Mudrak O.V., Yelisavenko Yu.A., Polishchuk V.M., Mudrak H.V. (2019). Assessment of forest ecosystems of Eastern Podillya natural reserve fund in the regional econet structure. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), P. 187-192. [in English].
17. Vasylevskyi O., Neyko I., Yelisavenko Yu., Matusiak M. (2021) Characteristics of natural oak forests of in SE «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measure for their generation. *Scientific Horizons*, 24(2), 37-46. [in English]. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.37-46](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.37-46)
18. Neyko I., Yurkiv Z., Matusiak M., Kolchanova O. (2019). The current state and

STATE OF NATURAL OAK FORESTS OF ZHMERYNSKE FORESTRY

Y. A. Yelisavenko, O. H. Vasylevskii, I. S. Neyko, M. V. Matusyak

Abstract. The article shows the problems of researching the state of natural oak forests of the branch "Zhmerynske LH", which is in the functional structure of the regional forestry and hunting economy department of Vinnytsia region. In the research material of the article, an analytical review of the specialized enterprise's forest management database is carried out. The result of the analysis of forest management data and visual inspection within the forest areas of the Zhmerynske Forestry Branch is the determination of the taxonomic indicators of oak forest plantations of seed and vegetative origin. The preserved natural oak stands within the forest areas of the branch "Zhmerynske Forestry" grow in optimal forest and vegetation conditions. The vast majority of natural oak stands grow in fresh hornbeam forests and less in wet hornbeam forests.

It has been established that natural oak forests within the forest fund of a forestry enterprise are represented by vegetative and seed plantations by origin. Analytical data show that there is a tendency to reduce the share of natural oak forests within the enterprise. It has been determined that the enterprise is dominated by oak forests of natural origin with a share of 9-10 units of oak, mostly 110 years old. The area of these plantations is the maximum and amounts to 159.3 hectares. It was found that the oak stands are characterized mainly by the 2nd class of bonita. The average stock ranges from 310-342 m³/ha.

The result of the research is the establishment that in natural oak forests there is almost no sustainable natural regeneration of the main forest-forming species. Also, based on visual inspections, it was found that in the conditions of fresh pile, natural regeneration of oak is not found in the existing forest types.

Key words: natural forests, common oak, seed, vegetative, natural renewal

Савченко О. М.

УДК 630*234(477.65)

**РОЗВИТОК ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ В НЕЗІМКНУТИХ
ДУБОВИХ КУЛЬТУРАХ ДОЛИНСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ
«АНАНІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»****О. М. САВЧЕНКО***, аспірант*Уманський національний університет садівництва*

E-mail: svitlanka0613@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.022](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.022)

Анотація. Досліджено особливості природного поновлення дуба та супутніх порід в умовах Північного Степу. Згідно проведених обстежень, впродовж 4 років, виявлено 21,38–58,19 тис. шт.·га⁻¹ природного поновлення підросту різних порід. У семирічних культурах цей показник був децю меншим і становив 40,26 тис. шт.·га⁻¹. У шести- та дев'ятирічних культурах загальна кількість природного поновлення була приблизно однаковою – 24,1 тис. шт.·га⁻¹ та 24,19 тис. шт.·га⁻¹, відповідно. Щодо видового складу підросту, то кількість збереженого самосіву дуже різнилась по роках. Так, дуб звичайний мав найбільшу кількість природного поновлення у шестирічних культурах (5,23 тис. шт.·га⁻¹). Вже в семирічних культурах, його збереженість складала 2,54 тис. шт.·га⁻¹. У подальші роки збереженість даного виду становила менше однієї тис. шт.·га⁻¹. Натомість, ясен звичайний мав найбільшу збереженість у шестирічних, а також в дев'ятирічних культурах – відповідно 3,52 та 3,84 тис. шт.·га⁻¹. В інші роки його збереженість була набагато вищою, ніж у дуба, з максимальною кількістю у 7-річних культурах – 19,1 тис. шт.·га⁻¹. За допомогою статистичної обробки даних виявлено, що на одно-дворічних зрубках існує істотна різниця на зменшення його кількості при не проведенні доглядів. В подальші роки відбувається зменшення кількості самосіву дуба, який з часом повністю випадає зі складу підросту. Виявлено істотну різницю за віком при природному поновленні окремих деревних порід, однак, через систематичне проведення доглядових рубань, його збільшення чи зменшення поновлення не відслідковується. У чисельності підросту таких деревних порід як акація, клен польовий, липа серцелиста, береста істотних змін не спостерігається.

Ключові слова: динаміка розподілу, кількість підросту, тип лісорослинних умов

Вступ. Посеред лісових багатств України важливе місце займають дубові ліси, площа яких становить 24 % від загальної лісової площі, та які поширені в усіх регіонах нашої

держави. На сьогодні відтворення дубових лісових культур відбувається здебільшого штучним шляхом, а природному насінному відновленню не надають належної уваги.

* Науковий керівник – д. с.-г. н., професор Шлапак Володимир Петрович

Савченко О. М.

Об'єкт дослідження – лісові культури Долинського лісництва філії «Ананьївське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Предмет дослідження – особливості формування природного поновлення дуба звичайного у не зімкнених культурах в умовах Північного Степу.

