

Зміст електронного журналу  
«Наукові доповіді НУБіП України»

№ 2 (72) (Квітень), 2018

Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України  
протокол № 9 від 25 квітня 2018 р.

Біологія, біотехнологія, екологія

1. Міщенко Л. Т., Дуніч А. А., Дашенко А. В., Молодченкова О. О., Кондратюк О. А. ВПЛИВ ВІРУСУ МОЗАЇКИ СОЇ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТРАНСГЕННОЇ СОЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
2. Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М. ВПЛИВ ЕНДОФІТНОГО І САПРОТРОФНОГО ШТАМІВ *PENICILLIUM FUNICULOSUM* НА СТІЙКІСТЬ *GLYCINE MAX* L. ДО СОЛЬОВОГО СТРЕСУ
3. Зоріна О. В. ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД НЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ У ЦЬЙ СФЕРІ
4. Власенко К. М. ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ НА ПОКАЗНИКИ РОСТУ, ВРОЖАЙНОСТІ ТА СИНТЕЗ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ПРИ ТВЕРДОФАЗНОМУ КУЛЬТИВУВАННІ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.:FR.) KUMM
5. Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О. ОСОБЛИВОСТІ ЕПІДЕМІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГЕПАТИТУ А ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗОК ІЗ НАКОПИЧЕННЯМ ПОБУТОВИХ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ У ДОВКІЛЛІ
6. Маслікова К. П. ЕКОМОРФІЧНА СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ГЕРПЕТОБІОНТНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТЕХНОЗЕМІВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ
7. ЛихолатЮ. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І. СТАН ЛОКАЛЬНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ *TILIA PLATYPHYLLOS* SCOP. ТА МОДЕЛЮВАННЯ ІНВАЗІЙНОСТІ АДВЕНТИВНОГО ВИДУ У ПАРКОВІЙ ЗОНІ МІСТА ДНІПРО

8. Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В. ЯК УНИКНУТИ ПЛУТАНИНИ ПІД ЧАС ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРИДАТНОСТІ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ВИМОГ СТАНДАРТУ ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 В АКРЕДИТОВАНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ
9. Підручна С. Р., Степанова Г. М. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПОКАЗНИКІВ КАЛІКРЕЇН-КІНІНОВОЇ СИСТЕМИ ТА ЕНДОГЕННОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ У ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ В УМОВАХ РАННЬОЇ І ПІЗНЬОЇ ПОЛІТРАВМИ

### Агрономія

10. Григоренко Н. О., Купчик Л. А., Денисович В. О. ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ МІДІ ЛІГНІФІКОВАНОЮ БАГАСОЮ ІЗ ВОДНИХ ВИТЯЖОК ГРУНТІВ
11. Бикін А. В., Бордюжа І. П. ВПЛИВ РІДКИХ ФОСФОРНИХ ДОБРІВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ
12. Гунчак М. В. БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЗЕЛЕНОЇ ЯБЛУНЕВОЇ ПОПЕЛИЦІ В ПІВДЕННО-ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ
13. Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнєв П. Г. АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГЕНОФОНДУ САЛАТУ ПОСІВНОГО ЛИСТКОВОГО, СТВОРЕНОГО МЕТОДОМ ІНДУКОВАНОГО МУТАГЕНЕЗУ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНОГО СОРТУ ВЕЛЬМОЖА
14. Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А. ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ НАСІННЄВИХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ
15. М'ялковський Р. О. УРОЖАЙНІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРІВАМИ
16. Захлєбаєв М. В. ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРКУНУ БІЛОГО В ОДНОВИДОВИХ ТА СУМІСНИХ ПОСІВАХ ЗІ ЗЛАКОВИМИ КУЛЬТУРАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ НА ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**17.Хоменко С. О., Федоренко І. В. ЗБАГАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ОЗИМОЇ**

**18.Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М. ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ БІОФУНГІЦИДІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**19.Рябовол Л. О., Ракул І. О. СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА ВІДНОВЛЮВАЧІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗИСТЕНТНИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГРУПИ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН**

### **Тваринництво**

**20.Платонова Н. П., Зламанюк Л. М. ПОКАЗНИКИ ВІДТВОРЕННЯ КОБИЛ НОВООЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ ВАГОВОЗНОЇ ПОРОДИ ДІБРІВСЬКОГО КІННОГО ЗАВОДУ**

### **Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва**

**21.Грушанська Н. Г. ІНФОРМАТИВНІСТЬ НЕІНВАЗИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ ТВАРИН**

**22.Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О.А. ВПЛИВ СИНТЕТИЧНИХ ЕСТРОГЕНІВ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ НА СИСТЕМУ ДЕТОКСИКАЦІЇ ТВАРИН РІЗНОГО ВІКУ**

**23.Кушнір В. Ю. ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВОГО ОБМІНУ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ АНТИГОМОТОКСИЧНІЙ ТЕРАПІЇ СОБАК, ХВОРИХ НА КАТАРАЛЬНУ БРОНХОПНЕВМОНІЮ**

### **Техніка та енергетика АПК**

**24.Грицай Ю. В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ БУНКЕРА ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ПОДРІБНЮВАЧА**

**25.Кропачьов А. В., Зуєв Д. О. БАЗОВІ ПІДХОДИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЦЕНТРУ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ**

**26.Скальський О. Ю., Барановський В. М. ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВТРАТ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ В ПРОЦЕСІ ВИКОПУВАННЯ**

## Biology, biotechnology, ecology

1. **Mishchenko L., Dunich A., Dashchenko A., Molodchenkova O.** THE INFLUENCE OF SOYBEAN MOSAIC VIRUS ON THE YIELD OF TRANSGENIC SOYBEAN AND STUDYING OF ITS MOLECULAR GENETIC PROPERTIES
2. **Yurieva O., Syrchin S., Nakonechna L., Kurchenko I.** INFLUENCE OF ENDOPHYTIC AND SAPROTROPHIC *PENICILLIUM FUNICULOSUM* STRAINS ON RESISTANCE OF *GLYCINE MAX* L. UNDER SALT STRESS
3. **Zorina O.** HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN NON-CENTRALIZED POTABLE WATER SUPPLY AND IMPROVEMENT OF LEGISLATIVE AND REGULATORY FRAMEWORK IN THIS FIELD
4. **Vlasenko E.** INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION OF SUBSTRATE ON GROWTH, YIELDS AND SYNTHESIS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN SOLID-PHASE CULTIVATION OF *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.:FR.) KUMM
5. **Pogorily M., Mizyuk M., Malyshevskaya O., Ionda M., Tokar I., Yeremchuk YA.** THE FEATURES OF THE EPIDEMIC PROCESS OF HEPATITIS A AND ITS CONNECTION WITH ACCUMULATION OF HOUSEHOLD POLYMERIC WASTE IN THE ENVIRONMENT
6. **Maslikova K.** ECOMORPHIC COMMUNITY STRUCTURE OF THE HERPETOBIONT INVERTEBRATES OF NIKOPOL MANGANESE ORE BASIN TEHNOSOLS
7. **Lykholat Y., Khromykh N., Didur O., Ivan'ko I., Alexeyeva A., Nedzvetska M.** STATE OF *TILIA PLATYPHYLLOS* SCOP. LOCAL POPULATION AND SIMULATION OF ALIEN SPECIES INVASIVENESS IN THE PARKLAND OF THE CITY OF DNIPRO
8. **Shaposhnik V., Kolesnikova T., Sorokoletova K., Blokhin O.** HOW TO AVOID PUTANICS DURING THE QUALITY OF TEST RESULTS AND EVALUATION OF THE CONFORMITY OF TEST METHODS WHEN PERFORMING THE REQUIREMENTS OF ISO/IEC 17025: 2017 STANDARD IN ACCREDITED LABORATORY
9. **Pidruchna S. R., Stepanova H. M.** INTERCONNECTION BETWEEN THE KALLIKREIN-KININ SYSTEM AND ENDOGENOUS INTOXICATION

OF RATS OF DIFFERENT AGE IN THE CONDITIONS OF THE EARLY AND LATE POLYTRAUMA

**Agronomy**

- 10. Grigorenko N., Kupchyk L., Denisovich V.** DELETION OF COPPER IONS WITH LIGNIFICANT BAGASSE FROM WATER SOIL EXTRACTS
- 11. Bykin A., Bordyuzha I.** THE EFFECT OF THE LIQUID PHOSPHATE FERTILIZERS ON POTATO QUALITY
- 12. Gunchak M.** BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR APPLE PROTECTION FROM GREEN APPLE APHID IN SOUTH-WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE
- 13. Kondratenko S., Mitenko I., Krutko R., Dul'nev P.** ADAPTIVE POTENTIAL OF THE GENE POOL OF LEAF LETTUCE, CREATED BY THE METHOD OF INDUCED MUTAGENESIS ON THE BASIS OF THE DOMESTIC CULTIVAR VELMOZHA
- 14. Vozhegova R., Sergeyev L.** PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SEED WHEAT SOWS OF WINTER DEPENDENCE ON FERTILIZATION AND PROTECTION OF PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF UKRAINE
- 15. Myalkovsky R.** DEPENDENCE OF POTATO TUBERS YIELD ON FOLIAR FERTILIZATION WITH MICROFERTILIZERS
- 16. Zahliebaiyev M.** PRODUCTIVITY OF WHITE SWEET CLOVER IN PURE AND COMPATIBLE CROPS WITH CEREAL CROPS DEPENDING ON FERTILIZATION AND SEEDING RATE IN TYPICAL BLACK SOILS IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE
- 17. Khomenko S., Fedorenko I.** ENRICHMENT OF THE GENETIC DIVERSITY OF INITIAL MATERIAL IN BREAD SPRING WHEAT BREEDING BY ATTRACTING THE WINTER WHEAT
- 18. Riabovol L., Rakul I.** CREATION AND EVALUATION OF FERTILIZERS OF SUNFLOWER CONFECTIONERY OF USE OF RESULTS TO SULFONYL CHLOROGERIC HERBICIDES

### **Animal science**

**19. Platonova N., Zlamaniuk L.** REPRODUCTION MARES OF NOVOALEKSANDROVSKAYA HEAVY-HORSE BREED OF HORSES DUBROVSKY STUD FARM

### **Veterinary medicine, quality and safety of livestock products**

**20. Grushanska N. G.** INFORMATIVITY OF NON-INVASIVE DIAGNOSTICS OF ANIMAL MICROELEMENTOSIS

**21. Lykholat T., Marenkov O., Yashchenko K., Shaldyna E., Lykholat O.** INFLUENCE OF SYNTHETIC ETHROGENES IN FOOD PRODUCTS ON THE DETOXICATION SYSTEM OF ANIMAL ANIMALS OF DIFFERENT AGE

**22. Kushnir V.** PROTEIN METABOLISM INDICATORS DYNAMIC UNDER COMPLEX ANTHYHOMOTOXYC THERAPY OF DOGS, SICK WITH CATARRHAL BRONCHOPNEUMONIA

### **Engineering**

**23. Gritsai Yu. V.** MATHEMATICAL MODEL OF THE FUNCTIONING OF THE SCREW TRANSPORTER-CRUSHER

**24. Kropachev A., Zuev D.** BASIC APPROACHES OF DEVELOPMENT OF DATA CENTER PROTECTION SYSTEMS

**25. Skalsky A. Yu., Baranovsky V. N.** JUSTIFICATION OF THE LOSS FACTOR OF ROOT VEGETABLES OF CHICORY IN THE PROCESS OF DIGGING OUT

УДК 578.2+ 633.34

**ВПЛИВ ВІРУСУ МОЗАЇКИ СОЇ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТРАНСГЕННОЇ СОЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ****Л. Т. МІЩЕНКО**, доктор біологічних наук, професор*ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка**E-mail: lmishchenko@ukr.net, tarasuniv@ukr.net***А. А. ДУНІЧ**, кандидат біологічних наук*ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка***А. В. ДАЩЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ***О. О. МОЛОДЧЕНКОВА**, доктор біологічних наук*Селекційно-генетичний Інститут – Національний центр насіннізнавства і сортовивчення, м. Одеса***О. А. КОНДРАТЮК**, кандидат біологічних наук, доцент*ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Анотація.** Вперше в Україні показано, що трансгенні сорти сої уражуються вірусом мозаїки сої. Встановлено, що, не зважаючи на генетичні модифікації, урожайність ВМС-інфікованих рослин суттєво знижена. При ураженні вірусною інфекцією (ВМС) врожайність сої зменшувалась у обох господарствах Київської і Полтавської областей на 35,0 – 65,7 % відповідно. Більш значне зниження урожаю (в 2,6 рази) при вірусній інфекції відмічено у Полтавській обл. в умовах дуже посушливого клімату 2017 року (ГТК = 0,53) порівняно із 2016 (ГТК=0,99). Відмічено, що ВМС-інфекція негативно впливає на продуктивність і структуру урожаю рослин ГМ-сої. ВМС-інфекція зменшує на 21,9% кількість бобів і на 22,5% кількість зерен на одній рослині, масу зерен з однієї рослини – на 27,1% та масу 1000 зерен – на 29,7%

порівняно зі здоровими рослинами. Визначено, що досліджуваний ізолят ВМС SGP-17 має спільне походження з іранськими, американськими ізолятами, а також польським та українським. Аналіз нуклеотидних та амінокислотних послідовностей гену капсидного білка виявив високий рівень дивергенції нуклеотидів порівняно з ізолятами з інших країн та чотири унікальні амінокислотні заміни, що можуть бути залучені до здатності цього ізоляту інфікувати трансгенні рослини сої. Отримані результати свідчать на користь вироцкування вітчизняних сортів сої, створених класичними методами селекції та які містять детермінанти природної генетичної стійкості до ВМС.

**Ключові слова:** *Glucine max*, вірус мозаїки сої, урожайність, філогенетичний аналіз, молекулярно-генетичні властивості

**Актуальність.** Інфікування рослин сої вірусом мозаїки сої (ВМС) призводить до значних втрат урожаю – від 8% до 50% у природних умовах та навіть до 100% – у випадках епіфітотій [1]. ВМС-інфекція може викликати зміни у біохімічному складі

насіння, знижувати життєздатність сходів [2]. Зважаючи на шкодочинний вплив вірусу, інтенсивно розробляються та впроваджуються нові сорти сої, стійкі до фітопатогенів різної етіології. Проте, основна маса сортів мають комплексну

стійкість до абіотичних чинників та грибних та/або бактеріальних хвороб сої. На ринку країни з'являються сорти генетично модифікованої (ГМ) сої, яка має характеризуватися високою продуктивністю та стійкістю до хвороб. Хоча відомо, що в Україні трансгенна соя не дозволена для вирощування і не реєстрована. Та і Європа не бажає купувати ГМ-сою. Однак її вирощують – це сорти Грімо, Монро, Аполлон тощо. Тому актуальним є дослідити можливість інфікування ГМ-сої вірусом мозаїки сої та дослідити його вплив на продуктивність та урожайність рослин, а також встановити молекулярно-генетичні особливості ізоляту ВМС.

#### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Перше повідомлення про ВМС на Україні було у 1938 році. Пізніше цей вірус було виявлено на полях сої у східних і південних областях [3]. Більш детальні дослідження властивостей і походження українських ізолятів ВМС були проведені у 2011-2012 рр. виключно на Правобережній її частині. Так, у рослинах сої в Київській, Черкаській та Вінницькій областях детектовано змішану інфекцію ВМС із вірусом жовтої мозаїки квасолі [4] та вірусом мозаїки люцерни [5]. Наші дослідження у 2016-2017 рр. показали, що ВМС циркулює і в умовах Лівобережної України. Зважаючи на раніше представлені дані щодо циркуляції на території Правобережної частини країни змішаної інфекції цього вірусу із вірусом жовтої мозаїки квасолі та вірусом мозаїки люцерни, досліджувані зразки були нами перевірені на наявність і цих збудників. Результати аналізу показали відсутність антигенів ВЖМК і ВМЛ [6].

**Мета дослідження.** Дослідити вплив вірусу мозаїки сої на урожайність трансгенних рослин *Glycine max* та вивчити молекулярно-біологічні характеристики виявленого ізоляту вірусу.

#### **Матеріали і методи дослідження.**

Моніторинг рослин трансгенної сої у Полтавській області на уражуваність її вірусними хворобами проводили методом візуальної діагностики. Біометричні вимірювання, урожай і його структуру проводили загальноприйнятими методами по Доспехову [7].

Ідентифікацію вірусів здійснювали за допомогою твердофазного імуноферментного аналізу (сендвіч-варіант) з використанням комерційних тест-систем до вірусу мозаїки сої, ВМС фірми Loewe (Німеччина). Результати реакції реєстрували на рідері Thermo Labsystems Opsi MR (США) із програмним забезпеченням Dypex Revelation Quicklink при довжинах хвиль 405/630 нм. За достовірні приймали значення, що перевищували негативний контроль у три рази [8].

Виділення сумарної РНК проводили за стандартною методикою з використанням комерційного набору Genomic DNA purification kit (Thermo Scientific, USA) згідно рекомендацій виробника.

ЗТ-ПЛР проводили у два етапи. Зворотну транскрипцію проводили, застосовуючи RevertAid Reverse Transcriptase – генетично модифіковану MMuLV RT (Thermo Scientific, США). При проведенні ПЛР використовували специфічні олігонуклеотидні праймери SMV-CPf: 5'-CAAGCAGCAAAGATGTAATG-3') і SMV-CPr: 5'-GTCCATATCTAGGCATATACG-3', очікуваний розмір продукту ампліфікації ДНК – 469 п.н. [9]. Ампліфікацію ділянки гену капсидного білка ВМС здійснювали, використовуючи Dream Taq PCR Master Mix (2x) buffer (що містить Dream Taq DNA polymerase, 2X Dream Taq buffer, 0,4 mM кожного із dNTP та 4 mM of MgCl<sub>2</sub>), 7,5 мкл стерильної води, 1 мкл кожного праймера (10 μM), та 3 мкл кДНК. Режим ампліфікації наступний: денатурація кДНК (3хв 95<sup>0</sup>C), наступні 30 циклів 30с за 95<sup>0</sup>C денатурація,

Міщенко Л. Т., Дуніч А. А., Дащенко А. В., Молодченкова О. О., Кондратюк О. А.

відпал праймерів (30 с за 55<sup>0</sup>C), синтез комплементарних ланцюгів ДНК (45 с за 72<sup>0</sup>C), елонгація – 72<sup>0</sup>C 10 хв.

Продукти ампліфікації (кДНК) очищали за допомогою набору реактивів QIAquick Gel Extraction Kit (Qiagen, Великобританія). Сиквенування очищених ампліфікованих фрагментів проводили на аналізаторі 3130 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, USA).

Ідентифікацію та порівняння отриманих нуклеотидних послідовностей із послідовностями ізолятів ВМС із Генбанку проводили за допомогою BLAST-аналізу (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Ізоляти ВМС, використані у даному дослідженні, представлені у табл.1. Філогенетичний аналіз здійснювали за допомогою програмного пакету MEGA 7. Вирівнювання послідовностей здійснювали за допомогою програми Clustal W, вбудованої у MEGA 7. Філогенетичні дерева конструювали методом максимальної правдоподібності (maximum likelihood, ML) [10] з використанням найбільш оптимальних моделей. Для перевірки достовірності побудованих дерев застосовували бутстреп-тест з 1000 бутстреп реплікаціями. Багаторазове вирівнювання амінокислотних послідовностей ділянки гену CP ізолятів/штамів ВМС здійснено за допомогою програми BioEdit.

Відсоток подібності попарно нуклеотидних і амінокислотних послідовностей були представлені як

кольорові блоки використовуючи програмний пакет SDT v.1 (Sequence Demarcation Tool Version 1) [11].

Для вирахування показника dN/dS, нуклеотидні послідовності CP усіх ізолятів ВМС взятих у дослідження, були вирівняні. Показник рівня несинонімічних (dN) до рівня синонімічних (dS) мутацій був обрахований, використовуючи метод Nei-Gojoboogi у програмі SNAP [12].

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили за параметричними критеріями нормального розподілу варіант, стандартне відхилення середніх значень – за загальноприйнятою методикою з використанням комп'ютерної програми управління базами даних MS EXCEL 2000. Для перевірки достовірності побудованих дерев застосовували бутстреп-тест з 1000 бутстреп реплікаціями.

### **Результати дослідження та їх обговорення.**

Попередні дослідження рослин сої 25-ти сортів в умовах Полтавської області показали наявність симптомів зморшкватості і мозаїки листкової пластинки. Результати ІФА і ЗТ-ПЛР показали, що рослини інфіковані вірусом мозаїки сої [6]. Серед протестованих сортів нашу увагу привернув той факт, що вірусом мозаїки сої була уражена трансгенна соя Монро, де спостерігали симптоми зморшкватості і пухирчастості листкової пластинки, насіння характеризувалося незначною плямистістю (рис. 1).



а



б

**Рис. 1. Симптоми ВМС-інфекції на трансгенних рослинах сої сорту Монро: а – зморшкуватість листкової пластинки; б – плямистість насіння**

Результати досліджень показали, що досліджуваний ізолят ВМС, названий SGP-17, проявляв шкодочинний вплив, а саме

суттєво знижував урожайність рослин ГМ-сої сорту Монро (табл. 1).

**1. Вплив вірусу мозаїки сої на структуру урожаю та продуктивність ГМ-сої сорту Монро**

Варіант	Гілкування, шт	Висота стебла до 1-го боба, см	Висота рослини, см	Кількість бобів на рослині, шт					Всього зерен, шт	Маса зерен з однієї рослини, г	Маса 1000 зерен, г
				всього	з 1-ю зерниною	з 2-ма зернинами	з 3-ма зернинами	з 4-ма зернинами			
Здорові рослини	5,5 ±0,5	9,5 ±1,7	88,3 ±1,8	64,0±4,0	9,0 ±1,0	31,0 ±2,0	21,0 ±2,0	2,0	142,0 ±6,0	17,65 ±2,13	165 ±12
Вірусні фіковані рослини	4,0 ±0,2	8,2 ±1,4	78,3 ±1,4	42,0±3,0	4,0±1,0	27±2,0	12,0±2,0	-	94,0 ±4,0	11,20 ±1,10	116 ±10

Виявлено, що у вірусніфікованих рослин гілкування було нижчим в 1,4 рази, порівняно зі здоровими. Крім того, ВМС-інфекція зменшує на одній рослині кількість бобів і кількість зерен у 1,5 рази. Маса зерен з однієї рослини зменшується на 37 %, маса 1000 зерен – на 30 %. У здорових рослин відмічено навіть невелику кількість бобів (два) з чотирма зернинами в бобі.

Урожай трансгенної сої Грімо у 2017 р., вирощеної в ФГ «Мир» Полтавської обл.,

становив 13,05 ц/га. У ФГ «Мрія» Київської обл., де було більше опадів, врожайність ГМ-сої Монро складала 21,8 ц/га. А от урожай 2016 року, більш вологозабезпеченого та сприятливого для вирощування сої становив 26,2 та 28,4 ц/га, відповідно. Рік 2016 у Полтавській обл. вважався як посушливий, оскільки гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) становив 0,99, а в 2017 – 0,53, тобто рік був дуже посушливим. Тому в більшості

виробничих господарств області урожай сої був на рівні 13 ц /га, а то і нижче – 8-10 ц/га, а на окремих полях навіть близько 5 ц/га. При ураженні вірусною інфекцією (ВМС) врожайність зменшувалась у обох господарствах Київської і Полтавської обл. на 35 – 65,7 %. Більш значне зниження урожаю (в 2,6 рази) при вірусній інфекції відмічено у Полтавській обл. в умовах дуже посушливого клімату 2017 року (ГТК = 0,53).

Дослідження молекулярно-біологічних характеристик, і, зокрема, нуклеотидних послідовностей геному, надає можливість прослідкувати філогенетичні зв'язки даного вірусу з іншими, встановити його еволюційну історію та прослідкувати його географічне походження. Крім того, на основі таких даних можна прогнозувати можливі зміни і набуття нових властивостей циркулюючими в певному ареалі штамми або ізолятами.

Для встановлення штамової приналежності та спорідненості ізоляту ВМС SGP–17 (виділений із сорту сої Монро) його ДНК послідовність порівнювали із послідовностями 33-ох ізолятів і штамів ВМС із ГенБанку (табл. 2).

Філогенетичний аналіз нуклеотидних послідовностей ділянки (430 п.н.) гену капсидного білка (положення 8640-9069 н.) досліджуваного ізоляту SGP–17 показав, що найвищий відсоток гомології (97,9%) за нуклеотидною послідовністю ізолят SGP–17 має з іранськими ізолятами Ar33, Lo3, американським VA2 та українським UA1Gr. Також високий рівень гомології за нуклеотидами відмічено з китайськими ізолятами HB-S19, XFQ014, польським ізолятом M, іранським Go11 та американським Strain 1083 (96,7-97,6%) (табл. 2, рис. 2).

**2. Відсоток подібності українського ізоляту ВМС SGP – 17 із відомими ізолятами/штамами цього вірусу за нуклеотидними та амінокислотними послідовностями ділянки гена капсидного білка, %**

п/п	Ізолят/штам ВМС	Номер доступу в Генбанку	Країна	нуклеотиди	аміно кислоти
1.	SGP – 17	MG940987	Україна	-----	-----
2.	UA1Gr	JF431105	Україна	97,9	97,2
3.	HB-S19	KR065491	Китай	96,7	97,2
4.	XFQ014	KP710876	Китай	97,6	97,2
5.	SC7-N	KP710868	Китай	90,6	97,2
6.	A	KM886930	Польща	89,3	97,2
7.	M	KM886929	Польща	97,6	97,2
8.	Ar33	KF297335	Іран	97,9	97,2
9.	Go11	KF135491	Іран	97,4	97,2
10.	Lo3	KF135490	Іран	97,9	97,2
11.	G1	FJ640977	США	89,5	97,2
12.	G2	S42280	США	90,6	97,2
13.	G3	FJ640978	США	89,3	97,2
14.	G4	FJ640979	США	90,3	97,2
15.	G5	AY294044	Півд. Корея	91,4	97,2
16.	G5H	FJ807701	Півд. Корея	92,2	97,2
17.	G6	FJ640980	США	90,3	97,2
18.	G6H	FJ640981	Півд. Корея	89,3	96,5
19.	G7	AY216010	США	89,3	96,5

20	G7A	FJ640982	США	89,3	96,5
21	G7d	AY216987	США	89,0	95,8
22	G7H-clone	FJ807700	Півд. Корея	91,4	97,2
23	Strain 1083	AY216481	США	96,9	97,2
24	VA2	AF200584	США	97,9	97,2
25	L	EU871724	Канада	90,6	97,2
26	L-RB	EU871725	Канада	90,3	97,2
27	NP-C-L	HQ166265	Канада	90,1	97,2
28	NP-L	HQ166266	Канада	90,6	97,2
29	India	KM979229	Індія	90,6	97,2
30	strain A, isolate SV-10	AB100444	Японія	90,6	97,2
31	strain B, isolate SV-18	AB100445	Японія	90,6	97,2
32	strain C, isolate SV-15	AB100446	Японія	92,9	97,2
33	strain D, isolate SV-70	AB100447	Японія	90,6	97,2
34	strain E, isolate SV-127	AB100448	Японія	90,3	97,2

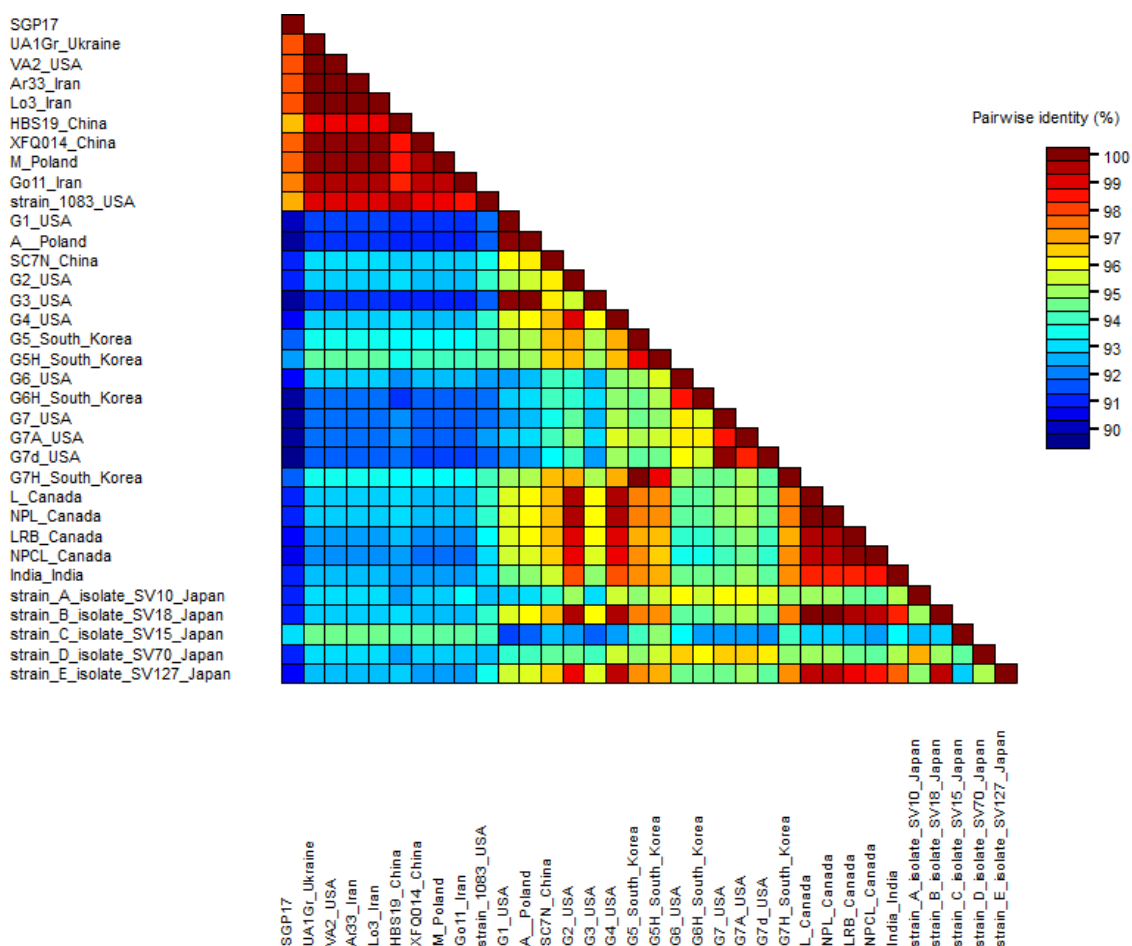


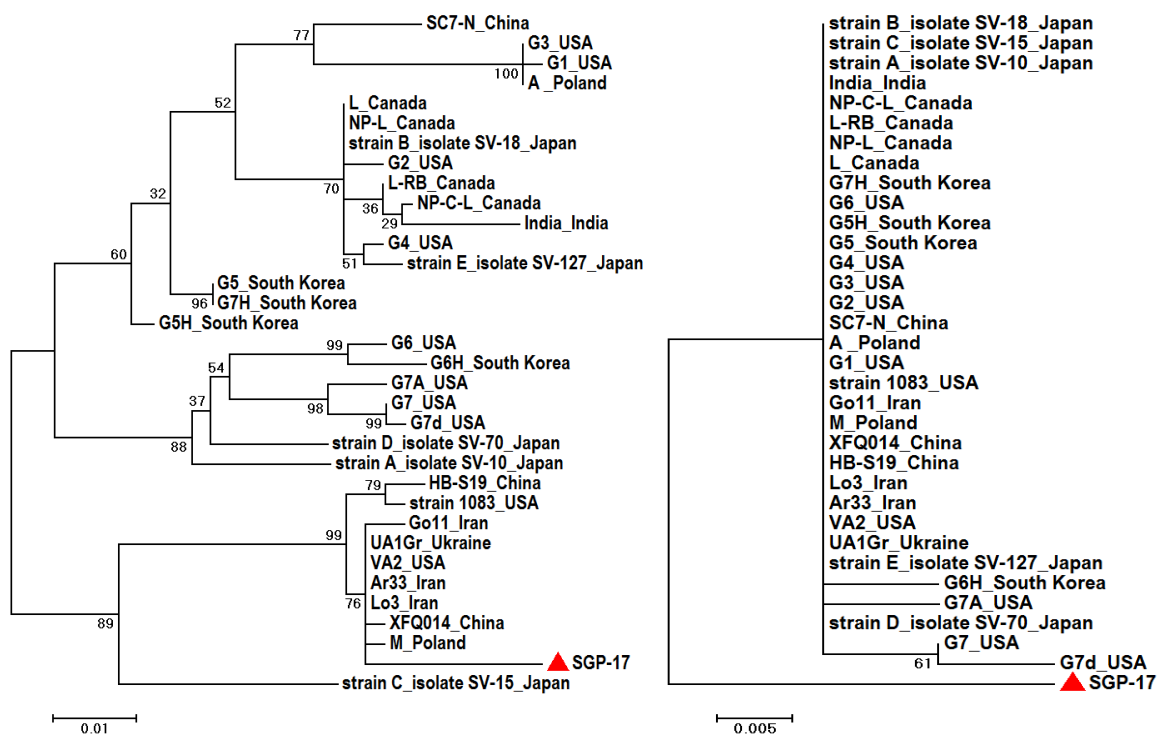
Рис. 2 Графічне зображення ідентичності ізоляту ВМС SGP-17 за нуклеотидними послідовностями (відсоток ідентичності представлено на шкалі)

SGP-17 разом із ізолятами UA1Gr, Ar33, Lo3, VA2, HB-S19, XFQ014, M, Go11 та Strain 1083 увійшов до однієї гілки, що

свідчить про їх спільне походження (рис. 3а). Класифікація штамів/ізолятів ВМС досить складна. В США Cho and Goodman

класифікували 98 ізолятів ВМС у сім штамів, а саме G1–G7 [13]. Така сама диференційна система була застосовано і у Кореї, в результаті чого було додатково ідентифіковано G5H, G6H і G7H штами ВМС. Проте, у Японії та Китаї були застосовані інші сорти сої, в результаті ізоляти з обох країн були класифіковані на 5 (A-E) та 21(SC1 to SC21) штам відповідно. Пізніше Shigemori та Kanematsu, Nakano зробили спробу уніфікувати класифікацію штамів з США і Японії [14, 15]. Дослідження показали, що японські штами розподіляються на три групи: 1). містить А і

В (співвідносяться до штаму G3); 2). Містить штами С і D; 3). містить тільки штам Е. Штами С, D і Е не співвідносяться до жодного з американських штамів [14]. Kanematsu, Nakano розподілили штами ВМС на три групи: 1) містить G1 і G4 (співвідносяться до штаму В); 2) містить G2, G3, G6 і G7 (співвідносяться до штаму А); 3) містить тільки G5 (співвідносяться до штаму С), тоді як штами D і Е не співвідносяться до жодного з американських штамів [15]. Ізолят SGP–17 розташований у одному кластері з японським штамом С (рис. 3а).

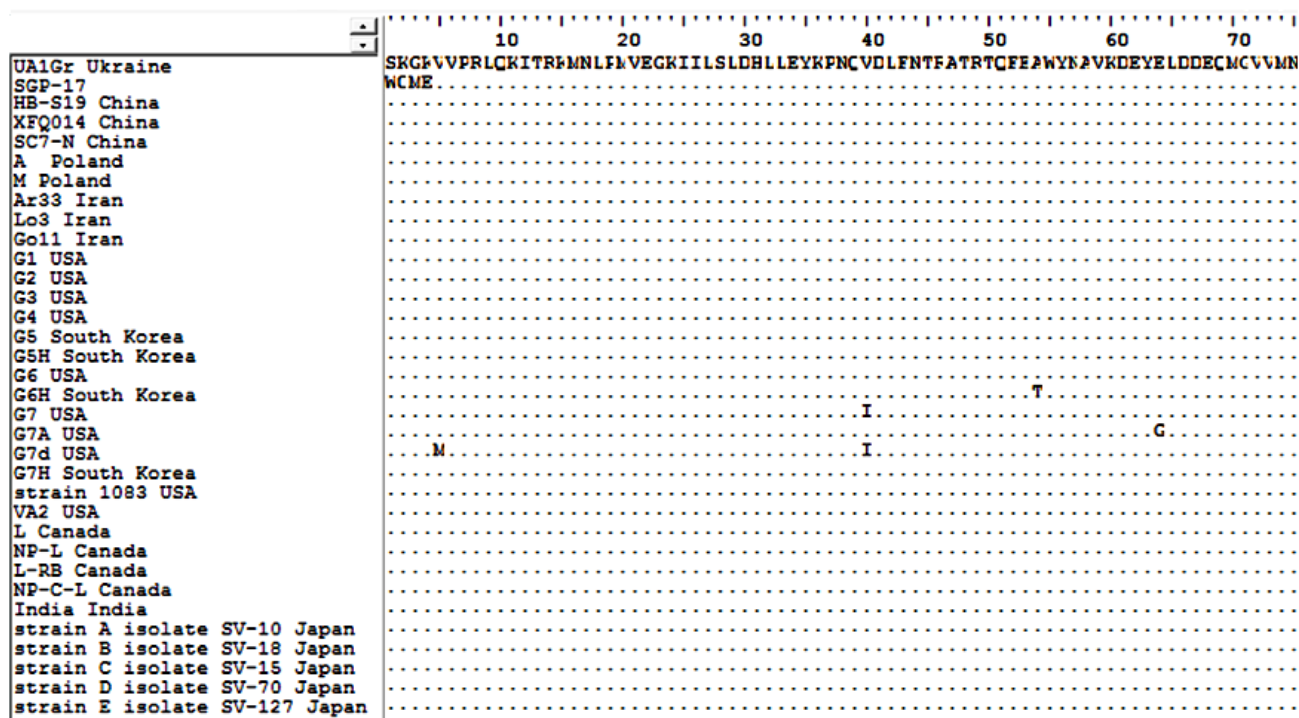


**Рис. 3** Філогенетичне дерево, побудоване методом максимальної правдоподібності (ML) за послідовностями ділянки гену капсидного білка українського ізоляту ВМС SGP – 17 та ізолятів з інших країн (назви та номери Генбанку наведено у табл. 2): а – нуклеотиди, із застосуванням моделі Jukes-Cantor; б – амінокислоти, p-distance модель

За амінокислотною послідовністю ізолят SGP – 17 має ідентичність 95,8-97,2% (табл. 2, рис. 3б).

Багаторазове вирівнювання амінокислотних послідовностей ділянки гену CP ізолятів\штамів ВМС виявило чотири

амінокислотні заміни у ізоляті SGP–17 у положеннях 1-4 (Ser→Trp; Lys→Cys; Gly→Met; Lys→Glu) (рис. 4).



**Рис. 4** Багаторазове вирівнювання амінокислотних послідовностей ділянки гену CP ізолятів\штамів ВМС. Числа вгорі представляють позиції амінокислот. Показані тільки відмінності

На рисунку представлено 71 амінокислота із 143-х, так як у позиціях 72-143 амінокислоти для усіх ізолятів ВМС ідентичні. Амінокислотні заміни виявлено також у ізолятів G6H, G7, G7A G7d. Встановлено, що порівняно з усіма взятими для аналізу послідовностями ізолятів ВМС, виявлені заміни у досліджуваному ізоляті є унікальними.

Відомо, що ген CP ВМС перебуває під впливом негативного відбору, тобто підтримання сталості геному [16]. Для дослідження еволюційних сил, що діють на ген CP ВМС, вираховували значення dN/dS для всіх послідовностей CP ВМС, взятих до дослідження (табл. 2). Цей показник показує співвідношення несинонімічних мутацій до синонімічних. Аналіз показав, що показник dN / dS для усіх послідовностей становив 0,0386 ( $p < 0,01$ ). Для ізоляту SGP-17 цей показник становив 0,0651, тоді як для усіх інших ізолятів він становив від 0,0149 до 0,0578. Тобто, порівняно із усіма іншими

взятими до дослідження ізолятами ВМС, український ізолят SGP-17 має вищу дивергенцію нуклеотидів, а, отже, і вищу потенційну здатність до мінливості.

**Висновки і перспективи.** Таким чином, вперше показано, що трансгенні сорти сої Монро і Грімо уражується вірусом мозаїки сої. Виявлено, що ВМС суттєво знижує урожайність рослин сої. Встановлено, що, не зважаючи на генетичні модифікації, урожайність ВМС-інфікованих рослин суттєво знижена. Визначено, що досліджуваний ізолят ВМС має спільне походження з іранськими, американськими ізолятами, а також польським та українським. Аналіз послідовностей гену капсидного білка виявив високий рівень дивергенції нуклеотидів порівняно з ізолятами з інших країн та чотири унікальні амінокислотні заміни, що можуть бути залучені до здатності цього ізоляту інфікувати трансгенні рослини сої. Отримані результати свідчать на користь вирощування

вітчизняних сортів сої, створених класичними методами селекції та які містять

детермінанти природної генетичної стійкості до ВМС.

#### Список використаних джерел

1. Liao L., Chen P., Buss G.R., Yang Q., Tolin S.A. Inheritance and allelism of resistance to Soybean mosaic virus in Zao18 soybean from China. *Journal of Heredity*. 2002. Vol. 93, No. 6. P. 447-452.

2. El-Amretz A. A., El-Said H.M., Salem D.E. Effect of Soybean mosaic virus infection on quality of soybean seed. *Agricultural Research Review*. 1987. Vol. 63. P.155-164.

3. Билык Л.Г. Мозаика сои на Украине: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Киев, 1967. 19 с.

4. Kyrychenko A.M., Kraeva G.V., Kovalenko O.G. Biological characteristic and identification of soybean virus isolated from different Ukraine regions. *Мікробіологічний журнал*. 2012. Т.74, № 1. С. 46-50.

5. Шерепітко Д., Бойко А., Шерепітко В. Прояв інфекції та ідентифікація вірусу мозаїки люцерни на рослинах сої (*Glycine max* (L.) Marril) за ґрунтово-кліматичних умов Вінниччини. *Вісник КНУ Серія Біологія*. 2011. № 58. С. 9–12.

6. Mishchenko L.T., Dunich A.A., Shevchenko T.P., Budzanivska I.G., Polischuk V.P., Andriyuchuk O.M., Molchanets O.V., Antipov I.O. Detection of Soybean mosaic virus in some left-bank forest-steppe regions of Ukraine. *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т.79, № 3. С.125-36.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. Crowther J.R. ELISA. Theory and practice. New York: Hamana Press, 1995. 223 p.

#### References

1. Liao, L., Chen, P., Buss, G.R., Yang, Q., Tolin, S.A. (2002). Inheritance and allelism of resistance to Soybean mosaic virus in Zao18 soybean from China. *Journal of Heredity*, 93(6), 447-452. doi: 10.1093/jhered/93.6.447

2. El-Amretz, A. A., El-Said, H.M., Salem, D.E. (1987). Effect of Soybean mosaic

9. Sherepitko D.V., Budzanivska I.G., Polischuk V.P., Boyko A.L. Sequencing and phylogenetic analysis of Soybean mosaic virus isolated in Ukraine. *Biopolymers and Cell*. 2011. Vol. 27, No. 6. P. 472–479.

10. Huelsenbeck J.P., Rannala B. Maximum likelihood estimation of phylogeny using stratigraphic data. *Paleobiology*. 1997. Vol. 23, No. 2. P. 174-180.

11. Muhire B.M., Varsani A., Martin D.P. SDT: A virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9, Is.9. P. e108277.

12. Korber B. HIV signature and sequence variation analysis. In: Computational analysis of HIV molecular sequences / Rodrigo A.G., Learn G.H. eds. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. P. 55–72.

13. Cho E.K., Goodman R.M. Strains of Soybean mosaic virus classification based on virulence in resistant soybean cultivars. *Phytopathology*. 1979. Vol.69. P. 467–470.

14. Shigemori I. Studies on the breeding on soybeans for the resistance to soybean mosaic virus (SMV). *Bull. Nagano Chushin Agr. Ex. Station*. 1991. Vol. 10. P. 1–61.

15. Kanematsu S., Nakano M. Comparison between Japanese and US strain of soybean mosaic virus using differential soybean cultivars. *Bull. Tohoku Agric. Res. Cent*. 2015. Vol. 117. P. 59–62.

16. Zhou G.-C., Shao Z.-Q., Ma F.-F., Wu P., Wu X.-Y., Xie Z.-Y., et al. The evolution of soybean mosaic virus: An updated analysis by obtaining 18 new genomic sequences of Chinese strains/isolates. *Virus Research*. 2015. Vol. 208. P. 189-98.

virus infection on quality of soybean seed. *Agricultural Research Review*, 63,155-164.

3. Bilyk, L.G. (1967). Mozaika soi na Ukraine [Soybean mosaic in Ukraine]. Kyiv.

4. Kyrychenko, A.M., Kraeva, G.V., Kovalenko, O.G. (2012). Biological characteristic and identification of soybean virus isolated from different Ukraine regions. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*, 74(1), 46-50.

5. Sherepitzko, D., Boyko, A., Sherepitzko, V. (2011). Proiav infektsii ta identyfikatsiia virusu mozaiky liutserny na roslynakh soi (*Glycine max* (L.) Marril) za hruntovo-klimatychnykh umov Vinnychyny [Manifestation of infection and identification of the Alfalfa mosaic virus on soybean plants (*Glycine max* (L.) Marril) under the soil and climatic conditions of Vinnytsya region]. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Biology, 58, 9-12.
6. Mishchenko, L.T., Dunich, A.A., Shevchenko, T.P., Budzanivska, I.G., Polischuk, V.P., Andriychuk, O.M., Molchanets, O.V., Antipov, I.O. (2017). Detection of Soybean mosaic virus in some left-bank forest-steppe regions of Ukraine. Mikrobiol Zhurnal, 79(3), 125-36. doi: 10.15407/microbiolj79.03.125
7. Dospikhov, B. A. (1985). Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov issledovaniy [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 351.
8. Crowther, J.R. (1995). ELISA. Theory and practice. New York: Hamana Press, 223.
9. Sherepitzko, D.V., Budzanivska, I.G., Polischuk, V.P., Boyko, A.L. (2011). Sequencing and phylogenetic analysis of Soybean mosaic virus isolated in Ukraine. Biopolymers and Cell, 27(6), 472-479. doi: 10.7124/bc.00011A
10. Huelsenbeck, J.P., Rannala, B. (1997). Maximum likelihood estimation of phylogeny using stratigraphic data. Paleobiology, 23(2), 174-180. doi: <https://doi.org/10.1017/S0094837300016778>
11. Muhire, B.M., Varsani, A., Martin, D.P. (2014). SDT: A virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. PLoS ONE, 9, N.9, e108277. doi: 10.1371/journal.pone.0108277
12. Korber, B. (2000). HIV signature and sequence variation analysis. In: Computational analysis of HIV molecular sequences, Rodrigo A.G., Learn G.H. eds. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 55-72.
13. Cho, E.K., Goodman, R.M. (1979). Strains of Soybean mosaic virus classification based on virulence in resistant soybean cultivars. Phytopathology, 69, 467-470. doi: 10.1094/Phyto-69-467.
14. Shigemori, I. (1991). Studies on the breeding on soybeans for the resistance to soybean mosaic virus (SMV). Bull. Nagano Chushin Agr. Ex. Station, 10, 1-61.
15. Kanematsu, S., Nakano, M. (2015). Comparison between Japanese and US strain of soybean mosaic virus using differential soybean cultivars. Bull. Tohoku Agric. Res. Cent, 117, 59-62.
16. Zhou, G.-C., Shao, Z.-Q., Ma, F.-F., Wu, P., Wu, X.-Y., Xie, Z.-Y., et al. (2015). The evolution of soybean mosaic virus: An updated analysis by obtaining 18 new genomic sequences of Chinese strains/isolates. Virus Res, 208, 189-98. doi: 10.1016/j.virusres.2015.06.011.

## ВЛИЯНИЕ ВИРУСА МОЗАИКИ СОИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ТРАНСГЕННОЙ СОИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Л. Т. Мищенко, А. А. Дуніч, А. В. Дащенко, О. О. Молодченкова

**Аннотация.** Впервые в Украине показано, что трансгенные сорта сои поражаются вирусом мозаики сои. Установлено, что, несмотря на генетические модификации, урожайность ВМС-инфицированных растений существенно снижена. При поражении ВМС-инфекцией урожайность сои уменьшалась в обоих хозяйствах Киевской и Полтавской областей на 35,0 - 65,7% соответственно. Более значительное

снижение урожая (в 2,6 раза) при вирусной инфекции отмечено в Полтавской области в условиях очень засушливого климата 2017 года (ГТК = 0,53) по сравнению с 2016 (ГТК=0,99). Отмечено, что ВМС-инфекция негативно влияет на продуктивность и структуру урожая растений ГМ-сое. ВМС-инфекция уменьшает на 21,9% количество бобов и на 22,5% количество зерен на одном растении, массу зерен с одного растения - на 27,1% и массу 1000 зерен - на 29,7% в

сравнении со здоровыми растениями. Определено, что исследуемый изолят ВМС SGP-17 имеет общее происхождение с иранскими, американскими изолятами, а также польским и украинским. Анализ нуклеотидных и аминокислотных быть задействованы в способности этого изолята инфицировать трансгенные растения сои. Полученные результаты свидетельствуют в пользу выращивания отечественных сортов сои, созданных классическими методами селекции и

последовательностей гена капсидного белка обнаружил высокий уровень дивергенции нуклеотидов по сравнению с изолятами из других стран и четыре уникальные аминокислотные замены, которые могут содержать детерминанты природной генетической стойкости к ВМС.

**Ключевые слова:** *Glycine max*, вирус мозаики сои, урожайность, филогенетический анализ, молекулярно-генетические свойства

## THE INFLUENCE OF SOYBEAN MOSAIC VIRUS ON THE YIELD OF TRANSGENIC SOYBEAN AND STUDYING OF ITS MOLECULAR GENETIC PROPERTIES

L.T. Mishchenko, A.A. Dunich, A.V. Dashchenko, O.O. Molodchenkova

**Abstract.** For the first time in Ukraine, it has been shown that transgenic soybean is affected with Soybean mosaic virus. It is established that, despite genetic modifications, the yield of SMV-infected GM-soybean plants is significantly reduced. The yield of SMV-infected soybean decreased in both investigated farms in Kyiv and Poltava regions by 35.0-65.7% respectively. A more significant decline in the yield (2.6 times) of SMV-infected soybean was noted in the Poltava region in conditions of very arid climate in 2017 (HTC = 0.53) comparing with 2016 (HTC=0.99). It was noted that the SMV infection has a negative effect on the productivity and structure of the yield of GM-soybean plants. SMV infection reduces the number of beans by 21.9% and the number of grains per plant by 22.5%, the weight of grain from one plant - by 27.1% and the weight of 1000 grains - by 29.7% in comparison with healthy plants. It is determined that the investigated SMV isolate SGP-17 has a common origin with Iranian, American isolates, as well as with Polish and Ukrainian. Analysis of the nucleotide and amino acid sequences of the capsid protein gene (CP) of the studied isolate SGP-17 revealed the high level of nucleotide divergence in comparison with the SMV isolates from other countries and four unique amino acid substitutions that can be implicated in the ability of this isolate to infect transgenic soybean plants. The obtained results testify in favor of growing of domestic soybean varieties, created by classical selection methods and containing determinants of natural genetic resistance to the SMV.

**Keywords:** *Glycine max*, Soybean mosaic virus, yield, phylogenetic analysis, molecular and genetic properties

UDC 579;579.2;579.22;579.262

**INFLUENCE OF ENDOPHYTIC AND SAPROTROPHIC  
PENICILLIUM FUNICULOSUM STRAINS ON RESISTANCE OF  
GLYCINE MAX L. UNDER SALT STRESS**

**O. M. YURIEVA**, Lead Engineer

**S. O. SYRCHIN**, Candidate of Biological Sciences, Senior Scientist

**L. T. NAKONECHNA**, Lead Engineer

**I. M. KURCHENKO**, Doctor of Biological Sciences, Head of Department,

*Department of Physiology and Taxonomy of Micromycetes*

*D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National*

*Academy of Sciences of Ukraine*

*E-mail: elenayurieva@ukr.net*

**Abstract.** *Endophytic fungi almost didn't affect on the growth and characterized by wide biodiversity and accumulation biomass of soybean roots formed an important component of plant under both investigated NaCl ecosystems. Endophytic fungi play a concentrations. Thus, endophytic and significant role in the growth and saprotrophic P. funiculosum strains belong to the same species of fungi, development of plants under biotic and potentially produce the same spectrum of abiotic stresses. Influence of endophytic and saprotrophic Penicillium biologically active metabolites, but each funiculosum strains on resistance of in its econiche plays a certain ecological Glycine max L. under salt stress was role (mutualism or neutral), and studied. It was shown that under salinity therefore have different mechanisms of stress (70 mM and 140 mM NaCl, co-existence and interactions with plant and respectively) endophyte P. funiculosum soil microbiota. significantly promoted soybean growth attributes (shoot and root length, root fresh/dry biomass) in comparison to control plants. In contrast to the endophyte, saprotroph P. funiculosum*

**Keywords:** *endophyte, saprotroph, Penicillium funiculosum, soybean, salt stress*

Endophytic fungi are the widespread group of fungal symbionts associated with tissues of host plants without causing any symptoms of disease [2, 7, 12, 18]. Endophytic fungi

characterized by wide biodiversity and formed an important component of plant ecosystems. The endophyte-host association depends on plant-microbial interactions, may be parasitic, mutualistic

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

or neutral and may switch with changes of host plant and environmental conditions [5, 18]. Endophytic fungi play a significant role in the growth and development of plants through different mechanisms. Endophytic fungi (being inside the host plant) produce a wide array of bioactive metabolites which can protect host plant under biotic and abiotic stresses [6, 7, 9, 12, 19]. Some endophytes have the ability to synthesis gibberellins, auxins (IAA) and abscisic acid (ABA) and this potential can be an arsenal for enhance resistance under unfavorable environmental conditions [6–8, 12, 21].

Salinity, especially sodium chloride, is main abiotic stress that negatively affects the development of plants (photosynthesis and diffusion of CO<sub>2</sub>) and their productivity. It is estimated that about 50% of the arable land will be affected by salinity stress by the year 2050 [15]. According to estimates of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in Ukraine in 2017 the area of soil salinity is 2.8 million hectares and continues to grow [4, 16]. Endophytic fungi synthesize biological active metabolites, including phytohormones, and promote plant resistance to abiotic stress. Known that *Penicillium funiculosum* Thom is isolated as endophyte of many plants, in particular soybean (*Glycine max* L.) [8, 13]. Soybean is an important agricultural plant with high content of protein 38-

45%, oil 17-25%, lecithin - 1-2%, vitamins 5-6%; and therefore it's the world's leading source of protein and oil. Our previous studies have shown that *P. funiculosum* strains produced gibberellins, IAA, cytokinins and ABA [22, 24]; these data are in agreement with results of other scientists [8]. Khan et al. have been shown that endophyte *P. funiculosum* LHL06 synthesized physiologically active gibberellins, IAA and ABA, and promoted the growth of soybean under salt stress [8].

**The aim of this work** was to study an influence of endophytic and saprotrophic *P. funiculosum* strains on soybean under salt stress.

**Materials and methods.** The objects of the research were endophytic strain *P. funiculosum* 16795, isolated from cranberry leaf (Zhytomyr region) and saprotrophic strain 16790, isolated from chernozem soil (Dnipropetrovsk region). Strains are maintained in the collection of cultures of microscopic fungi of the Department of physiology and taxonomy of micromycetes of D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology National Academy of Sciences of Ukraine.

Strains were identified by a combination of culture and morphological characteristics and by DNA barcoding method. For sequencing, ITS region of the rDNA was amplified by Sanger using primers ITS1 and ITS4 [23]. The result of the BLAST search program revealed that the strains were

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

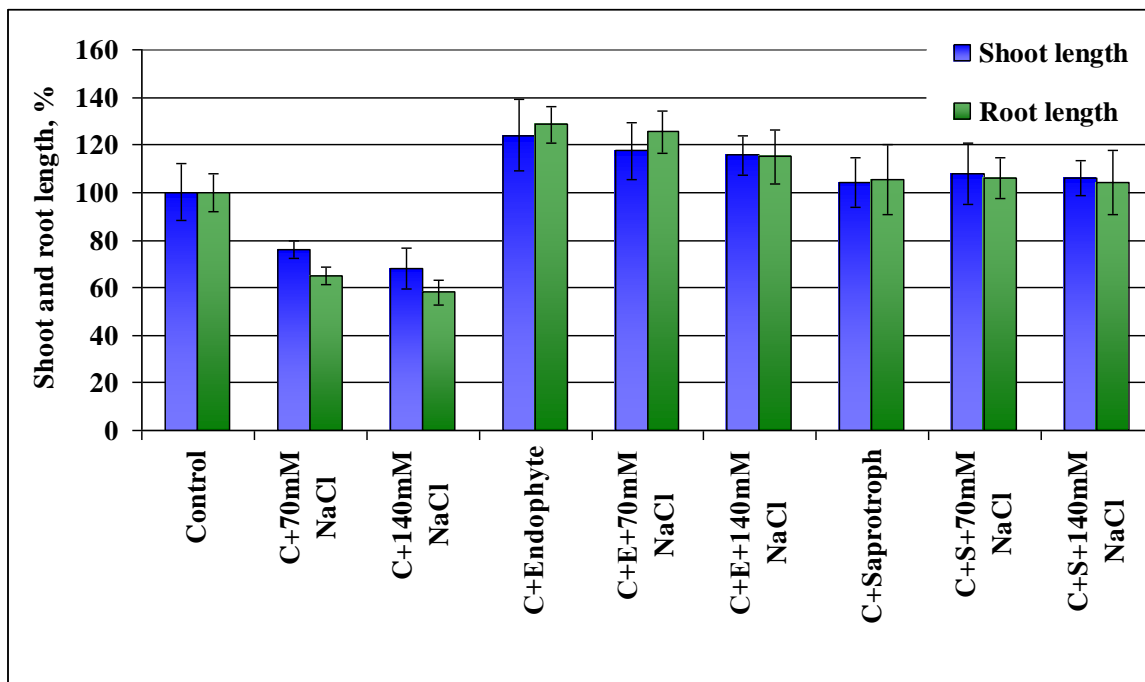
identified as *Talaromyces funiculosus* (anamorph *Penicillium funiculosum*) and were submitted to the GenBank with accession numbers KY620212 and KY865175, respectively.

The influence of *P. funiculosus* strains from different ecoiniche on soybean (*Glycine max* L.) under salt stress was studied by Khan et al. method with some modifications [8, 11]. Soybean seeds were surface sterilized using McCutcheon and Carroll method to exclude the effects of other microorganisms [14]. After that, the seeds were germinated for 2-3 days in Petri dishes on filter paper moistened with autoclaved distilled water at temperature  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ . Germinated seeds (length of seedlings 0.7-1.0 cm) were treated with inoculum of *P. funiculosus* strains for 1 hour. The inoculum was grown under submerged conditions as described previously [22]. The treated seeds were placed in pots with sterile sand and grown chamber (day/night cycle: 16 h/ $26^\circ\text{C}$ ; 8 h/ $18^\circ\text{C}$ ) for 14 days. Sand (particle size 1.0 mm, pH 7.0) washed three times with distilled water, dried and put in pots (200 g per pot). Then sand was sterilized twice at  $120^\circ\text{C}$  for 15 min. Soybean plants were treated under salt stress (70 mM and 140 mM NaCl solutions) for 7 days, and each pot received 1400 ml of salt solution.

The experimental design had nine sets of soybean plants: the control (without inoculation with fungi or NaCl solutions); plants treated with fungal

inoculum of endophytic and saprotrophic *P. funiculosus* strains; control and fungal inoculums treated plants, treated with 70 and 140 mM NaCl solutions. The growth parameters i.e. shoot and root length, fresh and dry biomass were studied as percentage of control. The seed, treated with sterilized distilled water was used as control. All variants of the experiment were performed in triplicate. Statistical analyses of data were carried out using the Microsoft Excel software.

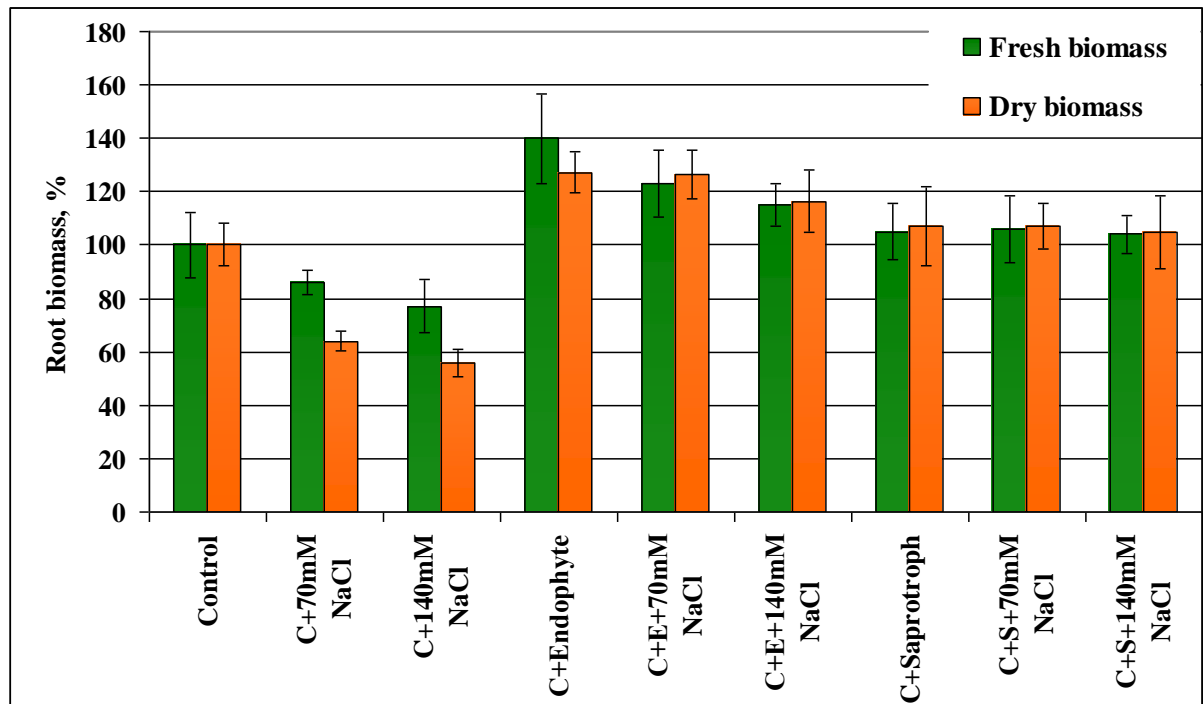
**Results and discussion.** Shoot and root length of endophyte inoculum treated soybean increased up to 24 and 28% in comparison to control and saprotroph inoculum treated - 4-5%, respectively (Fig. 1). Shoot and root length of control plants under 70 mM NaCl solution decreased by 24 and 35% in comparison to control and under 140 mM - by 32-42%, respectively. Inoculation with endophyte affected positive on treated plants under salt stress. In particular, the shoot and root length of plants under 70 i 140 mM NaCl solution increased to 17-28%. However, the effect of the saprotroph wasn't significant - the shoot and root length of soybeans didn't exceed 4-8% in comparison to control. Consequently, the endophytic *P. funiculosus* strain stimulated the shoot and root growth of soybean in both cases (control plants inoculated with endophyte and the ones under salt stress).



**Fig. 1. Effects of salt stress (70 i 140 mM) on the shoot and root length of control soybeans and inoculated with endophytic and saprotrophic *P. funiculosum* strains: E – endophyte, S – saprotroph, C – control plant.**

It is known that the root is the most sensitive to stress part of plants, so we pay special attention to this parameter (Fig. 2). Inoculation plants with endophytic *P. funiculosum* strain caused significant changes in biomass accumulation – root fresh/dry weight (40 and 27% respectively), however plants treated with saprotrophic strain accumulated less biomass (5 and 7%). It was shown that root fresh/dry root weight of control plants under 70 mM NaCl solution decreased at 14-36% in comparison to control and in case of 140

mM salt stress – 23-44% respectively. Increased root fresh/dry weight were detected at 23 and 26.4% for endophyte inoculated plants treated with 70 mM NaCl. Also endophyte *P. funiculosum* strain stimulated accumulation biomass of soybean roots by 15-16.4% under 140 mM NaCl solution. In contrast to the endophyte, saprotroph *P. funiculosum* almost did not affect on the growth and accumulation biomass of soybean roots (4-7%) under both investigated NaCl concentrations.



**Fig. 2. Effects of salt stress (70 i 140 mM) on the root fresh/dry weight of control soybeans and inoculated with endophytic and saprotrophic *P. funiculosum* strains: E – endophyte, S – saprotroph, C – control plant.**

Based on the obtained data, we can conclude that the endophyte *P. funiculosum* strain stimulated roots biomass accumulation of soybean plants and reduced the negative influence of salt stress.

Nowadays more attention is paid to the study of endophytic fungi and synthesis by them a large number of biologically active substances that protect and help to survive the host plant under adverse environmental conditions. [8, 10, 12, 18, 20]. It is known that endophytic strains of genus *Penicillium* form a spectrum of phytohormones (gibberellins, IAA, cytokinins and ABA), which gives them an advantage over other types of micromycetes [8, 10, 12, 20].

A strain of *P. citrinum* isolated from *Ixeris repenes* (L.) A. Gray was described for the first time as a possible advantage for the plants at saline environment [7]. *P. citrinum* promote *I. repenes* growth by production of bioactive gibberellins. It is known that endophytic strains of genus *Penicillium*, such as *P. citrinum*, *Penicillium* sp. MH7, *Penicillium* sp. LWL3, *P. minioluteum* LHL09, *P. janthinellum* LK5 and *P. funiculosum* synthesize physiologically active and inactive forms of gibberellins, which according to the authors promote the growth plants to re-programmed soybean to high growths under salinity stress by secretion of endogenous phytohormones [6–9, 20]. Also, *P. minioluteum* LHL09, isolated

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

from *Glycine max* L. synthesize of bioactive gibberellins GA<sub>4</sub> and GA<sub>7</sub> under salt stress and stimulate plant growth [1]. Endophyte *P. resedanum* LK6, isolated from *Capsicum annuum* L., was also reported significantly promoted pepper plants growth attributes (shoot length, shoot fresh/dry biomass, chlorophyll content and photosynthesis rate) in comparison to control treatments [10]. In addition, strain *P. resedanum* LK6 synthesized gibberellins GA<sub>1</sub> and GA<sub>4</sub>, which according to the authors, reduced the negative effect of abiotic stress.

It has been shown that the endophyte *P. funiculosum* enhanced soybean seed germination and reduced the negative effects of salt stress by stimulating soybean growth [8]. Endophyte *P. funiculosum* produced gibberellins (GA<sub>1</sub> 1.53 ng/ml; GA<sub>4</sub> 9.34 ng/ml; GA<sub>8</sub> 1.21 ng/ml; GA<sub>9</sub> 37.87 ng/ml); indole acetic acid 14.85 µg/ml and low level of ABA under salinity induced abiotic stress (70 and 140 mM). Thus, the amount of ABA in plants incubated by the endophyte was 671.32 ng/g, however, sterile plants were characterized by a higher concentration of this hormone 1689.05 ng/g. ABA involved in regulation of the signaling pathways in the growth and development of plants under abiotic stress. In plant ABA level increase because promotes stomatal closure to minimize water loss and then mediates stress damage through activation of many stress-responsive

genes, which collectively increases the plant's stress tolerance [9].

It was established that investigated *P. funiculosum* strains synthesized bioactive gibberellins (GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> and GA<sub>7</sub>), auxins, cytokinins and ABA, which is consistent with the literature data [6–8, 10, 12, 20, 22, 24]. Endophyte and saprotroph strains have been identified as one species - *P. funiculosum* by morphological, physiology and molecular genetic features [22]. Investigated strains produce the same complex of phytohormones, but micromycetes, isolated from different ecosystems, differently influenced on growth and development of soybean plants under salt stress. Thus, the endophyte *P. funiculosum* promoted growth of soybean shoot and root, root fresh/dry biomass. In contrast, saprotrophic fungus practically did not affect the growth and development of the plant under abiotic stress.

We assume that the strategies and mechanisms of action of the endophytic and saprotrophic *P. funiculosum* strains on plants under abiotic stress differ. The endophyte is inside the host plant in more favorable living conditions in comparison with saprotroph both in terms of availability of sources of nutrition and competition with other microorganisms; at the same time, it forms a mutualistic relationship with the plant. Saprotroph can't to compete colonize the rhizosphere of plants and it acts more as an associate of plants which

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

fed with root extracts, products of hydrolysis of plant residues, although it synthesizes a number of substances with antibiotic activity against some soil microorganisms [3, 17]. Thus, endophytic and saprotrophic *P. funiculosum* strains belong to the same species of fungi, potentially produce the same spectrum of biologically active metabolites, but each in its niche plays a certain ecological role (mutualism or neutral), and therefore have different mechanisms of adaptation

to stress conditions, co-existence and interactions with plant and soil microbiota.

**Conclusions.** Thus, endophyte *P. funiculosum* have the ability to overcome the adverse effects of *Glycine max* L. under salt stress by the synthesis of the spectrum of plant growth regulators has been established and have further application in the development of modern "green" technologies for increasing the general resistance of plants to stress factors.

### References

1. Ahmad, N., Hamayun, M., Khan, S.A., Khan, A.L., Lee, I.J., Shin, D.H. (2010). Gibberellin-producing endophytic fungi isolated from *Monochoria vaginalis*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(12), 1744–1749. doi: 10.4014/jmb.1005.05018
2. Carroll, G. (1988). Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbionts. *Ecology*, 69(1), 2–9. doi: 10.2307/1943154
3. Chao, W.L., Nelson, E.B., Harman, G.E., Hoch, H.C. (1986). Colonization of the rhizosphere by biological control agents applied to seeds. *Phytopathology*, 76, 60–65.
4. Dovgaluk, I. G., Kotovich, A.V. (2013). Problema zasolennykh pochv Ukrainy i perspektivy ispol'zovaniya otkhodov sodovogo proizvodstva dlya ikh melioratsii [Soil salinization problem in Ukraine and prospects of waste soda products usage for land reclamation]. *Gruntoznavstvo*, 14 (1–2), 94–101.
5. Faeth, S.H., Fagan, W.F. (2002). Fungal endophytes: common host plant symbionts but uncommon mutualists. *Integrative and Comparative Biology*, 42(2), 360–368. doi: 10.1093/icb/42.2.360
6. Hamayun, M., Khan, S.A., Khan, A.L., Rehman, G., Kim, Y.H., Iqbal, I., Hussain, J., Sohn, E.Y., Lee, I.J. (2010). Gibberellin production and plant growth promotion from pure cultures of *Cladosporium* sp. MH-6 isolated from cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Mycologia*, 102(5), 989–995. doi: 10.3852/09-261
7. Khan, S.A., Hamayun, M., Yoon, H.J., Kim, H.Y., Suh, S.J., Hwang, S.K., Kim, J.M., Lee, I.J., Choo, Y.S., Yoon, U.H., Kong, W.S., Lee, B.M., Kim, J.G. (2008). Plant growth promotion and *Penicillium citrinum*. *BMC Microbiology*, 8, 231–237. doi: 10.1186/1471-2180-8-231
8. Khan, A.L., Hamayun, M., Kim, Y.H., Kang, S.M., Lee, I.J. (2011).

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

- Ameliorative symbiosis of endophyte (*Penicillium funiculosum* LHL06) under salt stress elevated plant growth of *Glycine max* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(8), 852–861. doi:10.1016/j.plaphy.2011.03.005
9. Khan, A.L., Waqas, M., Khan, A.R., Hussain, J., Kang, S.M., Gilani, S.A., Hamayun, M., Shin, J.H., Kamran, M., Al-Harrasi, A., Yun, B.W., Adnan, M., Lee, I.J. (2013). Fungal endophyte *Penicillium janthinellum* LK5 improves growth of ABA-deficient tomato under salinity. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(11), 2133–2144. doi: 10.1007/s11274-013-1378-1
  10. Khan, A.L., Hussain, J., Al-Harrasi, A., Al-Rawahi, A., Lee, I.J. (2015). Endophytic fungi: resource for gibberellins and crop abiotic stress resistant. *Critical Reviews in Biotechnology*, 35(1), 62-74. doi: 10.3109/07388551.2013.800018
  11. Khan, A.R., Ullah, I., Waqas, M., Park, G.S., Khan, A.L., Hong, S.J., Ullah, R., Jung, B.K., Park, C.E., Ur-Rehman, S., Lee, I.J., Shin, J.H. (2017). Host plant growth promotion and cadmium detoxification in *Solanum nigrum*, mediated by endophytic fungi. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 136, 180–188. doi:10.1016/j.ecoenv.2016.03.014
  12. Leitão, A.L., Enguita, F.J. (2016). Gibberellins in *Penicillium* strains: Challenges for endophyte-plant host interactions under salinity stress. *Microbiological Research*, 183, 8–18. doi: 10.1016/j.micres.2015.11.004
  13. Liu, H., Song, J., Dong, L., Wang, D., Zhang, S., Liu, J. (2017). Physiological responses of three soybean species (*Glycine soja*, *G. gracilis*, and *G. max* cv. Melrose) to salinity stress. *Journal of Plant Research*, 130(4), 723–733. doi: 10.1007/s10265-017-0929-1
  14. McCutcheon, T.L., Carroll, G.C. (1993). Genotypic diversity in populations of a fungal endophyte from Douglas fir. *Mycologia*, 85(2), 180–186.
  15. Munns, R., Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911
  16. Regional assessment of soil changes in Europe and Eurasia. (2015). In: Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. FAO, 650. ISBN: 978-92-5-109004-6
  17. Richardson, A.E., Barea, J., McNeill, A.M., Prigent-Combaret, C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1-2), 305–339. doi: 10.1007/s11104-009-9895-2
  18. Rodriguez, R.J., White, J.F., Jr., Arnold, A.E., Redman, R.S. (2009). Fungal endophytes: Diversity and functional roles. *New Phytologist*, 182(2), 314–330. doi:10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x
  19. Singh, L.P., Singh, G.S., Tuteja, N. (2011). Unraveling the role of fungal symbionts in plant abiotic stress tolerance. *Plant Signaling & Behavior*, 6(2), 175–191. doi: 10.4161/psb.6.2.14146
  20. Waqas, M., Khan, A.L., Kamran, M., Hamayun, M., Kang, S.M., Kim, Y.H., Lee, I.J. (2012). Endophytic fungi produce gibberellins and indoleacetic acid and promotes host-plant growth during stress. *Molecules*, 17(9), 10754–10773. doi: 10.3390/molecules170910754

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

21. Waqas, M., Khan, A., Kang, S.-M., Kim, Y.H., Lee, I.-J. (2014). Phytohormone-producing fungal endophytes and hardwood-derived biochar interact to ameliorate heavy metal stress in soybeans. *Biology and Fertility of Soils*, 50, 1155–1167.

22. Yurieva, O.M., Dragovoz, I.V., Leonova, N.O., Ostapchuk, A.M., Kharkhota, M.A., Syrchin, S.O., Kurchenko, I.M. (2017). Hibereliny endofitnoho i saprotrofnoho shtamiv *Penicillium funiculosum* [Gibberellins of endophytic and saprotrophic *Penicillium funiculosum* strains]. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 79(5), 57–69.

23. Yurieva, O.M., Gryganskyi, A.P., Syrchin, S.O., Nakonechna, L.T., Pavlychenko, A.K., Kurchenko, I.M.

(2017). b-glyukozydazy endofitnykh i saprotrofnykh shtamiv *Penicillium funiculosum*. [ $\beta$ -glucosidases of endophytic and saprotrophic *Penicillium funiculosum* strains]. Factors in experimental evolution of organisms: zb. nauk. pr. / V.A. Kunakh (Ed.) Vavilov Society of Geneticists and Breeders of Ukraine, 20, 261–265.

24. Yurieva, O.M., Dragovoz, I.V., Leonova, N.O., Biliavska, L.O., Syrchin, S.O., Kurchenko, I.M. (2018). Biosyntezy fitohormoniv shtamamy *Penicillium funiculosum* z riznykh ekolohichnykh nish [Biosynthesis of phytohormones by *Penicillium funiculosum* strains from different ecological niches]. *Mikrobiolohichni Zhurnal*, 80(2), 43–54.

## ВПЛИВ ЕНДОФІТНОГО І САПРОТРОФНОГО ШТАМІВ *PENICILLIUM FUNICULOSUM* НА СТІЙКІСТЬ *GLYCINE MAX* L. ДО СОЛЬОВОГО СТРЕСУ

О. М. Юр'єва, С. О. Сирчін, Л.

Т. Наконечна, І. М. Курченко

**Анотація.** Ендофітні гриби характеризуються широким біорізноманіттям та утворюють важливу складову екосистем, що пов'язана з рослинами. Ендофіти відіграють важливу роль у рості і розвитку рослин, що забезпечують захист рослин від біотичних та абіотичних стресів. Вивчено вплив ендофітного та сапротрофного штамів *Penicillium funiculosum* на стійкість *Glycine max* L. до сольового стресу. Показано, що за дії сольового

стресу (70 мМ та 140 мМ NaCl відповідно) ендофіт *P. funiculosum* значно підвищував ростові параметри сої (довжина паростків і коренів, волога та абсолютно суха біомаса коренів) порівняно з контрольними рослинами. На відміну від ендофіта, штам-сапротроф *P. funiculosum* майже не впливав на ріст і накопичення біомаси коренів сої за дії обох досліджених концентрацій NaCl. Таким чином, ендофітний і сапротрофний штами *P. funiculosum* належать до одного виду, потенційно можуть продукувати однаковий спектр біологічно активних метаболітів, проте кожний у своїй еконіші відіграє певну екологічну роль (мутуалізм або нейтральна), а тому мають різні механізми пристосування до умов існування за дії стресів, співіснування та взаємовідносин з рослиною і мікробіотою.

Юр'єва О. М., Сирчін С. О., Наконечна Л. Т., Курченко І. М.

**Ключові слова:** *ендофіт, сапротроф, Penicillium funiculosum, соя, соловий стрес*

## ВЛИЯНИЕ ЭНДОФИТНОГО И САПРОТРОФНОГО ШТАММОВ *PENICILLIUM FUNICULOSUM* НА УСТОЙЧИВОСТЬ *GLYCINE MAX* L. К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ

Е. М. Юрєва, С. А. Сырчин,  
Л. Т. Наконечная, И. Н. Курченко

**Аннотация.** Эндоефитные грибы характеризуются широким биоразнообразием и образуют важную составляющую экосистем, связанную с растениями. Эндоефиты играют важную роль в процессах роста и развития растений, способствуют защите растений от биотических и абиотических стрессов. Изучено влияние эндоефитного и сапротрофного штаммов *Penicillium funiculosum* на устойчивость *Glycine max* L. к солевому стрессу. Показано, что под действием солевого стресса (70 мМ и 140 мМ NaCl соответственно) эндоефит *P. funiculosum* значительно повышал ростовые параметры сои (длина проростков и корней, влажная и абсолютно сухая биомасса корней) по сравнению с контрольными растениями. В отличие от эндоефитного, штамм-сапротроф *P. funiculosum* почти не влиял на рост и накопление биомассы корней сои под действием исследованных концентраций NaCl. Таким образом, эндоефитный и сапротрофный штаммы *P. funiculosum* принадлежат

к одному виду, могут синтезировать одинаковый спектр биологически активных метаболитов, однако каждый в своей эконше играет определенную экологическую роль (мутуализм или нейтральная), а потому имеют разные механизмы приспособления к условиям существования под действием стрессов, сосуществования и взаимоотношений с растением и микробиотой.

**Ключевые слова:** *ендофит, сапротроф, Penicillium funiculosum, соя, солевой стресс*

Зоріна О.В.

УДК 614.777:628.112:351.77

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД НЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛЮВАННЯ У ЦЬЙ СФЕРІ

**О.В. ЗОРІНА**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник,  
провідний науковий співробітник,

*ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМНУ»*

*E-mail: wateramnu@ukr.net*

**Анотація.** Встановлено, що частіше, ніж кожна четверта та третя проби питної води (у окремих регіонах ці показники значно вищі) із колодязів, каптажів джерел та артезіанських свердловин не відповідають гігієнічним вимогам за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками відповідно. Якість зазначеної питної води не відповідає гігієнічним вимогам більше ніж у 50 % проб у Кіровоградській, Луганській областях (за санітарно-хімічними) та м. Севастополь (за бактеріологічними показниками). Підтверджено наявність антропогенного забруднення вод нецентралізованого питного водопостачання через вміст хлорорганічних пестицидів, нафтопродуктів, нікелю, фенолів, формальдегіду, а також забруднень, що можуть носити природний або антропогенний характер: нітратів, загального заліза, загальної жорсткості, селену, кремнію тощо. Встановлено, що за частотою виявлення проблемні показники якості води з бюветів м. Києва можливо розташувати у наступний ряд:

загальна лужність > каламутність > інші органолептичні показники > загальна жорсткість > загальне залізо > хлориди > амоній. На підставі вивчення конструкційних та експлуатаційних особливостей використання бюветів у м. Києві, а також проблемних показників якості їх вод виявлено наявність потенційного ризику забруднення бюветної води за показниками епідемічної безпеки, що є підставою рекомендувати населенню споживати бюветну воду після кип'ятіння. Результати проведених досліджень та аналіз нормативно-правового забезпечення зазначеної сфери в Україні та Європі показав необхідність внесення змін та доповнень у чинний ДСанПіН 2.2.4-171-10 щодо кількості показників якості цих вод, порядку проведення її моніторингу, а також якості та кількості привізної води у надзвичайних ситуаціях.

**Ключові слова:** питна вода, колодязі, каптажі джерел, свердловини, забруднення підземних вод, привізана вода

**Актуальність.** На сьогодні майже 70 % населення сіл і селищ

міського типу України та інших країн Європи споживає питну воду із

**Зоріна О.В.**

свердловин або колодязів [1]. За даними літератури [2] підземні горизонти, що експлуатуються, часто не мають надійного захисту. Проведений моніторинг якості води нецентралізованого питного водопостачання України (72 колодязя, 178 проб) показав перевищення вмісту кадмію у 54,5 % та свинцю – у 32,6 % проб води. За результатами інших досліджень [1], понад 50 % колодязної води забруднено понаднормативними концентраціями нітратів (90-120 мг/л). Дослідники наголошують на зростанні забруднень підземних вод на аграрних та рекреаційних територіях, де поблизу відсутня промисловість. Головними чинниками забруднення підземних вод незахищених водоносних горизонтів на більшості території України, окрім можливих природних, є використання органо-мінеральних та фосфатно-калійних добрив, що містять іони важких металів, хімічних засобів захисту рослин, антропогенний вплив стічних вод, органічних відходів, звалищ, локальне забруднення повітря тощо [1 - 4].

Згідно з вимогами законодавства чинні на сьогодні ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» слід привести у відповідність до європейського законодавства (Директиви 98/83/ЄС). Крім того, необхідно імплементувати Директиву від 12.09.91 р. про захист вод від забруднення, спричиненого

нітратами з сільськогосподарських джерел. На першому етапі виконання цієї Директиви слід визначити поверхневі та підземні води, що забруднені нітратами антропогенного походження та зони, де існує відповідний ризик. Отже, на сьогодні є актуальним проведення моніторингу якості питних вод нецентралізованого питного водопостачання та забезпечення ефективного нормативного регулювання у цій сфері з урахуванням вимог європейського водного законодавства.

Дана робота виконувалася в рамках проекту "Підтримка України в апроксимації європейського законодавства" («Support to Ukraine in approximation of the EU environmental acquis») «APENA projekt» з метою імплементування в Україні Директиви 98/83/ЄС «За питної води, призначеної для вживання людиною» (зі змінами 2015 року).

**Мета.** Проведення гігієнічної оцінки якості вод нецентралізованого питного водопостачання (колодязів, каптажів джерел, артезіанських свердловин, бюветів) та наукове обґрунтування удосконалення нормативно-правового регулювання у цій сфері.

**Матеріали та методи.** Проаналізовано матеріали державного нагляду Держсанепідслужби України за 2000 – 2017 рр. щодо якості питних вод нецентралізованого питного водопостачання та водопровідних за санітарно-хімічними та

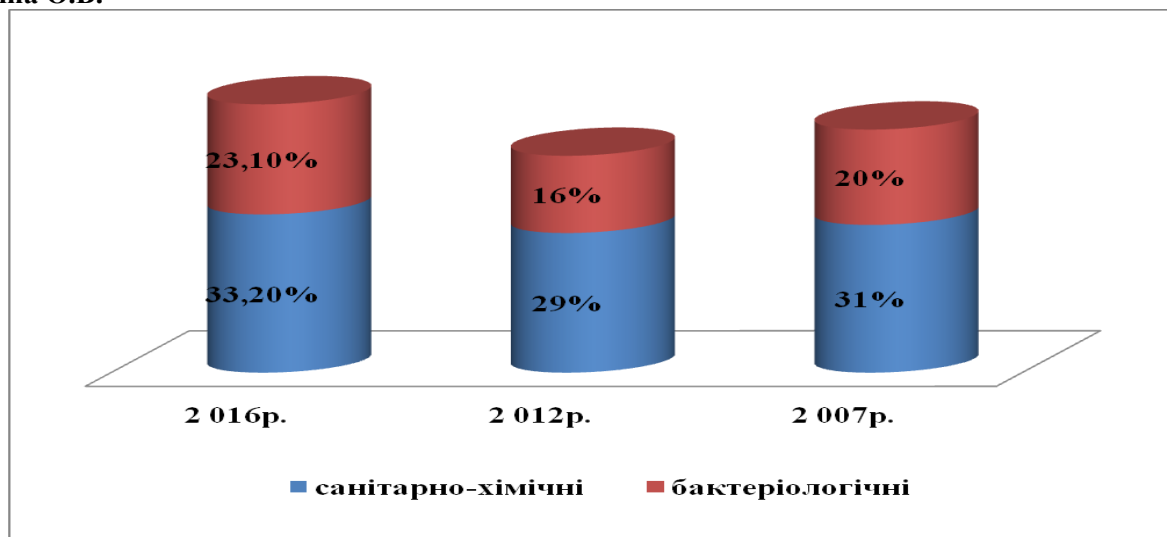
Зоріна О.В.

бактеріологічними показниками, «КІЇВВОДФОНДУ» щодо якості води бюветів м. Києва у 2017 – 2018 рр. (режим доступу: <https://kyivvodfond.com.ua/sanitarno-tehnichnyj-stan-byuветnyh-kompleksiv-svkr-kyuivvodfond>). Було досліджено біля 20 санітарно-хімічних показників у воді 140 бюветів різних районів м. Києва. Проводили особисті дослідження питних вод за санітарно-хімічними показниками: у 2013 р. з бюветів (за показниками: забарвленість, каламутність, водневий показник, амоній, нітрити, нітрати, перманганатна окиснюваність) у Оболонському (16 бюветів), Печерському (8 бюветів), Шевченківському (12 бюветів), Подільському (7 бюветів), Голосівському (11 бюветів) районах; у 2016 р. із артезіанської свердловини (її місцезнаходження - с.Глібівка, Вишгородський р-н Київської області, аналізували 2 проби за 40 показниками згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10); у 2017 р. з бюветів м. Києва на вміст селену (їх місцезнаходження - вул. Ревуцького, 11-Г та вул. Ревуцького, 5/7); з артезіанської свердловини 40 показниками згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 (1 проба, з бювету м. Бориспіль), у 2018 р. з двох трубчастих колодязів Бориспільського району (с. Глибоке), де визначали 35 санітарно-хімічних показників. Нормативні документи щодо якості

води нецентралізованого питного водопостачання в Україні, ЄС та Англії. При проведенні досліджень використані методи: санітарно-хімічні, експертної оцінки, нормативно-пошукові.

**Результати досліджень та їх обговорення.** За даними Національної доповіді [5] 0,7 % міст, 12,8 % селищ міського типу та 29,18 % сіл України не забезпечені централізованим питним водопостачанням. Основна маса відповідного населення забезпечується питною водою привізною або використовує з колодязів (шахтних), каптажів джерел, артезіанських свердловин. Для самостійного забезпечення особистих потреб населення України переважно використовує шахтні колодязі. Протягом 5-ти років питома вага цих споруд несуттєво збільшилася, при цьому зменшилася кількість каптажів джерел (у 1,7 разів) та свердловин (у 1,7 разів). Зазначене зменшення, перш за все, відбулося через збільшення кількості цих споруд, що приватизували для використання у комерційних цілях, економічні проблеми тощо. Через вказані та інші причини у 2016 р. (у порівнянні з 2012 р.) спостерігалось зростання питомої ваги нестандартних проб води з джерел нецентралізованого водопостачання за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками у 1,4 та 1,2 рази відповідно (рис. 1).

Зоріна О.В.



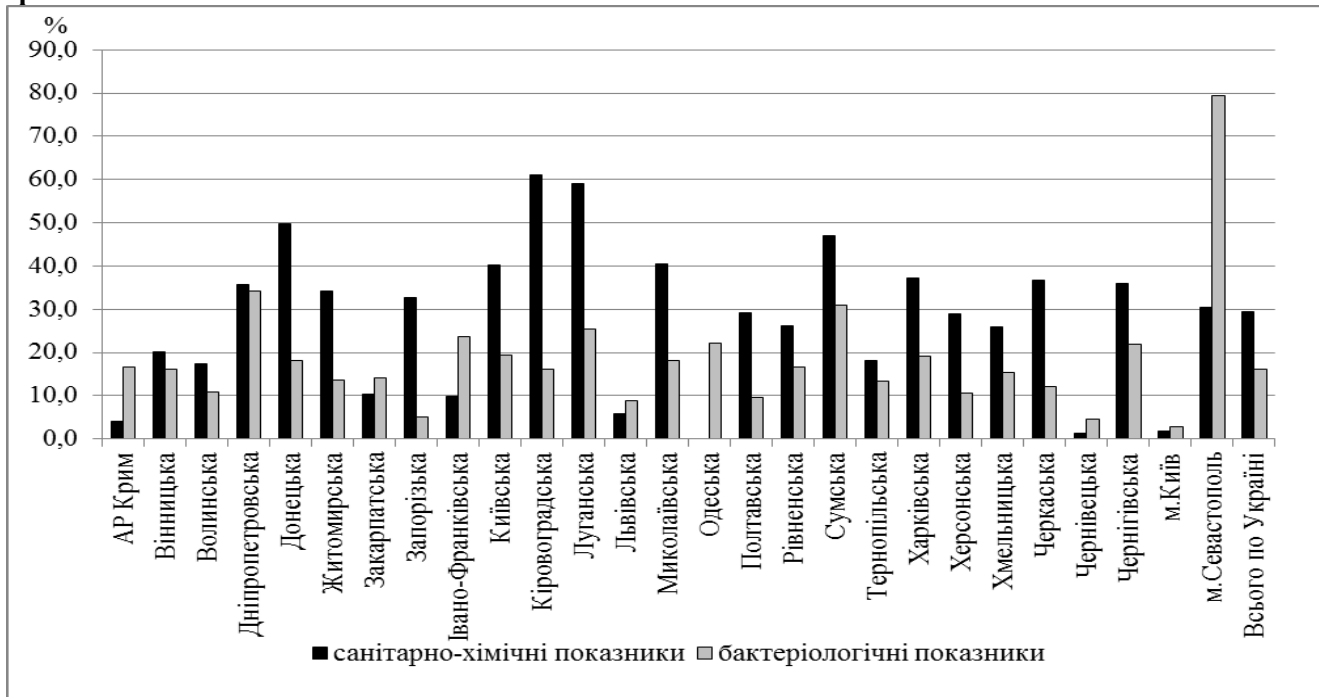
**Рис. 1 – Питома вага нестандартних проб у системах нецентралізованого питного водопостачання**

Встановлено, що частіше, ніж кожна четверта та третя проби із відповідних джерел не відповідали гігієнічним вимогам за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками відповідно (за даними 2016 р.), що збігається з даними 2007р. Якщо бактеріологічні показники якості питної води, переважно, можливо поліпшити шляхом кип'ятіння, то покращити хімічний склад у побутових умовах

важко, очищення питної води у сільській місцевості, як правило, не використовується. Отже, сільське населення схильне більшому ризику захворюваності через невідповідну якість питної, ніж міське.