Мета роботи – детальне обґрунтування успішності природного поновлення в не зімкнутих культурах дуба звичайного та розподіл дубового підросту за висотою.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

1. Дослідити загальну кількість природного поновлення дуба та супутніх порід до проведення освітлення;

2. Зробити розподіл наявного підросту за висотними групами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченням даного питання займалися ряд вчених: Д. Д. Лавриненко [15, 16], М. І. Гордієнко, А. Ф. Гойчук [8], В. І. Білоус [3], В. А. Майборода [17], І. Д. Іванюк, В. П. Ландін [12], В. П. Ткач, Р. В. Головач [24], О. В. Кобець [13, 25], Н. В. Антонець [1], Л. В. Дем'яненко [10], С. Е. Сендонін [22], І. Г. Яковенко [29], I. Vanha-Majamaa [30], T. Tonteri [28], H. Ragony [19] та інші.

Більшість з них вважала доцільним сприяти природному

поновленню дібров після суцільної вирубки, за рахунок самосіву дуба та ясена. Однак, в даному типі насаджень часто спостерігалась відсутність природного поновлення дуба. Причиною цього вважають зміну складу насаджень з сильно розвиненим підліском, що створює намет, перешкоджаючи розвитку підросту дуба та ясена [7]. Для сходів дуба та ясена під наметом лісу велике значення має вертикальна структура материнського деревостану, товщина лісової підстилки, наявність підросту і підліску, вологість верхнього шару ґрунту. Природне поновлення у свіжій і вологій грабовій судіброві та в свіжій ясенево-липовій діброві найкраще відбувається насінневим шляхом. Значна кількість самосіву та підросту дуба спостерігається на другий та третій роки після врожайних літ, як під наметом стиглих деревостанів, так і на зрубках [3].

Матеріали та методика досліджень. У процесі досліджень оцінено успішність природного поновлення в не зімкнутих лісових культурах дуба звичайного. Згідно з методикою описаною А.Й. Швиденком [23], було закладено 18 тимчасових пробних площ, на яких визначали породний склад підросту та характер його походження, розміщення по площі, життєздатність, середню висоту і густоту. На кожній обліковій ділянці визначали вид деревної породи та чисельність

Савченко О. М.

підросту за віком (групою віку), групою висот, станом життєздатності. Окремо здійснювали облік чисельності та стану самосіву та сходів деревних порід. Деревця природного відновлення за віком поділяли на групи: самосів 1 і 2 роки та підріст 3 роки, 4-8 років, 9 років і старше. За висотою підріст поділяли на дрібний (менше 0,5 м), середній (0,51-1,5 м) та великий (більше 1,51 м). Оцінка природного поновлення на зрубках здійснювалася згідно методики М. І. Гордієнка [7], а успішність насіннєвого поновлення дуба – згідно з Інструкцією з проектування, обліку та оцінки якості лісокультурних об'єктів [11]. Для цього під наметом лісу заклали 200 облікових площадок на 1 га розміром 1х1 м при висоті підросту до 1,5 м та

50-100 облікових площадок (2х2 м) при висоті підросту понад 1,5 м.

На кожній обліковій площадці за породами і групами віку підраховувалась кількість сходів і підросту. За віком природне поновлення поділяють на 1-річки, 2-3-річки, 4-7-річки, старше 7 років. Якість підросту узагальнено характеризують двома категоріями: 1 – здоровий і надійний; 2 – всохлий, хворий. Кількісні показники природного поновлення на облікових площадках переводять на 1 га.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно проведених обстежень, впродовж 4 років, нами виявлено 21,38–58,19 тис. шт.·га⁻¹ природного поновлення підросту різних порід (рис. 1).