Майже у всіх областях України через різні чинники вода споруд нецентралізованого питного водопостачання не відповідає гігієнічним вимогам (рис. 2).

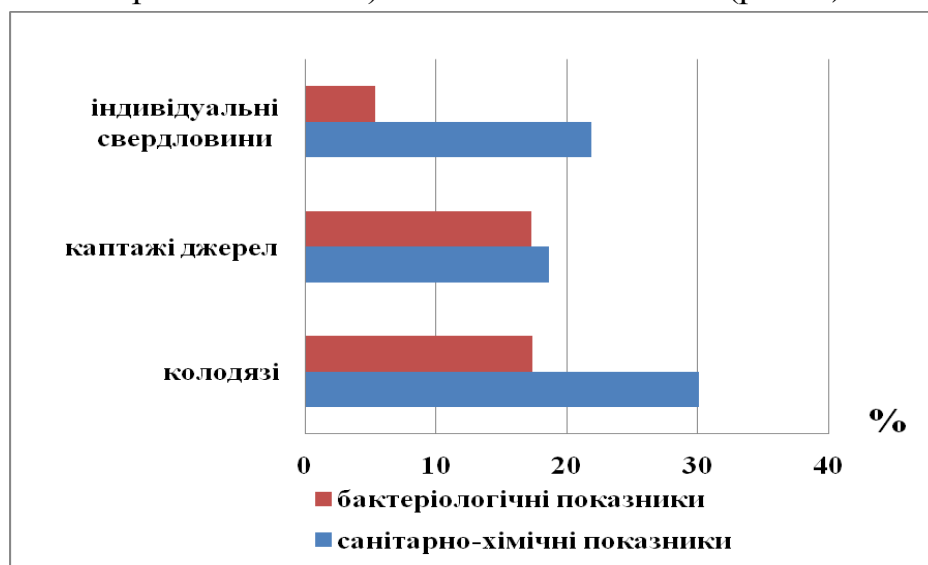
Зоріна О.В.



**Рис. 2 – Частка проб з відхиленнями від гігієнічних нормативів у різних регіонах України**

Як можна бачити на рисунку 3, як можна бачити на рисунку 3, нецентралізованого питного водопостачання не відповідає гігієнічним вимогам більше ніж у 50 % проб - Кіровоградська, Луганська області (за санітарно-хімічними) та м.

Севастополь (за бактеріологічними показниками). Якість води артезіанських свердловин набагато краща за якість колодязної води як за санітарно-хімічними, так і бактеріологічними показниками (рис. 3).



**Рис. 3 – Кратність перевищення гігієнічних нормативів у пробах води із споруд нецентралізованого питного водопостачання за санітарно-хімічними та бактеріологічними показниками в Україні (за даними 2012 р.)**

Зоріна О.В.

Якість води колодязів у порівнянні з якістю води каптажів джерел та артезіанських свердловин гірша за санітарно-хімічними показниками у 1,6 разів та 1,4 рази відповідно. За мікробіологічними показниками якість води колодязної та з каптажів джерел у 3,2 рази кожна гірші за якість води з артезіанських свердловин. Зазначене може пояснюватися різною захищеністю водоносних горизонтів від забруднень, невідповідним санітарним станом водозабірних споруд (колодязів та каптажів джерел) та навколишньої території. Якщо порівнювати між собою за кількістю нестандартних проб якості

питних вод з артезіанських свердловин та водопровідних, то останні ліпші за санітарно-хімічними показниками у 1,6 разів, бактеріологічними - у 1,6 разів. Зазначене може пояснюватися наявністю професійного підходу до експлуатації споруд, зокрема, постійного нагляду за санітарним станом свердловин та, у переважній більшості, зон санітарної охорони джерел питного водопостачання.

Наші дослідження підтвердили антропогенне забруднення підземних вод України. За результатами державного моніторингу у підземних питних водах визначалися хлорорганічні пестициди (табл. 1).

**1. Питома вага проб із вмістом хлорорганічних пестицидів (за даними 2015 р.)**

Показник	Кількість проб	
	усього	не відповідають гігієнічним вимогам, %
ДДД	1233	0,2
ДДЕ	1267	0,2
ДДТ	1564	0,1

Слід відмітити, що хлорорганічні пестициди являються стійкими органічними забрудненнями найнебезпечнішими для людини і навколишнього середовища. Україна у 2007 р. ратифікувала Конвенцію про стійкі органічні забруднення від 2001р. та зобов'язана їх знищити, а там де це неможливо мінімізувати утворення [10].

Одними з найпоширеніших забруднень води споруд нецентралізованого питного

водопостачання є нітрати [2]. Нами виявлено забруднення підземної води солями жорсткості та нітратами у с. Глибоке Бориспільському районі Київської області. Результати проведених досліджень підземної води із свердловини глибиною 60 м (проба № 1) встановили також невідповідність якості води гігієнічним вимогам за вмістом жорсткості у 1,8 разів та нітратів у 2,5 разів (табл. 2).

Зоріна О.В.

## 2. Показники якості питних вод із трубчастих колодязів, що не відповідали гігієнічним вимогам

Показник	Одиниця виміру	Нормативи [9]	Вміст у пробі №	
			1	2
Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	≤1,0	<0,1*	1,98
Загальна жорсткість	ммоль/дм <sup>3</sup>	≤10,0	18,0	5,0
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	-	170,0	60,0
Магній	мг/дм <sup>3</sup>	-	114,0	24,0
Нітрати (за NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	≤50,0	124,0	11,4
Нікель	мг/дм <sup>3</sup>	≤0,02	0,04	0,09

Примітка: \*- поріг чутливості методу визначення.

Як можна бачити у таблиці 2, у воді двох свердловин виявлено перевищення вмісту нікелю (перевищує гігієнічний норматив у 2 та 4,5 разів відповідно), у пробі № 1 визначено також вміст нафтопродуктів (0,005 мг/л), що свідчить про антропогенне забруднення підземної води.

Проведений аналіз якості підземної води із свердловини глибиною 147 м також підтвердив наявність її техногенного забруднення, встановлено вміст формальдегіду (0,18 мг/л, гігієнічний норматив – 0,05 мг/л) та фенолів (0,0074 мг/л, гігієнічний норматив – 0,001 мг/л). Свердловина знаходиться у лісовій зоні, порушень вимог законодавства щодо зон санітарної охорони виявлено не було. Зазначені забруднення можуть виявлятися у питних підземних водах у відповідних кількостях через понаднормативну міграційну здатність полімерних матеріалів, що використовуються у

свердловині в якості конструкційних (обсадних труб та фільтрів).

У 90-х роках минулого століття для використання у випадку невідповідної якості водопровідної питної води м. Києва через аварію на ЧАЕС набуло поширення будівництво бюветів для нецентралізованого питного водопостачання населення. До складу бюветів м. Києва, крім свердловин глибиною від 90 до 340 м, входять резервуари місткістю біля 300 л та колонки. Всього досліджували на лівобережній частині р. Дніпро - 60, на правобережній - 80 бюветів. Виявлено, що майже у всіх районах м. Києва, де побудовано бювети, якість води з них не відповідала гігієнічним вимогам. Встановлено, що більше ніж 50 % проб води з різних бюветів не відповідали гігієнічним нормативам у: Дарницькому, Дніпровському та Деснянському, Подільському районах. У питній воді бюветів виявлено понаднормативний вміст 9-ти санітарно-хімічних показників.

Зоріна О.В.

Найчастіше у водах з бюветів не відповідав гігієнічним вимогам один із показників (58 %), рідше виявлялися комбінації з 2 – 4 відповідних показників. Серед показників найчастіше виявлявся понаднормативний вміст загальної лужності та каламутності, найрідше –

амонію. Аналіз максимального вмісту показників якості води з бюветів, які не відповідали гігієнічним вимогам, показав, що максимально перевищував гігієнічний норматив вміст каламутності - у 10,1 рази (табл. 3).

**3. Показники якості питної води з бюветів м. Києва, що не відповідають гігієнічним вимогам**

Показник, одиниця виміру	Максимальний вміст показників у районах										
	Гігієнічний норматив	Дарницький	Деснянський	Дніпровський	Голосіївський	Оболонський	Печерський	Подільський	Солом'янський	Святошинський	Шевченківський
Запах, бали	2	-	-	3	-	-	-	3	-	-	3
Смак, бали	2	-	-	3	-	-	-	3	-	-	3
Каламутність, НОК	1,0	-	-	10,1	1,45	1,42	5,2	1,5	1,8	1,3	-
Забарвленість, градуси	20	-	-	30,5	-	48,2	72,3	30,1	-	-	-
Загальна лужність, ммоль/л	6,5	9,0	9,2	8,5	7,3	-	7,5	12,0	-	-	8,0
Загальна жорсткість, ммоль/л	7,0	7,3	7,3	7,6	9,0	-	-	-	-	7,2	-
Загальне залізо, мг/л	0,2	0,28	0,3	-	-	0,24	-	0,3	0,26	-	-
Хлориди, мг/л	250	-	461	-	-	-	-	-	-	-	-
Амоній, мг/л	1,2	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-

Як можна бачити із таблиці 3, кількостях, можливо розташувати інші показники перевищували Подільський (7 показників), на відповідні гігієнічні нормативи – у 1,1 до 1,9 разів. На першому місці щодо показників), на третьому – Дніпровський (6 показників), на третьому – Деснянський район (4 показника). Встановлено, що державний

**Зоріна О.В.**

моніторинг якості питних вод бюветів проводиться за невідповідною кількістю показників якості питної води.

Проведені нами дослідження бюветної води м. Києва у паводок 2013 р. свідчать про невідповідність її якості гігієнічним вимогам в деяких бюветах за вмістом каламутності до 1,65ГДК (Оболонський, Шевченківський райони) та забарвленості до 1,75ГДК (Голосіївський район). Дослідження у 2017 р. води з бюветів м. Києва (за адресами: вул. Ревуцького, 11-Г та вул. Ревуцького, 5/7) виявили вміст селену, у воді бювету за першою адресою – 1,1ГДК, а за другою – 2,3ГДК (гігієнічний норматив – 0,01 мг/л). Результати наших багаторічних досліджень підтверджують широке поширення понаднормативного вмісту кремнію у питних підземних водах, зокрема, у бюветній воді м. Бориспіль виявлено понаднормативний вміст загальної лужності (7 мг/л) та кремнію (13 мг/л) що, скоріш всього, мають природне походження.

Отже, забруднення води бюветів можуть спричиняти як природні, так і антропогенні фактори, у тому числі, відсутність зон санітарної охорони, вільний доступ до їх кранів людей і тварин, застій питної води у системі бювету тощо. У разі невідповідної якості питної води бюветів гігієнічним вимогам слід у кожному конкретному випадку визначати чинники її забруднення та впроваджувати заходи

щодо поліпшення якості питної води, зокрема, очищення, дезінфекцію обладнання та/або підготовку питної води, а можливо й консервацію свердловин.

У разі відсутності якісної питної води централізованої системи питного водопостачання, бюветів, колодязів та каптажів джерел населення повинно бути забезпечено привізною водою. За даними Національних доповідей [5 - 8] привізна вода для питних цілей впродовж 2009 року використовувалась у 12 областях, а у 2014 р. число відповідних областей зменшилося до 10. Виявлено проблемні області, де за останні роки спостерігається збільшення постачання привізної води, їх можливо розташувати у такий ряд за величиною зазначеного показника: Запорізька > Дніпропетровська > Миколаївська > Одеська > Донецька > Львівська > Кіровоградська.

На жаль, до 2010 року якість питної води з нецентралізованих систем питного водопостачання та порядок її контролю в країні не були належним чином нормативно забезпечені. Після цього часу набули чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», де вперше в країні:

- визначено термін «бювети»;
- зазначені показники та періодичність контролю якості води з бюветів, колодязів та каптажів джерел;

Зоріна О.В.

■ надана форма Санітарного паспорту для бювету, колодязя (трубчастого та шахтного) і каптажу джерела та зазначені гігієнічні вимоги до влаштування зазначених об'єктів;

■ представлена методика санації шахтних колодязів з профілактичною метою і за епідемічними показниками та правила знезараження води в колодязі за допомогою дозуючих патронів;

■ регламентовано час зберігання питної води з пунктів розливу в особистій тарі споживача тощо.

На сьогодні з метою імплементації Директиви 98/83/ЄС щодо води, призначеної для споживання людиною, перелік показників якості питної води із споруд нецентралізованого питного водопостачання слід привести у відповідність до переліку для водопровідної питної води, а також переглянути порядок їх моніторингу.

Виявлено, що на сьогодні є актуальним доповнення ДСанПіН 2.2.4-171-10 положеннями щодо якості привізної води, яка доставляється споживачеві не з комерційною метою, а також необхідної кількості питної води на людину, зокрема, у надзвичайних ситуаціях. У відповідних випадках якість привізної води повинна відповідати якості питної водопровідної. За нашими розрахунками, та відповідно до вимог нормативного документу щодо питного водопостачання Англії, мінімальна кількість такої води на

одну людину у надзвичайних ситуаціях повинна складати 10 л/добу (5 л – для санітарно-гігієнічних потреб та 5 л – внутрішнього споживання). У разі надзвичайних умов привізної питна вода повинна бути доставлена до споживачів протягом 24 годин, наприклад, після відключення водопроводу.

### ВИСНОВКИ:

1. Встановлено, що в середньому частіше, ніж кожна четверта та третя проби (у окремих регіонах ці показники значно вищі) із колодязів, каптажів джерел та артезіанських свердловин не відповідають гігієнічним вимогам за бактеріологічними та санітарно-хімічними показниками відповідно, що збігається з даними 2007 р. На першому місці, що відповідає найгіршій якості питної води за кількістю нестандартних проб (> 50 %) щодо санітарно-хімічних та бактеріологічних показників і відповідних споруд, слід розташувати Луганську, на другому - Кіровоградську, на третьому - Запорізьку область та м. Севастополь.

2. Виявлено, що якість води колодязів у порівнянні з якістю води каптажів джерел та артезіанських свердловин гірша за санітарно-хімічними показниками у 1,6 разів та 1,4 рази відповідно. За мікробіологічними показниками якість води колодязної та з каптажів джерел у 3,2 рази кожна гірші за якість води із артезіанських

**Зоріна О.В.**

свердловин. Якщо порівнювати між собою за кількістю нестандартних проб якості питних вод із артезіанських свердловин та водопровідних, то останні ліпші за санітарно-хімічними показниками у 1,6 разів, бактеріологічними - у 1,6 разів. Отже, нецентралізоване питне є найпроблемнішим видом водопостачання в країні, а також найпоширенішим у сільській місцевості.

3. Встановлено, що за частотою виявлення проблемні показники якості води з бюветів м. Києва можливо розташувати у наступний ряд: загальна лужність (максимальний вміст - 1,9 ГДК) > каламутність (10,1 ГДК) > інші органолептичні показники > загальна жорсткість (1,3 ГДК) > загальне залізо (1,5 ГДК) > хлориди (1,8 ГДК) > амоній (1,1 ГДК). На підставі вивчення конструкційних та експлуатаційних особливостей використання бюветів, а також проблемних показників якості їх вод виявлено наявність потенційного ризику забруднення бюветної води за показниками епідемічної безпеки, що є підставою рекомендувати

#### **Список використаних джерел**

1. Антоненко М.А., Вавріневич О.П., Коршун М.М., Омельчук С.А. Гігієнічна оцінка ризику забруднення ґрунтових вод гербіцидами різних хімічних класів та прогнозування небезпеки для людини при вживанні контамінованої води/Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки

населенню споживати бюветну воду після кип'ятіння.

4. Підтверджено наявність антропогенного забруднення вод нецентралізованого питного водопостачання через вміст хлорорганічних пестицидів, нафтопродуктів, нікелю, фенолів, формальдегіду. А також вміст забруднень, що можуть носити антропогенний або природний характер: нітратів, загального заліза, загальної жорсткості, селену, кремнію тощо.

5. Виявлені суттєві розбіжності у принципах нормування якості води нецентралізованого питного водопостачання в Україні та Європі. Результати проведених досліджень стали науковою базою для розробки нової редакції національного нормативного документу щодо якості питної води нецентралізованого питного водопостачання та порядку її моніторингу згідно з вимогами європейського законодавства. Встановлено необхідність регламентування у нормативно-правовому акті якості та кількості привізної питної води у надзвичайних ситуаціях.

України: зб. тез доп. наук.-прак. конф. Київ, 2016. С.118-120.

2. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. К.: Медицина, 2016. 400 с.

3. Копилевич В.А., Войтенко Л.В., Балакирева А.Д. Актуальные проблемы качества питьевой воды в

**Зоріна О.В.**

Україне / Вода і водоочинні технології, 2009. № 10 – 12 (40-42). С. 7-11.

4. Капранов С.В., Шулик В.М. Почва, отходы и здоровье человека. Луганськ.: Янтар, 2010. 488 с.

5. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2016 році [Електронний варіант]. Режим доступу:

<http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/Proekt-Nats.-dop.-za-2016-rik.pdf>.

6. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2015 році [Електронний варіант]. Режим доступу:

<http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2015.pdf>.

7. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2014 році [Електронний варіант]. Режим доступу:

<http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2014.pdf>.

8. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2009 році [Електронний варіант]. Режим доступу:

[file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/REP0000735%20\(4\).PDF](file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/REP0000735%20(4).PDF).

9. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною : ДСанПіН 2.2.4-171-10. Чинні від 12.05.2010. К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2012. – 56 с.

10. Мокієнко А.В., Ковальчук Л.Й. Українське Придунав'я: гігієнічні та

медико-екологічні основи впливу води як фактора ризику на здоров'я населення. Одеса: Прес-кур'єр, 2017. 352 с.

### References:

1. Antonenko M., Vavrinevych O., Korshun M., Omelchuk. Gigienichna otsinka ryzyku zabrudnenia gruntovikh vod gerbitsidami piznykh khimichnikh klasiv ta prognozuvanie nebezpeki dlia liudyny pry vzhivani kontaminovanoi vody [Hygienic assessment of risk of pollution of groundwater by herbicides of different chemical classes and hazard forecasting of contaminated water usage]. Current hygienic and ecological safety issues in Ukraine: collection of abstracts of scientific and practical conference. Kyiv, 2016. pp.118-120.

2. Prokopov V. (2016). Pitna voda Ukraini: medico-ekologichni ta sanitarno-gigienechni aspekti [Potable water in Ukraine: medical environmental, and hygiene issues]. Kiyv: Medicine, 400.

3. Kopylevych V., Voitenko L., Balakireva A. Aktualnye problem kachestva pitievoy vody v Ukraine [Current problems of potable water quality in Ukraine]. Water and water treatment technologies, 2009. № 10 – 12 (40-42). pp. 7-11.

4. Kapranov S., Shulyk V. Pochva, othody i zdorovie cheloveka [Soil, wastes, and human health]. Lugansk.: Yantar, 2010. p.488.

5. National report about the potable water quality and the state of potable water supply in Ukraine in 2016 [electronic version]. Access mode: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/Proekt-Nats.-dop.-za-2016-rik.pdf>.

Зоріна О.В.

6. National report about the potable water quality and the state of potable water supply in Ukraine in 2015 [electronic version]. Access mode: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2015.pdf>.

7. National report about the potable water quality and the state of potable water supply in Ukraine in 2014 [electronic version]. Access mode:

<http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2014.pdf>.

8. National report about the potable water quality and the state of potable water supply in Ukraine in 2009 [electronic

version]. Access mode: [file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/REP0000735%20\(4\).PDF](file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/REP0000735%20(4).PDF).

9. Hygiene requirements to the potable water intended for human consumption: DSanPiN 2.2.4-171-10 /Ministry of Health of Ukraine. Kyiv, 2010. p.56.

10. Mokienko A., Kovalchuk L. Українське Ukraincke Pridunavie: higienichni ta medico-ekologichni osnovy vplyvu vody iak faktora ryzyku na zdorovia naselenia [Ukrainian Danube: hygienic, medical, and ecological grounds of water influence as a risk factor for health of population]. Odessa: Press courier, 2017. p.352.

## HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN NON-CENTRALIZED POTABLE WATER SUPPLY AND IMPROVEMENT OF LEGISLATIVE AND REGULATORY FRAMEWORK IN THIS FIELD

Zorina O.V.

**Abstract.** *It has been found that more frequent than in every fourth and third sample of potable water (in particular regions these indicators are much higher) from the wells, captures of springs, and artesian wells do not meet the hygienic requirements for the bacteriological, sanitary, and chemical indicators respectively. Quality of mentioned potable water did not meet the hygienic requirements in more than 50% of samples in Kirovograd region, Lugans'k region, and Sevastopol (for bacteriological indicators). Anthropogenic pollution have been confirmed to have been present in non-centralized potable water supply by the content of chlororganic pesticides, oil*

*products, nickel, phenols, formaldehyde, and also pollutions, that can be of natural or anthropogenic origin: nitrates, total iron, total hardness, selenium, silicon, etc. It was determined that depending on the frequency of detection problematic indicators of water quality from well-rooms in Kyiv can be arranged in the following row: total alkalinity > turbidity > other organoleptic characteristics > total hardness > total iron > chlorides > ammonium. Based on the analysis of construction and operational features of the usage of well-rooms in Kyiv, as well as the problematic indicators of water quality in these well-rooms, it was found that there is a potential risk of pollution of the water in well-rooms regarding the indicators of epidemic safety, what creates the base for recommendation to use water from the well-rooms after boiling. The results of conducted research and analysis of legal and regulatory support of the mentioned field in Ukraine and Europe showed the*

**Зоріна О.В.**

*necessity of amendment and additions in valid DSanPiN 2.2.4-171-10 regarding the quantity and quality of indicators for these types of water, its monitoring procedure, and also quality and quantity of transported water in emergencies.*

**Key words:** *potable water, wells, captures of springs, groundwater pollution, transported water.*

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ЭТОЙ СФЕРЕ

**Зорина О.В.**

**Аннотация.** Установлено, что чаще, чем каждая четвертая и третья пробы питьевой воды (в отдельных регионах эти показатели значительно выше) из колодцев, каптажей источников и артезианских скважин не соответствуют гигиеническим требованиям по бактериологическим и санитарно-химическим показателям соответственно. Качество указанной питьевой воды не отвечало гигиеническим требованиям более чем в 50% проб в Кировоградской, Луганской областях (по санитарно-химическим) и г.Севастополь (по бактериологическим показателям). Подтверждено наличие антропогенного загрязнения вод нецентрализованного питьевого водоснабжения в связи с содержанием хлорорганических пестицидов, нефтепродуктов, никеля, фенолов, формальдегида, а также загрязнений, которые могут носить

природный или антропогенный характер: нитратов, общего железа, общей жесткости, селена, кремния и др. Установлено, что по частоте выявления проблемные показатели качества воды из бюветов г. Киева возможно расположить в следующий ряд:

общая щелочность>мутность>другие органолептические показатели>общая жесткость>общее железо>хлориды>аммоний.

На основании изучения конструкционных и эксплуатационных особенностей использования бюветов в г.Киева, а также проблемных показателей качества их вод выявлено наличие потенциального риска загрязнения бюветной воды по показателям эпидемической безопасности, что является основанием рекомендовать населению употреблять бюветную воду после кипячения. Результаты проведенных исследований и анализ нормативно-правового обеспечения указанной сферы в Украине и Европе показал необходимость внесения изменений и дополнений в действующие ГСанПиН 2.2.4-171-10 относительно количества показателей качества этих вод, порядка проведения ее мониторинга, а также качества и количества привозной воды в чрезвычайных ситуациях.

**Ключевые слова:** *питьевая вода, колодцы, каптажи источников, скважины, загрязнение подземных вод, привозная вода*

Власенко К. М.

УДК 582.28:635.8:577.19

ВПЛИВ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ НА ПОКАЗНИКИ РОСТУ,  
ВРОЖАЙНОСТІ ТА СИНТЕЗ ЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ПРИ  
ТВЕРДОФАЗНОМУ КУЛЬТИВУВАННІ *PLEUROTUS OSTREATUS*  
(JACQ.:FR.) KUMM

К. М. ВЛАСЕНКО, аспірант\*

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

E-mail: ekaterina.udhtu@gmail.com

**Анотація** В якості субстратів для вирощування їстівних грибів використовуються різноманітні матеріали, які містять целюлозу, геміцелюлозу та лігнін, такі як сільськогосподарські відходи та відходи лісопереробної промисловості. Метою дослідження було визначення особливостей росту *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. та синтезу летких органічних сполук при твердофазному культивуванні на різних видах субстратів: соняшниковому лушпинні, соломі ячменю, відходах від переробки насіння кукурудзи та тирсі листяних порід дерев. Інтенсивність синтезу летких запаших сполук визначали спектрофотометричним методом. Примордії та плодові тіла швидше за все утворювалися на соняшниковому лушпинні. Врожай I хвилі плодоносіння був у 2-4 рази вищий для всіх штамів, вирощених на відходах кукурудзи. Гексанові екстракти висушених зразків плодових тіл *P. ostreatus* мали максимуми світлопоглинання у діапазоні 200-210 нм та 260-300 нм, які відповідають летким запаших сполукам грибів. На лушпинні соняшника у грибів формується більш виражений грибний аромат, що забезпечують речовини з максимумами світлопоглинання у діапазоні 200-210 нм (1-октен-3-ол), а на відходах кукурудзи та тирсі збільшується синтез насичених і ненасичених альдегідів та кетонів (максимуми світлопоглинання 260-300 нм), які привносять у аромат грибів солодкі та квіткові ноти запаху. Проведене дослідження показало, що підбираючи склад субстрату при твердофазному культивуванні *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. можливо впливати на синтез запаших сполук грибів, підвищуючи їх характерний смак та аромат та, відповідно, споживчу привабливість.

**Ключові слова:** *Pleurotus ostreatus*, твердофазне культивування, леткі органічні сполуки, спектрофотометричне дослідження, соняшникове лушпиння, солома ячменю, відходи кукурудзи, деревна тирса.

---

\* Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент О.В.Кузнецова

Власенко К. М.

**Актуальність дослідження.** Гриби роду *Pleurotus* використовуються в якості продуктів харчування та в лікувальних цілях з давніх часів. На сьогоднішній день вони культивуються в усьому світі, їхнє виробництво останнім часом швидко зростає, оскільки види гливи порівняно легко ростуть і мають широку адаптивність [1]. В якості джерела живлення вони потребують карбон, нітроген та неорганічні сполуки. В якості субстратів для вирощування використовуватися можуть різноманітні матеріали, які містять целюлозу, геміцелюлозу та лігнін [2], такі як сільськогосподарські відходи та відходи лісопереробної промисловості: різні види соломи (пшенична, житня, вівсяна, рисова, ячмінна), кукурудзяні стебла та стрижні, солома та лушпиння насіння бавовни, жом, стебла та листя цукрової тростини, кавова пульпа, деревна стружка та тирса різних порід дерев, бананове листя, соєві відходи, побічні продукти виробництва паперу та пальмової олії, відходи агави, лушпиння маніоки [3-9]. З кожним

роком розширюється діапазон субстратів, які також є придатними для культивування грибів.

Основними субстратами для культивування грибів роду *Pleurotus* на території України є соняшникове лушпиння, солома злакових, тирса, відходи від виробництва насіння кукурудзи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Соняшник є однією з основних сільськогосподарських культур та головною олійною культурою в Україні. Лушпиння, яке відділяють від насіння у процесі його підготовки до вилучення олії, являє собою здерев'янілу рослинну тканину, однорідну за фізичною структурою, з постійним хімічним складом та фізико-механічними властивостями. Зовні лушпиння соняшника є лусочками чорного кольору, має специфічний, але не різкий запах. Частки лушпиння мають довжину 4-8 мм, ширину 1,5-3 мм [10].

Солома – залишки після обмолочування і відділення стиглого насіння зернових, круп'яних та технічних культур. Співвідношення зернової частини врожаю та не

Власенко К. М.

зернової (соломи) становить Кукурудза – одна з приблизно 1:1, тому річні обсяги найпоширеніших і найважливіших утворення соломи близькі до сільськогосподарських культур у світі, загального виробництва зернових в тому числі й в Україні. Не зерновою культур в Україні [11].

Деревна тирса є відходом головному чином, стебло та стрижні деревопереробної промисловості. Це [11].

дрібні частинки, що утворюються за Хімічний склад сировини поперечного та поздовжнього залежить від виду рослин, клімату, розпилювання круглих лісоматеріалів, способів збирання, обмолоту, пиломатеріалів, при розкрої плит і зберігання й інших чинників. Аналіз фанери. Довжина частинок тирси літературних даних [2, 4, 5, 10-16] залежить від типу та технологічних щодо хімічного складу різних типів параметрів ріжучого інструменту, в целюлозовмісних відходів результаті роботи якого вони представлені у таблиці 1.

утворюються. Довжина тирси складає 1-5 мм, товщина 1-3 мм [12].

### 1. Хімічний склад різних типів целюлозовмісних відходів

Вид сировини	Вміст, %						
	Полісахариди, що легко гідролізуються (геміцелюлози)	Полісахариди, що важко гідролізуються (целюлоза)	Лігнін	Зольні речовини	Протеїни	Ліпіди	C:N
Соняшникове лушпиння	21,5-28,0	27,0-42,4	24,8-29,6	1,3-4,6	3,4-4,0	3,0-5,8	54-73
Солома ячменю	27,1-44,0	32,3-45,8	11,0-18,2	1,4-5,0	2,3-7,4	1,4-2,0	40-100
Відходи кукурудзи	33,6-40,7	33,5-43,3	11,9-13,9	0,9-2,5	4,2-5,51	0,7-2,7	34-60
Деревна тирса	15,0-26,0	37,0-46,0	20,0-30,0	0,2-0,9	0,1-1,2	0,2-0,5	250-500

**Мета роботи** – дослідження Kumm. та синтезу летких органічних речовин *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) сполук на різних видах субстратів.

Власенко К. М.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктами дослідження були 3 штами їстівного гриба *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm.: ІВК-549, ІВК-551 та ІВК-1535, отримані із колекції шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України [17].

**Твердофазне культивування.** Субстратами для отримання плодових тіл було обрано відходи сільського господарства: соняшникове лушпиння, соломку ячменю, відходи від переробки насіння кукурудзи та тирсу листяних порід дерев. Підготовку та стерилізацію субстратів проводили за загальноприйнятими методами [18]. Охолоджений субстрат інокулювали посівним міцелієм *P.ostreatus*, який отримували на основі зерна ячменю. Культивування проводили за  $26 \pm 1$  °C та вологості 70–80 % до повного заростання субстрату міцелієм, потім ємності з субстратом переносили у ростове приміщення з температурою 15–16 °C, вологістю 80–90 % та освітленням протягом 8 годин на добу. Збирали врожай I та II хвиль плодоносіння. Гриби висушували за 40–45 °C у сухожаровій шафі протягом 24–48 годин.

Протягом процесу культивування визначали наступні параметри росту міцелію *P. ostreatus*: термін освоєння субстрату міцелієм, час появи примордіїв, кількість утворених зростків, врожай I та II хвиль плодоносіння.

**Спектрофотометричний аналіз.**

Підготовку гексанових екстрактів для спектрофотометричного дослідження здійснювали згідно методики, детально описаної у попередній статті [19]. Спектри поглинання реєстрували за допомогою спектрофотометра СФ-2000 у діапазоні довжин хвиль 200–350 нм.

Отримані дані обробляли статистично методом однофакторного дисперсійного аналізу.

**Результати та обговорення.** Параметри росту *Pleurotus ostreatus* ІВК-549, ІВК-551 та ІВК-1535 на різних варіантах субстрату представлені у таблиці 1 ( $x \pm SE$ ,  $n = 3$ ).

Термін обростання досліджуваних субстратів міцелієм становив у середньому 6-7 діб, тобто за цим показником субстрати не мали суттєвої різниці. Лише на тирсі термін обростання субстрату склав у середньому 8 діб, що, ймовірно пов'язано з більшою щільністю субстрату. Примордії швидше за все утворювалися на соняшковому лушпинні, найповільніше (на 2-5 діб) на тирсі. За морфологічними ознаками міцелій *P.ostreatus* усіх досліджених штамів був білий, пухнастий, більш щільний на соняшковому лушпинні та відходах кукурудзи. Значної різниці у морфології плодових тіл кожного зі штамів грибів, отриманих на різних субстратах, відмічено не було.

Власенко К. М.

1. Параметри росту *Pleurotus ostreatus* IBK-549, IBK-551 та IBK-1535

## на різних варіантах субстрату

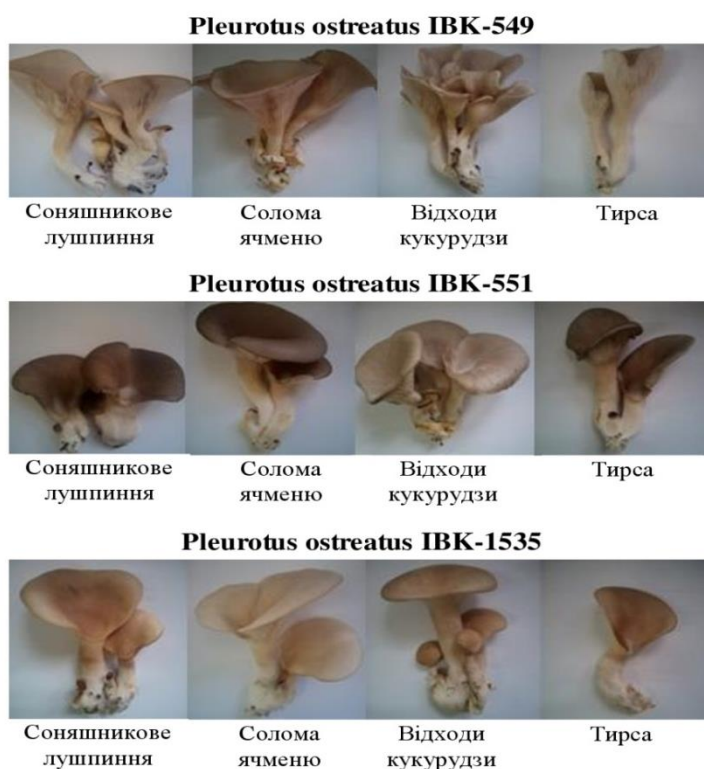
Варіант субстрату	Термін обростання субстрату міцелієм, доба	Термін появи примордіїв, доба	Перша хвиля плодоносіння, доба	Кількість зростків на одиницю об'єму, шт.	Врожай першої хвилі плодоносіння, г	Врожай другої хвилі плодоносіння, г
<b><i>Pleurotus ostreatus</i> IBK-549</b>						
Соняшникове лущиння	6-7	11-12	15-17	30,00±1,41	21,94±0,88	6,76±0,93
Солома ячменю	6	12-13	17-18	27,67±1,47	12,82±0,99*	9,73±1,57
Кукурудзяні відходи	6-7	15-16	26	20,33±2,48*	40,98±2,81*	11,58±1,02*
Тирса	7-8	16-17	22	17,33±1,47*	10,64±0,93*	4,97±0,61
<b><i>Pleurotus ostreatus</i> IBK-551</b>						
Соняшникове лущиння	7	14-17	18-21	13,33±1,78	19,32±2,59	6,35±0,57
Солома ячменю	6-7	17-19	22-28	13,00±2,55	11,90±1,71	7,61±0,75
Кукурудзяні відходи	7	16	23-28	18,33±1,08	40,71±2,51*	10,15±1,41
Тирса	8-9	16-17	22	12,00±1,41	13,88±0,64	5,03±0,50
<b><i>Pleurotus ostreatus</i> IBK-1535</b>						
Соняшникове лущиння	6-7	12-14	18	13,33±1,08	17,34±1,22	6,21±0,90
Солома ячменю	6-7	15-19	24-32	7,67±0,41*	13,86±2,28	4,81±0,56
Кукурудзяні відходи	6-7	18	33-40	15,67±0,41	39,35±3,30*	16,91±2,27*
Тирса	7-8	17-18	22-25	17,00±0,71*	11,66±1,88	5,45±1,37

Примітка: \* – різниця статистично достовірна для  $p < 0,05$ , порівняно із соняшниковим лущинням.

Зразки плодівих тіл *P. ostreatus*, культивованих на різних видах субстратів, представлені на рисунку 1.

За термінами плодоносіння на різних субстратах досліджені штами мали достовірну різницю. Найшвидше плодіві тіла з'явилися у

всіх штамів на соняшниковому лущинні. Останніми плодоносили штами IBK-549 та IBK-1535, культивовані на кукурудзяних відходах. Штам IBK-551 утворив плодіві тіла майже одночасно на всіх досліджених субстратах.



**Рис. 1. Зразки плодових тіл штамів *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm., культивованих на різних видах субстратів**

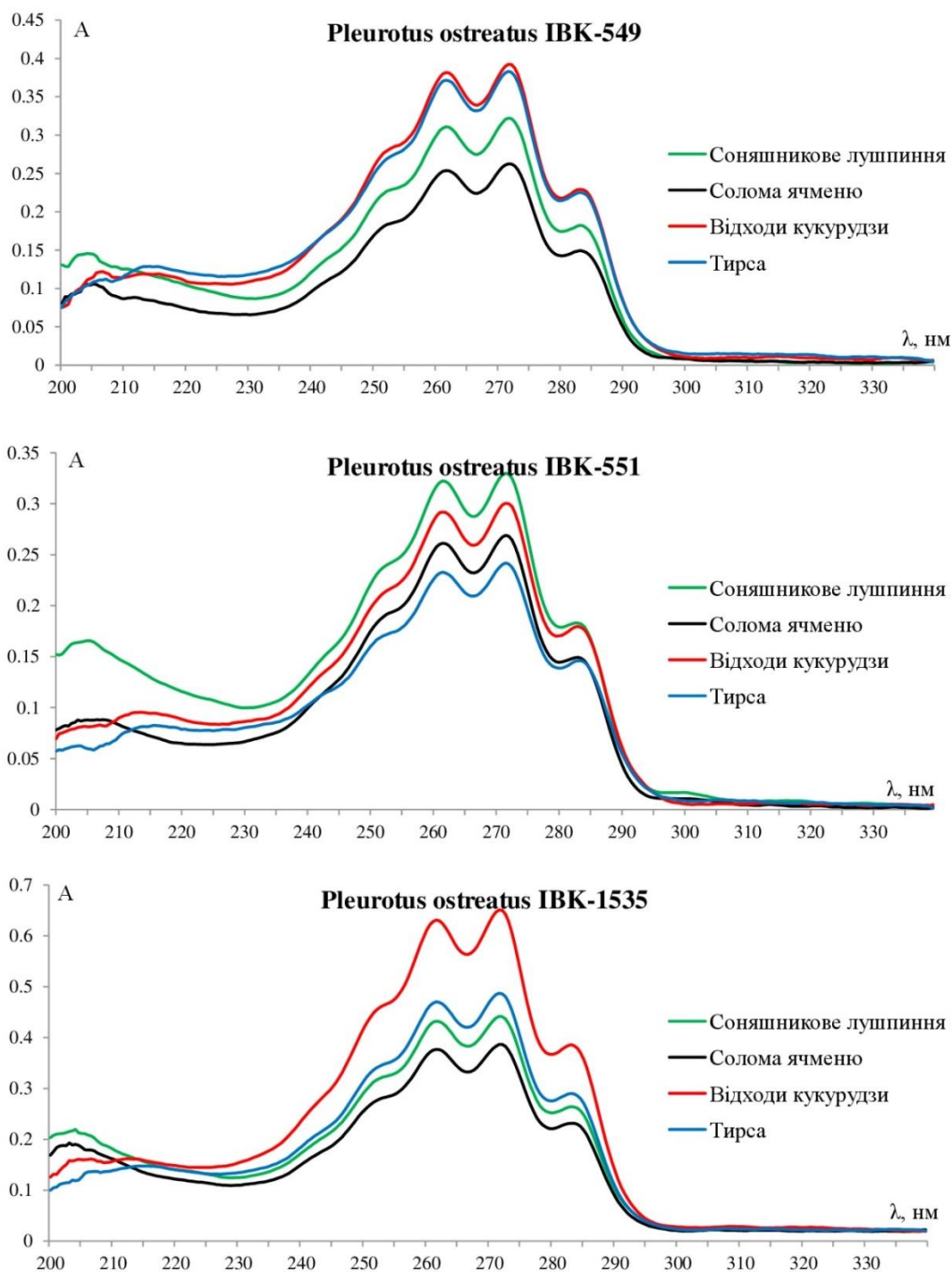
Спостерігалася певна варіація кількості утворених зростків у залежності від штаму гриба. IBK-551 утворив їх майже однакову кількість на всіх субстратах – у середньому від 13 до 18 шт. Для штаму IBK-549 відмічено достовірне зменшення грибних зростків при культивуванні на тирсі (17 шт.) та кукурудзяних відходах (20 шт.) у порівнянні із лушпинням соняшника (30 шт.). А штам IBK-1535, навпаки, утворив їх більшу кількість на тирсі (17 шт.), проте на соломі ячменю спостерігалось достовірне зменшення

зростків (у середньому 7 шт.), порівняно із лушпинням (13 шт.).

Врожай I хвилі плодоносіння був у 2-4 рази вищий для всіх штамів, вирощених на відходах кукурудзи, та найнижчий – на соломі ячменю та тирсі. II хвиля плодоносіння характеризувалася найвищим врожаєм усіх досліджених штамів, культивованих на відходах від переробки насіння кукурудзи.

Зареєстровані УФ-спектри поглинання гексанових грибних екстрактів представлені на рисунку 2.

Власенко К. М.



**Рис. 2. УФ-спектри гексанових екстрактів штамів *Pleurotus ostreatus***

Досліджені гексанові екстракти висушених зразків плодових тіл *P. ostreatus* мали максимуми світлопоглинання у діапазоні 200-210 нм та 260-300 нм. Такі спектральні властивості характерні розчинам ненасичених сполук, які мають непов'язані подвійні зв'язки,

насиченим і ненасиченим альдегідам та кетонам [20], що обумовлюють запахні властивості грибів. Як було встановлено у попередніх дослідженнях розчин 1-октен-3-олу (речовина, що забезпечує саме грибний аромат) в гексані має

Власенко К. М.

максимум світлопоглинання при  $\lambda=205$  нм [19].

### Висновки і перспективи.

Інтенсивність світлопоглинання гексанових екстрактів висушених плодових тіл різних штамів відрізняється при культивуванні на різних субстратах та в різних діапазонах довжин хвиль. Так, при 205 нм найвищу інтенсивність мають екстракти зразків всіх штамів, культивованих на соняшниковому лушпинні. А в діапазоні 250-290 нм спостерігається найвища інтенсивність світлопоглинання екстрактів штамів ІВК-549 та ІВК-1535, культивованих на відходах кукурудзи та тирсі, та штаму ІВК-551, вирощеного на соняшниковому лушпинні та відходах кукурудзи. Тобто на лушпинні соняшника у

грибів формується більш виражений грибний аромат, що забезпечує 1-октен-3-ол, а на відходах кукурудзи та тирсі збільшується синтез насичених і ненасичених альдегідів та кетонів, які привносять у аромат грибів солодкі та квіткові ноти запаху.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що склад субстрату при твердофазному культивуванні *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. безпосередньо впливає на показники росту міцелію та розвитку плодових тіл гриба, а також на синтез летких запашних сполук. Таким чином можливо впливати на синтез запашних сполук грибів, підвищуючи їх характерний смак та аромат та відповідно споживчу привабливість.

### Список використаних джерел

1. Chang S. T., Miles P. G. Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC Press LLC, 2004. 451 p.

2. Hoa H. T., Wang C.-L., Wang C.-H. The effects of different substrates on the growth, yield, and nutritional composition of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*. 2015. Vol. 43(4). P. 423-434.

3. Naraian R., Sahu R. K., Kumar S., Garg S. K., Singh C. S., Kanaujia R. S. Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate. *Environmentalist*. 2009. Vol. 29. P. 1-7.

4. Bhattacharjya D. K., Paul R. K., Miah Md. N., Ahmed K. U. Comparative study on nutritional composition of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Fr.) cultivated on different sawdust substrates. *BioResearch Communications*. 2015. Vol. 1(2). P. 93-98.

5. Figlas N. D., Matute G., Curvetto N. Sunflower seed hull: its value as a broad mushroom substrate. *Annals of Food Processing and Preservation*. 2016. Vol. 1(1). P. 1002.

6. Ogundele G. F., Abdulazeez R. O., Bamidele O. P. Effect of pure and mixed substrate on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2014. Vol. 2(2S). P. 215-219.

Власенко К. М.

7. Silva S. O., Costa S. M., Clemente E. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel., substrates and residue after cultivation. *Brazilian archives of biology and technology*. 2002. Vol. 45(4). P. 531-535.
8. Vetayasuporn S. The feasibility of using coconut residue as a substrate for oyster mushroom cultivation. *Biotechnology*. 2007. Vol. 6(4). P. 578-582.
9. Vanathi P., Panneerselvam A., Senthil Kumar R. Studies on cultivation and biochemical characterization of *Pleurotus florida*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2016. Vol. 5(10). P. 342- 347.
10. Осьмак О. О., Серьогін О. О. Рослинна біомаса – альтернативний вид палива. *Харчова промисловість*. 2012. С. 182-186.
11. Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 7. С. 1-31.
12. Кислицына С. Н., Шитова И. Ю. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности. Пенза: ПГУАС, 2016. 140 с.
13. Cancalon P. Chemical composition of sunflower seed hulls. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1971. Vol. 48. P. 629-632.
14. Синицын А. П., Гусаков А. В., Черноглазов В. М. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1995. 224 с.
15. Cochran V. L. Decomposition of barley straw in a subarctic soil in the field. *Biology and Fertility of Soils*. 1991. Vol. 10(4). P. 227-232.
16. Овчинникова А. А., Александрова А. В., Щербаков В. Г., Алешин В. Н. Аналитические, технологические и региональные аспекты рационального оборота вторичных материальных ресурсов. *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2011. №4(18). С. 34-37.
17. Бісько Н. А., Ломберг М. Л., Митропольська Н. Ю., Михайлова О. Б. Колекція культур шапинкових грибів (ІВК). Київ: Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного Національної Академії наук України, «Альтерпрес», 2016. 120 с.
18. Бухало А. С., Бисько Н. А., Соломко Е. Ф., Поединок Н. Л., Михайлова О. Б. Культивирование съедобных и лекарственных грибов. К.: «Чернобыльинтеринформ», 2004. 127 с.
19. Власенко К. М., Кузнецова О. В., Степневська Я. В. Вплив мінеральних речовин на синтез летких органічних сполук грибами *Pleurotus ostreatus* у процесі твердофазного культивування. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. Т. 8(4). С. 489-496.
20. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: «Мир», 1977. 590 с.

## References

1. Chang, S. T. & Miles, P. G. (2004). *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*. CRC Press LLC, 451.

Власенко К. М.

2. Hoa, H. T., Wang, C.-L. & Wang, C.-H. (2015). The effects of different substrates on the growth, yield, and nutritional composition of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43(4), 423-434.
3. Naraian, R., Sahu, K., Kumar, S., Garg, S. K., Singh, C. S. & Kanaujia, R. S. (2009). Influence of different nitrogen rich supplements during cultivation of *Pleurotus florida* on corn cob substrate. *Environmentalist*, 29, 1-7.
4. Bhattacharjya, D. K., Paul, R. K., Miah, Md. N. & Ahmed, K. U. (2015). Comparative study on nutritional composition of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Fr.) cultivated on different sawdust substrates. *Bioresearch Communications*, 1(2), 93-98.
5. Figlas, N. D., Matute, G. & Curvetto, N. (2016). Sunflower seed hull: its value as a broad mushroom substrate. *Annals of Food Processing and Preservation*, 1(1), 1002.
6. Ogundele, G. F., Abdulazeez, R. O. & Bamidele, O. P. (2014). Effect of pure and mixed substrate on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*. 2(2S). 215-219.
7. Silva, S. O. Costa, S. M. & Clemente, E. (2002). Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel., substrates and residue after cultivation. *Brazilian archives of biology and technology*, 45(4), 531-535.
8. Vetayasuporn, S. (2007). The feasibility of using coconut residue as a substrate for oyster mushroom cultivation. *Biotechnology*, 6(4), 578-582.
9. Vanathi, P., Panneerselvam, A. & Senthil Kumar, R. (2016). Studies on cultivation and biochemical characterization of *Pleurotus florida*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(10), 342-347.
10. Os'mak, O. O. & Ser'ogin, O. O. (2012). Roslynnna biomasa – al'ternatyvnyj vyd palyva [Plant biomass is an alternative kind of fuel]. *Harchova promyslovist'*, 182-186 [In Ukrainian].
11. Geletuha, G. G. & Zheljezna, T. A. (2014). Perspektyvy vykorystannja vidhodiv sil's'kogo gospodarstva dlja vyrobnyctva energii' v Ukrai'ni [Prospects for using agricultural waste for energy production in Ukraine]. *Analychna zapyska BAU*, 7, 1-31 [In Ukrainian].
12. Kislicyna, S. N. & Shitova, I. Ju. (2016). Sposoby pererabotki othodov derevoobrabatyvajushhej promyshlennosti [Waste processing methods for woodworking industry]. *Penza: PGUAS*, 140 [In Russian].
13. Cancalon, P. (1971). Chemical composition of sunflower seed hulls. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 48, 629-632.
14. Sinicyn, A. P. Gusakov, A. V. & Chernoglazov, V. M. (1995). Biokonversija lignocelljuloznych materialov [Bioconversion of lignocellulosic materials]. *M.: Izd-vo MGU*, 224 [In Russian].
15. Cochran, V. L. (1991). Decomposition of barley straw in a subarctic soil in the field. *Biology and Fertility of Soils*, 10(4), 227-232.
16. Ovchinnikova, A. A., Aleksandrova, A. V., Shherbakov, V. G. & Aleshin, V. N. (2011). Analiticheskie, tehnologicheskie i regional'nye aspekty racional'nogo oborota vtorichnyh

Власенко К. М.

material'nyh resursov [Analytical, technological and regional aspects of rational turnover of secondary material resources]. *Vektor nauki Tol'jattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 4(18), 34-37 [In Russian].

17. Bisko, N. A., Lomberg, M. L., Mytropolska, N. Yu. & Mykchaylova, O. B. (2016). The IBK Mushroom Culture Collection. Kyiv, M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of the Ukraine: "Alterpres", 120.

18. Buhalo, A. S., Bis'ko, N. A., Solomko, E. F., Poedinok, N. L. & Mihajlova, O. B. (2004). Kul'tivirovanie s#edobnyh i lekarstvennyh gribov [The cultivation of edible and medicinal mushrooms]. K.:

"Chernobyl'interinform", 127 [In Russian].

19. Vlasenko, K. M., Kuznecova, O. V. & Stepnevs'ka, Ja. V. (2017). Vpliv mineral'nih rehovin na sintez letkih organichnih spoluk gribami *Pleurotus ostreatus* u procesi tverdofaznogo kul'tivuvannja [Influence of mineral substances on the synthesis of volatile organic compounds by *Pleurotus ostreatus* in the process of solid phase cultivation]. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(4), 489-496 [In Ukrainian].

20. Sil'verstejn, R., Bassler, G. & Morril, T. (1977). Spektrometricheskaja identifikacija organicheskikh soedinenij [Spectrometric identification of organic compounds]. M.: «Mir», 590 [In Russian].

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СУБСТРАТА НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА, УРОЖАЙНОСТИ И СИНТЕЗ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.:FR.) KUMM.**

**Е. Н. Власенко**

**Аннотация.** В качестве субстратов для выращивания съедобных грибов используются различные материалы, содержащие целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин, такие как сельскохозяйственные отходы и отходы лесоперерабатывающей промышленности. Основными субстратами для культивирования грибов рода *Pleurotus* на территории

Украины являются подсолнечная лузга, солома злаковых, опилки, отходы от производства семян кукурузы. Целью исследования было определение особенностей роста *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. и синтеза летучих органических соединений при твердофазном культивировании на различных видах субстратов: подсолнечной лузге, соломе ячменя, отходах от переработки семян кукурузы и опилках листовенных пород деревьев. Интенсивность синтеза летучих душистых соединений определяли спектрофотометрическим методом. В наиболее короткие сроки примордии и плодовые тела образовывались на подсолнечной лузге. Урожай I волны плодоношения был в 2-4 раза выше для всех штаммов, выращенных на отходах кукурузы. Гексановые экстракты высушенных образцов

Власенко К. М.

плодовых тел *P. ostreatus* имели максимумы светопоглощения в диапазоне 200-210 нм и 260-300 нм, которые соответствуют летучим душистым соединениям грибов. На подсолнечной лузге у грибов формируется более выраженный грибной аромат, что обеспечивают вещества с максимумами светопоглощения в диапазоне 200-210 нм (1-октен-3-ол), а на отходах кукурузы и опилках увеличивается синтез насыщенных и ненасыщенных альдегидов и кетонов (максимумы светопоглощения 260-300 нм), которые приносят в аромат грибов сладкие и цветочные ноты запаха. Проведенное исследование показало, что подбирая состав субстрата при твердофазном культивировании *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. возможно влиять на синтез душистых соединений грибов, повышая их характерный вкус и аромат и, соответственно, потребительскую привлекательность.

**Ключевые слова:** *Pleurotus ostreatus*, твердофазное культивирование, летучие органические соединения, спектрофотометрическое исследование, подсолнечная лузга, солома ячменя, отходы кукурузы, древесные опилки.

**INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION OF SUBSTRATE ON GROWTH, YIELDS AND SYNTHESIS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN SOLID-PHASE CULTIVATION OF *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.:FR.) KUMM.**

E. N. Vlasenko

**Abstract.** Various materials containing cellulose, hemicellulose and lignin, such as agricultural waste and waste from the wood processing industry, are used as substrates for the cultivation of edible mushrooms. The main substrates for cultivating mushrooms of the genus *Pleurotus* in Ukraine are sunflower husk, straw of cereals, sawdust, corn seed production waste. The purpose of the study was to determine the features of the growth of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. and the synthesis of volatile organic compounds in solid phase cultures on different types of substrates: sunflower husk, barley straw, waste from the processing of corn seeds and sawdust of hardwood species. The intensity of the synthesis of volatile flavor compounds was determined by spectrophotometric method. Primordia and fruit bodies are most likely formed on sunflower husk. The yield of the first flush was 2-4 times higher for all strains grown in corn waste. Hexane extracts of dried samples of *P. ostreatus* fruit bodies had light absorption maxima in the range of 200-210 nm and 260-300 nm, which correspond to volatile flavor compounds of mushrooms. On the sunflower husk, a more pronounced mushroom aroma forms in mushrooms, which is provided by substances with light absorption maxima in the range of 200-210 nm (1-octene-3-ol). On the corn waste and sawdust, the synthesis of saturated and unsaturated aldehydes and ketones increases (light absorption maxima 260-300 nm), which bring sweet and floral notes to the flavor of mushrooms. The study showed that it is possible to influence the synthesis of mushroom aroma compounds and to increase their

**Власенко К. М.**

*characteristic taste and aroma and, accordingly, consumer attractiveness by selecting the substrate composition for solid-phase cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm.*

**Key words:** *Pleurotus ostreatus, solid phase cultivation, volatile organic compounds, spectrophotometric analysis, sunflower husk, barley straw, corn waste, woody sawdust.*

**ОСОБЛИВОСТІ ЕПІДЕМІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГЕПАТИТУ А ТА ЙОГО  
ЗВ'ЯЗОК ІЗ НАКОПИЧЕННЯМ ПОБУТОВИХ ПОЛІМЕРНИХ  
ВІДХОДІВ У ДОВКІЛЛІ**

**М. П. ПОГОРІЛИЙ**, асистент

**М. І. МІЗЮК**, доктор медичних наук, професор

**О. С. МАЛИШЕВСЬКА**, кандидат технічних наук, доцент

**М. Є. ЙОНДА**, кандидат медичних наук, доцент

**І. Т. ТОКАР** асистент

**Я. О. ЄРЕМЧУК**, асистент

*Івано-Франківський національний медичний університет*

*E-mail: kolik02061960@gmail.com, michaylo.m@gmail.com, o16r02@gmail.com,  
iomykhailo@gmail.com, Irinatokar00@gmail.com, kolg.ira21@gmail.com,*

***Анотація.** У даній роботі проведено санітарно-гігієнічну оцінку особливості епідеміологічного процесу захворювання населення на гепатит А та встановлено його зв'язок із накопиченням побутових відходів у довкіллі.*

*На всій території України, відмічається нестійка епідемічна ситуація із захворюваності на гепатит А, що пов'язана зі зміною основних чинників, які впливають на передачу інфекції. Тому питання, щодо встановлення зв'язку між поширенням гепатиту А у довкіллі та процесами, що його забезпечують є актуальним. З цією метою вивчено епідеміологічні особливості гепатиту А в Івано-Франківській області для вдосконалення системи профілактичних та протиепідемічних заходів із залученням фахівців та обладнання ДУ "Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ*

*України". Розрахунки проводили за даними статистичного обліку захворюваності (форма звітності № 2 і № 40). Встановлено, що основним шляхом передачі вірусного гепатиту А залишається вода з децентралізованих джерел. Крім того, захворюваність гепатитом А характеризується нерівномірністю поширення та переважає у гірських районах. За період від 2011 року до 2016 року спостерігається активне залучення в епідеміологічний процес осіб працездатного віку, питома вага яких в середньому становить 73,5 %. Захворюваність майже однаково розповсюджена, як серед міського, так і серед сільського населення. Піки захворювання співпадають у часі з повенями і паводками, коли каналізаційні мережі та очисні споруди не справлялись із таким обсягом стічних вод у зв'язку із їх засміченням побутовими відходами, переважно -*

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

полімерними пакетами. Тому бар'єрна роль комунальних очисних споруд і каналізаційної мережі, по відношенню до вірусу гепатиту А, є недостатньою і вимагає покращення технології очистки та підготовки води. Необхідними є роботи з розробки інфраструктури для забезпечення централізованого водопостачання населення гірських районів області, де це є гігієнічно та

економічно виправданим. Перспективним напрямком подальших наукових досліджень є розробка та впровадження на державному рівні основних профілактичних заходів, щодо оптимізації соціально-гігієнічних умов проживання населення.

**Ключові слова:** гепатит А, епідеміологія, комунальна гігієна, полімерні відходи.

**Актуальність.** Вірусний гепатит А відносять до числа найбільш широко поширених у світі кишкових інфекцій. За офіційними даними ВООЗ в США близько 33 % населення мають серологічні маркери, що свідчать про перенесену інфекцію. Щороку в світі відмічають 143 тис. випадків інфікування вірусним гепатитом А.

**Аналіз літературних даних та постановка проблеми.** У доповідях Європейської економічної комісії ООН зазначалося, що на початку ХХІ століття в світі 2,4 млрд. осіб (у тому числі 120 млн. осіб у Європі) не мають доступу до безпечної чистої води [1]. Згідно даних ВООЗ, понад 500 млн. осіб (кожен дванадцятий мешканець Землі) щорічно хворіють від захворювань причиною яких є вживання неякісної води. Встановлено, що причиною майже 80 % усіх захворювань в світі є контакт з інфікованою водою або порушення санітарно-гігієнічних норм її господарсько-побутового використання [2].

На сьогодні практично всі поверхневі водотоки та майже 83 % джерел підземного водопостачання першого водоносного горизонту в Україні не відповідають за якістю санітарно-гігієнічним вимогам [3]. Від 12 % до 19,5 % проб водопровідної води, а у східних та південних регіонах країни – до 27 % є епідеміологічно небезпечні, а кожна п'ята – не відповідає стандартам за хімічними показниками. Більше 40 % мешканців України з використовує для пиття воду, яка не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам, оскільки діючі технології не забезпечують повноцінного очищення води [4].

Вірусний гепатит А відносять до кишкових інфекцій, які найбільш широко розповсюджені в світі та активно передаються водним шляхом. За даними ВООЗ у світі щорічно реєструється приблизно 1,4 млн. випадків захворювання на гепатит А [5]. Однак поширення даного вірусу на території України є нерівномірним. Загалом територія України відноситься

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О. до регіонів з середнім рівним захворюваності, але на окремих територіях він коливається від 9 випадків до 210 випадків на 100 тис. осіб [6, 9].

Відносне епідеміологічне благополуччя за даною інфекцією є уявним, і визначається як наявністю великих циклів, характерних для даної інфекції, так і цілою низкою соціальних факторів. [7, 13].

Одним з провідних чинників, що визначає рівні захворюваності вірусним гепатитом А прийнято вважати санітарно-комунальний благоустрій територій, а провідним шляхом передачі вірусного гепатиту А вважається водний шлях.

В останні роки в наукових публікаціях активно обговорюється точка зору, що вірусний гепатит А перестав бути дитячою інфекцією, оскільки найбільше число випадків реєструється серед дорослого населення [10-14].

Існують різні думки щодо підходів до профілактики інфікування гепатитом А. Домінуючим є твердження, що провідними в профілактиці гепатиту А є санітарно-гігієнічні заходи [9], але все більше визнання отримує думка про вирішальне значення вакцинації. Імунопрофілактика гепатиту А в Україні проводиться, в основному за епідемічними показаннями (найчастіше при виникненні першого випадку в дитячому колективі), а також в плановому порядку на

територіях ендемічних щодо вірусного гепатиту А [6, 11].

В Івано-Франківській області, як і на всій території України, відмічається нестійка епідемічна ситуація із захворюваності на гепатит А, що пов'язана зі зміною основних чинників, які впливають на передачу інфекції. Тому питання, щодо встановлення зв'язку між поширенням гепатиту А у доквітлі та процесами, що його забезпечують є актуальним.

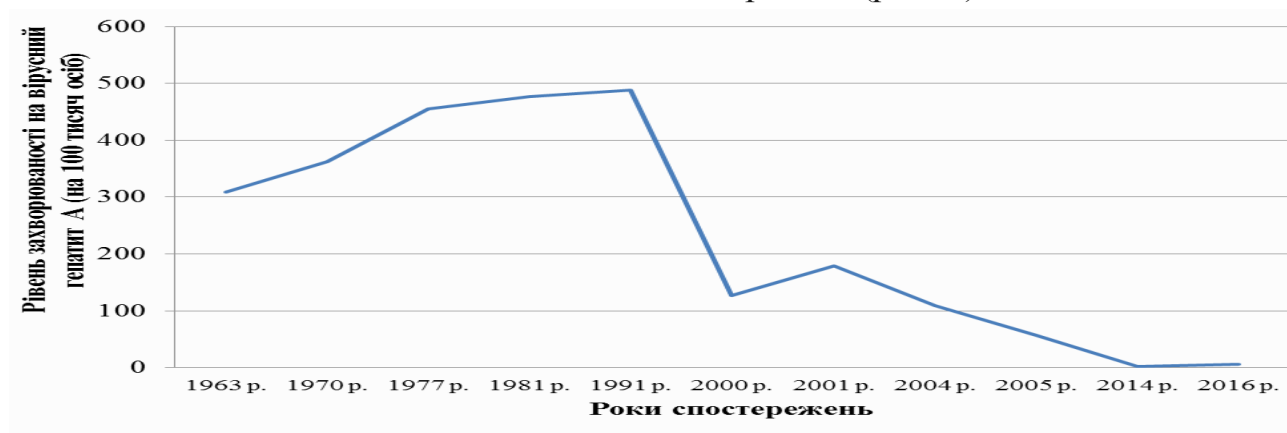
**Мета дослідження.** Вивчення епідеміологічних особливостей гепатиту А в Івано-Франківській області (рівень, структура, динаміка захворюваності) для вдосконалення системи профілактичних та протиепідемічних заходів.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили за даними статистичного обліку захворюваності у Івано-Франківській області (форма звітності № 2 і № 40). Методи досліджень, які застосовували: епідеміологічний, санітарно-статистичний, серологічний.

**Результати досліджень та їх обговорення.** В Івано-Франківській області захворюваність на вірусний гепатит А є «краєвою» патологією. Річні показники захворюваності, як правило, переважають середні у державі і в пікові роки зростання захворюваності сягають від 300 випадків до 500 випадків на 100 тисяч осіб (у 1991 році показник захворюваності досяг 488,30 випадків на 100 тисяч).

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

Останнє десятиріччя - у 1970 р випадків – 362,3 на 100 тисяч осіб;  
 характеризується зниженням рівня захворюваності на гепатит А в Івано-Франківській області. Показник інтенсивності в 2000 році становив 126,6 випадків на 100 тисяч осіб, в 2016 році лише 5,53 випадків на 100 тисяч осіб. З початку реєстрації гепатитів спостерігалось 5 семирічних «піків» у захворюваності на гепатит А:  
 - у 1963 році – 308,3 випадків на 100 тисяч осіб;  
 - у 1977 р випадків – 455,3 на 100 тисяч осіб;  
 - у 1984 р випадків – 476,9 на 100 тисяч осіб;  
 - у 1991 р випадків – 4,88,3 на 100 тисяч осіб.  
 Причому кожен наступний «пік» захворюваності по інтенсивності епідемічного процесу переважав попередній (рис. 1).



**Рисунок 1. Динаміка зміни захворюваності на вірусний гепатит А в Івано-Франківській області**

Проте, починаючи з 1984 року що свідчать дані наведені на рисунку темпи приросту захворюваності на гепатит А поступово знижувались, про 2.



**Рисунок 2. Темпи зміни приросту захворюваності на вірусний гепатит А в Івано-Франківській області (1963–2016 роки на 100 тисяч осіб)**

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

За зміною багаторічної захворюваності на гепатит А встановлено, що спостерігається періодичне коливання захворюваності – 4 роки зниження рівня захворюваності та 3 роки її зростання з досягненням максимуму – «піку», надалі цикл повторюється з різницею в спадах і підйомах  $\pm$  (1–2) роки. Тобто, можна стверджувати, що дослідженнями встановлено виражену циклічність розвитку епідемічного процесу гепатиту А з характерною ритмічністю чергувань підйомів та спадів у межах одного циклу.

Починаючи з 2006 року в області спостерігається поступове зниження інтенсивності епідеміологічного процесу розповсюдження гепатиту А, найнижчі показники якого зареєстровані в 2014 році і становили 2,12 на 100 тисяч населення, що в 2,6 рази нижче за середні показники по Україні.

Провівши більш поглиблений аналіз захворюваності на гепатит А нами встановлено, що у період від 60-х до 90-х років минулого століття, інтенсивність епідеміологічного процесу серед дітей була значно інтенсивнішою, ніж у дорослого населення. У «пікові» роки даного періоду захворюваність на гепатит А сягала від 630,8 випадків до 1105,2 випадків на 100 тис. дітей, проти 108,4 та 332,4 випадків на 100 тис. дорослих. Тобто, захворюваність серед дітей була від 4 разів до 8 разів вищою, ніж серед дорослих.

За період від 2011 року до 2016 року спостерігається активне залучення в епідеміологічний процес осіб працездатного віку, питома вага яких в середньому становить 73,5 %. Захворюваність майже однаково розповсюджена, як серед міського, так і серед сільського населення області, але у роки епідемічного підйому відмічається зростання серед хворих частки сільського населення.

На основі спостережень за сезонними коливаннями збільшення захворюваності населення на вірусний гепатит А встановлено, що пік захворюваності припадає на період від вересня до лютого. Саме в зазначений період реєструється від 61,8 % до 82,4 % випадків захворювань. Отримані дані можуть свідчити на користь гіпотези про виражену тенденцію посилення заносу (завезення) інфекції з неблагополучних територій з міграційними потоками населення. Враховуючи інкубаційний період захворювання та аналіз анкетних даних інфікованих встановлено, що переважна більшість осіб була інфікована під час літнього відпочинку. Основними джерелами надходження можливої інфекції названо продукти харчування, котрі реалізуються в умовах дрібнооптової та несанкціонованої (вуличної) торгівлі «з рук» на стихійних ринках та пляжах, а також у «сезонних» закладах харчування.

За даними епідеміологічних розслідувань, які проводились у

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

вогнищах вірусного гепатиту А, до групи підвищеного ризику, з позицій передачі та розповсюдження захворювання, відносять працівників підприємств громадського харчування, а також харчоблоків лікувальних, дитячих, санаторних та інших установ. До групи високого ризику відносять військовослужбовців та осіб, що виїжджають або проживають на невідповідній в санітарно-комунальному відношенні території, які використовують для господарсько-побутових цілей воду з відкритих водойм, а також медичний персонал, який безпосередньо контактує з хворими.

З 2011 року до групи підвищеного ризику було зараховано осіб з хронічними захворюваннями печінки і жовчовивідних шляхів. Крім цього, після аналізу групових випадків захворювання вірусним гепатитом А, до цієї групи ризику було додано гомо- і гетеросексуалів, а також наркозалежних.

Аналіз даних захворюваності не виявив різко виражених зональних відмінностей у перебігу епідемічного процесу. Проте аналізом встановлено більш виражену інтенсивність епідемічного процесу в гірських районах Івано-Франківської області. Так у 2014 році показник рівня захворюваності в м. Яремче становив 35,71 випадків на 100 тис. осіб, а в середньому по області – 2,12 випадків на 100 тис. осіб.

У 2016 році показник рівня захворюваності в Надвірнянському районі піднявся до 58,11 випадків на 100 тис. осіб, коли в середньому по області реєструвалось 5,53 випадків на 100 тис. населення.

На основі проведеного епідеміологічного розслідування встановлено, що зростання рівня захворюваності пов'язане з несприятливими погодними умовами періодів осінь-зима 2015 року та 2016 року, а також із тим, що населення, в основному, використовувало для приготування їжі і побутових потреб воду з природних водотоків, артезіанських та шахтних колодязів.

За аналізами проб води з поверхневих та підземних джерел водопостачання встановлено, що в результаті водокористування у містах області із річок Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська, Дністер, Лімниця, а у сільській місцевості – із криниць, водний фактор поширення вірусного гепатиту А є досить значним.

За результатами п'ятирічного серологічного моніторингу місць водокористування області на предмет забруднення водних об'єктів антигеном вірусу гепатиту А було отримано дані, за якими найбільша кількість позитивних проб виявлена в період від 2014 року до 2016 року. Це пов'язано з тим, що бар'єрна роль очисних споруд водогонів і каналізаційних мереж стосовно вірусу гепатиту А є недостатньою через недосконалість

**Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.**

технологій очищення та підготовки води і стоків. Основним у розповсюдженні вірусу гепатиту А був природній метеорологічний чинник (часті дощі, зливи). Старі засмічені водогони та каналізаційні системи були технічно неспроможними прийняти понаднормову кількість стічних вод, що привело до накопичення інфекції та забруднення ентеровірусом неупорядкованих місць водокористування.

Загальна вартість робіт з відновлення затоплених територій Львівської, Закарпатської, Тернопільської, Чернівецької, Вінницької та Івано-Франківської областей у липні 2014 року становила близько 5 млрд. гривень. При цьому найбільші підтоплення домогосподарств та сільськогосподарських угідь сталися в місцях, де вода не могла потрапити (або потрапляла лише частково) до систем поверхневого водовідведення через їх засміченість. Засміченість системи водовідведення, насамперед синтетичними полімерними пакетами, під час сильних опадів чи танення снігу призводить до скупчення надлишкової води, а отже, до підтоплення територій. Такі води є активним джерелом забруднення поверхневих та підземних водоносних горизонтів патогенною мікрофлорою, зокрема і вірусом гепатиту А.

У 2015 році на заходи щодо запобігання затопленню територій за рахунок коштів резервного фонду

державного бюджету було виділено близько 120 млн. гривень. З огляду на викладене вище, використання полімерних пакетів в Україні завдає істотної шкоди життю і здоров'ю людини та екологічній безпеці держави. Тому, враховуючи світовий досвід та виконання вимог ратифікованих в Україні Директив ЄС: 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи від упаковки»; 2008/98/ЄС "Про захоронення відходів"; 99/61/ЄС "Про всеохоплююче запобігання забрудненню та його контроль", пропонується заборонити в Україні на державному рівні виробництво, використання, ввезення (більше 100 одиниць однією особою за кожен перетин митного кордону) та оплатне чи безоплатне розповсюдження на її території полімерних пакетів. Ця заборона не розповсюджується на біологічні полімерні пакети, що розкладаються. [Пояснювальна записка до проекту Закону України «Про обмеження виробництва, використання, ввезення та розповсюдження в Україні полімерних пакетів»]

Найбільше позитивних проб, які містили вірус гепатиту А, було виявлено у воді гірських районів області Косівському, Надвірнянському та Долинському.

У табл. 1 наведено результати моніторингу джерел водопостачання та водовідведення Івано-Франківської області у період із 2012 по 2016 рр., що досліджувались на предмет виявлення у них вірусного гепатиту А.

## 1. Санітарно-гігієнічний моніторинг джерел водопостачання та водовідведення Івано-Франківської області

Місце відбору проби	Кількість проб води за роками									
	2012		2013		2014		2015		2016	
	Усього	Позитивні	Усього	Позитивні	Усього	Позитивні	Усього	Позитивні	Усього	Позитивні
у населених пунктах області										
Водогін	9	-	24	-	13	-	19	-	33	1
Криниця	11	-	24	-	16	-	20	-	32	1
у вогнищах гепатиту А (Косівський, Надвірнянський, Долинський район)										
Водогін	18	-	14	-	47	-	12	-	20	2
Криниця	13	-	15	-	13	1	15	1	10	2
Каналізація	11	-	10	-	12	2	12	1	67	3
Поверхневі водойми та водотоки	21	-	10	-	11	1	9	1	16	1

На основі аналізу даних табл. 1 встановлено, що основним шляхом передачі вірусного гепатиту А залишається вода з децентралізованих джерел (колодязі шахтні та артезіанські). Значну роль у забрудненні довкілля відіграє технічна неспроможність комунальних очисних систем очищати стічні води від патогенних мікроорганізмів, що приводить до забруднення приповерхневих водоносних горизонтів ентеровірусом 72 типу.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Захворюваність вірусним гепатитом А в Івано-Франківській області характеризується нерівномірністю поширення, що на пряму пов'язано з джерелами водокористування населення. Бар'єрна роль комунальних очисних споруд і каналізаційної мережі, по відношенню до вірусу гепатиту А, є недостатньою і вимагає покращення технології очистки та

підготовки води. Необхідними є роботи з розробки інфраструктури для забезпечення централізованого водопостачання населення гірських районів області, де це є гігієнічно та економічно виправданим.

Основними профілактичними заходами, щодо оптимізації соціально-гігієнічних умов проживання населення є технічне та технологічне оновлення: комунальних систем водопостачання, каналізування, санітарної очистки території; організація громадського харчування і торгівлі та заборона «вуличної» торгівлі, а також масова імунізація найбільш уразливих груп населення; контроль за забезпеченням та дотриманням санітарно-гігієнічних норм і правил; заборона, на державному рівні, виробництва, використання, ввезення та оплатного чи безоплатного розповсюдження на території України полімерних пакетів.

**Список використаних джерел**

1. Васильев К. Г., Козишкурт Е. В. Современная эпидемиология и парадоксы гепатита А. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2009. №3. С. 12-18.
2. Ефимочкина Н. Р. Вирусные контаминанты пищевых продуктов и методы их обнаружения. *Гигиена и санитария*. 2017. Том 96, № 6. С. 576-584.
3. Недачин А. Е., Дмитриева Р. А., Доскина Т. В., Долгин В. А., Чуланов В. П., Пименов Н. Н. Сточные воды как резервуар возбудителей кишечных вирусных инфекций. *Гигиена и санитария*. 2015. Том 94, № 7. С. 326-334.
4. Рахманин Ю. А., Русаков Н. В., Самутин Н. М. Отходы - как интегральный эколого-гигиенический критерий комплексного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2015. Том 94, № 6. С. 5-10.
5. Учайкин В. Ф. Национальный календарь профилактических прививок: достоинства и недостатки. *Детские инфекции*. 2004. №2 (7). С. 4-8.
6. Шляхтенко Л. И. Эпидемиологические особенности и важнейшие меры профилактики гепатита А в современный период. *Мир вирусных гепатитов*. 2002. №11. С. 4-6.
7. Шайзадина Ф. М., Бейсекова М. М., Кутышева А. Т., Абуова Г. Т., Мендибай С. Т., Кудайбердиева С. М. Эпидемиологическая ситуация вирусных гепатитов в небольшом городе центрального Казахстана. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013. № 8-3. С. 88-89; Режим доступа: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=3891>.
8. Roque-Afonso A. M., Grangeot-Keros L., Roquebert B Roque-Afonso A. M., et al. Diagnostic relevance of immunoglobulin G avidity for hepatitis A virus. *Journal Clin. Microbiol.* 2004. Vol. 42(11), P. 5121-5124/ doi: 10.1128/JCM.42.11.5121-5124.2004.
9. Shao Z. J., Xu D. Z., Yan Y. P., et al. Detection of anti-HAV antibody with dot immunogold filtration assay. *World J. Gastroenterol.* 2003. №9 (7). P. 1508-1511. doi: 10.3748/wjg.v9.i7.1508.
10. Stene-Johansen K., Jonassen T. O., Skaug K. Characterization and genetic variability of Hepatitis A virus genotype IIIA. *Journa. Gen. Virol.* 2005. Vol. 86. P. 2739-2745. doi:10.1099/vir.0.81155-0.
11. Tallo T., Norder H., Tefanova V., et al. Sequential changes in hepatitis A virus genotype distribution in Estonia during 1994 to 2001. *Journal Med. Virol.* 2003. Vol. 70(2). P. 187-193. doi:10.1099/vir.0.19532-0.
12. Van Damme P., Mathei C., Thoelen S., et al. Single dose inactivated hepatitis A vaccine: rationale and clinical assessment of the safety and immunogenicity. *Journal Med. Virol.* 1994. Vol. 4. P. 435-441. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7897376>.
13. Van Herck K., Van Damme P. K. Prevention of hepatitis A by Havrix: a review. *Expert Rev. Vaccines.* 2005. Vol. 4(4). P. 459-471. doi:10.1586/14760584.4.4.459.

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

14. Costa-Mattioli M., Ferre V., Casane D., & other authors. Evidence of recombination in natural populations of hepatitis A virus. *Virology*. 2003. Vol. 31, 51–59. doi.org/10.1016/S0042-6822(03)00109-0.

#### References

1. Vasilev K. G., Kozishkurt Ye. V. (2009). *Sovremennaya epidemiologiya i paradoksy gepatita A* [Modern epidemiology and paradoxes of hepatitis A]. *Epidemiology and infectious diseases*. Vol. 3. 12-18.
2. Yefimochkina N. R. (2017). *Virusnye kontaminanty pishchevykh produktov i metody ikh obnaruzheniya* [Viral contaminants of food products and methods for their detection]. *Hygiene and sanitation*. - Vol 96(6). 576-584.
3. Nedachin A. Ye., Dmitrieva R. A., Doskina T. V., Dolgin V. A., Chulanov V. P., Pimenov N. N. (2015). *Stochnye vody kak rezervuar vzbuditeley kishhechnykh virusnykh infektsiy* [Sewage as a reservoir of causative agents of intestinal viral infections]. *Hygiene and sanitation*. – Vol. 94(7). 326-334.
4. Rakhmanin Yu. A., Rusakov N. V., Samutin N. M. (2015). *Otkhody - kak integralnyy ekologo-gigienicheskiy kriteriy kompleksnogo vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu i zdorove naseleniya* [Waste - as an integral ecological and hygienic criterion of complex impact on the environment and public health]. *Hygiene and sanitation*. Vol. 94 (6). 5-10.
5. Uchaykin V. F. (2004). *Natsionalnyy kalendar profilakticheskikh privivok: dostoinstva i nedostatki* [National calendar of preventive vaccinations: advantages and disadvantages]. *Infant Infections*. Vol. 2 (7). 4-8.
6. Shlyakhtenko L. I. (2002). *Epidemiologicheskie osobennosti i vazhneyshie mery profilaktiki gepatita A v sovremennyu period* [Epidemiological features and the most important measures for the prevention of hepatitis A in the modern period]. *The world of viral hepatitis*. Vol. 11. 4-6.
7. Shayzadina F. M., Beysekova M. M., Kutysheva A. T., Abuova G. T., Mendibay S. T., Kudayberdieva S. M. (2013). *Epidemiologicheskaya situatsiya virusnykh gepatitov v nebolshom gorode tsentralnogo Kazakhstana* [The epidemiological situation of viral hepatitis in a small city in central Kazakhstan]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. Vol. 8(3). 88-89. Available et: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=3891>.
8. Roque-Afonso A. M., Grangeot-Keros L., Roquebert B et al. (2004). *Diagnostic relevance of immunoglobulin G avidity for hepatitis A virus*. *Clin. Microbiol.* 42(11). 5121-5124 doi: 10.1128/JCM.42.11.5121-5124.2004.
9. Shao Z. J., Xu D. Z., Yan Y. P. et al (2003). *Detection of anti-HAV antibody with dot immunogold filtration assay*. *World J. Gastroenterol.* 9(7). 1508-1511. doi: 10.3748/wjg.v9.i7.1508.
10. Stene-Johansen K., Jonassen T. O., Skaug K. (2005). *Characterization and genetic variability of Hepatitis A virus genotype IIIA*. *J. Gen. Virol.* 86. 2739-2745. doi: 10.1099/vir.0.81155-0.
11. Tallo T., Norder H., Tefanova V. et al. (2003). *Sequential changes in hepatitis A virus genotype distribution in Estonia during 1994 to*. *J. Med. Virol.* 70(2). 187-193. doi:10.1099/vir.0.19532-0.

- Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.
12. Van Damme P., Mathei C., Thoelen S. et al. (1994). Single dose inactivated hepatitis A vaccine: rationale and clinical assessment of the safety and immunogenicity. *Med. Virol.* 4. 435-441. Available et: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7897376>.
13. Van Herck K., Van Damme P (2005). Prevention of hepatitis A by
- Havrix: a review. 4(4). 459-471. doi:10.1586/14760584.4.4.459.
14. Costa-Mattioli M., Ferre V., Casane D., & other authors (2003). Evidence of recombination in natural populations of hepatitis A virus. *Virology.* 31, 51–59. doi.org/10.1016/S0042-6822(03)00109-0.

**THE FEATURES OF THE EPIDEMIC PROCESS OF HEPATITIS A AND ITS CONNECTION WITH ACCUMULATION OF HOUSEHOLD POLYMERIC WASTE IN THE ENVIRONMENT**

**M. P. Pogorily, M. I. Mizyuk, O. S. Malyshevska, M. YE. Ionda, I. T. Tokar, YA. O. Yeremchuk**

*Abstract.* In this work a sanitary-hygienic assessment of the features of the epidemic process for hepatitis A disease among the population has been conducted and its connection with the accumulation of household waste in the environment has been established

On the whole territory of Ukraine an unstable epidemic situation with hepatitis A disease is noted. It is connected with a change in the main factors that affect the transmission of infection. Therefore, the issue of establishing a link between the spread of hepatitis A in the environment and the processes that provide it are relevant. To this end, the epidemiological features of hepatitis A in the Ivano-Frankivsk region were studied for improving the system of preventive and anti-epidemic measures involving specialists and equipment of the SI “Ivano-Frankivsk Regional

*Laboratory Centre of the Ministry of Health of Ukraine”. Calculations were made according to the statistical record of morbidity (reporting form № 2 and № 40). It is established that the main way of transmission of viral hepatitis A remains water from decentralized sources. In addition, the incidence of hepatitis A is characterized by uneven distribution and predominates in mountainous areas. For the period from 2011 to 2016 there is an active involvement of working-age people in the epidemiological process, whose share on average is 73.5%. The morbidity is almost equally widespread, both among the urban population and among the rural population. The peaks of the disease coincide in time with floods, when sewage networks and wastewater treatment plants did not cope with this volume of wastewater due to their clogging with household waste, mainly polymeric packages. Therefore, the barrier role of communal treatment facilities and the sewage system, in relation to the hepatitis A virus, is insufficient and requires the improvement of the technology of water purification and preparation. It is necessary to develop infrastructure to provide centralized water supply to the population of the mountainous areas of the region, where it is hygienically and*

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

*economically justified. A promising direction for further scientific research is the development and implementation at the state level of basic preventive measures aimed at optimizing social and hygienic living conditions of the population and in the fight against hepatitis A, there is a technical and technological update of: communal systems of water supply, drainage, sanitary cleaning of the territory; organization of catering and trade and the prohibition of "street" trade, as well as mass immunization of the most vulnerable groups of the population; control over the provision and compliance with sanitary and hygiene norms and rules; prohibition of the production, use, import and payment or free distribution of polymer packages in Ukrainian territory.*

**Key words:** *hepatitis A, epidemiology, communal hygiene, polymeric waste.*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГЕПАТИТА А И ЕГО СВЯЗЬ С НАКОПЛЕНИЯ БЫТОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

**М. П. Погорелый, М. И. Мизюк,  
А. С. Малышевская, М. Е. Йонда,  
И. Т. Токар, Я. А. Еремчук**

**Аннотация.** В данной работе проведено санитарно-гигиеническую оценку особенности эпидемиологического процесса заболевания населения гепатитом А и установлена его связь с накоплением бытовых отходов в окружающей среде.

*На всей территории Украины отмечается неустойчивая эпидемическая ситуация заболеванием гепатитом А, что связано с изменением основных факторов, которые влияют на передачу инфекции. Поэтому вопрос по установлению связи между распространением гепатита А в окружающей среде и процессами которые его обеспечивают является актуальным.*

*Исучено эпидемиологические особенности гепатита А в Ивано-Франковской области для совершенствования системы профилактических и противоэпидемических мероприятий с привлечением специалистов и оборудования ГУ "Ивано-Франковского областного лабораторного центра МОЗ Украины". Расчеты проводили по данным статистического учета заболеваемости (форма отчетности № 2 и № 40). Установлено, что основным путем передачи вирусного гепатита А остается вода из децентрализованных источников. Кроме того, заболеваемость гепатитом А характеризуется неравномерностью распространения и преобладает в горных районах. За период с 2011 до 2016 года наблюдается активное вовлечение в эпидемиологический процесс трудоспособного населения, удельный вес которого в среднем составляет 73,5%. Заболеваемость почти одинаково распространена, как среди городского, так и среди сельского населения. Пики заболевания совпадают по времени с наводнениями и паводками, когда канализационные сети и очистные сооружения не справлялись с объемом сточных вод в*

Погорілий М. П., Мізюк М. І., Малишевська О. С., Йонда М. Є., Токар І. Т., Єремчук Я. О.

связи с их засорением бытовыми отходами, в основном - полимерными пакетами. Поэтому барьерная роль коммунальных очистных сооружений и канализационной сети, по отношению к вирусу гепатита А, является недостаточной и требует улучшения технологии очистки и подготовки воды. Необходимы работы по разработке инфраструктуры для обеспечения централизованного водоснабжения населения горных районов области, где это гигиенично и экономически оправдано. Перспективным направлением дальнейших научных исследований является разработка и внедрение на государственном уровне основных профилактических мероприятий по оптимизации социально-гигиенических условий проживания населения.

**Ключевые слова:** гепатит А, эпидемиология, коммунальная гигиена, полимерные отходы.

Маслікова К. П.

УДК 622.882+631.425+631.427

## ЕКОМОРФІЧНА СТРУКТУРА УГРУПОВАНЬ ГЕРПЕТОБІОНТНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТЕХНОЗЕМІВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ

**К. П. МАСЛІКОВА**, кандидат біологічних наук

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

E-mail: [mkaterina@ukr.net](mailto:mkaterina@ukr.net)

**Анотація.** За допомогою екоморфічного підходу встановлені особливості структури угруповань герпетобіонтних безхребетних техноземів, які сформувалися внаслідок багаторічної сільськогосподарської рекультивації земель марганцеворудного басейну. Показане, що на дослідженій території у-різноманіття угруповання герпетобіонтних безхребетних техноземів становить 235 видів. Угруповання є степовим моноценоценозом та представлене усім різноманіттям ценоморф, яке

характерно для регіональної фауни герпетобіонтів. Організація техноземів безпосередньо визначає екологічні режими вологості, які чітко можуть бути індикувані за допомогою гігроморфічних спектрів герпетобію. Трофоценоморфічна структура герпетобіонтів індукує високий рівень потенційної родючості техноземів та потенціал трансформації органічної речовини у напрямку накопичення гумусу.

**Ключові слова:** герпетобіонти, рекультивація, екоморфи, гігроморфи, ценоморфи, трофоморфи, біоіндикація

**Актуальність.** Для того, щоб розкрити взаємозв'язок організмів та середовища, з'ясувати ступінь пристосування окремих компонентів до найбільш важливих елементів ценозу, використовують екоморфи як адаптації видів до біоценозу в цілому та до кожного із структурних елементів екотопу окремо (кліматопу, геліотропу, термотопу та ін.) [2]. Властивості навколишнього середовища є ареною для існування екоморф та визначають їх специфіку [7]. Екоморфа є прямою відповіддю

організму на конкретні умови середовища, яке його оточує. Розвиток екоморфи обумовлений впливом складного комплексу різних факторів навколишнього середовища, але у конкретному середовищі можливе формування різних екоморф, тому що загальний екоморфічний вигляд організму визначається як середовищем його існування, так і програмою його розвитку, яка філогенетично обумовлена [1].