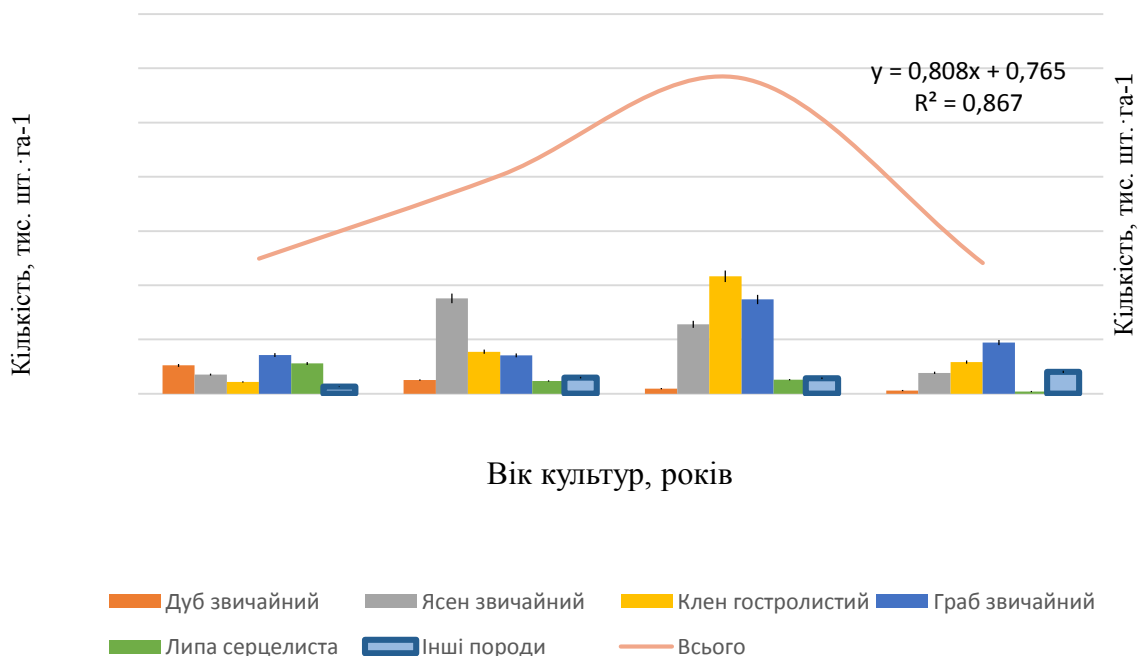


Рис. 1. Збереження природного поновлення в незімкнутих культурах дуба звичайного (середні показники)

Водночас, найбільша загальна кількість природного поновлення до

Савченко О. М.

проведення освітлення спостерігалась у 8-річних культурах – 58,19 тис. шт.·га⁻¹. У семирічних культурах цей показник був дещо меншим і становив 40,26 тис. шт.·га⁻¹. У шести- та дев'ятирічних культурах загальна сума природного поновлення була приблизно однаковою – 24,1 тис. шт.·га⁻¹ та 24,19 тис. шт.·га⁻¹, відповідно. Схожі дані ми знаходимо у працях О. В. Кобця та В. П. Ткача [25], які досліджували насадження Великоанадольського масиву.

Щодо видового складу підросту, то кількість збереженого самосіву дуже різнилась по роках. Так, дуб звичайний мав найбільшу кількість природного поновлення у шестирічних культурах (5,23 тис. шт.·га⁻¹). Вже в семирічних культурах, його збереженість складала 2,54 тис. шт.·га⁻¹. В подальші роки збереженість природного поновлення дуба звичайного становила менше однієї тис. шт.·га⁻¹. Натомість, ясен звичайний мав найменшу збереженість у шестирічних, а також в дев'ятирічних культурах – відповідно 3,52 та 3,84 тис. шт.·га⁻¹. В інші роки його збереженість була набагато вищою, ніж у дуба, з максимальною кількістю у 7-річних культурах – 19,1 тис. шт.·га⁻¹.

Клен гостролистий та граб звичайний мали найбільшу збереженість у 8-річних культурах (21,65 та 17,38 тис. шт.·га⁻¹), однак в подальші роки, їх кількість суттєво

знижувалась. Липа серцелиста мала приблизно таку ж кількість самосіву, як і дуб звичайний. І так само, найбільша збереженість його спостерігалась у семирічних культурах – 5,57 тис. шт.·га⁻¹. Також, у складі насаджень спостерігались клен-явір, черешня, берест та інші, однак участь їх була незначною.

Загалом на всіх пробних площах стан поновлення добрий, а розміщення рівномірне. Сходи дуба звичайного перебувають у задовільному стані та мають куртинне поширення, що повністю підтверджує дослідження П. М. Мегалінського [18]. У своїх працях він стверджував, що свіжі зруби вкриваються підростом ясена, клена, граба, липи та інших порід, з кількістю ясена в межах 13–15 тис. шт.·га⁻¹, а дуба від 100 шт.·га⁻¹ до 7–8 тис. шт.·га⁻¹.

При розподілі підросту за висотними групами було встановлено наступні градації: у межах висот 0–0,25 м збережено 10,6–15,1 тис. шт.·га⁻¹ (49 %) підросту; в межах 0,26–0,50 м – 4,4–11,6 тис. шт.·га⁻¹ (27 %); в межах 0,51–1,00 м – 0,4–7,6 тис. шт.·га⁻¹ (19 %); в межах 1,01–1,50 м – 0–4,8 тис. шт.·га⁻¹ (8 %) підросту (рис. 2). Висота однорічного самосіву дуба складала близько 25 см. Ясен на 1-річному зрубі має дещо більшу амплітуду висот: в межах 0–0,25 м виявлено 0,6–4,1 тис. шт.·га⁻¹, 0,26–0,5 м – 0–0,6 тис. шт.·га⁻¹, 0,51–1,0 м – 0–2,1 тис. шт.·га⁻¹ та в межах 1,01–1,50 м – 0–1,1 тис. шт.·га⁻¹ підросту.

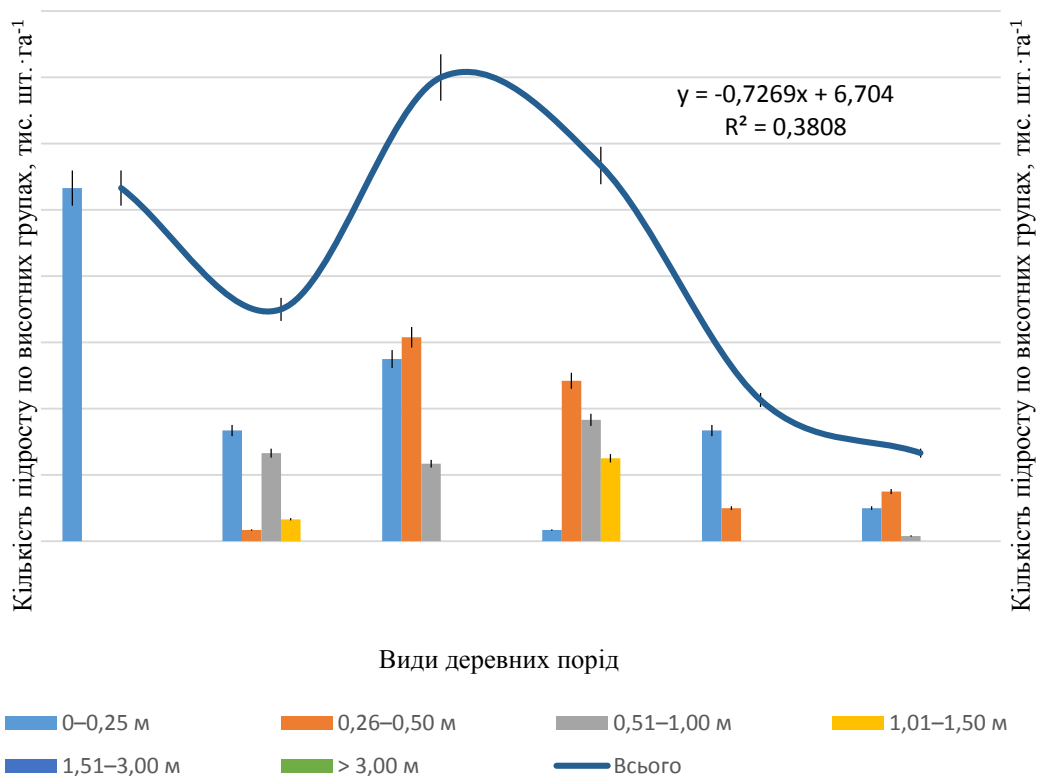


Рис. 2. Динаміка розподілу природного поновлення за висотою в семирічних(не зімкнутих) культурах

У 7-річних культурах переважають супутні породи, з висотою у межах 0–0,25 м, середня кількість якого складає 25 тис. шт. · га⁻¹ (58 %), в межах 0,51–1,0 м – 7,4 тис. шт. · га⁻¹ (19 %). Лісові культури дуба мають висоту в межах 0,25–0,5 м, а на ТПП 15 виявлено 1,4 тис. шт. · га⁻¹ дуба висотою 0,51 –1,0 м.

В подальшому восьмирічні лісові культури характеризуються зменшенням у їх складі культур дуба, середня частка якого за нашими даними складає від 0,5 (ТПП 3) до 1,76 тис. шт. · га⁻¹ (ТПП 16). (У самосіві дуба вже немає сходів, це поодинокий двох-трьохрічний підріст сумнівної якості висотою 0,51–1,0 м.).

Природне поновлення в дев'ятирічних культурах характеризується зменшенням його кількості з 21,4 до 28,1 тис. шт. · га⁻¹. Це пояснюється проведенням перших доглядів, які спрямовані на вирубування супутніх порід для збереження головної породи – дуба звичайного. У складі природного поновлення продовжує зменшуватися частка дуба до 0,5 тис. шт. · га⁻¹ (ТПП 18, 9) та ясена до 3,4 тис. шт. · га⁻¹ (ТПП 16). Найпоширенішими в природному поновленні є граб – 7,6–11,0 тис. шт. · га⁻¹ (38 %) та клен гостролистий – 5,4–7,0 (23 %). У підрості присутні берест, клен польовий, черешня і липа. Сходи

Савченко О. М.

представлені незначною кількістю однорічного самосіву ясена та клена гостролистого – 0,65 тис. шт.·га⁻¹ (4 %), які заліснені насінням із сусідніх зі зрубом насаджень. Розподіл підросту свідчить про збільшення висоти всіх деревних порід. Так 7,6 тис. шт.·га⁻¹ (32 %) підросту має висоту 1,01–1,50 м, 7,3 тис. шт.·га⁻¹ (31 %) висоту 1,51–3,00 м. На зрубках присутні окремі екземпляри граба і береста висотою більше 3 метрів.

У складі природного поновлення переважає клен гостролистий (рис. 3). Його налічено 8,6–12,0 тис. шт.·га⁻¹, або 44 % від загальної кількості природного поновлення. Його висота знаходиться в межах від 0,26 до 3,0 і більше метрів. За даними М. І. Гордієнка [8], здійсненими в

Сунківському лісництві Черкаського ОУЛМГ, у грабових дібровах на п'яти-шестирічних зрубках було налічено 12,5 тис. шт.·га⁻¹ та 37,46 тис. шт.·га⁻¹ підросту клена гостролистого відповідно.