Екоморфи відбивають ставлення живих організмів до екологічних

**Маслікова К. П.**

факторів. За Вільямсом [3], до космічних факторів належать світло та тепло, а до наземних – вода та їжа. Відношення до космічних факторів відбивають кліматоморфи, термоморфи, геліоморфи рослин та тварин [2], а також трофоценоморфи та топоморфи тварин. Ставлення до наземних факторів відбивають трофоморфи та гігроморфи [6].

Гігроморфи характеризують преференції організмів до градацій режиму зволоження ґрунту [5], а трофоморфи (трофоценоморфи тварин) – до градацій трофності едафотопу [9]. Гігроморфи та трофоценоморфи виділяються за допомогою вивчення горизонтальної диференціації живого покриву. З боку вертикальної диференціації тваринного населення ґрунтів можуть бути виділені топоморфи – підстилкові, ґрунтові та норні [6]. Топоморфи вказують на ярус, якому віддається перевага екологічною групою, а також на зосередження функціональної активності тварин [9]. Трофоморфи диференціюють тваринне населення за ознакою способу живлення та особливості трофічного впливу на середовище існування. Спектри гігроморф, трофоценоморф, топоморф і трофоморф дозволяють отримати уявлення про екологічне розмаїття угруповання [8]. Ці ознаки дозволяють установити стосунки розбіжності/подібності між видами тварин, що становлять угруповання.

Міри квадратичної або інформаційної ентропії дають інтегральну оцінку екологічного розмаїття угруповань [7]. Екологічний аналіз флори за системою екоморф О.Л. Бельгарда [2] дає змогу виявити найважливіші екологічні фактори, що впливають на життя рослин у ценозі. За допомогою екоморфічного аналізу флори та її сукцесійним рядом на дерново-літогенних ґрунтах можна прослідкувати зміни ґрунтових властивостей та напрямок цих змін. Отже, екологічне розмаїття може бути кількісно оцінене на основі принципів екоморфічного аналізу Бельгарда [6]. Спектри екоморф дають можливість провести діагностику істотних властивостей природних біогеоценозів і техногенно трансформованих ландшафтів [4]. На основі екоморф базуються діагностичні властивості фіто- та зооценозу [14].

Діагностика техногенних ґрунтів ускладнена переважанням у них протікання антропогенних процесів над природними, особливо в початковий період розвитку [4]. Гетерогенність діагностичних показників значно перевищує розкид ознак, які спостерігаються в природі навіть у випадках дуже строкатого поєднання факторів ґрунтоутворення [10]. Гетерогенність профілю техногенних ґрунтів часто визначає спорадичний характер діагностичних ознак [8]. Крім того, відносна і абсолютна молодість рекультивованих ґрунтів не дозволяє на макрорівні

**Маслікова К. П.**

простежити наслідки протікання початкових елементарних процесів ґрунтоутворення [4].

Діагностику техногенних ґрунтів можна розглядати у двох аспектах [10]. По-перше, для вивчення процесів первинного ґрунтоутворення – методами мікроморфології, мінералогічного і валового хімічних аналізів, вивчення групового і фракційного складу органічної речовини, мікробіологічної складової і т. ін. [8]. По-друге, для прикладних цілей – шляхом картографування, визначення якості та грошової цінності, напрямків цільового використання [4].

Таким чином, оцінка екологічних властивостей важливого компоненту біоти техногенних ґрунтів – угруповань герпетобіонтних безхребетних має велике наукове та практичне значення та не має до теперішнього часу відповідного вирішення.

**Мета дослідження.** За допомогою екоморфічного підходу встановити особливості структури угруповань герпетобіонтних безхребетних техноземів, які сформувалися внаслідок багаторічної сільськогосподарської рекультивації земель Нікопольського марганцеворудного басейну.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проведене в науково-дослідному стаціонарі Дніпропетровського державного аграрного університету в м. Покров.

Ділянка займає частину штучного плато, створеного на місці кар'єру з видобутку марганцевої руди. На плато знаходяться різні типи техноземів: педоземи (на технічну суміш глин нанесений шар чорнозему потужністю 75–80 см), дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках, на сіро-зелених глинах та на червоно-бурих глинах. На схилі південної експозиції перебуває штучне лісове насадження акації білої та волоського горіха на дерново-літогенних лісопокращених ґрунтах [8].

Пастки Барбера були встановлені на експериментальній ділянці в період з 10 червня по 5 липня 2009 року (із проміжною виїмкою матеріалу 22 червня). У кожному біогеоценозі розмістили по 3 пастки Барбера, які розташовувалися на вершинах рівностороннього трикутника з довжиною ребра 3 м [8]. Як пастки Барбера, застосовували скляні ємності об'ємом 0,5 л з діаметром отвору 7,5 см, заповнені на 1/5 1% розчином формальдегіду [12].

Рослинний покрив на експериментальній ділянці рекультивації земель у період досліджень був представлений двома основними асоціаціями: злаковою з перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) і бобовою, представленою буркуном лікарським (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Після тривалого періоду виростання на території експериментальної ділянки культурної

Маслікова К. П.

злаково-бобової травосуміші (1995–2003 рр.) почався період самозаростання. Очевидно, структура рослинного покриву є результатом сукцесій під впливом едафічних факторів і взаємодій усередині рослинного угруповання. Усього на ділянці встановлений 31 вид трав'янистих рослин [8]. На кожному типі техноземів були обрані ділянки із двома характерними рослинними асоціаціями (4 типи техноземів × 2 асоціації = 8 комбінацій). У штучному лісовому насадженні проби відібрані у верхній, середній і нижній третинах схилу [8, 11].

Таксономічне визначення імаго жуків виконав О. М. Сумароков, павуків визначила О. Прокопенко, інші тварини визначені О. В. Жуковим. Номенклатура та таксономія тварин наведена за базою даних *Fauna Europaea* (<http://www.faunaeur.org>). Екоморфи ґрунтових тварин наведені за О. М. Сумароковим [13], О. В. Жуковим [7], О. Прокопенко та співавт. [12].

**Результати та обговорення.** У досліджених техногенних ценозах зареєстровані представники двох типів (Arthropoda та Mollusca), 6 класів і 12 рядів герпетобіонтних безхребетних. Клас Arachnida представлений рядами Aranei і Opiliones, клас Diplopoda представлений ряд Julidae, клас Chilopoda представлений рядами Geophilomorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha, Scutigermorpha.

Клас Insecta представлений рядами Coleoptera, Lepidoptera та Orthoptera. Клас Malacostraca представлений рядом Isopoda, а клас Gastropoda рядом Pulmonata. На всіх ділянках рекультивациі зустрічаються жуки, павуки та ківсяки. Поширення брюхоногих молюсків обмежене асоціацією стоколосу на педоземі та верхньою третиною схилу акацієвого лісонасадження. Мокриці відзначені в лісонасадженні та асоціаціях стоколосу на лесоподібних суглинках і червоно-бурих глинах [8].

Р. Уїттекер [15] уперше запропонував розподілити різноманіття на альфа, бета та гама компоненти для характеристики різних його аспектів. Альфа різноманіття ( $\alpha$ ) звичайно вимірюється як кількість видів у межах окремої пробної площі, тоді як гама різноманіття ( $\gamma$ ) представляє сукупну кількість видів у межах певного географічного простору. Бета різноманіття ( $\beta$ ) являє собою відношення видового багатства всієї території до середньої кількості видів у межах окремої пробної площі [8]. У цілому, на дослідженій території  $\gamma$ -різноманіття становить 235 видів герпетобіонтних безхребетних [11]. Найбільше видове багатство демонструють Insecta (141 вид) і Arachnida (82 видів). Інші класи значно поступаються комахам і павукоподібним. Максимальною кількістю видів характеризуються червоно-бурі глини – 41 вид, штучне

Маслікова К. П.

лісонасадження – 38 видів, дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку – 36 видів.

Едафічна обстановка та особливості рослинного покриву земель, що рекультивуються, формують специфічні екологічні

умови, у відповідь на які формуються чітко відособлені специфічні угруповання герпетобіонтів. У ценоморфічній структурі угруповань герпетобіонтів техноземів переважають степанти (табл. 1).

## 1. Ценоморфічна структура угруповання герпетобіонтів техноземів

Техноземи	Ценоморфи, % від загальної чисельності				
	Pal	Pr	PrPalSil	Sil	St
Д.-л. ґр. на лесоподібних суглинках	–	1.38	0.06	0.04	98.51
Педозем лісопокрощений	–	4.77	–	19.07	76.16
Педозем	0.01	1.59	0.15	0.04	98.22
Д.-л. ґр. на сіро-зелених глинах	–	2.09	0.14	0.16	97.61
Д.-л. ґр. на червоно-бурих глинах	–	0.75	0.05	0.03	99.17
Д.-л. ґр. на технічній суміші глин	–	0.50	0.14	0.13	99.24

*Умовні позначки:* д.-л. ґр. – дерново-літогенні ґрунти; Pal – палюданти; Pr – пратанти; PrPalSil – пратанти-палюданти-сильванти; Sil – сильванти; St – степанти

Їх частка в угрупованні варіює у межах 76,2–99,2 %. Інші ценотичні компоненти знаходяться у очевидно мінорному положенні. Виняток складає штучне лісове насадження, де значну роль відіграють сильванти (19,1 %). Але значне переважання у цьому угрупованні степантів вказує на початкові етапи сильватизації штучного лісового насадження.

В усіх типах техноземів зустрічаються пратанти. Їх частка варіює у межах 0,5–4,8 %. Найменший рівень участі в структурі угруповання пратантів встановлений для дерново-літогенних ґрунтів на технічній суміші, а найбільший – для педоземів

лісопокрощених. Очевидно, що джерелом сильвантів на техноземах є штучні лісові насадження, які заходяться поряд. Внаслідок інвазій сильванти постійно зустрічаються в техноземах, але їх частка дуже не значна (0,03–0,16 % за винятком лісопокрощених ґрунтів).

В техноземах також регулярно зустрічається євритопна група пратантів-палюдантів-степантів. Їх частка в угрупованні варіює у межах 0,05–0,15 %. В педоземах лісопокрощених ця група витісняється більш спеціалізованими сильвантами або пратантами.

Більш спеціалізовані палюданти

Маслікова К. П.

зустрічаються дуже рідко на техноземах. Вони встановлені виключно для педоземів.

Таким чином, у ценотичному аспекті угруповання герпетобіонтів техноземів представлене усім різноманіттям ценоморф, яке характерно для регіональної фауни герпетобіонтів. Переважання степантів вказує на те, що ці угруповання слід віднести до степового моноценозу. Угруповання штучних лісових насаджень на педоземах слід охарактеризувати як степовий псевдомоноценоз з лісовою компонентою.

Степова ценотична компонента вказує на переважання типу ґрунтотворного процесу, який притаманний степовим зональним угрупованням, а саме – чорноземного типу. Але слід відзначити не значну, але постійну компоненту в ценотичній структурі, представлену пратантами та пратанти-палюданти-сильванти. Ця риса надає принципової особливості угрупованням техноземів, порівняно з

зональними угрупованням зональних екосистем. Наявність водотривких шарів призводить до перезволоження шарів техноземів, які знаходяться над ними. Створення технозему як послідовності шарів, які розрізняються за гранулометричним складом та складенням, наявність різкої границі між ними, призводять до формування водного режиму, які відрізняється від водного режиму автоморфних ґрунтів. У період весняного суцільного промочування ґрунтової конструкції може утворюватися зона капілярно-підвищеної вологи та формується тимчасове перезволоження ґрунтів [4]. Виникнення аеробних умов призводить до розвитку процесу глеєутворення [8]. Глеєутворення є важливим маркером лугового процесу, що надійно індикується регулярною присутністю пратантів в угрупованні.

У гігроморфічній структурі угруповання герпетобіонтів техноземів переважають мезофіли (табл. 2).

## 2. Гігроморфічна структура угруповання герпетобіонтів техноземів

Техноземи	Гігроморфи, % від загальної чисельності			
	Ks	Ms	Hg	UHg
Д.-л. гр. на лесоподібних суглинках	21.60	78.35	0.04	0.01
Педозем лісопокращений	35.40	63.01	1.60	–
Педозем	17.69	82.10	0.20	0.01
Д.-л. гр. на сіро-зелених глинах	34.65	65.12	0.22	–
Д.-л. гр. на червоно-бурих глинах	17.17	82.77	0.06	–
Д.-л. гр. на технічній суміші глин	9.48	90.51	0.02	–

**Умовні позначки:** д.-л. гр. – дерново-літогенні ґрунти; Ks – ксерофіли; Ms – мезофіли; Hg – гігрофіли; UHg – ультрагігрофіли

Маслікова К. П.

Їх частка в угрупованні становить 63,0–90,5 %. Також важливу компоненту угруповання представляють ксерофіли. Саме співвідношенням між ксерофілів та мезофілів визначається своєрідність гігморфічної структури того або іншого типу техноземів. Частка мезофілів зменшується за рахунок збільшення ксерофітів в лісопокращених педоземах та дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах. Ксерофітізацію штучного лісового насадження можна пояснити його геоморфологічною позицією на схилі південної експозиції насипного пагорба. Умови підвищеного дренажу роблять умови цього едафотопу більш суворими у аспекті режиму вологості. Сіро-зелені глини характеризуються значною водовтримуючою здатністю, але поряд з наявністю явищ засолення діапазон активної вологи для цього типу техноземів може бути суттєво низьким, що створює більш ксерофітні умови.

Найменш ксерофітні умови, що слідує з гігморфічної структури герпетобіонтів, встановлені для дерново-літогенних ґрунтів на технічній суміші глин. Ми вважаємо, що гетерогенна за походженням, але однорідна протягом значної глибини профілю конструкція, не створює перепон для вертикальної міграції вологи. Така особливість наближає ритміку водного режиму до

автоморфних умов. Ця позиція підтверджується також низькою часткою пратантів у структурі угруповання на технічній суміші глин, хоча слід відзначити, що загалом пратанти є більш мезофільними або навіть гігрофільними, порівняно зі степантами. Гігрофільні та ультрагігрофільні види зустрічаються епізодично та не є типовими представниками тваринного населення техноземів. Таким чином, організація техноземів безпосередньо визначає екологічні режими вологості, які чітко можуть бути індиковані за допомогою гігморфічних спектрів герпетобіо.

Режим трофності едафотопу може бути охарактеризований за допомогою трофоценоморф тварин (табл. 3).

Трофоценоморфічний спектр угруповання герпетобіонтів досить різноманітний. Найбільш типовими є мегатрофоценоморфи та ультратрофоценоморфи. Особливістю лісопокращеного педозему є вирівняний розподіл чисельності герпетобіонтів серед трофоценоморф. Частка мегатрофоценоморф у цьому ґрунті є найменшою серед усіх техноземів, але більша частка інших екологічних груп, навіть оліготрофоценоморф. Для техноземів з трав'янистим рослинним покривом характерне переважання мегатрофоценоморф, дещо менша частка ультратрофоценоморф. Частка інших трофоценоморф мінімальна.

### 3. Трофоценоморфічна структура угруповання герпетобіонтів техноземів

Техноземи	Трофоценоморфи, % від загальної чисельності			
	OlgTr	MsTr	MgTr	UMgTr
Д.-л. гр. на лесоподібних суглинках	0.01	1.10	76.28	22.62
Педозем лісопокращений	6.83	14.42	17.09	61.66
Педозем	0.02	1.34	79.90	18.74
Д.-л. гр. на сіро-зелених глинах	0.03	1.11	62.73	36.13
Д.-л. гр. на червоно-бурих глинах	0.02	0.51	80.89	18.58
Д.-л. гр. на технічній суміші глин	–	0.64	88.59	10.77

**Умовні позначки:** д.-л. гр. – дерново-літогенні ґрунти; OlgTr – оліготрофоценоморфи; MsTr – мезотрофоценоморфи; MgTr – мегатрофоценоморфи; UMgTr – ультратрофоценоморфи

Серед техноземів з трав'янистим покривом найбільша частка ультратрофоценоморф в угрупованні герпетобіонтів характерна для дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах. Найбільш вірогідно, ця особливість індикує більший рівень засолення цих ґрунтів, порівняно з іншими. За цим критерієм рівень мінералізації едафотопу техноземів на лесоподіних суглинках дещо менший та значно менший на інших техноземах.

Трофоценоморфічна структура угруповання герпетобіонтів індикує високий рівень потенційної родючості техноземів. За рівнем мегатрофоценоморф як маркерів родючих ґрунтів найбільшим потенційним рівнем родючості характеризуються дерново-літогенні ґрунти на технічній суміші глин та на червоно-бурих глинах, а найменш родючими є сіро-зелені глини.

У трофічній структурі угруповання переважають сапрофаги, дещо менша частка фітофагів та менше всього – зоофагів (табл. 4).

Тільки в лісопокращених педоземах переважають зоофаги. Слід відзначити, що мова йде про переважання за чисельністю. Але висока чисельність зоофагів в штучному лісовому насадженні вказує на важливу екологічну функцію контролю динаміки угруповання, у тому числі й шкідливих тварин. Тобто навіть за умов недостатньої сільватизації штучного лісового угруповання, воно здатне виконувати регулюючі функції не тільки безпосередньо у даній екосистемі, але й тих екосистемах, які граничать з нею. В техноземах з трав'янистим рослинним покривом частка зоофагів є досить постійною, що вказує на високий рівень механізмів стійкості цих угруповань.

#### 4. Трофічна структура угруповання герпетобіонтів техноземів

Техноземи	Трофоморфи, % від загальної чисельності		
	FF	SF	ZF
Д.-л. гр. на лесоподібних суглинках	19.77	69.58	10.66
Педозем лісопокращений	10.46	32.96	56.58
Педозем	15.98	73.39	10.64
Д.-л. гр. на сіро-зелених глинах	32.11	52.04	15.85
Д.-л. гр. на червоно-бурих глинах	16.34	73.11	10.56
Д.-л. гр. на технічній суміші глин	9.21	84.88	5.91

**Умовні позначки:** д.-л. гр. – дерново-літогенні ґрунти; FF – фітофаги; SF – сапрофаги; ZF – зоофаги

Як правило, ґрунтових сапрофагів пов'язують з процесами гуміфікації органічних решток, а функціональну роль фітофагів асоціюють з мінералізацією органіки. Безумовно, ці два процеси вкрай важливі та ключовою обставиною є їх співвідношення. Утворення гумусу – це квінтесенція ґрунтоутворного процесу, але повне його домінування призводить до утворення малородючого торфу. Мінералізація безпосередньо мобілізує зв'язані в органіці біогенні елементи, але переважання цього процесу може призвести до швидкого вивільнення важливих елементів і винесення їх з ґрунтового профілю що, відповідно, викликає зниження родючості. Таке явище спостерігається у бідних піщаних ґрунтах.

Найбільша частка фітофагів в дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах вказує на високий

рівень активності процесів мінералізації. Цей результат повністю погоджується з тим, що вміст гумусу в цих ґрунтах найменший серед усіх типів техноземів, хоч всі техноземи були утворені одночасно. Сприятливі умови сформовані для гумусоутворення в техноземах на технічній суміші глин та в педоземах.

Таким чином, екоморфічна структура угруповань герпетобіонтів є чутливим індикатором процесів, які відбуваються в техноземах та можуть бути застосовані для віддзеркалення активності екосистемних сервісів. Ценоморфічний вигляд угруповання свідчить про переважання чорноземного типу ґрунтоутворення в техноземах. Компонента палюдантів привертає особливу увагу в зв'язку з тим, що при конструюванні техноземів слід

**Маслікова К. П.**

враховувати ризики обмеження вертикальної міграції води та активізації процесів глеєутворення. Загальний мезофільний вигляд угруповання вказує на сприятливий водний режим, якій формується в техноземах. Також слід відзначити високий потенціал родючості та потенціал трансформації органічної речовини у напрямку накопичення гумусу, що дуже важливо для створення стійких агроecosystem.

### **Висновок**

На дослідженій території γ-різноманіття угруповання герпетобіонтних безхребетних

техноземів становить 235 видів. Угруповання є степовим моноценоценозом та представлене усім різноманіттям ценоморф, яке характерно для регіональної фауни герпетобіонтів. Організація техноземів безпосередньо визначає екологічні режими вологості, які чітко можуть бути індикувані за допомогою гігроморфічних спектрів герпетобію. Трофоценоморфічна структура герпетобіонтів індукує високий рівень потенційної родючості техноземів та потенціал трансформації органічної речовини у напрямку накопичення гумусу.

### **Список використаних джерел**

1. Алеев Ю.Г. Экоморфология / Ю.Г. Алеев. – Киев: Наук. думка, 1986. – 424 с.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – Киев.: Изд-во КГУ, 1950. – 263 с.
3. Вильямс В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1947. – 455 с.
4. Демидов А. А. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография / А.А. Демидов, А.С. Кобец, Ю.И. Грицан, А.В. Жуков. – Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с. DOI: 10.13140/RG.2.1.5175.5040
5. Жуков А. В. Гигроморфы почвенных животных и их диагностическое значение для установления гигротопов / А. В. Жуков // Проблемы экологии и охраны природы техногенного

региона. – Донецк: ДонНУ, 2006. – Вып. 6. – С. 113–130.

6. Жуков О. В. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae): монографія / О.В. Жуков, О.Є. Пахомов, О.М. Кунах. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. – 371 с.

7. Жуков О. В. Екоморфічний аналіз консорцій ґрунтових тварин / О. В. Жуков. – Д.: Вид-во «Свідлер А. Л.». – 2009. – 239 с.

8. Жуков О.В. Екологія техноземів: монографія / О.В. Жуков, Г.О. Задорожна, К. П. Маслікова, К.В. Андрусевич, І.В. Лядська. – Дніпро: Журфонд. – 2017. – 442 с.

9. Жуков О.В. Трофоценоморфи ґрунтових тварин та їх діагностичне значення для встановлення трофотопів / О.В. Жуков. // Вісник Донецького університету, 2007. – Серія А. – С. 277–291.

10. Забалуєв В.О. Роль

Маслікова К. П.

едафотоп в створенні стійких агроєкосистем на рекультивованих землях / В.О. Забалуєв // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Київ. – 2002. – № 58. – С. 197–202.

11. Прокопенко Е. В. Разнообразие герпетобионтных беспозвоночных на экспериментальном участке рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью / О. В. Прокопенко, А. В. Жуков // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону. – 2011. – № 1 (11) – С. 172–187.

12. Прокопенко О. В. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Павуки (Aranei): моногр. / О. В. Прокопенко, О. М. Кунах, О. В. Жуков, О. Є. Пахомов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2010. – 340 с.

13. Сумароков А. М. Восстановление биотического потенциала биогеоценозов при уменьшении пестицидной загрузки / А. М. Сумароков. – Донецк: изд-во «Вебер», 2009. – 193 с.

14. Zhukov A. Spatial heterogeneity of mechanical impedance of a typical chernozem: the ecological approach / A. Zhukov, G. Zadorozhnaya // *Ekológia (Bratislava)*. – 2016. – Vol. 35, No. 3. – P. 263–278.

15. Whittaker R. H. Vegetation of the siskiyou mountains, Oregon and California / R. Whittaker // *Ecological Monographs*. – 1960. – № 30. – P. 279–338.

### Referens

1. Aleev Y.G. (1986). *Ecomorphology*. Kyiv: Naukova Dumka, 424.

2. Belgard A.L. (1950). *Forest vegetation of South-East part of the USSR*. Kiev: Kiev State University, 263 p.

3. Williams V. R. (1947). *Pedology*. Moscow: Selhoozgis, 455.

4. Demidov, A.A., Kobets, A.S., Gritsan, Yu.I., Zhukov, A.V. (2013). *Spatial agricultural ecology and soil recultivation*. Dnepropetrovsk: A.L. Svidler Press, 560 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.5175.5040

5. Zhukov A. V. (2006). *Hygromorphes of the soil animals and their purpose for hygrotopes assessment. The problems of the ecology and Nature conservation of the Technogenic region*, 6, 113–130 (in Russian).

6. Zhukov A. V., Kunakh O. N., Pahomov A. Y. (2007). *Biological diversity of Ukraine. Dnipropetrovsk region. Earthworms (Lumbricidae)*. Dnipropetrovsk: DNU University press, 371 p. (in Ukrainian).

7. Zhukov, A. V. (2009). *The ecomorphic analysis of the soil animals consortia*. Dnipropetrovsk: “Svidler A.L.”, 239 p.

8. Zhukov O.V., Zadorozhna, G.O., Maslikova K.P., Andrushevych K.V., Lyadskaya I.V. (2017). *Tehnosols Ecology: Monograph*. Dnipro: Zhurfond, 442 p.

9. Zhukov A. V. (2007). *Soil animal trophocoenomorphes and their diagnostic importance for gygrotops indicating*. *Visnyk of Donetsk University. A. Natural Science*, 277–291.

10. Zabaluyev V.A. (2002). *Edafotop role in creating sustainable agro-ecosystems on reclaimed lands*. *Scientific Bulletin of National Agricultural University*, 58, 197–202.

11. Prokopenko E. V., Zhukov A. V. (2011). *The diversity of the*

Маслікова К. П.

herpetobiont invertebrates community on the recultivation experimental site on the soil destroyed by the mining. Problem of Ecology and Nature Protection of the Technogenic Region, 1 (11), 172–187.

12. Prokopenko O. V., Kunah O. M., Zhukov O. V. & Pakhomov A. E. (2010). Biological diversity of Ukraine. Dnipropetrovsk region. Spiders (Aranei). Dnipropetrovsk: DNU, 340 p. URL: <http://www.zoology.dp.ua/zhukov.html>.

13. Sumarokov A. M. (2009).

Restoring biotic potential biogeocenosis while reducing pesticide loads. Donetsk: "Weber", 193 p.

14. Zhukov A., Zadorozhnaya G. (2016). Spatial heterogeneity of mechanical impedance of a typical chernozem: the ecological approach. Ekológia (Bratislava), 35 (3), 263–278.

15. Whittaker R. H. (1960). Vegetation of the siskiyou mountains, Oregon and California. Ecological Monographs, 30, 279–338.

**ЭКОМОРФИЧЕСКАЯ  
СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ  
ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ  
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ  
ТЕХНОЗЕМОВ  
НИКОПОЛЬСКОГО  
МАРГАНЦЕВОРУДНОГО  
БАССЕЙНА**

**Е. П. Масликова**

*Аннотация.* С помощью экоморфического подхода установлены особенности структуры сообществ герпетобиионтных беспозвоночных техноземов, которые сформировались в результате многолетней сельскохозяйственной рекультивации земель Никопольского марганцеворудного бассейна. Показано, что на исследованной территории  $\gamma$ -разнообразии сообщества герпетобиионтных беспозвоночных техноземов составляет 235 видов. Сообщество является степным моноценозом и представлено всем спектром ценоморф, который характерен для региональной фауны герпетобиионтов. Организация техноземов непосредственно определяется экологическим режимом влажности, который четко может быть индицирован с помощью

гигроморфических спектров герпетобии. Трофоценоморфическая структура герпетобиионтов индицирует высокий уровень потенциального плодородия техноземов и потенциал трансформации органического вещества в направлении накопления гумуса.

*Ключевые слова:* герпетобиионты, рекультивация, экоморфы, гигроморфы, ценоморфы, трофоморфы, биоиндикация

**ECOMORPHIC COMMUNITY  
STRUCTURE OF THE  
HERPETOBIONT  
INVERTEBRATES OF NIKOPOL  
MANGANESE ORE BASIN  
TEHNSOLS**

**K. P. Maslikova**

*Abstract.* Features of the community structure herpetobiont invertebrates were found with the ecomorphic approach from tehnsols formed as a result of many years of agricultural land reclamation in Nikopol manganese ore basin. It is shown that in the study area  $\gamma$ -diversity of the herpetobiont invertebrates community is 235 species. Community is a steppe monocoenosis and presented the entire spectrum of

**Маслікова К. П.**

*ceonomorphes, which is typical for the regional herpetobiont fauna. Technosol organization is directly determined by environmental humidity mode, which can clearly be indicated via gigromorphic herpetobiont spectra. Trofotsenomorfic gerpetobiont community structure indicates a high level of potential fertility potential of the tehnosols and transformation of organic matter into humus accumulation direction.*

**Keywords:** *herpetobionts, reclamation, ecomorphs, gigromorphs, ceonomorphes, trophomorphes, bioindication*

Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І.  
УДК 51-76:581.522.6+582.795

**СТАН ЛОКАЛЬНОЇ ПОПУЛЯЦІЇ *TILIA PLATYPHYLLOS* SCOP.  
ТА МОДЕЛЮВАННЯ ІНВАЗІЙНОСТІ АДВЕНТИВНОГО ВИДУ  
У ПАРКОВІЙ ЗОНІ МІСТА ДНІПРО.<sup>1</sup>**

**Ю. В. ЛИХОЛАТ**, доктор біологічних наук, професор

**Н. О. ХРОМИХ**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

**О. О. ДІДУР**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

**І. А. ІВАНЬКО**, кандидат біологічних наук, директор НДІ біології

**А. А. АЛЕКСЄЄВА**, здобувач, провідний інженер

**М. І. НЕДЗВЕЦЬКА**, студентка

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

E-mail: ann.alekseeva21@gmail.com

---

<sup>1</sup> Дослідження виконано за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень України (проект № Ф76/103-2017)

ЛихолатЮ. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І.

**Анотація.** Зважаючи на виявлено популяцію насінневого континентальний характер походження липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) у насадженнях із регіонального клімату широколистої липи у насадженнях із свіжими гігромами на лучно-чорноземних ґрунтах із високою трофністю. Розроблено математичну модель розвитку популяції насінневого походження липи широколистої в антропогенно-трансформованих екотопах на території парку «Дружби народів» та прогнозовано збереження тенденції росту інвазійності липи широколистої за умов подальших змін клімату у регіоні.

**Ключові слова:** адвентивні рослини, інвазійність, кліматичні зміни, насінневе відтворення, липа широколиста, *Tilia platyphyllos* Scop.

**Актуальність.** Значні темпи деградації природних екосистем на території промислового міста призводять до зміни фітоценозів [1] та зооценозів [2, 3, 4], що негативно впливає на здоров'я людини [5]. При цьому постійні інвазії чужорідних видів у природні співтовариства привертають увагу дослідників до проблеми антропогенної трансформації флори [6]. Наслідки появи в фітоценозах інвазійних видів рослин численні і носять екологічний, економічний і соціальний характер. Процеси проникнення організмів на нові території давно набули глобального значення і нерідко провокують важкі наслідки для природних екосистем, в першу чергу, погрожуючи збереженню біорізноманіття на всіх його рівнях

[7]. На сьогодні проблема фітоінвазій гостро постала у всьому світі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одними з місць найбільшої концентрації чужорідних та інвазійних видів рослин є урбанізовані території, в яких процеси інвазій проявляють себе специфічно, відрізняючись від інвазій природних угруповань [8]. Міжнародним документом, що регулює зусилля світової спільноти щодо збереження біорізноманіття та контролю інвазій, стала Конвенція ООН Про біорізноманіття (1992), ратифікована Україною в 1994 р Конвенція закликає до запобігання інвазій, контролю або знищення тих чужорідних видів, які загрожують екосистемам, місцям мешкання, угрупованням і видам. Необхідність запобігання інвазій,

Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І. контролю і стримування інвазійних широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) чужорідних видів відображені в Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція, 1979), ратифікованої Україною у 1999 році [9].

Зростання інвазійності адвентивних видів створює додаткову загрозу для місцевої флори, а саме: зростання ризиків зникнення видів, зниження їх щільності; істотні зміни генетичної структури популяцій нативних видів, філогенетичного і таксономічного різноманіття, продуктивності екосистем. Кліматичні зміни в напрямку підвищення температури і посушливості – один із ключових факторів ініціації інвазійних процесів [10]. Нині вже існують свідчення того, що флуктуації клімату останніх десятиліть виявились сприятливими для деяких адвентивних видів і дозволили їм розповсюджуватися у регіонах, де раніше вони не мали шансів на виживання й відтворення. У попередніх дослідженнях нами було виявлено насінневе розповсюдження декількох адвентивних деревних видів у природних лісових масивах і штучних насадженнях у Степовому Придніпров'ї, що свідчить про одночасну ініціацію їх інвазійності й посилює загрозу природному біорізноманіттю [11].

Тому метою дослідження було прогнозування інвазійних процесів адвентивного деревного виду липи

широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.) для обґрунтування заходів стосовно їх контролю за умов подальших кліматичних змін у Степовому Придніпров'ї.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проведені у 2017 р. польовим маршрутним методом паркової зони м. Дніпро (на прикладі парку «Дружби народів» (48°31'57.90"N 35°05'53.12"E). Парк площею 93 га по суті є штучним лісовим масивом зі спонтанно прокладеними стежками, без елементів паркового благоустрою, асфальтованих алей, що створює ілюзію природного лісу. Клімат регіону дослідження характеризується частими періодами посухи, високою температурою і низькою вологістю повітря, дефіцитом вологи в ґрунті та суховіями влітку. Середньорічна сума атмосферних опадів, яка складає 472 мм, у різко посушливі роки знижується до 250 мм, а інтенсивність випаровування вологи перевищує кількість опадів у 2–3 рази. Об'єкт дослідження – популяція адвентивного виду липи широколистої (*Tilia platyphyllos* Scop.). Згідно із загальноприйнятими підходами [12], адвентивними вважали такі види, які внаслідок діяльності людини розселялись у регіонах, де раніше були відсутні. Визначення інвазійності адвентивних рослин проводили за критерієм [13], згідно з яким інвазійними вважали натуралізовані у регіоні види, що виявили

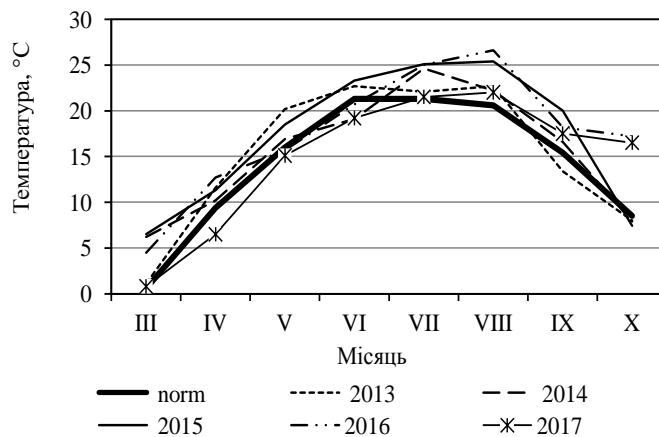
ЛихолатЮ. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І. спроможність до розселення на далекі відстані від материнських рослин. Математичну модель процесу інвазії локальної популяції *T. platyphyllos* будували згідно уявлень про випадкові події та величини, які покладено в основу теорії ймовірностей і математичної статистики [14].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У сучасних наукових дослідженнях математичне моделювання займає велике місце, що пояснюється загальним прогресом науки. Сьогодні моделі застосовуються для дослідження систем різної складності і природи (в тому числі і біологічної). У всіх випадках моделювання проводять для досягнення однієї з двох цілей: або для прогнозування поведінки різних об'єктів, або для оптимізації їх функціонування.

Найважливішим етапом нашого дослідження було прогнозування

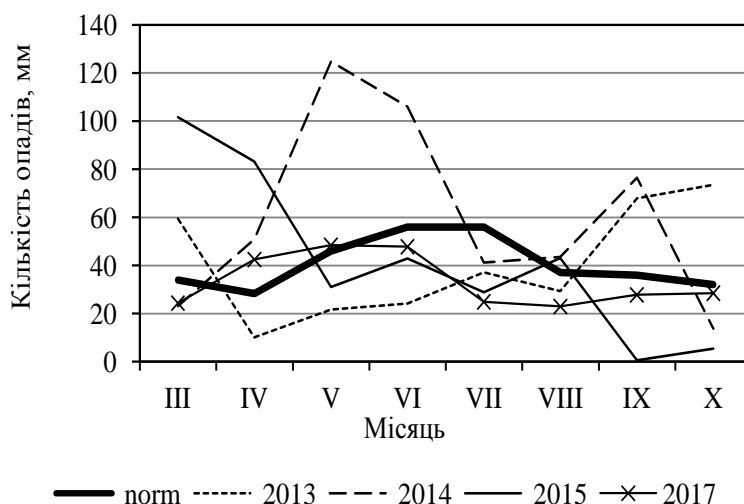
темтів інвазійних процесів, які виявляє локальні популяції насінневої порослі в'яза низького на території будівельних майданчиків. Для цього ми застосували методи регресійного аналізу, процедури якого дозволяють з'ясувати аналітичний вираз зв'язку двох змінних у вигляді аналітичного виразу.

Беручи до уваги той факт, що більшість досліджень кліматичних змін орієнтована на наслідки підвищення температури [10], у нашій роботі проведено порівняльний аналіз температурного режиму, кількості опадів та посушливих діб (рівень відносної вологості нижче 30 %) протягом вегетації рослин за період з 2013 по 2017 рік. За основу брали дані Гідрометеослужби у Дніпропетровській області. Флуктуації температури протягом останніх років реєстрували у відношенні до кліматичної норми відповідно до показника (рис. 1–2).



**Рис. 1. Флуктуації температури повітря (порівняно з нормою)**

Примітка : norm – температурна норма



**Рис. 2. Динаміка кількості опадів (порівняно з нормою)**

Примітка. norm – норма кількості опадів

Аналітичну залежність кількості рослин липи широколистої (*T. platyphyllos*), які виростили за певний час на території парку «Дружби народів» можна описати поліноміальним рівнянням другого ступеня

$$y = 0,017x^2 + 0,250x + 2006 \quad (R^2 = 50,1 \%),$$

або лінійною регресією

$$y = 0,579x + 2005 \quad (R^2 = 49,0 \%; r = 0,70, p = 0,011)$$

де  $y$  – кількість рослин, екземпляри;  $x$  – рік дослідження.

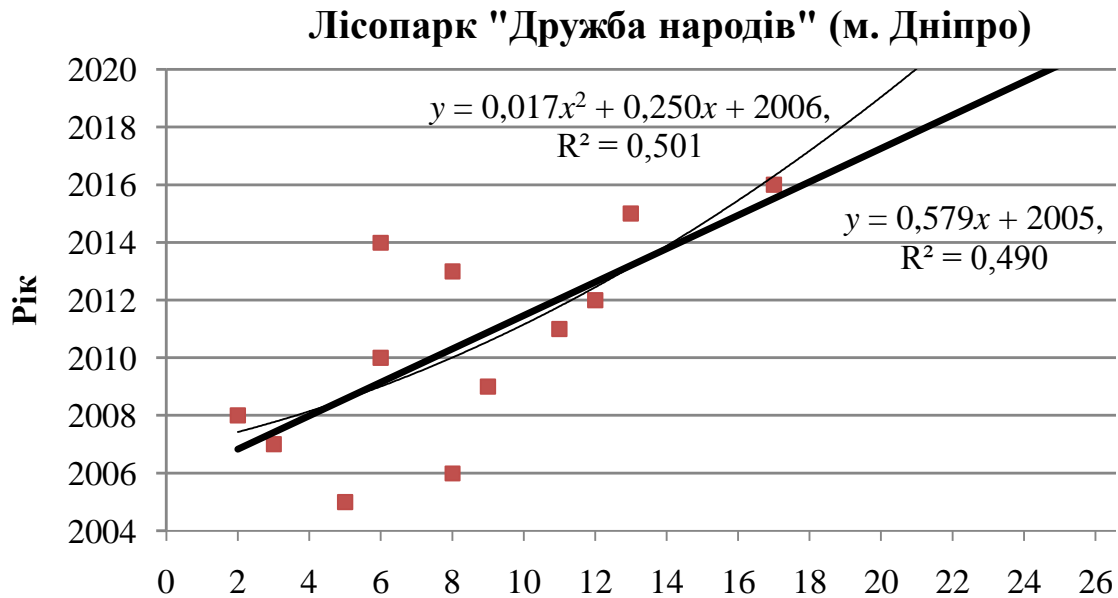
Серед інших видів простих регресійних моделей ми обрали лінійну модель, оскільки порівняно з іншими моделями вона (згідно принципу Оккама) найпростіша для інтерпретації та має близькі статистичні оцінки до інших простих регресійних моделей (експоненціальна, логарифмічна), хоча

її можливість апроксимації не висока (коефіцієнт детермінації дорівнює 49,0 %). Поліноміальна модель другого ступеня має дещо вищий коефіцієнт детермінації ( $R^2 = 50,1 \%$ ), тому можна для описання темпів інвазії липи широколистої також залучити для прогнозу оцінки інвазії липи широколистої за умов збереження тенденції кліматичних змін, зокрема за умов підвищення температур повітря порівняно з кліматичною нормою.

На графічному зображенні запропонованих математичних моделей залежності кількості рослин, які виростили за певний час на території дослідженого парку, реалізовано прогноз до 2020 року як для поліноміальної, так і для лінійної моделі (рис. 3).

Аналіз вищенаведених графічних моделей свідчить, що незалежно від їх

ЛихолатЮ. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І. математичного вигляду чисельність збільшенням значень кліматичних рослин липи широколистої останні 19 показників порівняно з кліматичною років постійно збільшується. нормою. Тобто тенденція подальшої Очевидно, що збільшення темпів інвазії липи широколистої згідно інвазійних процесів цього деревного прогнозної оцінки зберігається до виду також позитивно корелює зі 2020 року.



**Рис. 3. Емпіричний та теоретичний розподіл кількості рослин липи широколистої (*T. platyphyllos*) по роках в урбоєкосистемі (парк “Дружби народів”, м. Дніпро)**

Примітка: Лінія зі звичайним суцільним нарисом – графік, побудований за поліноміальною моделлю, лінія зі збільшеною товщиною – графік, побудований за лінійною моделлю, квадрати – емпіричні дані.

**Висновки і перспективи.** чисельність особин локальної Досліджена локальна популяція популяції насінневої порослі липи насінневого походження липи широколистої (*T. platyphyllos*) на території парку «Дружби народів» (м. Дніпро) має тенденцію до зростання широколистої (*T. platyphyllos*) виявляє усі ознаки інвазійності: знаходиться на значній відстані від потенційних материнських рослин, складається з молодих віргінільних особин, чисельність яких поступально збільшується протягом останніх 10–15 років. Згідно запропонованої регресійної моделі темпів фітоінвазій (лінійна апроксимація) у 2020 році чисельність локальної популяції насінневої порослі *T. platyphyllos* на території лісопарку «Дружби народів» збільшиться відповідно в 2,8 і 1,5 рази порівняно з 2009 та 2016 роками.