У висотній групі 1,51–3,00 м перебуває 38 % підросту. Граб, клен гостролистий, акація в кількості 2,2 тис. шт.·га⁻¹ мають висоту більше 3 м. Клен гостролистий домінує за висотою – на ТПП 6 його налічено 2,6 тис. шт.·га⁻¹ висотою понад 3,0 м. Висота культур дуба, створених висіванням і садінням, у цьому віці складає 185 та 178 см відповідно. Отже, варто зазначити про необхідність постійного контролю за висотою природного поновлення зрубів з метою збереження головної породи.

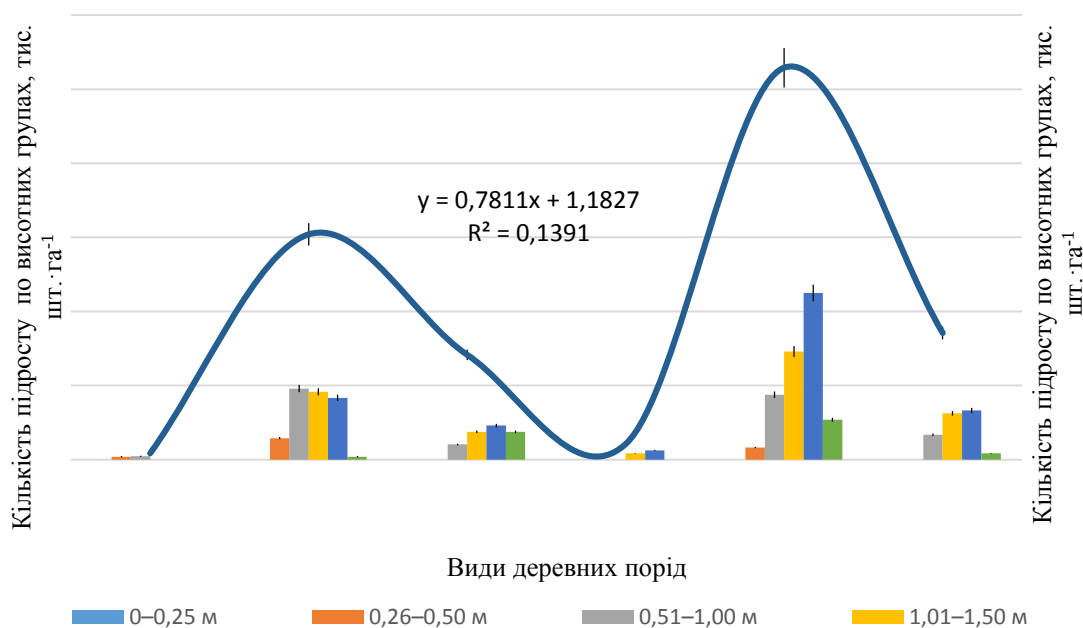


Рис. 3. Динаміка розподілу за висотою природного поновлення в дубових культурах

Савченко О. М.

За допомогою статистичної обробки даних виявлено, що на однодворічних зрубках існує істотна різниця на зменшення його кількості.

У подальші роки відбувається зменшення кількості самосіву дуба, який з часом повністю випадає зі складу насадження. Природне поновлення ясена звичайного, граба звичайного і клена гостролистого за віком зрубів має істотну різницю, але збільшення чи зменшення поновлення не відслідковується через систематичне вирубування природного поновлення під час доглядових рубань. Істотних змін у підрості акації, клена польового, липи серцелистої, береста та інших порід не спостерігається. Істотні зміни загальної кількості природного поновлення виявлено на зрубках всіх років. Вони характеризуються зростанням кількості поновлення та його істотним зменшенням в результаті рубання.

Обговорення результатів дослідження. На думку лісівників, головним фактором формування підросту на зрубках є освітленість нижніх ярусів насадження. Умови освітленості впливають на температуру повітря та ґрунту, вологість ґрунту, що в свою чергу позначається на рості та розвитку самосіву. Так, для нормального росту та розвитку сходів деревних порід потрібно не менше 10-12 тисяч лк освітленості, або 15–25 % від освітленості відкритого простору

[11]. Згідно з даними А. О. Бондара [4], у 3–5-річного дуба за умов освітленості 2–10 % відмирають верхівкові гілки або вся надземна частина. За недостатнього освітлення самосів дуба перетворюється в так звані «торчки», його верхівка відмирає, розвиток бокових пагонів припиняється, дерево перетворюється в кущ. Згідно досліджень Л. І. Копія та В. Д. Бондаренка [5, 14], основним чинником, який зумовлює лісовідновний процес дуба звичайного, є інтенсивність освітлення. Вони стверджують, що підріст дуба за тривалості освітленості до однієї години на добу всихає, за освітленості 1–4 години перетворюється в «торчки», а за освітленості 5–10 годин – дає нормальний приріст [2]. Згідно досліджень групи вчених колишнього ЛЛТІ [4], збереженість дворічного самосіву дуба під наметом деревостану за повноти 1,0 становить 20 %, за 0,9–38 %, за 0,8 – 59 %, за 0,6–0,7 – 80 %. Досліджуючи природне насіннєве відновлення в дубових лісах рівнинної частини України, В. Д. Бондаренко [5], зробив висновок, що граничний вік, до якого може зберігатися самосів дуба під наметом насадження – 9 років, однак вже через 2–3 роки підріст дуба перетворюється у «торчки». Загальна кількість природного поновлення становить 52,8–67,9 тис. шт.·га⁻¹, у складі якого переважає клен гостролистий – 17,4–23,6, граб – 15,6–

Савченко О. М.