**Список використаних джерел**

1. Alexeyeva A. A., Lykholat Yu. V., Khromykh N. O., Kovalenko I. M., Boroday E. S. The impact of pollutants on the antioxidant protection of species of the genus *Tilia* at different developmental stages. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 2016. Vol. 24, No. 1. P. 188–192.
2. Kul'bachko Y.L., Didur O.O., Loza I.M., Pakhomov O.E., Bezrodnova O.V. Environmental aspects of the effect of earthworm (Lumbricidae, Oligochaeta) tropho-metabolic activity on the pH buffering capacity of remediated soil (steppe zone, Ukraine). *Biology Bulletin.* 2015. Vol. 42, No. 10. P. 899–904.
3. Andrushevich K. V., Nazarenko M. M., Lykholat T. Yu., Grygoryuk I. P. Communities of soil invertebrates in the context of application of the traditional agriculture technology. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. Vol. 8, No 1. P. 33–40.
4. Lykholat O. A., Grigoryuk I. P., Lykholat T. Y. Metabolic effects of alimentary estrogen in different age animals. *Annals of Agrarian Science.* 2016. Vol. 14, No. 4. P. 335–339.
5. Yermishev O, Lykholat T., Lykholat O. Effect of alimentary synthetic estrogen on cell compensatory mechanisms in rats of different ages. *Biologia.* 2017. Vol. 63, No. 2. P. 152–159.
6. Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Hennekens S., Biurrun I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J. S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée J. H. J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J.-C., Kačaki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgenuth T., Onyshchenko V., Pyšek, P. Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions.* 2017. Vol. 23, No. 9. P. 969–981.
7. Foxcroft L. C., Pyšek P., Richardson D. M., Genovesi P., MacFadyen S. Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. *Biological Invasions.* 2017. Vol. 19, No. 5. P. 1353–1378.
8. Gaertner M., Wilson J. R. U., Cadotte M.W., MacIvor J. S., Zenni R. D., Richardson D. M. Non-native species in urban environments: patterns, processes, impacts and challenges. *Biological Invasions.* 2017. Vol. 19, No. 12. P. 3461–3469.
9. Бурда Р. И. Европейская политика ботанических садов по инвазивным чужеродным видам. *Промышленная ботаника.* 2014. № 14. С. 3–14.
10. Bahuguna R. N., Jagdish K. S. V. Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and Experimental Botany.* 2015. No. 111. P. 83–90.
11. Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Іванько І. А., Матюха В. Л., Кравець С. С., Дідур О. О., Алексєєва А. А., Шупранова Л. В. Оцінка і прогноз інвазійності деяких адвентивних рослин за впливу кліматичних змін у Степовому Придніпров'ї. *Biosystem Diversity.* 2017. Т. 25, № 1. С. 52–59.
12. Blackburn T. M., Essi F., Evans T., Hulme P. I., J. Jeschke M. A

- Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвецька М. І. unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLoS Biol* . 2014. Vol. 12, No.5. P. 36–49. doi: 10.1016/j.aasci.2016.09.012
13. Richardson D. M., Pyšek P., Redjmanek M., Barbour N. G., Panetta F. D. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity & Distributions*. 2000. No. 6. P. 93–107.
14. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник / В. В. Богобоящий та ін. К.: Центр навч. літ-ри, 2004. 216 с.
- References**
1. Alexeyeva, A. A., Lykholat, Yu. V., Khromykh, N. O., Kovalenko, I. M., Boroday E. S. (2016) The impact of pollutants on the antioxidant protection of species of the genus *Tilia* at different developmental stages. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.*, 24(1), 188–192. doi: 10.15421/011623.
2. Kul'bachko, Y.L., Didur, O.O., Loza, I.M., Pakhomov, O.E. & Bezrodnova, O.V. (2015). Environmental aspects of the effect of earthworm (Lumbricidae, Oligochaeta) tropho-metabolic activity on the pH buffering capacity of remediated soil (steppe zone, Ukraine). *Biology Bulletin*, 42(10), 899–904. doi: 10.1134/S1062359015100088
3. Andrushevich K.V. , Nazarenko M.M. , Lykholat T.Yu., Grygoryuk I.P. (2018). Communities of soil invertebrates in the context of application of the traditional agriculture technology. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 33–40. doi: 10.15421/2017\_184.
4. Lykholat, O. A., Grigoryuk, I. P., Lykholat, T. Y. (2016). Metabolic effects of alimentary estrogen in different age animals. *Annals of Agrarian Science*, 14 (4), 335–339. doi: 10.6001/biologija.v63i2.3526
5. Yermishev, O., Lykholat, T., Lykholat, O. (2017). Effect of alimentary synthetic estrogen on cell compensatory mechanisms in rats of different ages. *Biologia*, 63 (2), 152–159. doi: 10.6001/biologija.v63i2.3526.
6. Wagner, V., Chytrý, M., Jiménez-Alfaro, B., Pergl, J., Hennekens, S., Biurrun, I., Knollová, I., Berg, C., Vassilev, K., Rodwell, J. S., Škvorc, Ž., Jandt, U., Ewald, J., Jansen, F., Tsiripidis, I., Botta-Dukát, Z., Casella, L., Attorre, F., Rašomavičius, V., Čušterevska, R., Schaminée, J. H. J., Brunet, J., Lenoir, J., Svenning, J.-C., Kački, Z., Petrášová-Šibíková, M., Šilc, U., García-Mijangos, I., Campos, J. A., Fernández-González, F., Wohlgemuth, T., Onyshchenko, V. & Pyšek, P. (2017). Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions*, 23(9), 969–981. doi: 10.1111/ddi.12592
7. Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., Genovesi, P. & MacFadyen S. (2017). Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. *Biological Invasions*, 19(5), 1353–1378. doi: 10.1007/s10530-016-1367-z
8. Gaertner, M., Wilson, J. R. U., Cadotte, M. W., MacIvor, J. S., Zenni, R. D. & Richardson, D. M. (2017). Non-native species in urban environments: patterns, processes, impacts and challenges. *Biological Invasions*, 19(12), 3461–3469. doi: 10.1007/s10530-017-1598-7
9. Burda, R. I. (2014). European Botanic Gardens Policy on Invasive Alien Species [Evropejskaia politika botanicheskikh sadov po uznavaemym

- Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексеева А. А., Недзвецка М. І. chuzherodnym vidam]. Promyshlennaia botanika, 14. P. 3–14.
10. Bahuguna, R. N., Jagadish K. S. V. (2015). Temperature regulation of plant phenological development. Environmental and Experimental Botany, 111, 83–90. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.10.007>
11. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivan'ko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A. A., Shupranova, L. V. (2017). Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. Biosystems Diversity, 25(1), 52–59. doi: 10.15421/011708
12. Blackburn, T. M., Essi, F., Evans, T., Hulme, P. I., Jeschke, J. M. (2014). A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. PRO S Biol., 12 (5), 36–49.
13. Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D. and West, C.J. (2000) Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. Diversity Distribution, 6, 93–107. doi: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x
14. Bohoboishchyi, V. V. (2004). Pryntsypy modeliuvannia ta prohozuvannia v ekolohii [Principles of Modeling and Forecasting in Ecology]. Tsentr navch. lit-ry, 216.

**СОСТОЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ  
ПОПУЛЯЦИИ  
TILIA PLATYPHYLLOS SCOP. И  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ИНВАЗИЙНОСТИ  
АДВЕНТИВНОГО ВИДА В  
ПАРКОВОЙ ЗОНЕ ГОРОДА  
ДНИПРО**

**Ю. В. Лихолат, Н. А. Хромых,  
О. А. Дидур, И. А. Иванько,  
А. А. Алексеева, М. И. Недзвецкая**

**Аннотация.** Учитывая континентальный характер регионального климата Днепропетровской области, можно ожидать, что его изменения в направлении усиления черт аридности должны быть важным фактором влияния на границы распространения растительных видов. Сделано предположение, что некоторые древесные растительные виды могли получить преимущества для выживания и расселения на

территории Степного Приднепровья в условиях климатических изменений последних десятилетий. Исследовано локальные популяции инвазионных адвентивных древесных видов на территории парка «Дружбы народов», расположенного в левобережной части города Днипро. Выявлено популяцию семенного происхождения липы крупнолистной (*Tilia platyphyllos* Scop.) в насаждениях со свежими гигротопами на лугово-черноземных почвах с высокой трофностью. Разработано математическую модель развития популяций семенного происхождения липы крупнолистной в антропогенно-трансформированных экотопах на территории парка «Дружбы народов» и спрогнозировано сохранение тенденции роста инвазивности липы крупнолистной в условиях дальнейших изменений климата в регионе.

ЛихолатЮ. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Іванько І. А., Алексєєва А. А., Недзвєцька М. І.

**Ключевые слова:** адвентивные растения, инвазивность, климатические изменения, семенное воспроизведение, липа крупнолистная, *Tilia platyphyllos Scop.*

**STATE OF *TILIA PLATYPHYLLOS SCOP.* LOCAL POPULATION AND SIMULATION OF ALIEN SPECIES INVASIVENESS IN THE PARKLAND OF THE CITY OF DNIPRO**

**Y. V. Lykholat, N. O. Khromykh,  
O. O. Didur, I. A. Ivan'ko,  
A. A. Alexeyeva, M. I. Nedzvetska**

**Abstract.** *The continental nature of the regional climate of the Dnipropetrovsk region and its change in the direction of raising the arid characteristics are an important factor, which affects the boundaries of plant species distribution. It was suggested that changes in rainfall, increasing*

*temperatures and drought risks may affect plant species distribution and community composition on the territory of the Steppe Dnieper over the last decades. The study covered the local populations of invasive alien woody plant species at the territory of "Peoples' Friendship Park" in left-bank district of the city of Dnipro. The seed-originated populations of the introduced species large-leaved linden (*Tilia platyphyllos Scop.*) have been discovered in areas with moist soil. Mathematic modeling growth of the seed-originated populations of large-leaved linden at the territory of "Peoples' Friendship Park" allowed predicting maintenance of the tendency for increase of the given species providing further climatic variations in the region.*

**Keywords:** *adventitious plants, invasiveness, climate change, seed reproduction, large-leaved linden, *Tilia platyphyllos Scop.**

**ЯК УНИКНУТИ ПЛУТАНИНИ ПІД ЧАС ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ  
РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАНЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПРИДАТНОСТІ  
МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ ПРИ ВИКОНАННІ ВИМОГ СТАНДАРТУ  
ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 В АКРЕДИТОВАНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ**

**В. М. ШАПОШНІК**, кандидат ветеринарних наук,

**Т. П. КОЛЕСНИКОВА**,

**К. О. СОРОКОЛЄТОВА**, молодший науковий співробітник,

**О. В. БЛОХІН**

*Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК, Національний  
університет біоресурсів та природокористування України*

E-mail: [shaposhnik\\_v@ukr.net](mailto:shaposhnik_v@ukr.net)

**Анотація.** В даній статті об'єктивно проаналізовані проблеми, що виникають в процесі діяльності сучасної акредитованої лабораторії при реалізації вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 в частині забезпечення якості результатів випробувань та валідації методів випробувань. Розглянуто характерні особливості цих елементів системи управління, їх основні відмінності, а також помилки, що найбільш часто зустрічаються при застосуванні даних інструментів якості на практиці. Описано необхідність чіткого розмежування понять і критеріїв для оцінювання при виконанні пунктів 7.2, 7.6 і 7.7 стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017. Серед найбільш впливових складових, що дозволяють досягнути цієї мети, можливо по праву вважати такі інструменти управління якістю, як оцінювання придатності методів

випробувань та забезпечення якості результатів випробувань. На допомогу фахівцям лабораторії наведено практичні матеріали – приклади конкретних вимог міжнародних і європейських законодавчих документів, порівняльні таблиці, зразки внутрішніх документів лабораторії та ін. Слід відмітити також, що необхідно відрізняти критерії ефективності методу від інструментів, за допомогою яких ці критерії встановлюються та перевіряються. Отже, методи мають бути ефективними, їх характеристики - відповідними, а результати випробувань - гарантовано точними та достовірними.

**Ключові слова:** стандарт, управління, якість, оцінка, лабораторія, придатність, результат, випробування

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

**Актуальність.** На сьогодні одним із пріоритетних завдань нашої країни в агропромисловій галузі є забезпечення ефективної системи контролю за якістю та безпечністю харчової продукції, визнання результатів її випробувань на національному та міжнародному рівні.

Ключовим елементом діяльності сучасних лабораторій є акредитація на відповідність вимогам стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 (далі – Стандарт) [2]. З одного боку – для споживачів – акредитація гарантує достовірність та якість результатів, отриманих лабораторією. А з другого боку – для самої лабораторії – це постійна відповідь на власні сумніви. Сумніви про щоденну відповідність діяльності лабораторії вимогам стандарту, сумніви про забезпечення достовірності результатів власних випробувань, сумніви про досягнення необхідної точності вимірювань. Сумніви дозволяють аналізувати ситуацію або нову інформацію, сприяючи тим самим розвитку вперед, а це прерогатива лабораторій, прогресуючих в позитивному напрямку; вони відкривають дорогу до подвійного самоконтролю. І тут як раз постає наше з вами завдання зробити так, щоб результатом цих сумнівів була не безвихідь, а підтвердження ефективності діяльності і як кінцевий результат – точні і достовірні результати випробувань. Серед найбільш впливових складових, що дозволяють досягнути цієї мети, можливо по праву вважати такі інструменти управління якістю, як оцінювання придатності методів випробувань та забезпечення якості результатів випробувань. Вимоги до

зазначених інструментів якості регламентовані пунктами 7.2 та 7.7 стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 відповідно.

**Мета статті.** В практичній діяльності дуже часто виникають питання, як правильно виконати ці пункти стандарту та уникнути плутанини при цьому. Тому що, як показує практика, лабораторії найчастіше обмежуються одними і тими ж процедурами для виконання зазначених вимог.

Це відбувається з кількох причин:

- 1) нерозуміння стандарту (цілей та завдань);
- 2) навмисне полегшення свого «побуту».

Як результат, при оцінці компетентності лабораторії виявляються невідповідності і при діяльності з оцінювання придатності методів (п. 7.2), і при забезпеченні якості випробувань (п. 7.7). Тобто, жоден з цих пунктів стандарту до кінця не виконується. Це не те, до чого прагне акредитована лабораторія. Все, що виміряне, каліброване, перевірено та випробувано – все повинно бути зроблено компетентно.

Лабораторія повинна пам'ятати, що отримання акредитації – це виконання завдання, а підтримання акредитації – це досягнення лабораторії. Тому, від маленьких завдань до величезних вершин цих досягнень ми і рушимо далі.

**Виклад основного матеріалу.** Отже, оцінювання придатності методів випробувань – це ті завдання, які встають перед лабораторією під час впровадження нових методів випробувань, нових прийомів лабораторної діяльності, нового

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

сучасного устаткування. Як правило після проведення цієї роботи перед лабораторією встає потреба отримання нової акредитації або розширення сфери акредитації. На відміну від оцінювання придатності методів випробувань - забезпечення якості результатів випробувань – це інструменти підтримки вже діючої акредитації. Більш наглядно характеристики, що відрізняють процес оцінювання придатності методів від процесу забезпечення якості результатів випробування наведені в таблиці 1.

**1. Характеристики, що відрізняють процес валідації методів від процесу забезпечення якості результатів випробування.**

ДСТУ ISO/IEC 17025:2017	
7.2 Валідація методів	7.7 Забезпечення достовірності результатів
Процес дискретний, а саме: проводиться за потребою	Процес постійний, безперервний
Планування здійснюється після отримання конкретного завдання на оцінювання придатності методу, що впроваджується	Планування здійснюється наприкінці поточного року на рік наступний, з урахуванням всіх методів, згідно сфери акредитації
Процес, який має початок та кінець	Процес без початку та без кінця
Застосовується для нових розроблених або модифікованих методів	Застосовується для всіх методів випробування, що використовуються лабораторією
Має остаточний висновок щодо придатності до цільового використання	Має проміжні результати контролювання якості
Встановлює метрологічні характеристики методу та підтверджує виконання конкретних вимог до специфічного цільового використання методів	Підтверджує виконання встановлених метрологічних характеристик методу
Залучається більш підготовлений та кваліфікований персонал лабораторії	Приймають участь всі фахівці, які виконують рутинні завдання щодо випробувань

Але, щоб зовсім стало зрозуміло, ми зупинимося на кожному з питань окремо. **Отож, «Оцінювання придатності методів» ДСТУ ISO/IEC 17025:2017.** Як було зазначено раніше, у відповідності з вимогами стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 оцінюванню придатності до цільового використання підлягають всі методи, що розроблені або модернізовані лабораторією. Поняття «придатний

до цільового використання» означає, чи відповідає такий метод мінімальним вимогам до нього чи ні. Як це визначити? Найбільш об'єктивним та доказовим способом (а стандарт ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 вимагає саме надання «об'єктивних доказів») є визначення характеристик методу у тому числі і метрологічних (їх ще називають у спеціальній літературі «критерії ефективності») та порівняння цих

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

характеристик з вимогами, встановленими в законодавчих, нормативних, регулятивних документах. Так, законодавством може бути встановлена норма на такий контрольований параметр як «вміст аналіту» у конкретному продукті, а новий метод для того, щоб бути «придатним до цільового використання», повинен мати межу кількісного визначення нижче, ніж встановлений законодавством рівень. Слід підкреслити, що найчастіше межа визначення (для кількісних методів) або межа виявлення (для якісних) є найбільш важливою характеристикою під час вибору методу. Інші характеристики (критерії ефективності) будуть залежати від конкретного виду випробувань – для методів атомної абсорбції одні, для хроматографії інші. Деякі міжнародні організації такі, як Кодекс Аліментаріус та Європейський Союз, використовують для регулятивних цілей так званий «критеріальний підхід» до вибору методів. Тобто, ці організації встановлюють не конкретні методи для цілей офіційного контролю, а мінімальні критерії, яким повинні відповідати методи, що можуть

використовуватися для контролю. Це дає лабораторіям більше свободи. При цьому «придатність до використання» буде означати, що характеристики вибраного методу будуть більш точними, ніж мінімальні значення, встановлені у відповідній Настанові, наприклад, Директиві ЄС. В таблиці 2 представлені приклади вимог Європейських керівних документів до характеристик (критеріїв ефективності) методів, які можуть використовуватись для офіційного контролю і які повинні бути визначені для нового методу під час його валідації або оцінки придатності. В рамках законодавства ЄС загальні вимоги до аналітичних методів, які можуть використовуватись для контролю харчових продуктів тваринного походження, встановлені в Рішенні Комісії № 2002/657/ЄС [3].

Вимоги щодо критеріїв ефективності для методів аналізу атомної абсорбції під час визначення свинцю, кадмію, ртуті та неорганічного олова, встановлені в Регулюванні Комісії (ЄС) № 333/2007 від 28.03.2007 – [4].

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

**2. Приклади вимог Європейських керівних документів до характеристик (критеріїв ефективності) методів, які можуть використовуватись для офіційного контролю і які повинні бути визначені для нового методу під час його валідації або оцінки придатності**

Характеристика	Значення
Межа виявлення	Для неорганічного олова менше ніж 5 мг/кг. Для інших елементів менше ніж одна десята максимального рівня, зазначеного в Регулюванні (ЄС) № 1881/2006, за винятком, якщо максимальний рівень для свинцю – менше ніж 100 мкг/кг. Для останнього, менше ніж одна п'ята максимального рівня.
Межа кількісного визначення	Для неорганічного олова менше ніж 10 мг/кг. Для інших елементів менше ніж одна п'ята максимального рівня, зазначеного в Регулюванні (ЄС) № 1881/2006, за винятком, якщо максимальний рівень для свинцю – менше ніж 100 мкг/кг. Для останнього, менше ніж дві п'ятих максимального рівню.
Прецизійність (повторюваність та відтворюваність)	Значення HORRAT <sub>T</sub> або HORRAT <sub>R</sub> менше ніж 2
Повернення (правильність)	-
Специфічність	Вільний від матричних або спектральних впливів

Вимоги щодо критеріїв в Регулюванні Комісії (ЄС) № ефективності для методів аналізу 401/2006 від 23.02.2006 [5]. мікотоксину зераленону, встановлені

Характеристика	Значення
Рівень $\leq 50$ мкг/кг	
Прецизійність:	
- повторюваність	RSD $\leq 40$ %
- відтворюваність	RSD $\leq 50$ %
Повернення (правильність)	60-120 %
Рівень $> 50$ мкг/кг	
Прецизійність:	
- повторюваність	RSD $\leq 25$ %
- відтворюваність	RSD $\leq 40$ %
Повернення (правильність)	70-120 %

Вимоги щодо критеріїв залишків пестицидів, встановлені в ефективності для методів аналізу Документі SANTE /11813/2017 [6].

ПАРАМЕТР	ЩО/ЯК	КРИТЕРІЙ
Чутливість / лінійність	Перевірка лінійності для п'яти вимірювань	коефіцієнт повернення
Матричний ефект	Порівняння вимірювань за аналітстандартом та матричним стандартом (внутрішнім)	У разі більше ніж 20% потребує калібрування в матрицю
Межа кількісного визначення (LOQ)	Найнижчий рівень спайку ( піку) відповідає критеріям ефективності методу для достовірності та точності	$\leq \text{MRL}$
Селективність	Відгук blank у чистому реагенті та порожньому контрольному зразку (blank sample)	$\leq 30\% \text{ of RL}$
Достовірність	Середнє число повернення для кожного рівня випробувань	70-120%
Точність (RSD% середнє квадратичне відхилення)	Повторюваність RSD% для кожного рівня випробувань Внутрішньо - лабораторна відтворюваність	$\leq 20\%$
Час утримання		$\pm 0.1 \text{ min}$

Слід відмітити також, що підтвердження та керування необхідно відрізнити критерії характеристиками методами. ефективності методу від інструментів, Приклади деяких інструментів, які за допомогою яких ці критерії можуть використовуватись для встановлюються та перевіряються. встановлення та оцінювання критеріїв Так, деякі лабораторії представляють ефективності методів, наведені в як критерій ефективності карти таблиці 3.

Шухарта тоді, як це є інструментом

### 3. Приклади деяких інструментів, які можуть використовуватись для встановлення та оцінювання критеріїв ефективності методів.

Критерій ефективності	Приклади інструментів для встановлення та оцінювання
Лінійність	Стандартні розчини з концентрацією в діапазоні вимірювань
Повторюваність*	Атестовані (сертифіковані) матеріали, внутрішні контрольні зразки, зразки з добавкою, які досліджуються в умовах повторюваності згідно з вимогами ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 - один оператор, один метод, одне устаткування, одні умови, найменш короткий проміжок часу [1]
Відтворюваність внутрішньолабораторна*	Атестовані (сертифіковані) матеріали, внутрішні контрольні зразки, зразки з добавкою, які досліджуються в умовах відтворюваності згідно з вимогами ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 - різні оператори, різне устаткування, тощо [1]
Відтворюваність міжлабораторна	Міжлабораторні порівняльні випробування
Точність	Атестовані (сертифіковані) матеріали з встановленим значенням вмісту аналіту
Межа кількісного визначення (LOQ)	Чисті матриці (наприклад, під час визначення солей важких металів – свинцю, кадмію, ртуті та неорганічного олова)
Повернення (правильність)	Проба з добавкою
* Примітка. Для мінімізації об'єму робіт повторюваність або відтворюваність можуть визначатися одночасно з встановленням проценту повернення або контролю точності	

На перший погляд процес оцінювання методу на придатність (валідація) може здатися надто затратним і з боку витрачених ресурсів (матеріальних, людських, тощо) і з боку часу, але якість та стабільність результатів, які отримані при застосуванні такого методу, будуть напряму залежати від того, наскільки правильно та ретельно була виконана його валідація. В цьому випадку дійсно «мета буде виправдовувати засоби».

А тепер давайте розглянемо пункт 7.7 ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 «Забезпечення вірогідності результатів випробувань».

У відмінності від п. 7.2 Стандарту, забезпечення достовірності результатів випробування (п. 7.7 Стандарту) – це безперервний постійний процес збору доказів вірогідності проведених випробувань, який потребує «масштабного» планування та аналізування. Цей процес не має право на зупинку. Це як «серце» живого організму – доки воно качає кров, доти організм живе. Тому, життєво важливо організувати, спланувати та аналізувати цю роботу так, щоб наша з вами лабораторія «жила» довгі роки, при цьому ще й в повному «здоров'ї». Ось чому вкрай

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

необхідно контролювати якість підходить для хроматографії, не результатів вимірювань.

Один з важливих етапів виконання вимог стандарту ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 щодо забезпечення якості результатів випробувань є планування. Лабораторія повинна розуміти цілі та завдання цієї діяльності, тому і план повинен бути перш за все **ЖИТТЄВИМ** – тобто прийнятним на практиці, **ЧІТКИМ** – тобто не завантажувати фахівців зайвою роботою, **ЕФЕКТИВНИМ** – тобто досягати кінцевої мети – гарантування якості результатів.

План забезпечення якості не може бути універсальним, тому, що однакові показники якості випробування та засоби контролю неможливо застосувати для всіх методів випробувань. Те, що

підходить для радіологічних методів виключається для методів, скажемо, імуноферментного аналізу. Наприклад, для радіологічних випробувань не буде використовуватися інструмент «повернення», а для фізико-хімічних методів, таких як кислотність, масова частка білку, жиру, не може бути використано такий інструмент, як «проба з добавкою».

Але, краще один раз побачити, ніж сто разів почути. Давайте розглянемо практичний приклад складання плану забезпечення якості випробувань у випробувальній лабораторії.

**ПРИКЛАД:**

_____ ДЛВМ		Затверджую: Директор ВЛ _____ ДЛВМ				
		«___» _____ 20__ р.				
<b>План контролювання якості результатів випробування</b> <b>на 20__ р.</b> Хіміко-токсикологічний відділ сектор атомної абсорбції						
№ з/п	Назва випробувань та (або) характеристик (параметрів), що визначаються	Позначення нормативних документів на методи випробувань	Показники якості випробувань	Засоби контролю	Періодичність	Відмітка о виконанні
<b>МЕТОДИ АТОМНО-АБСОРБЦІЙНОЇ СПЕКТРОМЕТРІЇ</b>						
1	Визначення цинку та міді	МВВ 081/12-16-98 МВВ 081/12-4604-00 ФВ.ВЦ.5.4. ГОСТ 30178-96	Точність	Атестований тестовий матеріал****	2 рази на добу	
			Повторюваність**	Робочі проби	Кожне дослідження	
			Відтворюваність внутрішньолабораторна	Робочі проби або проби з добавкою, або внутрішній контрольний матеріал	1 раз у місяць	
			Відтворюваність зовнішньолабораторна	Міжлабораторні порівняльні раунди*	Не рідше 1 разу в межахкредитаційний період***	
<b>КОЛОРИМЕТРИЧНІ МЕТОДИ</b>						
2	Визначення мшл'яку	ГОСТ 26930-86	Повторюваність**	Робочі проби	Кожне дослідження	
			Відтворюваність внутрішньолабораторна	Робочі проби або проби з добавкою, або внутрішній контрольний матеріал	1 раз у місяць	
			Відтворюваність зовнішньолабораторна	Міжлабораторні порівняльні раунди*	Не рідше 1 разу в межахкредитаційний період***	
<small>* Учась в програмах МПР вважається підтвердженням здійснення контролю якості випробувань за даним методом.  ** Зазначені показники якості контролюються у випадку, якщо вони регламентуються методом.  *** Згідно до вимог Політики НААУ щодо участі ВЛ у програмах МПР (затв. Наказом НААУ від 07.12.2010 р. № 122-Я)  **** За наявності атестованого тестового матеріалу</small>						
Підписи: Керівник з якості _____ Провідний інженер-метролог _____ Зав. хіміко-токсикологічним відділом _____ Відповідальні виконавці: _____						
Ф.ВЦ.5.9__1 (версія __) від «__» _____ 20__ р.				Сторінка 1 з 1		

регламентована періодичність самою лабораторією в залежності від контролювання, яка встановлюється існуючих вимог (нормативних

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколєтова К. О., Блохін О. В.

документів, вимог та специфіки самої лабораторії, тощо). Також в плані обов'язково передбачена відмітка про виконання, бо цей документ не просто «папірець», а керівництво до дій, що стоять на стражі якості та достовірності, а значить на стражі життя та успіху лабораторії.

#### Список використаних джерел

1. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення (ГОСТ ISO 5725-1-2003, IDT).

2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2017, IDT).

3. Рішення Комісії ЄС від 12.08.2002 № 2002/657/ЄС Щодо ефективності аналітичних методів та інтерпретації результатів.

4. Регулювання Комісії (ЄС) № 333/2007 від 28.03.2007, що затверджує методи відбору зразків і методи аналізу для офіційного контролю рівнів свинцю, кадмію, ртуті, неорганічного олова, 3-MCPD та бензапірену в харчових продуктах.

5. Регулювання Комісії (ЄС) № 401/2006 від 23.02.2006, що затверджує методи відбору зразків і методи аналізу для офіційного контролю рівнів мікотоксинів в харчових продуктах.

6. Document SANTE/11813/2017 Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed .

**Висновок.** Бажаємо, щоб обрані та оцінені вами методи були ефективними, їх характеристики - відповідними, а результати випробувань - гарантовано точними та достовірними. І щоб саме ваша лабораторія була дійсно компетентною та успішною.

7. Hamide Z. SENYUVA&John GILBERT A simple users guide to method development and validation/Copyright/2006.

8. ISO Guide 80:2014 Guidance for the in-house preparation of quality control materials (QCMs).

#### References

1. ДСТУ ГОСТ ISO 5725-1:2005 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions (ГОСТ ISO 5725-1-2003, IDT).

2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017, IDT).

3. EU Commission Decision on 12.08.2002 № 2002/657/EU On the effectiveness of analytical methods and interpretation of results.

4. Regulation of the Commission EU № 333/2007 on 28.03.2007, which approves sampling methods and analytical methods for official control of levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCDD and benzopyrene in food products.

5. Regulation of the Commission EU № 401/2006 on 23.02.2006, which approves sampling methods and methods of analysis for

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколетова К. О., Блохін О. В.

official control of levels of mycotoxins in food products.

6. Document SANTE/11813/2017 Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed.

7. Hamide Z. SENYUVA & John GILBERT A (2006) Simple users guide to method development and validation. Copyright. Science, 6.

8. ISO Guide 80:2014 Guidance for the in-house preparation of quality control materials (QCMs).

**КАК ИЗБЕЖАТЬ ПУТАНИЦЫ ВО  
ВРЕМЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ  
ИСПЫТАНИЙ И ОЦЕНКИ  
СООТВЕТСТВИЯ МЕТОДОВ  
ИСПЫТАНИЙ ПРИ  
ВЫПОЛНЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ  
СТАНДАРТА ISO/IEC 17025:2017 В  
АККРЕДИТОВАННОЙ  
ЛАБОРАТОРИИ**

**В. Н. Шапошник,  
Т. П. Колесникова,**

**К. О. Сороколетова, О. В. Блохин**

*Аннотация.* В данной статье объективно проанализированы проблемы, возникающие в процессе деятельности современной аккредитованной лаборатории при реализации требований стандарта ISO/IEC 17025:2017 в части обеспечения качества результатов испытаний и валидации методов испытаний.

Рассмотрены характерные особенности этих элементов системы управления, их основные отличия, а также ошибки, наиболее часто встречаются при применении данных инструментов качества на практике. Описаны необходимость четкого разграничения понятий и критериев для оценки при выполнении пунктов 7.2, 7.6 и 7.7 стандарта ISO/IEC 17025:2017. Среди наиболее влиятельных составляющих, позволяющих достичь этой цели,

возможно по праву считать такие инструменты управления качеством, как оценка пригодности методов испытаний и обеспечения качества результатов испытаний. На помощь специалистам лаборатории приведены практические материалы - примеры конкретных требований международных и европейских законодательных документов, сравнительные таблицы, образцы внутренних документов лаборатории и др. Следует отметить также, что необходимо отличать критерии эффективности метода от инструментов, с помощью которых эти критерии устанавливаются и проверяются. Итак, методы должны быть эффективными, их характеристики - соответствующими, а результаты испытаний - гарантированно точными и достоверными.

**Ключевые слова.** Стандарт, управления, качество, оценка, лаборатория, пригодность, результат, испытания

Шапошнік В. М., Колесникова Т. П., Сороколетова К. О., Блохін О. В.

**HOW TO AVOID PUTANICS  
DURING THE QUALITY OF TEST  
RESULTS AND EVALUATION OF  
THE CONFORMITY OF TEST  
METHODS WHEN PERFORMING  
THE REQUIREMENTS OF ISO/IEC  
17025: 2017 STANDARD IN  
ACCREDITED LABORATORY**  
**V. Shaposhnik, T. Kolesnikova,  
K. Sorokoletova, O. Blokhin**

***Abstract.** This article objectively analyzes the problems that arise in the process of the activity of a modern accredited laboratory when implementing the requirements of ISO / IEC 17025: 2017 in terms of ensuring the quality of test results and validating test methods. The characteristic features of these elements of the control system are considered, their main differences, as well as errors, are most often encountered when applying these quality tools in practice. The need for a clear delineation of concepts and criteria for evaluation in the implementation of paragraphs 7.2, 7.6 and 7.7 of ISO/IEC 17025:2017 is described. Among the most influential components that make it possible to achieve this goal, it is possible to rightfully consider such quality management tools as an assessment of the suitability of test methods and the quality assurance of test results. To help specialists of the laboratory practical materials are given - examples of specific requirements of international and European legislative documents, comparative tables, samples of internal documents of the laboratory, etc. It should also be noted that it is necessary to distinguish the criteria for the effectiveness of the method from the tools by which these criteria are established and verified. So, the methods*

*should be effective, their characteristics - relevant, and the test results - guaranteed accurate and reliable.*

*A quality assurance plan can not be universal, because the same test quality and control tools can not be applied to all test methods. What is suitable for chromatography does not apply to atomic absorption, and that which is suitable for radiological methods is excluded for methods, say, immunoassay. For example, for a radiological test, the "return" tool will not be used, and such tool as "additive test" can not be used for physico-chemical methods such as acidity, mass fraction of protein and fat.*

***Keywords.** Standard, management, quality, evaluation, laboratory, fitness, result, tests*

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

УДК: 57.088.6:591.11:599.323.452+616-001.3

## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПОКАЗНИКІВ КАЛІКРЕЙН-КІНІНОВОЇ СИСТЕМИ ТА ЕНДОГЕННОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ У ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ В УМОВАХ РАННЬОЇ І ПІЗНЬОЇ ПОЛІТРАВМИ

С. Р. ПІДРУЧНА, доктор медичних наук, професор

Г. М. СТЕПАНОВА, аспірант

*Тернопільський державний медичний університеті імені І.Я. Горбачевського**E-mail: h\_stepanova@ukr.net*

**Анотація.** Досліджено взаємозв'язок між показниками калікреїн-кінінової системи (ККС) та ендогенної інтоксикації (ЕІ) в ранні та пізні терміни після моделювання політравми. Дослідження проводилося на 156 нелінійних білих щурах віком 3, 6 та 24 місяці шляхом моделювання політравми. Матеріал для біохімічних досліджень забирали на 1, 3, 24 годину та 14 добу після травмування. Активація показників ККС підтверджує наявність запального процесу в тварин з політравмою. Після моделювання політравми в усіх досліджуваних вікових групах тварин підвищення специфічного протеолізу за показником калікреїну (КК) може свідчити про активацію адаптивно-захисних резервів. З віком відмічається незначне виснаження

захисних механізмів організму. Зростання вмісту молекул середньої маси в організмі тварин після моделювання політравми вказує на посилення катаболічних процесів. Підвищення вмісту МСМ<sub>254</sub> може свідчити про порушення структури мембран гепатоцитів, а МСМ<sub>280</sub> – про пригнічення детоксикаційної функції печінки. Активація досліджуваних показників підтверджує наявність запального процесу в тварин з політравмою, причому зафіксовано тенденцію до його більшого підвищення в тварин молодого віку. Отримано дані на користь стабільної активації загального протеолізу в статевозрілих та старих тварин.

**Ключові слова:** політравма, вік, щурі, калікреїн-кінінова система, ендогенна інтоксикація.

**Актуальність.** Останні десятиріччя відзначаються зростанням уваги дослідників та громадськості до проблеми травматизму, який має різноманітні причини, як в мирний, так і у воєнний час. Щороку близько 5 мільйонів осіб у світі й понад 30 тис. осіб в Україні йдуть із життя

внаслідок отримання травм. Серед причин смертності населення перше місце належить серцево-судинним захворюванням, друге – злоякісним пухлинам, третє – травмі. Встановлено чітку залежність між віком і рівнем летальності у постраждалих з політравмою. Що старше постраждалі,

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

тим вища летальність. З огляду на це актуальним завданням є дослідження різних аспектів перебігу травматичної хвороби як у людей, так і у тварин різного віку в ранні та пізні терміни після політравми.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Важливими патогенетичними механізмами травматичної хвороби є наявність порушень калікреїн-кінінової системи (ККС) та розвиток ендогенної інтоксикації (ЕІ) [1; 2; 3]. Калікреїн-кінінова система (ККС) є регуляторною ланкою, яка направлена на здійснення адаптації організму до умов внутрішнього і зовнішнього середовища, які постійно змінюються. В даний час ККС відносять до числа найбільш інтенсивно досліджуваних протеолітичних систем організму [4; 5; 6]. Стан показників ККС відображає активність запальної реакції в організмі, стан мікроциркуляції, тяжкість перебігу захворювання. ККС є однією з центральних систем, що регулює гомеостаз та здійснює адаптивно-захисні реакції. Представником специфічного протеолізу є калікреїн (КК), який утворюється з попередника – прекалікреїну (ПКК). Протеолітична активність (ПРА) в плазмі крові підвищується через внутрішньоклітинне вивільнення пептид-гідролаз із пошкоджених тканин, у зв'язку з посиленням процесів катаболізму [7].

Однією із систем організму, яка зазнає значних змін при політравмі, є система детоксикації. Порушення функціонування цієї системи призводить до розвитку синдрому ендогенної інтоксикації (ЕІ), який супроводжує захворювання і ускладнення, пов'язані з підвищеним розпадом тканин, посиленням процесів катаболізму, недостатністю функції внутрішніх органів. Маркерами ендогенної інтоксикації вважають молекули середньої маси, які є дешевими і швидкими у виконанні [8; 9; 10; 11].

На сьогодні є небагато публікацій, в яких би вирізнялися патогенетичні особливості впливу множинної травми на стан ККС в залежності від вікових особливостей організму, не враховано її вплив на ранні та пізні періоди цього процесу. Залишається до кінця не з'ясованими вікові механізми розвитку ЕІ, немає досконалих патогенетичних підходів до пояснення і прогнозування ранніх та пізніх наслідків політравматичного ураження. Недостатньо вивчений взаємозв'язок між показниками ККС та ЕІ.

**Мета** – встановити наявність взаємозалежності між деякими показниками ККС та ЕІ.

**Методи.** В експерименті використано 156 нелінійних білих щурів віком 3 місяці (молоді тварини), 6 місяців (статевозрілі) та 24 місяці (старі тварини). Моделювання політравми проводили під тіопентал-

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

натрієвим знеболенням за методикою запетантованою проф. Гудимою А.А. [12]. Контрольну групу склали інтактні тварини, які утримувалися у стандартних умовах віварію. На 1, 3, 24 годину та 14 добу після травмування в умовах тіопенталонатрієвого знеболювання у щурів забирали кров для біохімічних досліджень, дотримуючись принципів Європейської конвенції із захисту лабораторних тварин (Страсбург, 1986). У сироватці крові визначали

вміст ПКК, КК та ПРА [13]. Ступінь вираженості токсичного синдрому оцінювали за вмістом молекул середньої маси (МСМ) [14] та ендogenous індексу інтоксикації [15]. Достовірність відмінностей у групах порівняння з'ясовували на основі критерію Стьюдента.

**Результати.** У таблицях 1, 2, 3 наведено результати отриманих показників калікреїн-кінінової системи, які характеризують її стан, та ендogenous інтоксикації.

### 1. Стан показників калікреїн-кінінової системи та ендogenous інтоксикації у щурів 3-місячного віку в ранні та пізні періоди після політравми

Термін після травми	Конт- роль	1 год	3 год	24 год	14 доба
ПРА, ммоль/(год.л)	30,97±1,25	42,11±2,22**	39,98±1,98**	43,06±1,96**	38,74±2,16**
КК, мкмоль/(хв.л)	53,07±2,86	177,71±7,43**	171,30±18,48**	168,86±6,94**	185,37±13,10**
ПКК, мкмоль/(хв.л)	75,96±1,37	52,83±1,71**	53,40±2,26**	38,34±2,85**	61,00±2,24**
МСМ <sub>254</sub> , ум. од.	0,32±0,05	0,55±0,06**	0,75±0,05**	1,26±0,31**	0,48±0,08**
МСМ <sub>280</sub> , ум. од.	0,05±0,01	0,10±0,01**	0,18±0,03**	0,21±0,04**	0,09±0,02**

Примітка: достовірність з інтактною групою: \* p<0,05; \*\* p<0,001.

Зростання рівня КК найінтенсивніше спостерігалось на 1 годину від моменту моделювання тяжкої травми у крові 3-місячних щурів (табл. 1), що у 3,4 рази достовірно перевищувало досліджуваний показник у інтактних тварин. У пізні терміни політравми (14 доба) відмічалася аналогічна тенденція. Рівень КК на 3 і 24 години

експерименту у 3,2 рази перевищував рівень контрольної групи, що свідчить про ослаблення захисних реакцій організму через надмірний кініногенез.

В наших дослідженнях зафіксоване зниження рівня неактивного попередника КК – ПКК у молодих 3-місячних тварин у всі терміни після моделювання

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

політравми. Найбільш інтенсивне зниження рівня ПКК ми спостерігали на 24 годину експерименту. У цей термін його значення в 2 рази було нижчим від групи інтактних тварин, тоді як на 1 та 3 години після моделювання політравми у цій групі тварин рівень ПКК зменшився у 1,4 рази. У пізні терміни експерименту (14 доба після моделювання політравми) ми спостерігали незначне підвищення досліджуваного показника.

При дослідженні рівня ПРА – показника неспецифічного протеолізу – його найбільш виражене зростання ми спостерігали у 3-місячних тварин, особливо у ранні терміни. На 1, 3 та 24 години досліджуваний показник

достовірно перевищував рівень інтактної групи в 1,4 рази. У пізній термін експерименту (14 доба) спостерігалось незначне зниження рівня ПРА.

Ендогенна інтоксикація у 3-місячних щурів наростала перші 24 години експерименту. При цьому збільшення вмісту МСМ<sub>280</sub> відбувалося найбільш інтенсивно в перші 3 години, а вмісту МСМ<sub>254</sub> – в першу годину, після чого уповільнювалося. Пікових значень показники досягали через добу після політравми – для МСМ<sub>280</sub> вони перевищували рівень інтактних у 4,2 рази, а для МСМ<sub>254</sub> – в 3,9 рази, після чого починали падати.

## 2. Стан показників калікреїн-кінінової системи та ендогенної інтоксикації у щурів 6-місячного віку в ранні та пізні періоди після політравми

Термін після травми	Контроль	1 год	3 год	24 год	14 доба
ПРА, ммоль/(год.л)	45,26±1,96	55,53±2,29**	53,01±1,83**	57,35±2,49**	49,39±2,81*
КК, мкмоль/(хв.л)	70,93±2,58	206,68±7,12**	195,55±14,40**	189,43±11,42**	214,48±9,63**
ПКК, мкмоль/(хв.л)	95,78±1,42	73,57±2,09**	74,43±2,25**	52,68±2,98**	82,03±2,43**
МСМ <sub>254</sub> , ум. од.	0,45±0,06	0,67±0,06**	0,84±0,05**	1,82±0,30**	0,62±0,07**
МСМ <sub>280</sub> , ум. од.	0,07±0,02	0,12±0,03**	0,22±0,04**	0,25±0,04**	0,11±0,02*

Примітка: достовірність з інтактною групою: \* p<0,05; \*\* p<0,001.

У 6-місячних щурів рівень КК зростав менш інтенсивно, ніж у 3-місячних, і через 1 годину після початку експерименту став більшим,

ніж у інтактних тварин, у 2,9 рази. Відтак рівень показника дещо зменшився і знов зріс до рівня, в 3,02

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

рази більшого порівняно з інтактними, на 14 добу.

Зміни ПКК і ПРА відбувалися в цій віковій групі синхронно із аналогічними змінами в групі 3-місячних тварин.

Показники ендогенної інтоксикації у групі 6-місячних тварин змінювалися аналогічно зі змінами в групі 3-місячних, але дещо менш інтенсивно. Особливо це помітно у змінах вмісту МСМ<sub>254</sub>.

### 3. Стан показників калікреїн-кінінової системи та ендогенної інтоксикації у щурів 24-місячного віку в ранні та пізні періоди після політравми

Термін після травми	Контроль	1 год	3 год	24 год	14 доба
ПРА, ммоль/(год.л)	21,48±2,11	27,11±2,27**	25,63±2,91*	29,32±2,94**	23,40±3,58
КК, мкмоль/(хв.л)	41,29±1,88	148,80±9,19* *	129,37±13,05* *	115,72±10,66* *	145,22±12,29* *
ПКК, мкмоль/(хв.л)	53,76±2,51	35,55±2,01**	39,07±1,39**	29,23±2,02**	42,53±2,12**
МСМ <sub>254</sub> , ум. од.	0,58±0,07	0,71±0,06**	0,98±0,08**	2,16±0,34**	0,68±0,07*
МСМ <sub>280</sub> , ум. од.	0,10±0,02	0,16±0,02**	0,25±0,05**	0,29±0,04**	0,14±0,02*

Примітка: достовірність з інтактною групою: \* p<0,05; \*\* p<0,001.

У групі старих, 24-місячних, тварин показник КК зростав найпомітніше – через 1 годину експерименту він перевищував рівень інтактних тварин у 3,6 рази. Тенденції у змінах ПКК і ПРА відповідали тенденціям двох молодших груп, але зміни були більшими й сягали максимуму на 24 годину експерименту.

Показники ендогенної інтоксикації зазнали змін, також аналогічних із двома молодшими віковими групами. Помітною особливістю є сильне зростання вмісту МСМ<sub>254</sub> на 24 годину

експерименту – до рівня, в 3,7 рази більшого, ніж у інтактних тварин.

#### Висновки і перспективи.

Активация показників ККС підтверджує наявність запального процесу в тварин з політравмою. Особливо помітно вони збільшуються в особин молодого віку. Після моделювання політравми в усіх досліджуваних вікових групах тварин підвищення специфічного протеолізу за показником КК може свідчити про активацию адаптивно-захисних резервів. З віком відмічається незначне виснаження захисних механізмів організму, про що свідчать отримані нами дані щодо менш

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

вираженого збільшення рівня КК у старих щурів 24-місячного віку, порівняно із молодими та статевозрілими тваринами.

Вміст МСМ<sub>254</sub> і МСМ<sub>280</sub> збільшувався у ранні та пізні терміни після моделювання політравми в усіх вікових груп тварин у порівнянні з інтактними щурами, що вказує на виражене збільшення як ланцюгових, так і ароматичних амінокислот у складі пептидних компонентів МСМ. У нашому дослідженні зростання вмісту МСМ<sub>254</sub> у крові щурів у трьох вікових групах спостерігалось у ранні терміни після моделювання політравми, з максимальним значенням на 24 години. Зростання вмісту МСМ в організмі тварин після моделювання політравми вказує на посилення катаболічних процесів. Підвищення вмісту МСМ<sub>254</sub>, до складу яких можуть входити олігопептиди, фрагменти нуклеїнових кислот, вищих жирних кислот, тригліцеридів, може свідчити про порушення структури

мембран гепатоцитів, а МСМ<sub>280</sub>, компонентами яких можуть бути пуринові основи, сечова кислота та ароматичні амінокислоти – про пригнічення детоксикаційної функції печінки.

Активація досліджуваних показників підтверджує наявність запального процесу в тварин з політравмою, причому відмічено тенденцію до його більшого підвищення в тварин молодого віку. Отримано дані на користь стабільної активації загального протеолізу в статевозрілих та старих тварин.

Перспективним напрямком подальших досліджень є можливість застосування експериментальної моделі для скринінгового вивчення прогнозу подальшого перебігу травматичного процесу з урахуванням віку та періоду травматичного ураження, змін у калікреїн-кініновій системі і ступеню наростання інтоксикаційного синдрому.

### Список використаних джерел

1. Campbell D. J. The Kallikrein–Kinin System In Humans. *Clinical and Experimental Pharmacology and Psychology*. 2001. V. 28, #12. P. 1060–1065.

2. Farmer S. G. The Kinin System. New-York: Academic Press, 1997. 349 p.

3. The Kallikrein-Kinin System: Current and Future Pharmacological Targets / M. E. Moreau, N. Garbacki, G. Molinaro et al. *Journal of Pharmacological Sciences*. 2005. V.99. P. 6-38.

4. Kallikrein-related peptidases: Characterization, regulation, and interactions within the protease web /

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

Ed. by V. Margolen, Ch. P. Sommerhoff, H. Fritz et al. Berlin: Walter de Gruyter, 2013. 426 p.

5. Kinins / Ed. by M. Bader. Berlin: Walter de Gruyter, 2012. 386 p.

6. Sharma J. N. Recent Developments in the Regulation of Kinins. Kuwait: Springer, 2014. 198 p.

7. Третьякевич З. Н., Левчин А. М., Анцупова В. В., Федота А. М. Калликреин-кининовая система как адаптационно-защитное звено организма. *Современная медицина: актуальные вопросы: материалы XXII международной заочной научно-практической конференции (26 августа 2013 г.)* Новосибирск: СибАК, 2013. С. 49–58.

8. Бондаренко Ю. І., Придруга С. М., Борис Р. М. Динаміка показників цитолізу та ендогенної інтоксикації в період пізніх проявів травматичної хвороби та їх корекція тіотриазоліном. *Клінічна та експериментальна патологія*. Т. 12. 2013. №1. С. 42-45.

9. Козак Д.В. Особливості показників пероксидного окиснення ліпідів в динаміці раннього і пізнього періоду політравми. *Актуальні*

*проблеми транспортної медицини*. 2012. №3. С. 103-106.

10. Динаміка концентрації молекул середньої маси в пацієнтів із тяжкою поєднаною торакальною травмою в гострому періоді травматичної хвороби / М.А. Ступницький, В. І. Жуков, Т. В. Горбач, А. Ю. Павленко, О. В. Білецький. *Травма*. 2014. Т. 15. № 4. С. 46-50.

11. Шано В. П., Кучер Е. А. Синдром ендогенної інтоксикації. *Острые и неотложные состояния в практике врача*. 2011. № 1. – С. 35-41.

12. Спосіб моделювання політравми: пат. 30028 Україна: МПК 2006 G 09B 23/00. № U 2007 10471; заявл. 21.09.2007; опубл. 11.02.08; Бюл. № 3. 4 с.

13. Веремеенко К. Н. Протеолитические ферменты и их ингибиторы. Новые области применения в клинике. *Врачебное дело*. 1994. № 31. С. 8–13.

14. Методи дослідження ендогенної інтоксикації організму: методичні рекомендації / М. А.

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

Андрейчин, М. Д. Бех, В. В.  
Дем'яненко та ін. К., 1998. С. 10–13.

15. Тогайбаев А.А., Кургузкин А.В., Рикун И.В., Карибжанова Р.М. Способ диагностики эндогенной интоксикации. *Лабораторное дело*. 1988. № 9. С. 22-24.

### References

1. Campbell, D. J. (2001). The Kallikrein–Kinin System In Humans. *Clinical and Experimental Pharmacology and Psychology*, 28 (12), 1060–1065.

2. Farmer, S. G. (1997). *The Kinin System*. New-York: Academic Press, 349.

3. Moreau, M. E., Garbacki, N., Molinaro, G., Brown, N. J., Marceau, F, & Adam, A. (2005). The Kallikrein-Kinin System: Current and Future Pharmacological Targets. *Journal of Pharmacological Sciences.*, 99, 6-38.

4. Margolen, V., Sommerhoff, Ch. P., Fritz, H., & Schmitt, M., ed. (2013). *Kallikrein-related peptidases: Characterization, regulation, and interactions within the protease web*. Berlin: Walter de Gruyter, 426 p.

5. Bader, M, ed. (2012). *Kinins*. Berlin: Walter de Gruyter, 386.

6. Sharma, J. N. (2014). *Recent Developments in the Regulation of Kinins*. Kuwait: Springer, 198.

7. Tret'jakevich, Z. N., Levchin, A. M., Ancupova, V. V., & Fedota, A. M. (2013). Kallikrein-kininovaja sistema kak adaptacionno-zashhitnoe zveno organizma [Kallikrein-kinin system as an adaptation-protective link in the body]. 2013. «Sovremennaja medicina»: aktual'nye voprosy»: materialy ННН междunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Novosibirsk: SibAK, 49-58 (in Russian).

8. Bondarenko, Yu. I., Prydruha, S. M., & Borys, R. M. (2013). *Dynamika pokaznykiv tsytolizu ta endohennoyi intoksykatsiyi v period piznykh proyaviv travmatychnoyi khvoroby ta yikh korektsiya tiotriazolinom* [Dynamics of indicators of cytolysis and endogenous intoxication in the period of late manifestations of traumatic illness and their correction by thiotriazolinum.]. *Klinichna ta eksperymental'na patolohiya*, 12 (1), 42-45 (in Ukrainian).

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

9. Kozak, D. V. (2012). Osoblyvosti pokaznykiv peroksydnoho okysnennia lipidiv v dynamitsi rannoho i piznoho periodu politravmy [Features of indicators of peroxide oxidation of lipids in the dynamics of the early and late period of polytrauma]. Aktualni problemy transportnoi medytsyny, 3, 103-106 (in Ukrainian).

10. Stupnytskyi, M. A., Zhukov, V. I., Horbach, T. V., Pavlenko, A. Yu., & Biletskyi, O. V. (2014). Dynamika kontsentratsii molekul serednoi masy v patsientiv iz tiazhkoiu poiednanoiu torakalnoiu travmoiu v hostromu periodi travmatychnoi khvoroby [Dynamics of the concentration of medium weight molecules in patients with severe combined thoracic trauma in the acute period of traumatic illness]. Travma, 15 (4), 46-50 (in Ukrainian).

11. Shano, V. P., & Kucher E. A. (2011). Sindrom jendogennoj intoksikatsii [Syndrome of endogenous intoxication]. Ostrye i neotlozhnye sostojaniya v praktike vracha, 1, 35-41 (in Russian).

12. Sekela, T. Ya., Hudyma, A.A. (2007). Method for modeling polytrauma. Patent of Ukraine for

useful model. МРК 2006 G 09B 23/00. № U 2007 10471; declared 21.09.2007; published 11.02.08, № 3.

13. Veremeenko, K.N. (1994). Proteoliticheskie fermenty i ih inhibitory. Novye oblasti primenenija v klinike [Proteolytic enzymes and their inhibitors. New areas of application in the clinic]. Vrachebnoe delo, 31, 8–13 (in Russian).

14. Andreichyn, M. A., Bekh, M. D., Dem'ianenko, V. V., Nychyk, A. Z., & Nychyk, N. A. (1998). Metody doslidzhennia endohennoi intoksykatsii orhanizmu: metodychni rekomendatsii [Methods of study of endogenous intoxication of an organism: Methodical recommendations]. Kyiv: MOZ Ukrainy, 10-13 (in Ukrainian).

15. Togajbaev, A.A., Kurguzkin, A.V., Rikun, I.V., & Karibzhanova, R.M. (1988). Sposob diagnostiki jendogennoj intoksikatsii [The method of diagnosis of endogenous intoxication]. Laboratornoe delo, 9, 22-24. (in Russian).

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КАЛЛИКРЕИН-КИНИНОВОЙ  
СИСТЕМЫ И ЭНДОГЕННОЙ  
ИНТОКСИКАЦИИ У КРЫС  
РАЗНОГО ВОЗРАСТА В  
УСЛОВИЯХ РАННЕЙ И  
ПОЗДНЕЙ ПОЛИТРАВМЫ**

**С. Р. Підручна, Г. Н. Степанова**

**Аннотация.** Исследована

взаимосвязь между показателями калликреин-кининовой системы (ККС) и эндогенной интоксикации (ЭИ) в ранние и поздние сроки после моделирования политравмы. Исследование проводилось на 156 нелинейных белых крысах возрастом 3, 6 и 24 месяцев путем моделирования политравмы. Материал для биохимических исследований забирали на 1, 3, 24 час и 14 сутки после травмирования. Активация показателей ККС подтверждает наличие воспалительного процесса у животных с политравмой. После моделирования политравмы во всех исследуемых возрастных группах животных повышение специфического протеолиза по показателю калликреина (КК) может свидетельствовать об активации адаптивно-защитных резервов. С возрастом отмечается незначительное истощение защитных механизмов организма. Рост содержания молекул средней массы в организме животных после моделирования политравмы указывает на усиление катаболических процессов. Повышение содержания МСМ<sub>254</sub> может свидетельствовать о нарушении структуры мембран

гепатоцитов, а МСМ<sub>280</sub> - об угнетении детоксикационной функции печени. Активация исследуемых показателей подтверждает наличие воспалительного процесса у животных с политравмой, причем зафиксирована тенденция к его большему повышению у животных молодого возраста. Получены данные в пользу стабильной активации общего протеолиза у половозрелых и старых животных.

**Ключевые слова:** политравма, возраст, крысы, калликреин-кининовая система, эндогенная интоксикация

**INTERCONNECTION BETWEEN  
THE KALLIKREIN-KININ SYSTEM  
AND ENDOGENOUS  
INTOXICATION OF RATS OF  
DIFFERENT AGE IN THE  
CONDITIONS OF THE EARLY AND  
LATE POLYTRAUMA**

**S. R. Pidruchna, H. M. Stepanova**

**Abstract.** The interrelation between the kallikrein - kinin system (KKS) and endogenous intoxication (EI) in the early and late terms after the polytrauma modeling was examined. The research was conducted with 156 non-linear white rats at the age of 3, 6 and 24 months by polytrauma modeling. The material for biochemical research was taken at 1, 3, 24 hour and 14 day after injury. Activation of KKS confirms the presence of inflammatory process in animals with polytrauma. After polytrauma modeling of all examined age groups of animals, the increase of specific proteolysis by the Kallikrein (KK) can indicate the activation of adaptive protective reserves. With age, there is a slight exhaustion of nocifensor. The growth of the medium-weight molecules content of the animal

Підручна С. Р., Степанова Г.М.

*organism after the polytrauma modeling indicates an increase in catabolic processes. Increasing the content of MWM<sub>254</sub> may indicate the hepatocyte membranes failure, and MWM<sub>280</sub> - an inhibition of detoxification function of the liver. Activation of the examined parameters confirms the presence of inflammatory process in animals with polytrauma, and there is a tendency to its greater increase in young animals. Data were obtained in favor of stable activation of total proteolysis in mature and elderly animals.*

**Key words:** *polytrauma, age, rats, kallikrein-kinin system, endogenous intoxication*

Григоренко Н. О., Купчик Л. А., Денисович В.О.  
УДК 661.183.1:633.62

## ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ МІДІ ЛІГНІФІКОВАНОЮ БАГАСОЮ ІЗ ВОДНИХ ВИТЯЖОК ҐРУНТІВ

**Н. О. ГРИГОРЕНКО** кандидат технічних наук,  
провідний науковий співробітник

*Інститут продовольчих ресурсів НААН України,*

*E-mail: [grygorenko.na@gmail.com](mailto:grygorenko.na@gmail.com)*

**Л. А. КУПЧИК** кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

**В.О. ДЕНИСОВИЧ** кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

*Інститут сорбції та проблем ендоекології НАН України,*

*E-mail: [kupchuk@ukr.net](mailto:kupchuk@ukr.net)*

**Анотація.** Проведено аналіз матеріалу водним розчином забруднення ґрунтів важкими мінеральною (органічною) кислотою, металами, що призводить до промивання водою, активування скорочення, а в деяких випадках, і до лігніну водним розчином гідроксиду загибелі видового складу рослин. лужного металу, фільтрування, Встановлено, що близько 20 % промивання водою, нейтралізацію території України забруднено залишкової лужності отриманого важкими металами. Обґрунтовано матеріалу водним розчином кислоти, доцільність підвищення вимог до зневоднення (пресування) та сушіння. якості ґрунтів, що змушує шукати нові, екологічно чисті та економічно Досліджено сорбційні властивості необробленої та вигідні способи вилучення з них іонів лігніфікованої багаси по відношенню важких металів, зокрема міді (II). Це до іонів міді (II). Встановлено, що можливо, за умов використання при лігніфікована багаса може бути очищенні ґрунтів сорбентів, застосована в агротехнологіях в отриманих із рослинних відходів, якості сорбенту для очищення ґрунтів хімічно або біологічно модифікованих. від забруднення іонами міді. Запропоновано спосіб лігніфікування багаси із сорго цукрового для біосорбенти, лігніфікована багаса, очищення ґрунтів, який передбачає сорго цукрове, важки метали гідроліз подрібненого рослинного

**Актуальність проблеми.** Бурхливий навантаження на компоненти розвиток сучасного суспільства природи, різні за характером впливу супроводжується збільшенням та площами прояву. Відбуваються масштабів антропогенного небажані зміни у закономірностях

протікання природних процесів у навколишньому середовищі. Саме ґрунт відображає рівень багаторічного антропогенного впливу на довкілля загалом. Забруднення ґрунтів важкими металами призводить до утворення кислої або лужної реакції ґрунтового середовища, до зміни щільності, пористості, до розвитку ерозії, зниження обмінної ємності катіонів, втрати поживних речовин, до скорочення видового складу рослинності, її пригнічення або повної загибелі. Важкі метали особливо небезпечні внаслідок їх здатності до біоаккумуляції. На відміну від інших середовищ, у ґрунтах відсутня можливість їх швидкого очищення. Хімічні забруднювачі можуть зберігатися в ньому довгі роки і, включаючись до екологічних ланцюгів, зумовлювати тривалу дію токсикантів. Так, за даними Національного центру Інституту ґрунтознавства і агрохімії, нині близько 20 % території України забруднено важкими металами [1].

Широке застосування міді та її сполук в промисловості неминуче призводить до потрапляння  $\text{Cu (II)}$  у водне та ґрунтове середовище [2]. Гранично допустима концентрація (ГДК) іонів міді у ґрунтах складає 100 мг/кг (сумарний вміст) та 3 мг/кг (вміст рухомих форм). Тому на сьогодні вилучення міді (II), що відноситься до важких металів I класу небезпеки, є важливим науково-

технічним та екологічним завданням [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Підвищення вимог до якості ґрунтів змушує шукати нові, екологічно чисті та економічно вигідні способи вилучення з них іонів важких металів, зокрема  $\text{Cu (II)}$ . До таких методів, можна віднести сорбцію на різних сорбентах, в тому числі хімічно або біологічно модифікованих [4,5].

На сьогодні рослинні відходи сільського господарства та харчової промисловості традиційно спалюють в печах котелень (близько 60%), що, крім збитку навколишньому середовищу викидами в атмосферу, свідчить про нераціональне використання цих цінних матеріальних ресурсів. Відомі роботи [6-8], в яких пропонували різноманітні способи обробки лігноцелюлозних відходів, зокрема, мокре розмелювання, заморожування, плазмове активування, обробка полісульфідами натрію, ферментування і т.п.. Перспективним напрямом переробки таких матеріалів є отримання сорбентів для очищення ґрунтів від іонів важких металів.

Одним з найбільш перспективних відходів для отримання сорбентів є багаса цукрового сорго (знецукрена маса технічних стебел цукрового сорго, яку одержують механічним пресуванням) [9,10]. Лігноцелюлоза стебла цукрового сорго в процесі віджимання з неї цукровмісного соку піддається

гідротермічному впливу, який полегшує подальшу фізико-хімічну обробку сировини.

Аналізуючи хімічний склад і фізико-хімічні властивості багаси (табл.1), ми дійшли висновку, що

завдяки поруватій будові та значному вмісту волокнистих рослинних полімерів – целюлози та лігніну, її можна використовувати як сировину для одержання сорбційних матеріалів різного призначення.

### 1. Хімічний склад багаси із стебел сорго цукрового

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення
1.	Вміст сухої речовини	%	65,8
2.	Клітковина (целюлоза)	%	39,2
3.	Лігнін	%	14,4
4.	Цукри	%	7,3
5.	Крохмаль	%	4,0
6.	Інші	%	0,9
7.	pH водної витяжки		4,02...4,30

Нативні (необроблені) відходи сорго, як правило, мають низькі сорбційно-кінетичні характеристики та сорбційну ємність. Тому нагальною проблемою є пошук способів обробки рослинних полімерів з метою зменшення тривалості процесу сорбції та збільшення їх сорбційної ємності.

**Мета дослідження** полягає у розробленні способу отримання сорбенту шляхом хімічного модифікування лігноцелюлозного відходу із сорго цукрового та визначенні можливих напрямків його подальшого практичного використання в агроекології.

**Матеріали та методи дослідження.** Для вирішення поставленої мети в роботі при дослідженні структурно-поруватих, сорбційних та іонообмінних властивостей необробленої та модифікованої багаси використовували як загальноприйняті, так і спеціальні методи. Так,

іонообмінні властивості рослинних матеріалів (статичну обмінну ємність, мг-екв/г) визначали за величиною сорбції 0,1н розчину HCl та 0,1н розчину NaOH [11]. Загальний об'єм сорбційних пор ( $W_s$ , см<sup>3</sup>/г) за сорбцією парів бензолу, метилового спирту та води визначали ексікаторним методом, а методом газової хроматографії за тепловою деструкцією аргону вимірювали величину питомої поверхні ( $S_{\text{пит.}}$ , м<sup>2</sup>/г) [12,13]. Відбір ґрунту та вміст рухомих форм міді у водних витяжках ґрунту визначали згідно стандартів [14, 15].

**Результати досліджень та їх обговорення.** На наш погляд, перспективним напрямом модифікування багаси з метою одержання сорбентів є його лігніфікування (збагачення лігніном) за запропонованим нами способом [16]. Сутність способу полягає у гідролізі лігнінвмісної рослинної

сировини водним розчином кислоти (мінеральною або органічною) з подальшим активуванням лігніну водним розчином лугу.

Гідроліз багаси може бути спрямований на вироблення різних продуктів залежно від технологічної схеми, температури, застосовуваної кислоти, її концентрації та інших умов. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень, аналізу літературних даних було обґрунтовано технологію отримання сорбенту із багаси сорго цукрового. Технологічний процес включає наступні стадії: гідроліз подрібненого рослинного матеріалу водним розчином мінеральної (органічної) кислоти, промивання водою, активування лігніну водним розчином гідроксиду лужного металу, фільтрування, промивання водою, нейтралізацію залишкової лужності отриманого матеріалу водним розчином кислоти, зневоднення (пресування) та сушіння.

Запропоноване нами лігніфікування багаси дозволяє руйнувати складні ефіри, вільні насичені та ненасичені органічні кислоти, різні високомолекулярні спирти та деяку частину вуглеводів (геміцелюлози та пектину), покращувати сорбційно-порувагу структуру за рахунок “розпушування” рослинних волокон та збільшити кількість доступних функціональних груп, здатних до реакцій приєднання, комплексоутворення та іонного

обміну з іонами важких металів. Зростання сорбційної здатності лігніфікованої багаси відбувається за рахунок збільшення числа сорбційно-активних центрів на яких сорбція іонів важких металів (зокрема, міді) може відбуватись за рахунок утворення сольватокомплексів катіонного та нейтрального типів.

Проведено лабораторні дослідження структурно-порувагих, сорбційних та іонообмінних властивостей отриманої лігніфікованої багаси в порівнянні з необробленою. Результати досліджень наведені у таблиці 2.

Дослідження процесу сорбції іонів міді (II) необробленою та лігніфікованою багасою здійснювали в статичних умовах із водних витяжок ґрунтів забруднених іонами міді. Відбір ґрунту проводився у місті Києві на квадратній ділянці розміром 10'10 метрів методом “конверта”. Вміст рухомих форм міді в водних витяжках ґрунту визначався методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Кінетику сорбції досліджували методом обмеженого об'єму: серію колб з наважками сорбенту по 0,2 г заливали 0,03 л водної витяжки з початковою концентрацією 15,6 мг/л, витримували на шейкері від 5 до 100 хв. при температурі 293К. Через певні проміжки часу розчини відфільтровували та визначали в фільтраті рівноважну концентрацію іонів міді методом атомно-

абсорбційної спектроскопії на приладі КАС-120М (“SELMГ”, Україна).

**Таблиця 2. Структурно-поруваті та іонообмінні властивості багаси**

Показник	Розмірність	Багаса	
		вихідна	лігніфікована
$S_{\text{пит.}}$	м <sup>2</sup> /г	2,5	21,3
$W_s$ :	см <sup>3</sup> /г		
по C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		0,05	0,10
по CH <sub>3</sub> OH		0,14	0,22
по H <sub>2</sub> O		0,12	0,19
СОЄ:	мг-екв/г		
по Cl <sup>-</sup>		0,5	0,9
по Na <sup>+</sup>		0,8	2,1

Сорбційну здатність сорбенту оцінювали за величиною сорбційної ємності:

$$A = (C_o - C_p) \cdot V / m,$$

де:  $A$  – сорбційна ємність (мг/г);

$C_o$  – початкова концентрація металу в розчині (мг/л);

$C_p$  – рівноважна концентрація металу в розчині (мг/л);

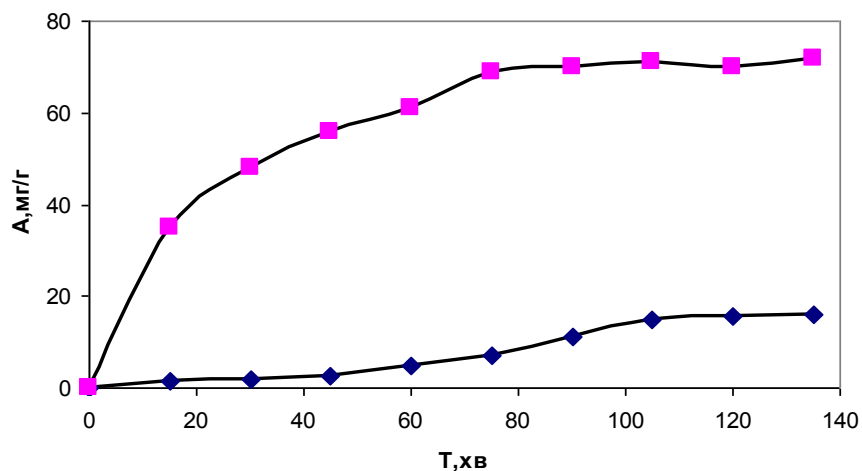
$V$  – об’єм досліджуваного розчину (л);

$m$  – наважка сорбенту (г).

Кінетичні дослідження вилучення іонів міді необробленою багасою засвідчили, що сорбційна рівновага в системі настає після

контакту фаз протягом 100-120 хв. (рис.1). При цьому максимальна сорбційна ємність по міді складає приблизно 15 мг/г. Ці дані свідчать про те, що необроблена багаса може бути віднесена до сорбентів з невисокими сорбційно-кінетичними властивостями.

При дослідженні кінетичних властивостей лігніфікованої багаси було встановлено, що сорбційна рівновага настає значно швидше, а сорбційна ємність лігніфікованої багаси в 4,5 рази вища за ємність необробленої.



**Рис.1. Кінетика сорбції іонів міді(II) необробленою (◆) та лігніфікованою (■) багасою.**

**Висновки.** Таким чином, можна стверджувати, що лігніфікація багаси дозволяє отримувати біосорбент з високою обмінною ємністю, селективністю та функціональними властивостями. Отримані кількісні характеристики сорбції іонів міді(II) із складних сольових розчинів (грунтових витяжок) створюють підґрунтя для цілеспрямованого використання лігніфікованої багаси

для сорбційного зв'язування іонів міді (II). Здатність отриманих біосорбентів утворювати нерозчинні комплексні сполуки з іонами міді не поступається аналогічним властивостям більшості синтетичних сорбентів і може служити основою їх використання в агротехнологіях, спрямованих на очищення ґрунтів від забруднення іонами міді.

#### Список використаних джерел

1. В. М. Гришко, Д. В. Сишиков, О. М. Піскова, О. В. Данильчук, Н. В. Машталер. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека. – Донецьк: Донбас, 2012. – 304 с.
2. Филов В.А. Вредные вещества в окружающей среде. Справочник. – СПб.: ПНО “Профессионал“, 2005. – 462 с.
3. Скрылев Л.Д., Сазонова В.Ф. Коллоидно-химические основы защиты окружающей среды от ионов тяжелых металлов. – Киев: УМКВО, 1992. – 215 с.
4. Wang J., Chen C. Biosorbents for heavy metals removal and future // *Biotechnol. Adv.* – 2009. – 27, № 2. – P. 195–226. – DOI: 10.1016/j.biotechadv.2008.11.002
5. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. – Киев: Наукова думка, 1975. – 351 с.
6. Синтез и свойства биосорбентов, полученных на основе целлюлозно-лигнинового растительного сырья – отходов

агропромышленного комплекса. Купчик Л.А., Николайчук А.А., Картель Н.Т., Денисович В.А. // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2006. – Т. 7, вып. 3. – С. 489-498.

7. Сорбционные свойства «пищевых волокон» после вторичной переработке растительного сырья. Ставицкая С.С., Купчик Л.А., Картель Н.К., Стрелко В.В. // Журнал прикладной химии. – 2001. – Т. 74. – №4. – С. 531–536.

8. Использование растительного сырья в решении проблем защиты окружающей среды. Беляев Е.Ю., Беляева Л.Е. // Химия в интересах устойчивого развития, 2000, 8, с.763 – 772.

9. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго — цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії // Цукрові буряки. — 2009. — № 6. — С. 6–7.

10. Григоренко Н.О., Штангеева Н.І., Купчик Л.А. Переробка відходів цукрового сорго (багаси) з метою отримання сорбентів// Цукор України, 2017, №5, с.33-36.

11. ГОСТ 20255.1-89. Иониты. Методы определения статической обменной емкости.

12. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984, 592 с.

13. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. М.: Высшая школа, 1973, 206с.

14. ДСТУ 4770.1:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

15. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб.

16. Спосіб одержання лігнінвмісного ентеросорбенту (варіанти). Патент України на винахід МПК А 61К 36/87. Денисович В.О., Ніколайчук А.А., Картель Н.Т., Купчик Л.А. - №76835; заявл.15.09.2004; опубл. 15.09.2006р., Бюл. №9.

### References

1. Grishko, V.M., Syshchykov, D.V., Piskova, O.M., Danilchuk, O.V., Mashtaler N.V. (2012). Heavy metals: soil retrieval, translocation in plants and environmental safety. Donetsk: Donbass, 304.

2. Filov, V.A. (2005). Harmful substances in the environment. Directory. - SPb.: PNO "Professional", 462.

3. Skrylev, L.D., Sazonova, V.F. (1992). Colloid-chemical basis for environmental protection from heavy metal ions. - Kiev: UMKVO, 215.

4. Wang, J., Chen, C.(2009). Biosorbents for heavy metals removal

and future. *Biotechnol. Adv.*, 27(2), 195–226. doi: 10.1016/j.biotechadv.2008.11.002

5. Tarasevich, Ju. I., Ovcharenko, F. D. (1975). Adsorption on clay minerals. Kiev: Naukova dumka, 351.

6. Kupchyk, L. A, Nikolaychuk, A. A., Cartel, N. T., Denisovich, V. A. (2006). Synthesis and properties of biosorbents obtained on the basis of cellulose-lignin plant material - wastes of the agro-industrial complex. *Sorption and chromatographic processes*, 7 (3), 489–498.

7. Stavitskaya, S.S., Kupchyk, L.A., Kartel, N.K., Strelko, V.V. (2001). Sorption properties of "dietary fiber" after the secondary processing of plant raw materials. *Journal of Applied Chemistry*, 74(4), 531-536.

8. Belyaev, E.Yu., Belyaeva, L.E.(2000). Use of vegetable raw materials in solving environmental problems. *Chemistry for Sustainable Development*, 8, 763 – 772.

9. Kovalchuk, V.P., Grigorenko, N.A., Kostenko, O.I. (2009). Sugar sorghum is a sugar-rich raw material and a potential source of energy. *Sugar beet*. 6, 6-7.

10. Grigorenko, N.A., Shtangeeva, N.I., Kupchyk, L.A. (2017). Processing of sugar sorghum waste (bagasse) for the purpose of obtaining sorbents. *Sugar Ukraine*, 5, 33-36.

11. Ion exchangers: Methods for determining exchange capacity. (1989). GOST 20255.1-89. Moscow, USSR.

12. Keltsev, N.V.(1984). Basics of adsorption technique. Moscow, Russia: Chemistry, 592.

13. Aivazov, B.V. (1973). Workshop on the chemistry of surface phenomena and adsorption. Moscow, Russia: High School, 206.

14. Quality of soil. (2007). DSTU 4770.1:2007. Ukraine.

15. The quality of the soil. Sampling. (2004). DSTU 4287: 2004. Ukraine.

16. Denisovich, V.O., Nikolaichuk, A.A., Cartel, N.T.,

Kupchik, L.A. (2006). Method for obtaining a lignin-containing enterosorbent (variants). Patent of Ukraine for invention A 61K 36/87. №76835; declared 15.09.2004; published 15.09.2006, 9.

## УДАЛЕНИЕ ИОНОВ МЕДИ ЛИГНИФИКОВАННОЙ БАГАСОЮ С ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ПОЧВ

**Н.О. Григоренко, Л.А. Купчик,  
В.О. Денисович**

**Аннотация.** Проведен анализ загрязнения почв тяжелыми металлами, что приводит к сокращению, а в некоторых случаях и к гибели видового состава растений. Определено, что около 20% территории Украины загрязнено тяжелыми металлами. Обоснована целесообразность повышения требований к качеству почв, которая заставляет искать новые, экологически чистые и экономически выгодные способы извлечения из них ионов тяжелых металлов, в частности меди (II). Это возможно, при использовании в очистке почв сорбентов, полученных из растительных отходов, химически или биологически модифицированных. Предложен способ лигнификации багасы из сорго сахарного для очистки почв, предусматривающий гидролиз измельченного растительного материала водным раствором минеральной (органической) кислоты, промывку водой, активацию лигнина водным раствором гидроксида щелочного металла, фильтрование, промывание водой, нейтрализацию остаточной

щелочности полученного материала водным раствором кислоты, обезвоживание (прессование) и высушивание. Исследовано сорбционные свойства необработанной и лигнификованной багасы по отношению к ионам меди (II). Установлено, что лигнификованная багаса может быть использована в агротехнологиях в качестве сорбента для очистки почв от загрязнения ионами меди.

**Ключевые слова:** почва, биосорбенты, лигнификованная багаса, сорго сахарное, тяжелые металлы.

## DELETION OF COPPER IONS WITH LIGNIFICANT BAGASSE FROM WATER SOIL EXTRACTS N. A. Grigorenko, L. A. Kupchyk, V. A. Denisovich

**Annotation.** Analysis of soil contamination with heavy metals has been carried out, which leads to a reduction, and in some cases, to loss of species composition of plants. It is determined that about 20% of the territory of Ukraine is contaminated with heavy metals. The expediency of increasing the requirements to the quality of soils is substantiated, it makes it necessary to search for new, environmentally friendly and economically viable ways of extracting heavy metal ions, in particular copper

*(II) from them. This is possible, when using sorbents in soil purification, from plant wastes, chemically or biologically modified. A method for lignifying the bagasse from sorghum sugar for soil purification is proposed hydrolysis of the crushed plant material with an aqueous solution of mineral (organic) acid, washing with water, activating lignin with an aqueous solution of alkali metal hydroxide, filtering, washing with water, neutralizing the residual alkalinity of the resulting material with an aqueous solution of acid, dehydration (pressing) and drying. The sorption properties of untreated and lignified cadavers with respect to copper (II) ions have been studied. It has been established that lignified bagasse can be used in agrotechnologies as a sorbent for soil purification from contamination by copper ions.*

**Keywords:** *soil, biosorbents, lignified bagasse, sorghum sugar, heavy metals.*

## ВПЛИВ РІДКИХ ФОСФОРНИХ ДОБРИВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БУЛЬБ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ

**А. В. БИКІН**, доктор сільськогосподарських наук, професор,

член-кор. НААН України

**І. П. БОРДЮЖА**, аспірант

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Email: igor\_bordyuzha@hotmail.com*

**Анотація.** Картопля характеризується високими біологічними показниками та смаковими якостями, які мають важливе значення для харчування людини. Харчова цінність бульб зазнає значних змін під впливом безлічі факторів. Одним зі шляхів нівелювання зовнішніх стресів у період вегетації рослин є система та технології внесення добрив. Саме тому, метою наших досліджень було вивчення впливу рідких форм фосфорних добрив (РКД 11-37) на фоні  $N_{120}K_{180}$  в комплексі з передпосадковим обробленням бульб та позакореновими підживленнями рістстимулюючими препаратами (Атонік Плюс і Босфоліар Келп) на біохімічні показники якості бульб картоплі столової в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Дослідження проводились в польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України на полях ТОВ «Біотех ЛТД» в Бориспільському районі, Київської області протягом 2015-2017 рр. Площа облікової ділянки становила 40 м<sup>2</sup>, повторність дослідів – 3-кратна. Розміщення варіантів систематичне.

У результаті проведених досліджень нами встановлено, що внесення РКД 11-37 у нормі  $P_{105}$  на фоні оброблення бульб та позакоренових підживлень Атонік Плюс (0,2 % р-н) сприяло накопиченню сухих речовин на рівні 9,36 т/га та крохмалю 6,29 т/га. Вміст нітратів не перевищував ГДК.

**Ключові слова:** картопля столова, РКД 11-37, оброблення бульб, Атонік Плюс, Босфоліар Келп, мінеральне живлення

**Актуальність.** Картопля має важливе значення для харчування людини. Її продовольча цінність визначається високими біологічними показниками та смаковими якостями. Вона обумовлена сортовими

властивостями картоплі, але може зазнавати значних змін залежно від умов вирощування, типу та родючості ґрунту, погоди, систем застосування добрив і захисту рослин від хвороб і шкідників. За недотримання

Бикін А. В., Бордюжа І. П.

оптимальних технологій вирощування бульби втрачають не тільки смакові та харчові якості, але й можуть накопичувати надлишкову кількість шкідливих для організму людини токсичних сполук [1].

Максимальна реалізація генетичного потенціалу будь-якої сільськогосподарської культури залежить від ступеня забезпечення рослин всіма необхідними факторами: вологою, теплом, мінеральним живленням. За дефіциту або надмірного прояву будь-якого з цих факторів відбувається лімітування реалізації генетичного потенціалу культури, суттєве зменшення врожайності та погіршення показників якості бульб [2,3]. Саме через ці небажані явища відбувається витрата щонайменше 70% новоствореної енергії рослин на подолання дисбалансу мінерального живлення, недостатньої вологозабезпеченості, гормональних розладів тощо [4,5].

Мінеральні добрива вже стали невід'ємною частиною технологій вирощування сільськогосподарських культур, проте дія рідких їх форм у поєднанні з рістстимулюючими препаратами на біохімічні показники якості бульб вивчена не достатньо та є актуальним питанням.

**Мета досліджень.** Вивчення впливу рідких форм фосфорних добрив у комплексі з передпосадковим обробленням бульб та позакореневими підживленнями рістстимулюючими препаратами на

біохімічні показники якості бульб картоплі столової в умовах Лівобережного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.**

Дослідження проводились у польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України в Бориспільському районі, Київської області протягом 2015-2017 рр.

Площа облікової ділянки становила 40 м<sup>2</sup>, повторність досліду – 3-кратна. Розміщення варіантів систематичне. Для проведення досліджень було обрано середньопізній сорт Моцарт (оригіатор HZPC Holland, Нідерланди).

Передпосадкове оброблення бульб проводили препаратами Атонік Плюс та Босфоліар Келп з концентрацією 0,20 %.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений грубопилуватий легкосуглинковий на лесі. Він характеризувався слабко-кислою реакцією ґрунтового розчину (5,20), низьким вмістом мінерального азоту (13,4 мг/кг), високим ступенем забезпечення рухомими сполуками фосфору (168 мг/кг) і калію (174 мг/кг) та середнім – обмінного кальцію (7,42 мг екв/100 г ґрунту) та магнію (1,64 мг екв/100 г ґрунту).

У дослідженнях використовували наступні добрива: аміачна селітра (ДСТУ 7370:2013), РКД 11-37 (ТУ – 2186-627-00209438-

Бикін А. В., Бордюжа І. П.

01), сульфат калію (ГОСТ 4145-74), сульфат магнію, Босфоліар Борон (В–21%), Атонік Плюс та Босфоліар Келп відповідно ISO 9001.

**Результати та обговорення досліджень.** Вміст сухої речовини в бульбах картоплі столового призначення є опосередкованим показником, який характеризує ступінь оптимізації живлення рослин протягом вегетації та, відповідно, фотосинтетичну активність листової поверхні [6,7].

За результатами наших досліджень, найбільший вплив на величину збору сухої речовини зумовило використання рідких фосфорних добрив у нормі  $P_{105}$  із позакореневим підживленням Атоніком Плюс (9,36 т/га), що на 47,5 % вище за контроль (табл. 1). У варіанті без застосування позакореневого підживлення цей показник знизився до рівня 8,43 т/га та з підживленням Босфоліаром Келп – 9,04 т/га.

### 1. Вплив рідких фосфорних добрив на збір сухої речовини і крохмалю (т/га) картоплі столової сорту Моцарт, середнє за 2015-2017 рр.

№ п/п	Варіант досліджу	Без підживлень		Позакореневе підживлення			
		сухої речовини	крохмалю	Атонік Плюс		Босфоліар Келп	
				сухої речовини	крохмалю	сухої речовини	крохмалю
з обробленням бульб Атонік Плюс							
1	Без добрив (контроль)	4,55	3,09	4,91	3,31	4,47	2,99
2	$N_{120}P_{105}K_{180}$	8,43	5,49	9,36	6,29	9,04	5,84
3	$N_{120}P_{105}K_{180}Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ (р.Са,Мg)	7,38	4,81	9,12	6,08	9,00	5,80
з обробленням бульб Босфоліар Келп							
4	Без добрив (контроль)	5,23	3,65	6,05	4,25	4,98	3,41
5	$N_{120}P_{105}K_{180}$	7,69	5,11	8,45	5,49	8,12	5,50
6	$N_{120}P_{105}K_{180}Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ (р.Са,Мg)	6,80	4,45	8,18	5,48	7,63	5,05
НІР <sub>05</sub> фактор А (оброблення бульб)						0,21	0,17
НІР <sub>05</sub> фактор Б (добрива)						0,76	0,48
НІР <sub>05</sub> взаємодія факторів АБ						0,76	0,48

Введення до системи удобрення зумовило зниження величини збору добрив з кальцієм, магнієм та бором сухої речовини порівняно з

Бикін А. В., Бордюжа І. П.

варіантами, де вносили тільки NPK. За використання  $N_{120}P_{105}K_{180}Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$  він знизився на 1,05 т/га без проведення позакореневого підживлення. У варіантах із позакореневими підживленнями не виявлено істотної різниці.

За оброблення бульб Босфоліаром Келп встановлена аналогічна тенденція. Так, показники варіантів з удобренням суттєво відрізнялися від контролів (без підживлення (5,23 т/га), з підживленням Атонік Плюс (6,05 т/га), а Босфоліар Келп (3,41 т/га)). Застосування рідких фосфорних добрив забезпечило збір сухої речовини за проведення позакореневого підживлення Атоніком Плюс на рівні 8,45-9,36 т/га, Босфоліаром Келп - 8,12-9,02 т/га, а без підживлення - 7,69-8,43 т/га.

Крохмаль є основною складовою частиною сухої речовини бульб картоплі. Нами встановлено позитивний вплив рідких фосфорних добрив на збір крохмалю. За використання  $P_{105}$  із  $N_{120}K_{180}$  з підживленням Атонік Плюс він становив 6,29 т/га (+2,98 т/га до контролю), а Босфоліар Келп - 5,84 т/га (+2,85 т/га до контролю). Різниця між цими варіантами становила 0,45 т/га. У варіанті без підживлення цей показник досягав рівня 5,49 т/га (+2,40 т/га до контролю).

Введення до системи удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором за позакореневого підживлення

обумовило несуттєве зниження збору крохмалю (на відміну від збору сухої речовини) порівняно з варіантами лише з NPK. Без застосування підживлень різниця була суттєвою (0,68 т/га). Аналогічна тенденція виявлена за оброблення бульб Босфоліаром Келп. За оброблення бульб, але без застосування добрив у передпосівне внесення перевагу мав Босфоліар Келп (3,41-4,25 т/га).

Вітамін С відносять до водорозчинних речовин. В організмі людини він не накопичується і тому його запаси повинні поновлюватись з продуктами харчування [8].

Вміст вітаміну С у бульбах без застосування добрив досягав найбільшого значення – 10,1 мг% сирої речовини (табл. 2). За використання рідких фосфорних добрив у нормі  $P_{105}$  його вміст знизився до рівня 8,93 – без підживлень; 8,44 – з підживленням Атонік Плюс; 8,30 – з підживленням Босфоліар Келп. Це можливо, обумовлено ефектом розбавлення за рахунок значного приросту врожаю картоплі столової у варіантах з добрива порівняно до контролю.

Введення до системи удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором обумовило підвищення вмісту аскорбінової кислоти (без підживлення – 8,93; з підживленням Атонік Плюс – 8,44, а Босфоліар Келп – 8,30 мг%) порівняно до варіантів, де застосовувались лише NPK.

## 2. Показники якості бульб картоплі столової сорту Моцарт за використання рідких фосфорних добрив, середнє за 2015-2017 рр.

№ п/п	Варіант досліджу	Без підживлень		Позакореневе підживлення			
				Атонік Плюс		Босфоліар Келп	
		вміст в бульбах					
		вітамін С, мг/%	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	вітамін С, мг/%	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	вітамін С, мг/%	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг
з обробленням бульб Атонік Плюс							
1	Без добрив (контроль)	9,36	22,3	6,81	35,0	9,34	30,8
2	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub>	7,05	41,1	7,14	41,4	6,97	44,9
3	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р. Ca, Mg)	8,93	44,7	8,44	26,1	8,30	35,0
з обробленням бульб Босфоліар Келп							
4	Без добрив (контроль)	10,1	21,8	6,59	37,7	7,92	27,7
5	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub>	5,47	47,6	6,43	45,2	7,03	55,2
6	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>180</sub> Ca <sub>21</sub> Mg <sub>15</sub> B <sub>1,5</sub> (р. Ca, Mg)	7,73	40,1	7,45	41,4	7,40	50,2
НР <sub>05</sub> фактор А (оброблення бульб)						0,32	0,00
НР <sub>05</sub> фактор Б (добрива)						1,18	9,53
НР <sub>05</sub> взаємодія факторів АБ						1,67	13,4

Результати наших досліджень показують, що вміст нітратів у бульбах був значно нижчий максимально допустимого рівня (МДР). Найменший їх вміст серед варіантів з добривами обумовлювало використання N<sub>120</sub>P<sub>105</sub>K<sub>180</sub>Ca<sub>21</sub>Mg<sub>15</sub>B<sub>1,5</sub> – 26,1 мг/кг сирої речовини (табл. 2). Цей показник у контролі становив 35,0 мг/кг. Найбільший він був у варіанті з рідкими фосфорними добривами за підживленнями Босфоліар Келп – 55,2 мг/кг сирої речовини. У варіанті із

N<sub>120</sub>P<sub>105</sub>K<sub>180</sub>Ca<sub>21</sub>Mg<sub>15</sub>B<sub>1,5</sub> на фоні оброблення бульб Босфоліар Келп цей показник досягав 50,2 мг/кг сирої речовини, а у варіанті із Атонік Плюс – 35,0 мг/кг сирої речовини.

**Висновки.** Застосування РКД 11-37 у нормі P<sub>105</sub> на фоні N<sub>120</sub>K<sub>180</sub> у поєднанні з передпосадковим обробленням бульб та позакореневим підживленням рістстимулюючим препаратом Атонік Плюс (0,20 % р-н) забезпечувало збір сухої речовини на рівні 9,36 т/га та крохмалю на рівні 6,29 т/га.

## Список використаних джерел

1. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. Картофель: монографія / под ред. Д. Шпаар. Минск: Орех, 2004. 465 с.
2. Частная физиология полевых культур: / за ред. Е. И. Кошкин. Москва: Колос, 2005. 344 с.
3. Кучко А. А. Физиология та біохімія картоплі: монографія. Київ: Довіра, 1998. 335 с.
4. Бикина Н. М. Врожайність і якість картоплі столової за використання добрив з ристактивуючим ефектом. *Scientific researches and their practical application. Intellectual potential of the xxi century 2016*: міжнар. наук-практ. конф. (м. Одеса, 15-22 лист. 2016 р.). Одеса: 2016. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-m216/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-m216/28373-m216-109> (дата звернення: 24.02.2018)
5. Каленська С. М., Кнап Н. В. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та Україні. *Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету*. 2012. № 4 (63). С. 41-48.
6. М'ялковський Р. О. Фотосинтетична діяльність рослин ранньої картоплі залежно від різних норм добрив. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. № 17(1). С. 217-220.
7. Пархуць І. М., Пархуць Б. І. Продуктивність залежить від рівня підживлення. *Агронерспектива*. 2009. № 12. С. 40-42.
8. Картопля: вирощування, якість, збереженість / За ред. А.А. Бондарчука, В.А.Колтунова. Київ: КИТ, 2009. 232 с.