19,7 і ясен 11,6–14,7 тис. шт.·га⁻¹. Стан природного поновлення добрий, розміщення на площі рівномірне. Бондаренком В. Д. [6] встановлено, що на трирічному зрубі Барського лісництва рахується 28 тис. шт.·га⁻¹ підросту граба. На його думку граб у свіжих дібровах має найкращі умови для свого розвитку. На зрубках з'являється підріст супутніх порід – шовковиці, берези, верби козячої, акації, який характеризується загальним збільшенням висоти. Найбільше підросту – 21,3 тис. шт.·га⁻¹ (38 %) має висоту 0,51–1,0 м. У висотній групі 1,01–1,5 м є 19,7 тис. шт.·га⁻¹ (35 %) підросту, домінантами виступають клен гостролистий та граб. Природне поновлення ясена, граба, липи та клена гостролистого з середньою кількістю 36,5 тис. шт.·га⁻¹ (63 %) на трирічних зрубках переросло у висоту культури дуба, що є для них загрозливим. У цьому віці молодняки потребують першого лісівничого догляду. Кобець О. В. [13], аналізуючи динаміку загальної кількості природного поновлення деревних порід, звертає увагу на поступове зменшення його кількості на ділянках лісових культур зі збільшенням віку зрубів, що спостерігали і ми під час наших досліджень. Під час досліджень, проведених В. П. Ткачем [26] в Таранівському лісництві (Лівобережний Лісостеп) було виявлено, що підріст дуба поширений по площі нерівномірно (трапляння не

перевищує 50 %), що не збігається із нашими результатами. Натомість, підріст ясена, кленів гостролистого і польового характеризується рівномірним розміщенням, а липи та в'яза – груповим. Однак, при дослідженні підросту дуба і супутніх порід в Лівобережному Лісостепу на прикладі ДП «Краснопільське ЛГ», М. Г. Румянцев [27] дослідив, що сходи дуба характеризуються рівномірним розміщенням по площі, а підріст – нерівномірним. Кількість неблагонадійних дубків не перевищує 0,13 тис. шт.·га⁻¹. Переважно це екземпляри, сильно пошкоджені борошнистою росою, або «торчки». На переважній більшості ПП поновлення ясена було благонадійним. Кількість неблагонадійного підросту (переважно механічно пошкодженого, або без вершин) варіювала від 0,14 до 0,29 тис. шт.·га⁻¹. При дослідженні природного поновлення в ДП «Тростянецьке ЛГ» Сумського ОУЛМГ виявилось, що в умовах сухої кленово-липової діброви в складі підросту виявлено 6 деревних видів, найбільшу кількість становить підріст головної лісоутворювальної породи – дуба звичайного – 50,7 % і 43,8 %. Розподіл дубового підросту за групами віку виявив переважання сходів – 95,2 % та 94,6 % від загальної кількості, решта – 2–3-річний підріст. Підріст дуба старшого віку виявився неблагонадійним або представлений

Савченко О. М.

«торчками». Аналіз вікової структури природного поновлення свідчив про переважання сходів дуба, ясена та клена гостролистого, частка яких сягає 86,8; 60,0 і 51,4 % відповідно, 2–3-річного підросту клена польового (69,1 %) та в'яза (50,0 %) [20]. Дані проведених досліджень частково збігаються з нашими результатами.

Також в даному регіоні природне поновлення дуба та супутніх порід досліджували М.М. Діденко та О.К. Поляков [9]. Вони встановили, що успішність природного поновлення дуба звичайного за даними перерахунку кількості рослин на 4–8-річні свідчила, що за середнім значенням цього показника поновлення була поганою (менше ніж 1,5 тис. шт.·га⁻¹). Водночас максимальне значення цього показника відповідало задовільному рівню у вологій кленово-липовій діброві і доброму – у свіжій кленово-липовій діброві. Так само, як задовільним воно є і в регіоні наших досліджень.

Досліджуючи природне поновлення дуба в сухих дібровах, М.Г. Румянцев [21] встановив, що підріст даної породи в основному є благонадійним. Великий підріст (заввишки понад 1,5 м) відсутній.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – здійснено

комплексну оцінку природного поновлення головних і супутніх порід та досліджено динаміку його збереження в незімкнутих дубових культурах Північного Степу;

Практична значущість результатів дослідження – завдяки узагальненню досвіду вирощування дуба звичайного шляхом природного поновлення в умовах Північного Степу вдалось підібрати оптимальний спосіб догляду за культурами до змикання крони;

Висновки

Результати досліджень розвитку природного поновлення у незімкнутих дубових культурах Північного Степу України дозволяють зробити наступні висновки:

1. Найбільша загальна сума природного поновлення спостерігалась у 8-річних культурах – 58,19 тис. шт.·га⁻¹. У семирічних культурах цей показник був дещо меншим і становив 40,26 тис. шт.·га⁻¹. У шести- та дев'ятирічних культурах загальна кількість природного поновлення була приблизно однаковою – 24,1 тис. шт.·га⁻¹ та 24,19 тис. шт.·га⁻¹, відповідно.

2. При розподілі підросту за висотними групами було встановлено наступні градації: у межах висот 0–0,25 м збережено 10,6–15,1 тис. шт.·га⁻¹ (49 %) підросту; в межах 0,26–0,50 м – 4,4–11,6 тис. шт.·га⁻¹ (27 %); в межах 0,51–1,00 м – 0,4–7,6 тис. шт.·га⁻¹ (19 %); в

Савченко О. М.

межах 1,01–1,50 м – 0–4,8 тис. шт. · га⁻¹ (8 %) підросту.

Дані, наведені в висновках, дають можливість скорегувати комплекс лісогосподарських заходів щодо природного відтворення цінних дубових лісів насінневого

походження (вибіркові і поступові рубки головного користування, заходи щодо сприяння природному поновленню, догляд за підростом господарськоцінних порід у густих куртинах природного поновлення).

References

1. Antonets, N. V. (2002). Peculiarities of seed renewal of oak and its companions under the influence of environment-forming activity of wild ungulates in the thickets of forest-steppe and steppe zones. Scientific bulletin of NLTU of Ukraine, 12(8), 51-56. Access mode: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2002/12_8/9.pdf
2. Assortment tables for taxation of young and middle-aged forest stands / resp. for the release A. A. Storchinsky. Kyiv. : Ed. USHA. 1993. 464 p.
3. Bilous V. I. (2009). Common oak in the forests of Ukraine. Vinnytsia: Book-Vega, 175 p.
4. Bondar A. O., Gordienko M. I. (2006). Formation of forest plantations in the forests of Podillia. Kyiv: Urozhai, 334 p.
5. Bondarenko V. D. Copy L. I. (1987). Guidelines for ensuring natural seed regeneration of oak in the conditions of the Western Forest-Steppe. Lviv: LLTI, 22 p.
6. Bondarenko V.D. Kuziv R.F., Kopij L.I. (1988). Natural renewal of oak in the Zahidny Forest-Steppe of the URSR. Lisovy and Myslywsky magazine. No. 3. P. 20.
7. Forest crops: sub-section. for higher education closing (1995). under the editorship M. I. Gordienko. Kyiv: ISDO, 344.
8. Gordienko M.I., Hoychuk A.F., Gordienko N.M. (1999). Artificial forests in the forests of Zhytomyr: Polissya, 592 p.
9. Didenko M. M., Polyakov O. K. (2018). The state of natural renewal of the common oak under the forest canopy in the Livoberezhny Forest Steppe. Forestry and agroforestry. Vol. 132. P. 25-34. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2018_132_5.
10. Demyanenko, L. V. (2015). State of forest crops and prospects for natural regeneration of forests in the conditions of

Novgorod-Siversky Polissia. Forestry and agroforestry, (126), 165-172.

11. Instruction on design, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects. Approval by order of the State Forestry Committee of Ukraine dated August 19, 2010, No. 200. K.: Libra Publishing House, 2010. 73 p.

12. Ivanyuk I.D., Landin V.P. (2019). The current state and productivity of oak plantations (*Quercus robur* L.) in the forest fund of KP "Zhytomyroblagrolis". Agroecological journal. Issue 1: S. 23-28. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163243>

13. Kobets, O. V., & Tkach, V. P. (2016). Typological and spatial structure of artificial oak plantations of the Great Anatolian forest massif and their restoration. Forestry and agroforestry, (128), 28-38. DOI:10.33220/1026-3365.134.2019.13

14. Kopy L. I., Fyzik I. V., Baran S, Lavnyy V. V. et all. (2017). Natural seed reproduction of oak plantations as an element close to the nature forestry. Scientific Bulletin of UNFU. № 27 (9). P. 9–13. DOI:[10.15421/40270901](https://doi.org/10.15421/40270901)

15. Lavrynenko D.D. (1960). Scientific basis of increasing the productivity of the forests of Polissia of the Ukrainian SSR. K.: UASGN. 195 p

16. Lavrynenko D.D. (1970). Creation of forest cultures in the forests of Ukraine. Kyiv: Harvest. 180 p.

17. Maiboroda V.A. (2010). The state of oak plantations in the forest fund of Ukraine and prospects for their reproduction. Scientific bulletin of NLTU of Ukraine. Vol. 20 (12). P. 27-34. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/stan-dubovih-nasadzhen-u-lisovomu-fondi-ukrayini-ta-perspektivi-yih-vidtvorennya/pdf>

Савченко О. М.

18. Megalinsky P. N. (1963). Results of a study of natural regeneration in forestry areas of the Ukrainian SSR and recommendations for its use. Unified technology of logging and reforestation work as the basis for the production of complex enterprises: Ukr. republics scientific-production conf. : abstracts of reports. Kyiv: Benefit. pp. 27–31.

19. Pagony H. (1992). Oak decline in Hungary: reduction in vitality of sessile oak stands. *Allgenreine Forst Zeitschrift*. Vol. 47. № 2. P. 98–99.

20. Rumyantsev, M. G., O. V. Kobets. (2022). Peculiarities of natural restoration of economically valuable species in the log cabins of oak plantations in the Sumy region. Abstracts of the reports of the International science and practice conf. "Forests and urban ecosystems of Ukraine in the conditions of war: condition, preservation and restoration." P.80-81. Access mode:

https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/tez_i_dopovidey_lisi_ta_urboekosistemi_ukrayini_v_umovah_viyini.pdf

21. Rumyantsev M. G., Solodovnyk V. A., Chhyrynets V. P., Lunachevsky L. S., Kobets O. V. (2016). Peculiarities of the formation and reproduction of natural oak forests of the ordinary Left Bank Forest Steppe of Ukraine. *Forestry and agroforestry*. Vol. 128. P. 63-73. - Access mode:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2016_128_10.

22. Sendonin, S. E. (2015). Age dynamics of the amount of natural renewal of common oak under the canopy of new plantations. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Forestry and ornamental horticulture*, (216 (1)), 72-77. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2015_216%281%29_13

23. Shvidenko A.Y., Ostapenko B.F. (2001). *Forestry: a textbook*. Chernivtsi: Zelena Bukovyna Publishing House, 358 p.

24. Tkach V.P., Golovach R.V. (2009). The current state of the natural oak forests of

the common Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Forestry and agroforestry*. Kharkiv: UkrNDILGA. Vol. 116. P. 79-84. Access mode:

<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16471/13-Tkach.pdf?sequence=1>

25. Tkach V.P., Kobets O. V., Rumyantsev M.G. (2019). The state and productivity of oak plantations in the steppe part of Ukraine. *Forestry and agroforestry*. Issue 134. P. 13-23. DOI:10.33220/1026-3365.134.2019.13

26. Tkach V. P., Lukyanets V. A., Rumyantsev M. G. (2014). Preliminary renewal of tree species in the conditions of fresh maple-linden forest of the Left Bank Forest Steppe. *Forestry and agroforestry*. Vol. 124. P. 47-54. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2014_124_9.

27. Tkach V. P., Rumyantsev M. G., Lukyanets V. A., Lunachevskyi L. S., Chhyrynets V. P., Samoday V. P. (2017). Oak stands of northeastern Ukraine and features of natural regeneration in them. *Forestry and agroforestry*. Vol. 130. P. 77-85. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2017_130_12.

28. Tonteri T., Salemaa M., Rautio P. et al. (2016). Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species. *Forest Ecology and Management*. Vol. 381. P. 115–124. DOI:[10.1016/j.foreco.2016.09.015](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.015)

29. Yakovenko I. G. (1974). Increasing the productivity of forests in the south of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine using silvicultural methods using the example of the Uman Forestry Agency: author's abstract. dis. for the scientific competition. Ph.D. degrees agricultural Sciences: spec. 06.03.03 "Forestry and silviculture." Kyiv, 24 p.

30. Vanha-Majamaa I., Shorohova E. (2017). Kushenevskaya N., Jalonen J. Resilience of understorey vegetation after variable retention felling in boreal Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*. Vol. 371. P. 12–28. DOI:[10.1016/j.foreco.2017.02.040](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.040)

**DEVELOPMENT OF NATURAL RENEWAL IN NON-FRIZZLED OAK
CULTURES OF THE DOLYNSKE FORESTRY OF THE BRANCH
"ANANYIVSKE FORESTRY " SE "FORESTS OF UKRAINE"
O. M. Savchenko**

Abstract. *Peculiarities of natural regeneration of oak and related species in the conditions of the Northern Steppe were studied. According to the conducted surveys, over the course of 4 years, 21.38–58.19 thousand pcs.·ha⁻¹ of natural renewal of undergrowth of various species were found. In seven-year-old crops, this indicator was somewhat lower and amounted to 40.26 thousand pcs.·ha⁻¹. In six- and nine-year crops, the total amount of natural renewal was approximately the same - 24.1 thousand pcs.·ha⁻¹ and 24.19 thousand pcs.·ha⁻¹, respectively. As for the species composition of the undergrowth, the amount of preserved self-sowing varied greatly by year. Thus, common oak had the largest amount of natural renewal in six-year crops (5.23 thousand pcs.·ha⁻¹). Even in seven-year-old crops, its preservation was 2.54 thousand pcs.·ha⁻¹. In the following years, the conservation of this species was less than one thousand pieces.·ha⁻¹. On the other hand, common ash had the lowest preservation in six-year-old and nine-year-old cultures - 3.52 and 3.84 thousand pcs.·ha⁻¹, respectively. In other years, its preservation was much higher than that of oak, with the maximum amount in 7-year cultures – 19.1 thousand pcs.·ha⁻¹. With the help of statistical data processing, it was found that there is a significant difference in reducing its quantity on one- and two-year-old log cabins. In subsequent years, there is a decrease in the amount of self-sowing oak, which over time completely falls out of the undergrowth. The natural regeneration of common ash, hornbeam, and maple has a significant difference in the age of the logs, but the increase or decrease in regeneration is not monitored due to the systematic cutting of natural regeneration during maintenance felling. There are no significant changes in the undergrowth of acacia, field maple, heart-leaved linden, birch and other species. Significant changes in the total amount of natural renewal were found in log cabins of all years.*

Key words: *dynamics of distribution, amount of undergrowth, type of forest vegetation conditions*