## Referens

1. Shpaar D., Bykyn A., Dreher D. (2004). Kartoffel [Potatoes]. Minsk: Orekh, 465.
2. Koshkyn E. Y. (2005). Chastnaia fyzyolohyia polevykh kultur [Private physiology of field crops]. Moscow: Kolos, 344.
3. Kuchko A. A. (1998). Fiziolohiia ta biokhimiia kartopli [Physiology and biochemistry of potatoes]. Kiev: Dovira, 335.
4. Bykina N. M. (2016). The yield and quality of potato dining for the use of fertilizers with the rusticating effect. *Scientific researches and their practical application. Intellectual potential of the xxi century 2016*: mizhnar. nauk-prakt. konf. 15-22 lyst. 2016: tezy dop., Odesa, Available at: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-m216/agriculture-animal-husbandry-and-forestry-m216/28373-m216-109>.
5. Kalenska S. M., Knap N. V. Stan ta perspektyvy vyrobnytstva kartopli v sviti ta Ukraini [The state and prospects of potato production in the world and Ukraine] (2012). Vinnitsa National Agrarian University. Vinnitsa: 4, 41-48.
6. M'ialkovskiy R. O. (2013). Fotosyntetichna diialnist roslin rannoi kartopli zalezho vid riznykh norm dobryv [Photosynthetic activity of plants of early potatoes depending on different standards of fertilizers]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, 17(1), 217-220.
7. Parkhuts I. M., Parkhuts B. I. (2009) Produktyvnist zalezhyt vid rivnia pidzhyvlennia [Performance depends on the level of nutrition]. *Ahroperspektyva*, 12, 40-42.

Бикін А. В., Бордюжа І. П.

8. Bondarchuk A. A., Koltunov V. A. (2009). Kartoplia: vyroshchuvannia, yakist, zberezhennia

[Potatoes: growing, quality, preservation]. Kyiv: KYT, 232.

## ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СТОЛОВОГО

**А. В. Бикін, І. П. Бордюжа**

**Анотація.** Картофель характеризуется высокими биологическими показателями и вкусовыми качествами, которые имеют важное значение для питания человека. Пищевая ценность клубней испытывает значительные изменения под влиянием множества факторов. Одним из путей нивелирования внешних стрессов в период вегетации растений является система и технологии внесения удобрений. Именно поэтому, целью наших исследований было изучение влияния жидких форм фосфорных удобрений (ЖКУ 11-37) на фоне  $N_{120}K_{180}$  в комплексе с предпосадочной обработкой клубней и внекорневой подкормки ростстимулирующих препаратами (Атоник Плюс и Босфолиар Келп) на биохимические показатели качества клубней картофеля столового в условиях Левобережного лесостепи Украины.

Исследования проводились в полевом опыте кафедры агрохимии и качества продукции растениеводства им. А.И. Душечкина НУБиП Украины на полях ООО «Биотех ЛТД» в Бориспольском районе Киевской области в течение 2015-2017 гг. Площадь учетного участка составляла 40 м<sup>2</sup>, повторность

опыта - 3-кратная. Размещение вариантов систематическое.

В результате проведенных исследований нами установлено, что внесение ЖКД 11-37 в норме  $P_{105}$  на фоне обработки клубней и внекорневых подкормок Атоник Плюс (0,2% раствор) способствовало накоплению сухих веществ на уровне 9,36 т/га и крахмала 6, 29 т/га. Содержание нитратов не превышал ГДК.

**Ключевые слова:** картофель столовый, ЖКД 11-37, обработка клубней, Атоник Плюс, Босфолиар Келп, минеральное питание

## EFFECT OF THE LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON THE INDEXES QUALITY THE TUBER OF POTATO

**A. V. Bykin, I. P. Bordyuzha**

**Abstract.** Potato is characterized high biological indexes and good flavouring quality. They are very important for people feed. Feed value of potato tubers is changed under influence of the great number of the growth factors. One way for environmental stresses levelling during plant vegetation is system and technologies for fertilizers application. So, the goal of the our investigation was studying of the influence of liquid forms of the phosphate fertilizers (LCF 11-37) on background of  $N_{120}K_{180}$  in combination with tubers pre-planting treatments and foliar fertilizers applications by growth-stimulate fertilizers (Atonic Plus and Basfoliar Kelp) on the biochemical quality of

Бикін А. В., Бордюжа І. П.

*potato tubers in conditions of Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.*

*The field experiment was located in field trials of Department of agrochemistry and plant products quality of NULES of Ukraine on the fields of the LTD "Biotech LTD" in Boryspil district of Kyiv region in 2015-2017. The area for harvesting plot was 40 m<sup>2</sup>. The replication in research was tree. The variants were located systematically.*

*As the results, the LCF 11-37 application in rate P<sub>105</sub> on the background tubers pre-planting treatments and foliar plant application Atonic Plus (0.2 % fertilizer solution) caused intensify of the dry matter accumulation to 9.36 t/ha and starch accumulation to 6.29 t/ha in tubers. The nitrate content in tubers did not exceed of maximal legal level.*

**Key words:** *potato, LCF 11-37, tuber treatment, Atonic Plus, Basfoliar Kelp, mineral nutrition*

## BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR APPLE PROTECTION FROM GREEN APPLE APHID IN SOUTH-WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE.

**M.V. Gunchak**, scientific researcher

*Ukrainian Scientific- Research Plant Quarantine Station IPP NAAS*

E-mail: Gunchak00@ukr.net

**Abstract.** *The green apple aphids' biological peculiarities (Aphis pomi Deg.) were looked upon. The modern bioinsecticide's impact on the green apple aphid quantity was researched in South-Western Forest-Steppe of Ukraine. The efficiency of microbiological preparations against phytophag was set (65,0-89,7%). It was established that the preparation of Acharophyt had the highest efficiency against the green apple aphid, concentrate emulsion had the result 89,7% through 7 days after the third treating. The*

*The pesticides' multiyear usage came to the change of biological and ecological peculiarities and also the pests' etiology was the reason for the fundamental breach of agrocenosis' equilibrium. The insecticidal press impacts on the population's dynamics of pest and useful organisms, for the yield-forming and their quality. Simultaneously it comes to high level of soil's pollution, water sources, foods, which comes to the decrease state of health for population, infant mortality, decrease of life mortality [2].*

*The biological control is a way out of such situation. So the biological preparations have many advantages to the pesticides, so the choose of action and safety to entomofages and insects –*

*biological preparation's mix Koloradocide powder was in the norm 3 kg/ha and the solution Gaubsin was in the norm 10 l/ha. They have showed the excellent synergy and high impact on phytophag: 87,3% through 7 days after the third treating. The biological preparations' benefits were presented after their usage.*

**Keywords:** *protection, apple, green apple aphid, biological preparations, insecticides, environmentally friendly protection.*

*pollinators, small possibility for appearing insect's resistance to microorganisms, warm - blooded animals and man's safety, the absence of impact on product's quality, small term for waiting, the possibility for the different plant's vegetative stage, the absence for the saving of toxical matters in production and environment. That is why the biological preparations' areas usage against pests are constantly increased [4,8].*

*The biological preparations in comparison with chemical preparations have much lower efficiency, but they are more environmentally friendly, so their usage needs more attention. The biological preparations have been characterized by more delayed effect, but they have more medatacache effect and in some conditions*

Гунчак М.В.

may cause the insect epizooty comparison with pesticides. It has also disadvantage that the biological preparations efficiency may be increased by the unfavourable weather conditions, rains, that can wash the preparation, lower temperature, which decrease the activity of pest's feeding, and by the ultraviolet ray which partly inactive bacterium [1,7,8].

The wide complex of biological preparations against pests are widely used, but they have different efficiency. So the range of biological preparations efficiency impacts on the green apple aphid (*Aphis pomi* Deg.) was researched, it's quantity is constantly increased and by the harmfulness takes one of the leading places among the pest of fruit plantations in South-Western Forest-steppe of Ukraine.

*The green apple aphid (Aphis pomi Deg.)* is the family *Aphididae*, order – *Hemiptera*. The larva and imago suck juice from the buds, populates the lower tip of leaves, green shoots and sometimes ovaries. The lesion leaves are curled and died. The shoots decrease in growth and bend. The fruits are shallow on the seriously damaged trees, the peel cracks on them very often. Parthenogenetic female is wingless with body length to 2mm, green, with yellow- black head, black cornicles, yellow antenna, 6-th segments, cornicles and black tail. The winged female distributor, dimension 1,8-2 mm, head, bosoms, antenna, legs and cornicles are dark colored, green abdomen with black spots, antennae 6 th segments yellow with dark top, with light brown-

blue. The oviparous female and wingless male, yellow- green or brownish- yellow color, tubules and tails are black, antennae 6-th segments, shin black legs are thickened, the female's length is 1,6 mm, male is 1,2 mm. The egg's length is 0,4-0,5 mm, viviparous are black, shine. The larva is green with red shine, eyes are red and cornicles are black. The impregnated eggs overwinter on the young shoots near the base of buds. The larvae resurrect and start to feed during the burst and budding. The winged female-distributors develop (since the third generation) during the summer period together with wingless females. They flew away and dwell new fodder plants. The female-sexupara appears in September-October. They resurrect from larva, which turns into oviparous females and males. The impregnated females gave 2-5 wintering eggs. The character of its development is minocyclic, monocyclic. It gives from 6 to 19 generations during the season [5,9].

**The purpose of researches** was to study the biological preparation's efficiency on the green apple aphid in South-Western Forest-steppe of Ukraine.

#### **Methods of research.**

The field researches for biological preparations against the green apple aphid (*Aphis pomi* Deg.) were made in 2014-2016 on the base of Ukrainian Scientific-Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, on the area of industrial garden by standard techniques [3,6].

Гунчак М.В.

The area of research site is 0,4 ha. The record was made on 10 apple's leaves. The record was made on 5 recording trees. The action of insecticides effectivity was determined through 3,5 and 7 days. [6].

The insecticide's efficiency action was determined as per Henderson-Tilton calculations [6]:

$$E = 100 * (1 - (B * a / A * b));$$

where E – the preparation efficiency in the per cent decrease of pest's quantity;

A – the quantity of alive individuals on research site before treating;

B – the quantity of alive individuals on research site after treating;

a – the quantity of alive individuals in inspection before treating;

b – the quantity of alive in inspection after treating.

### **Research results.**

The system of apple's protection against green apple aphid is based upon three treatings by biological preparations in the following phenological phases: "mouse-ear", "rosebud" and fruit formation and development". The microbiological preparations impact was researched: Acharophyt (fungi *Streptomyces avermitilis*), concentrate emulsion in the scope 0,6 l/ha, Koloradocide (bacterium *Bacillus thuringiensis*, titer of viable cells not less than 7 billions CFU/g), powder (3kg/ha), Gaubsin (bacterium *Pseudomonas aureofaciens*,  $5 \times 10^9$  cells/ml), solution (10 l/ha). The insecticide Kalipso 480 SC (thiacloprid), concentrate emulsion in the scope 0,3 l/ha was used as a reference.

The preparation Acharophyt (fungi *Streptomyces avermitilis*), concentrate emulsion in the norm 0,6 l/ha after first treating (the phenological phase "mouse-ear") through 3 days were low equals 54,4%. The following results were 64,4% through 5 days, 69,1 % were through 7 days. It is caused by the low day average air, temperature (6-8°C) and respectively microorganisms nonactivity. The efficiency after the second treatment consisted 64,7% through 3 days in phenological phase "rosebud". The following results were 74,8% through 5 days, 82,9% were through 7 days. As you see from the table, the preparation's activity impact on the population density of green apple aphid on the 7 th day after the second treating was higher on 13,8% by the corresponding indicators after the first treating, which confirms the much higher action with increasing of the average day temperature (to 15°C in average during the researcher's years). The efficiency of biological preparation consisted 73,8% through 3 days after the third treatment in the phenological phase "fruit formation and development". The following results were 89,3% through 5 days, 89,7% were through 7 days. These results were much higher than after the first treatment and on 6,8% higher than after the second treatment (table 1).

The preparation Koloradocide efficiency (bacterium *Bacillus thuringiensis*, titer of viable cells not less than 7 billions CFU/g), powder in the scope 3 kg/ ha after the first treating in the phenological phase "mouse-ear" was

**Гунчак М.В.**

less 43.6% through 3 days. The following results were 56,9% through 5 days, 65,0% were through 7 days. The biological preparations efficiency consisted 57,8% through 3 days after the second spraying in the phenological phase “rosebed”. The following results were 67,9% through 5 days, 74,7% were through 7 days. They were on 9,7% higher than after the first

treating. The biological preparation activity efficiency consisted 51.2% through 3 days in phenological phase “fruit formation and development”. The following results were 62,1% through 5 days, 77,0% were through 7 days. It was much higher 12,0%, than after first treating and on 23% higher, than after second treating.

**The efficiency of microbiological preparations against the green apple aphid on the apple.  
(UkrSRSQP IPP NAAS, 2014-2016)**

Option	The quantity of treatments	Quantity of treatments*	Quantity, pcs/leaves (average by surfaces)				Technical efficiency, %			Yield, c/ha
			Before treating	Through 3 days	Through 5 days	Through 7 days	Through 3 days	through 5 days	through 7 days	
Inspection (water)		1	630	642	695	720	-	-	-	150
		2	286	295	310	320	-	-	-	
		3	231	253	269	280	-	-	-	
Etalon: Kalipso 480 SC, coefficient suspension	0,3	1	560	48	8	8	91,6	98,7	98,8	170
		2	280	29	15	15	90,0	95,1	96,8	
		3	230	37	6	6	85,3	97,8	97,8	
Achtarophyt, coefficient emulsion	0,6	1	280	130	110	99	54,4	64,4	69,1	167,2
		2	110	40	30	21	64,7	74,8	82,9	
		3	80	23	10	10	73,8	89,3	89,7	
Koloradocide, powder	3,0	1	400	230	190	160	43,6	56,9	65,0	163,5
		2	230	100	80	65	57,8	67,9	74,7	
		3	215	115	95	60	51,2	62,1	77,0	

Гунчак М.В.

Gaubsin, solution.	10	1	660	370	290	250	45,0	60,2	66,9	164,3
		2	280	110	95	80	61,9	68,7	74,5	
		3	200	75	50	45	65,8	78,5	81,4	
Koloradocide, powder. + Gaubsin, solution.	3,0	1	820	450	310	249	46,1	65,7	73,4	166,5
	10	2	450	160	90	76	65,5	81,5	84,9	
		3	130	45	32	20	68,4	78,9	87,3	
L.S.D <sub>05</sub>										4,5

\*treatings were made in such phenological phases: 1-“mouse-ear”, 2-“rosebud” and 3-“fruit formation and development”

Гунчак М.В.

Preparation Gaubsin (bacterium *Pseudomonas aurefaciens*,  $5 \times 10^9$  CFU/ml), solution in norm 10 l/ha after the first spraying in phenological phase “mouse-ear” showed the efficiency 45,0% through 3 days. The following results were 60,2% through 5 days, 66,9% were through 7 days. The biological preparations efficiency consisted 61,9% after the third spraying through 3 days in phenological phase “rosebud”. The following results were 68,7% through 5 days, 74,5% was through 7 days. It is more than 7,6 % higher than after first spraying. The biological preparation active efficiency consisted 65,8% through 3 days after the third spraying in the phenological phase “fruit formation and development”. The following results were 78,5% through 5 days, 81,4% was through 7 days. It was higher on 14,5 %, than after the first spraying and on the 6.9 % higher than after the second spraying.

The mix of preparations Koloradocide (bacterium *Bacillus thuringiensis*, titer of viable cells not less than 7 billions CFU/g) powder in norm 3 kg/ha and Gaubsin (bacterium *Pseudomonas auerofaciens*,  $5 \times 10^9$  CFU/ml), mixture in norm 10 l/ha were also mixed sprayed. The mix of the present biological preparations showed the synergy by the results of the proposed researches so the efficiency of the provided actions was consisted 46,1% through 3 days during the period of “mouse-ear”. The following results were: 65,7% through 5 days, and 74,3 % through 7 days. It is the highest indicator

among the biological preparations during the present period of vegetation. The efficiency of the present biological preparations mix consisted 65,5% through 3 days in the phenological phase “rosebud”. The following results were: 81,5% through 5 days, 84,9 % through 7 days. It is much higher on 11,5% than after the first spraying. The treating efficiency consisted 68,4% through 3 days in phenological phase “fruit formation and development”. The following results were 78,9% through 5 days, 87,3% was through 7 days. It is much higher on 2.4% than after first spraying and it is much higher on 13,9% than after second spraying.

The Kalipso insecticide’s effectivity action, coefficient suspension in the norm 0,3 l/ha against green apple aphid consisted 91,6% through 3 days. The following results were: 98,7% through 5 days, 98,8% through 7 days. The preparation efficiency consisted 90,0% through 3 days in phenological phase “rosebud”. The following results were 95,1% through 5 days, 96,8% through 7 days. It is lower on 2,0% than after the first sprayings. The insecticide’s effectivity action consisted 85,3% through 3 days in phenological phase fruit formation and development. The following results were 97,8% through 5 days, 97,8% through 7 days. It is higher on 1,0 % than after the first spraying and on 1,0% lower than after second spraying.

### Conclusions.

1. The preparation Acharophyt (fungi *Streptomyces avermitilis*),

Гунчак М.В.

coefficient emulsion in the scope 0,6 l/ha showed the highest result in comparison with other biological preparations, the action's efficiency 89,7% through 7 days after third treatment and it consisted 82,9% after second treatment.

2. The preparation's Koloradocide efficiency (bacterium *Bacillus thuringiensis*, titer viable cells were not less than 7 billions CFU/g), powder in the scope 3 kg/ ha consisted 65,0% through 7 days after first spraying. The following results were 74,7% after second treating, 77,0% was after the third treating.

3. The preparation's Gaubsin efficiency (bacterium *Pseudomonas aureofaciens*,  $5 \times 10^9$  CFU/ml), solution in the norm 10l/ha through 7 days after the first treating consisted 66,9%. The

#### References.

1. Bondarenko N.V. (1986) *Biologicheskaya zaschita rasteniy*. [Biological protection of plants]. – Kyiv. Agropromizdat. – P.280.

2. Brovdiy V.M., Gulyi V.V., Fedorenko V.P., (2003) *Biologichnyi zachyst roslyn. Navchalnyi posibnyk*. [Biological protection of plants. Study guide]. – Kyiv. Svit. – P.352.

3. Dospechov B.A. (1985) *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. [Methodology of field research]. – 5-oye izd i pererab. – Moscow.: Agropromizdat – P.351.

4. Dyadechko M.P., Padiy M.M., Shelestova V.S., (2001) *Biologichnyi zachyst roslyn*. [Biological protection of

following results were 74,5% after the second treating, 81,4% was after the third treating.

4. The biological preparations mix Koloradocide (bacterium *Bacillus thuringiensis*, titer viable cells not less 7 billions CFU/g) powder in the scope 3 kg/ha and Gaubsin (bacterium *Pseudomonas aureofaciens*,  $5 \times 10^9$  CFU/ml) in norm 10 l/ha showed the highest efficiency among the biological preparations during the “mouse-ear”. It happened during the decrease of protective measures 73,4% through 7 days after spraying at the low average air temperature (6-8<sup>0</sup>C). The preparation's efficiency action consisted 84,9% through 7 days after the second treatment and 87,3% after the third treating.

plants]. Ed. M.P. Dyadechko and M.M. Padiy. – Bila Tserkva. – P.312.

5. Lisovyi M.P., Bublyk L.L. (1999) *Dovidnyk iz zachystu roslyn*. [Directory of plants protection]. Ed. Lisovyi M.P. – Kyiv. Urozhay. – P.774.

6. Tribel S.O., Sygaryova D.D., Sekun M.P., Ivanenko O.O. (2001) *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestydydiv*. [Methodology of testing and application of pesticides]. – Kyiv: Svit. – P. 448.

7. Ryabchynskaya F.A., Charchenko G.L. (2006) *Ekologizatsiya zaschity yabloni ot vrednych organizmov*. [Ecologization of the protection of apple from harmful organisms]. – Moscow: FGNU “Rosinformagrotech”. – P.188.

Гунчак М.В.

8. Fedorenko V.P., Brown I.V. (2012) Biologichnyi zachyst vid zelenoyi yablunevoy popelytsi. [Biological protection from green apple

aphid]. Karantin i zachyst roslyn. – Kyiv. – № 1. – P.24-25.

9. Fedorenko V.P., Pokoziy Yo. T., Krut M.V. (2013) Entomologiya. [Entomology]. – Kyiv. Fenix. – P.344.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯБЛОНИ ОТ ЯБЛОНЕВОЙ ТЛИ В ЮГО- ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

М.В. Гунчак

### Аннотация.

Приведены биологические особенности яблонево́й тли (*Aphis pomi* Deg.) и исследовалось влияние современных биоинсектицидов на её численность в юго-западной лесостепи Украины. Установлена эффективность микробиологических препаратов против фитофага (65,0-89,7%). Установлено, что наивысшую эффективность против яблонево́й тли показал препарат Актарофит, к.э., 89,7% – 7 дней спустя после третьей обработки. Смесь биопрепаратов Колорадоцид, п. в норме 3 кг/га и Гаубсин р. в норме 10 л/га показала синергетический эффект и высокое воздействие на фитофага: 87,3% после 7 дней спустя после третьей обработки. Предложены преимущества использования биологических препаратов.

**Ключевые слова:** защита, яблоня, яблонево́я тля, биологические препараты, инсектициды, экологически безопасная защита

## БІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЗЕЛЕНОЇ ЯБЛУНЕВОЇ ПОПЕЛИЦІ В ПІВДЕННО-ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак

### Анотація.

Наведено біологічні особливості зеленої яблунево́ї попелиці (*Aphis pomi* Deg.) та досліджено вплив сучасних біоінсектицидів на її чисельність в Південно-Західному Лісостепу України. Встановлено ефективність микробиологічних препаратів проти фітофага (65,0-89,7 %). Встановлено, що найбільшу ефективність проти зеленої яблунево́ї попелиці показав препарат Актарофит, к.е.: 89,7% через 7 діб після третьої обробки. Суміш біопрепаратів Колорадоцид, п. у нормі 3 кг/га та Гаубсин, р. у нормі 10 л/га показала синергетичний ефект та високу дію на фітофага: 87,3% через 7 діб після третьої обробки. Наведено переваги від використання біологічних препаратів

**Ключові слова:** захист, яблуня, зелена яблунево́я попелиця, біологічні препарати, інсектициди, екологічно безпечний захист

## АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ГЕНОФОНДУ САЛАТУ ПОСІВНОГО ЛИСТКОВОГО, СТВОРЕНОГО МЕТОДОМ ІНДУКОВАНОГО МУТАГЕНЕЗУ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНОГО СОРТУ ВЕЛЬМОЖА

**С. І. КОНДРАТЕНКО**, кандидат біологічних наук,  
провідний науковий співробітник лабораторії генетики,  
генетичних ресурсів і біотехнології,

**І. М. МИТЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук,  
науковий співробітник лабораторії адаптивного овочівництва,  
зберігання та стандартизації

**Р. В. КРУТЬКО**, кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник лабораторії селекції пасльонових і  
гарбузових культур

*Інститут овочівництва і багтанництва НААН України,*

**П. Г. ДУЛЬНЄВ**, кандидат хімічних наук,  
головний науковий співробітник відділу синтезу білків і пептидів,

*Інститут біоорганічної та нафтохімії НАН України,*

*E-mail: ovoch.iob@gmail.com*

*E-mail: users@bpci.kiev.ua*

**Анотація.** Створені вітчизняні сорти салату листкового в умовах помірного клімату (10-15 років тому) нажаль в сучасних умовах зміни клімату частково втратили свої апробаційні ознаки і не відповідають сучасним вимогам агровиробництва. Тому основною метою проведених досліджень було створення високо адаптивного вихідного матеріалу для сортової селекції даної овочевої рослин. **Методи.** Об'єкт досліджень: салат посівний листкового різновиду (*Lactuca sativa L. var. secalina*). Предмет досліджень: 16 мутантних зразків салату листкового покоління  $M_2$ - $M_4$ , створених методом хімічного і фізичного мутагенезу на основі сорту вітчизняної селекції Вельможа. Дослідження проводили відповідно за методикою ВІР для вивчення колекцій малопоширених культур, згідно робочих

планів за діючими стандартами.

**Результати.** В результаті проведених 3-х річних досліджень (2012-2014 рр.) для створення сортів інтенсивного типу вирощування виділено 2 перспективні мутанти зразки покоління  $M_4$ , які продемонстрували чутливу реакцію на вплив зовнішніх умов вирощування, урожайністю 11,1-12,7 т/га, що вище вихідної форми на 43,0-68,8 %. **Обговорення результатів.** Створений мутантний генофонд є цінним вихідним матеріалом для проведення селекції салату листкового, а саме як для створення екологічно-пластичних сортів, так і сортів інтенсивного типу вирощування.

**Ключові слова:** салат посівний листковий, адаптивна здатність, індукований мутагенез, вихідний матеріал для селекції

**Актуальність.** В сучасних умовах глобальної зміни клімату основним завданням селекції овочевих видів рослин є створення нових сортів і гібридів  $F_1$  із підвищеним потенціалом адаптивності до стресових умов вирощування. Успіх у вирішенні поставленого завдання залежить від рівня вивченості вихідного матеріалу, добору батьківських пар для гібридизації, оптимізації метода селекції на адаптивність за рахунок дотримання принципів добору вихідних форм за ознаками, що тісно корелюють з адаптивністю [1, с. 372].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На думку А.А. Жученко можливість тих чи інших видів рослин протистояти дії місцевих стресових факторів навколишнього середовища має визначальний вплив на їх географічний розподіл та формування структури урожаю [2, с. 10–15]. За аналізом робіт П.П. Літуна основним об'єктом адаптивної селекції є макросистема рослин, яка формує свої мікро- і макроознаки на фоні фенотипового прояву продукційного процесу [3, с. 351]. Для визначення адаптивної реакції слід узагальнити природу і механізм росту, розвитку і формування популяцій рослин. На основі проведених досліджень з випробування генотипів у різних природних середовищах, А.В. Кільчевським і Л.В. Хотильовою [1, с. 372] був розроблений метод генетичного аналізу, який дозволяє

виявити загальну і специфічну здатність генотипів, їх стабільність і селекційну цінність, а також проводити їх добір за адаптивною здатністю залежно від поставленої селекційної мети. На основі запропонованого методу авторами статті був проведений аналіз генофонду салату посівного листкового, створеного методами індукованого мутагенезу та аналітичної селекції в агрокліматичній зоні Північного Лісостепу України [4, с. 290]. Представлені в даній публікації результати є логічним продовженням вищевказаних досліджень.

**Мета** – провести аналіз адаптивних властивостей генофонду салату листкового, створеного методом індукованого мутагенезу та виділити цінні джерела для сортової селекції в умовах агрокліматичної зони Східного Лісостепу України.

**Методи.** Об'єкт досліджень: салат посівний листкового різновиду (*Lactuca sativa* L. var *secalina*). Предмет досліджень: мутантні зразки салату листкового покоління  $M_2$ - $M_4$ , створені шляхом передпосівної обробки насіння  $\gamma$ -опромінюванням у трьох дозах (7, 11 і 15 кілоРентген (кР)) та шляхом замочування у водних розчинах біологічно-активних речовини мутагенної дії у діючій концентрації 0,02 % та за різної експозиції – 3, 6 і 18 годин (табл. 1). У досліді, як еталон, використовувався відомий препарат мутагенної дії – диметилсульфат (ДМС) та його найближчі за хімічною будовою

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

аналоги – препарати ДМУ-1, ДМУ-5 і ДМУ-6, синтезовані в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України.

Дослід проводили з районованим сортом салату листкового Вельможа вітчизняної селекції на експериментальній базі Інституту

овочівництва і баштанництва НААН України, який розташований в зоні Східного Лісостепу України (сmt. Селекційне, Харківського району Харківської обл.). У 2011 році на основі сорту Вельможа було отримано насіння мутантного покоління М<sub>1</sub> салату листкового.

### 1. Схема досліду з розширення генотипової мінливості салату посівного листкового методом індукованого мутагенезу, 2011 р.

Варіанти мутагенезу	Види мутагенів	Дози обробки (експозиція впливу)
фізичний	γ – опромінення	1 вар. – 7 кР; 2 вар. – 11 кР; 3 вар. – 15 кР.
хімічний	1. Диметилсульфат (ДМС), еталон	1 вар. – 3 год.; 2 вар. – 6 год.; 3 вар. – 18 год.
	2. ДМУ-1	1 вар. – 3 год.; 2 вар. – 6 год.; 3 вар. – 18 год.
	3. ДМУ-5	1 вар. – 3 год.; 2 вар. – 6 год.; 3 вар. – 18 год.
	4. ДМУ-6	1 вар. – 3 год.; 2 вар. – 6 год.; 3 вар. – 18 год.
	Контроль	без обробки

У 2012-2014 роках було продовжено вивчення мутантного потомства М<sub>2</sub>-М<sub>4</sub> за фенологією росту і розвитку рослин та комплексом кількісних і якісних ознак. Кожен з дослідних зразків салату листкового висаджували у трьох повтореннях на облікових ділянках площею 4,2 м<sup>2</sup>, при нормі висіву насіння 0,9 г/діл. Проведення біометричних обмірів дослідних зразків салату листкового проводили протягом першого тижня червня за роками досліджень. Посів насіння салату проводився у II декаді квітня (12-17 квітня 2012-2014 рр.) вручну з нормою висіву – 2 кг/га, з глибиною загортання насіння 1-2 см. Дослідження проводили відповідно з методикою ВІР для вивчення колекцій малопоширених культур, згідно робочих планів за діючими стандартами [5, с. 366-379; 6, с. 66]. Протягом вегетаційного періоду рослин проводили фенологічні спостереження: дати посіву, сходів, з'явлення першого справжнього листка, початок (10%) і масове (75%) настання господарської придатності, стеблуння, цвітіння, досягання насіння. Мутантні зразки оцінено у порівнянні з вихідною формою сортом Вельможа, який внесено до Державного Реєстру.

**Результати.** Як показали проведені дослідження серед дослідженої групи біологічно-активних речовин еталонний препарат ДМС та випробувані препарати

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

ДМУ-1 і ДМУ-5 виявився менш токсичним для обробки насіння салату листового у досліджених концентраціях. Передпосівна обробка насіння цими препаратами дозволила отримати життєздатне мутантне покоління. На противагу хімічним мутагенам, обробка  $\gamma$ -променями дозволила отримати мутантні форми за умов використання дози 7 кР. Всього було ідентифіковано 16 мутантних генотипів, які мали відмінності за комплексом кількісних і якісних ознак від вихідної форми – сорту салату листового Вельможа (К-7381) селекції Інституту овочівництва і баштанництва НААН. На момент завершення польових досліджень у 2014 р. мутантні зразки салату листового мали покоління  $M_4$  (табл. 2). Залежно від післядії мутагенного чинника було виділено наступні мутантні генотипи: [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-1] (К-7391(1)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3] (К-7391(3)); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7394); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7395); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7386(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7386(2)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.)] (К-7387); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год), мф-1] (К-7412(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год), мф-2] (К-7412(2)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год), мф-3] (К-7412(3)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год), мф-4] (К-7412(4)); [Вельможа (ДМУ-5, 6 год)] (К-7418); [Вельможа (7 кР)] (К-7400); [Вельможа (7 кР), мф-1] (К-7401(1)); [Вельможа (7 кР), мф-2] (К-7401(2)).

Для визначення потенціалу продуктивності досліджуваних зразків салату листового в роботі вивчалися наступні кількісні ознаки: “Висота розетки”, “Діаметр розетки”, “Кількість листків на одній рослині”, “Довжина найбільшого листка”, “Ширина найбільшого листка” та “Урожайність”. Біометричні обміри рослин салату проводили у період господарської придатності (у першій декаді червня). Результати 3-х річних досліджень з особливостей прояву кількісних ознак гібридних зведені в таблицю 2.

Встановлено, що у дослідженій вибірці зразків розмах варіювання ознаки “Висота розетки рослин” був в межах 22,08-33,50 см, “Діаметр розетки рослин” – 17,17-34,84 см, “Кількість листків на одній рослині” – 9,13-17,93 шт., “Довжина найбільшого листка” – 14,91-20,99 см, “Ширина найбільшого листка” – 8,38-11,79 см, “Урожайність” – 7,06-12,66 т/га. В результаті проведених біометричних обмірів встановлено, що рівень ознаки “Висота розетки рослин” у вихідної форми становив 23,75 см. Статистично достовірно цей показник перевищили 3 мутантні зразки на 29,98-41,05 %. Найбільшою висотою розетки рослин відзначився зразок [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3] (К-7391(3)) – 33,50 см (табл. 2). Рівень варіювання ознаки “Діаметр розетки рослин” у вихідної форми становив 18,42 см. Статистично достовірно цей рівень перевищили 8 мутантних зразків на 20,41-89,14 %. Найбільшим діаметром розетки рослин відзначився зразок [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418) – 34,84 см (табл. 2).

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

Одними з важливих кількісних ознак, які визначають структуру урожайності рослин салату листового є “Кількість листків на одній рослині”, “Довжина найбільшого листка” і “Ширина найбільшого листка”. Рівень ознаки “Кількість листків на одній рослині” у вихідної форми становив 9,13 шт. Статистично достовірно цей рівень перевищили усі мутантні зразки на 9,53-96,39 % або у абсолютних одиницях виміру на 10,0-17,93 шт. Найбільшою кількістю листків на одній рослині відзначився зразок – [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418) – 34,84 см (табл. 2). Розмах варіювання ознаки “Довжина найбільшого листка” становив 14,91-20,99 см. У вихідної форми цей показник становив 17,94 см. Жоден з мутантних зразків статистично достовірно не перевищив вихідну форму за даним показником, найкращим виявився зразок [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)) – 20,99 см (табл. 2). Розмах варіювання ознаки “Ширина найбільшого листка” становив 8,38-11,79 см. У сорту Вельможа (К-7381) цей показник становив 9,07 см. Статистично достовірно цей показник перевищили 2 мутантні зразки на 24,29-29,99 %, найкращим за даним показником був зразок [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)) – 11,79 см (табл. 2). За ознакою “Урожайність” 2 мутантні зразки статистично достовірно перевищили вихідну форму на 42,99-62,93 %. Найвищою урожайністю відзначився зразок [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)) – 12,66 т/га при 7,77 т/га у вихідної форми.

Протягом останніх років, внаслідок глобальної зміни клімату, мають місце значні коливання гідротермічних показників за роками досліджень навіть в одній ґрунтово-кліматичній локації [3]. Саме це вимагає приділяти значну увагу адаптивному потенціалу створюваних сортів овочевих видів рослин. В основі адаптивної селекції лежить розуміння суті і закономірностей прояву генетичних механізмів, які обумовлюють реакцію макросистем на зміни умов середовища (норми реакції) [3, с. 351]. Для визначення адаптивного потенціалу мутантних зразків салату листового в роботі використовувалися наступні параметри: “ $ZA_3$ ” (загальна адаптивна здатність); “ $CA_3$ ” (специфічна адаптивна здатність); “ $Sg_i$ ” (відносна стабільність генотипу); “ $b_i$ ” (коефіцієнт регресії генотипу на середовище або коефіцієнт пластичності); “ $СЦГ_i$ ” (селекційна цінність генотипу). У таблиці 3 мутантні зразки салату розміщені у порядку зменшення показника “ $СЦГ_i$ ” за ознакою “Урожайність”, починаючи з найвищої.

Як відомо, параметр “ $СЦГ_i$ ” є критерієм адаптивності певної ознаки [1]. В результаті проведених статистичних обчислень результатів 3-х річних польових досліджень виділилися 3 мутантні зразки, які мали кращі від вихідної форми позитивні значення показника “ $СЦГ_i$ ” за ознакою “Урожайність” від 8,36 до 9,95 т/га: [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7386(1)); [Вельможа (7 кР)] (К-7400). Даний показник для вихідної форми становив 7,23 (табл. 3). Загалом для всієї вибірки досліджених зразків показник “ $СЦГ_i$ ” варіював в межах від -0,12 до 9,95.

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

Реакцію гібридних зразків за ознакою “Урожайність” визначали через загальну адаптивну здатність, яка коливалася в межах від 7,06 до 12,66. Найвища загальна адаптивна здатність свідчить про властивість генотипу підтримувати характерну величину фенотипового прояву ознаки за різних умов. Найбільш вираженою вона була у зразку [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418), у вихідної форми – сорту Вельможа аналогічний показник був на рівні 7,77. Кращими за даним показником, порівняно з вихідною формою, виділилися 13 мутантних зразків, за винятком 3 зразків: [Вельможа (7 кР), мф-2] (К-7401(2)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7412(2)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)).

На противагу до вихідної форми усі мутантні зразків мали більш високий показник специфічної адаптивної здатності, яка є критерієм фенотипового прояву досліджуваної ознаки за специфічних агрокліматичних умов, де зразки вирощувалися протягом періоду польових досліджень (табл. 3). За цим даним показником уся вибірка мутантних зразків коливалася в межах від 0,74 до 6,97 проти 0,03 у вихідної форми. Найбільшим цей показник був у зразка [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7412(1)) при урожайності 7,84 т/га. Серед дослідженого мутантного генофонду слід виділити 13 зразків – [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7386(1)); [Вельможа (7 кР)] (К-7400); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7386(2)); [Вельможа (7 кР), мф-1] (К-7401(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-4] (К-7412(4)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3] (К-7391(3)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-1] (К-7391(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.)] (К-7387); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7395); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7394); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-3] (К-7412(3)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7412(1)), які відзначилися однаково високими позитивними значеннями показників “ЗАЗ” і “САЗ” порівняно із вихідною формою (табл. 3).

**2. Прояв кількісних ознак мутантного покоління M<sub>2</sub>-M<sub>4</sub>, похідного від сорту салату листкового Вельможа (середнє за 2012-2014 рр.)**

№ з/п	Назва зразку	№ кат.	Розетка рослин		Кількість листків на одній рослині, шт.	Листок		Урожайність, т/га
			висота, см	діаметр, см		найбільша довжина, см	найбільша ширина, см	
1.	Вельможа (вихідна форма)	К-7381	23,75	18,42	9,13	17,94	9,07	7,77
2.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-1	К-7391(1)	28,27	21,44	11,97	16,59	9,25	8,60
3.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2	К-7391(2)	26,12	23,66	14,47	20,99	9,82	7,56
4.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3	К-7391(3)	33,50	17,17	13,07	17,64	8,78	8,45
5.	Вельможа (ДМС, 18 год.)	К-7394	30,87	18,85	12,20	18,07	8,38	7,92
6.	Вельможа (ДМС, 18 год.)	К-7395	26,72	18,64	10,87	16,37	8,60	8,31
7.	Вельможа (ДМУ-1, 3год.), мф-1	К-7386(1)	22,22	23,09	14,03	18,61	10,73	9,84
8.	Вельможа (ДМУ-1, 3год.), мф-2	К-7386(2)	25,70	22,32	12,30	19,62	10,14	8,91
9.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.)	К-7387	25,62	21,55	10,73	18,94	10,19	8,99
10.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1	К-7412(1)	22,21	23,08	14,00	18,61	10,72	7,84
11.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2	К-7412(2)	22,08	24,14	10,47	15,75	9,62	7,67
12.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-3	К-7412(3)	22,11	20,82	11,20	15,78	9,61	9,63
13.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-4	К-7412(4)	22,11	20,78	10,50	15,77	9,62	8,36
14.	Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)	К-7418	23,27	34,84	17,93	18,94	11,79	12,66
15.	Вельможа (7 кР)	К-7400	30,95	22,18	10,43	17,29	11,27	11,11
16.	Вельможа (7 кР), мф-1	К-7401(1)	29,01	24,60	10,00	17,74	9,58	8,82
17.	Вельможа (7 кР), мф-2	К-7401(2)	23,09	21,34	11,03	14,91	9,70	7,06
$X_{min}$			22,08	17,17	9,13	14,91	8,38	7,06
$X_{max}$			33,50	34,84	17,93	20,99	11,79	12,66
$A_m = X_{max} - X_{min}$			11,42	17,68	8,80	6,08	3,41	5,60
НІР <sub>0,05</sub>			2,94	1,87	1,44	1,72	1,06	1,09

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

**3. Показники адаптивності за ознакою “Урожайність” мутантних зразків, похідних від сорту салату листкового Вельможа (середнє за 2012-2014 рр.)**

№ з/п	Назва зразка	№ кат.	$X_{сер}$ , т/га	$b_i$	$3A3$	$CA3$	$Sg_i$ , %	$СЦГ_i$
1.	Вельможа (вихідна форма)	К-7381	7,77	0,87	7,77	0,03	2,30	7,23
2.	Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)	К-7418	12,66	1,43	12,66	0,81	7,10	9,95
3.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1	К-7386(1)	9,84	1,11	9,84	0,13	3,64	8,76
4.	Вельможа (7 кР)	К-7400	11,11	1,26	11,11	0,84	8,22	8,36
5.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2	К-7386(2)	8,91	1,01	8,91	0,74	9,69	6,30
6.	Вельможа (7 кР), мф-1	К-7401(1)	8,82	1,0	8,82	1,11	11,95	5,64
7.	Вельможа (7 кР), мф-2	К-7401(2)	7,06	0,79	7,06	0,76	12,35	4,43
8.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-4	К-7412(4)	7,92	0,95	8,36	2,23	17,87	3,86
9.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3	К-7391(3)	8,45	0,97	8,45	2,57	18,98	3,61
10.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-1	К-7391(1)	8,60	0,98	8,60	3,28	21,06	3,14
11.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.)	К-7387	8,99	1,03	8,99	4,0	22,25	2,96
12.	Вельможа (ДМС, 18 год.)	К-7395	8,31	0,94	8,31	3,17	21,42	2,94
13.	Вельможа (ДМС, 18 год.)	К-7394	7,92	0,90	7,92	2,93	21,62	2,76
14.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2	К-7412(2)	7,67	0,88	7,67	2,90	22,21	2,53
15.	Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2	К-7391(2)	7,56	0,87	7,56	2,89	22,49	2,43
16.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-3	К-7412(3)	9,63	1,10	9,63	5,84	25,10	2,34
17.	Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1	К-7412(1)	7,84	0,91	7,84	6,97	33,68	-0,12
$X_{min}$			7,06	0,79	7,06	0,03	2,30	-0,12
$X_{max}$			12,66	1,43	12,66	6,97	33,68	9,95
$A_m = X_{max} - X_{min}$			5,60	0,64	5,60	6,94	31,38	10,07
$НІР_{0,05}$			1,09	-	-	-	-	-

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

Відносна стабільність генотипу ( $Sg_i$ ) дозволяє порівнювати результати досліджень проведених на різних видах овочевих рослин та їх окремими генотипами за різних умов вирощування [1, с. 372]. По суті показник " $Sg_i$ " є аналогічним коефіцієнту варіації при вивченні генотипу у різних середовищах. Для дослідженої вибірки мутантних зразків даний показник варіював в межах  $2,30 \% < Sg_i < 33,68$ . Найнижчу величину " $Sg_i$ " мала вихідна форма – сорт Вельможа (К-7381), найбільшу – зразок [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7412(1)). Реакцію генотипу на покращення умов середовища можна визначити за величиною коефіцієнта регресії генотипу на середовище (коефіцієнту пластичності) " $b_i$ ". Оптимальним вважається, коли  $b_i = 1$  при урожайності, вищій за популяційну середню. Якщо розглядати " $b_i$ " як показник пластичності, то генотип з  $b_i = 1$  має середню пластичність [1]. Згідно одержаних результатів досліджена вибірка генотипів салату листового розділилася на три групи, перша з яких мала значення коефіцієнту  $b_i < 1$  і до якої ввійшли генотипи з низькою реакцією на умови вирощування та вплив факторів навколишнього середовища. До цієї групи ввійшли 7 зразків з інтервалом значень варіювання даного коефіцієнту на рівні  $0,79 < b_i < 0,94$  – [Вельможа (вихідна форма)] (К-7381); [Вельможа (7 кР), мф-2] (К-7401(2)); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7394); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7412(2)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)); [Вельможа (ДМУ-1, 3

год.), мф-1] (К-7412(1)); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] форма] (К-7381); [Вельможа (7 кР), мф-2] (К-7401(2)); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7394); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7412(2)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-2] (К-7391(2)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7412(1)); [Вельможа (ДМС, 18 год.)] (К-7395). З урахуванням вихідної форми урожайність листової маси у даної вибірки варіювала в межах 7,06-8,31 т/га.

Друга група мутантних зразків складалася з генотипів, у яких коефіцієнт пластичності коливався в межах одиниці ( $0,95 < b_i < 1,03$ ), тобто дані генотипи мали середню пластичність. До цієї групи ввійшли 6 зразків урожайністю 8,36-8,99 т/га: [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-2] (К-7386(2)); [Вельможа (7 кР), мф-1] (К-7401(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-4] (К-7412(4)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-3] (К-7391(3)); [Вельможа (ДМС, 6 год.), мф-1] (К-7391(1)); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.)] (К-7387) (табл. 3).

До другої групи ввійшли мутантні генотипи салату листового, для яких значення коефіцієнту екологічної пластичності було більше одиниці ( $b_i > 1$ ). Тобто, ці зразки відносилися до інтенсивного типу вирощування, оскільки продемонстрували високу чутливість кліматичних умов і залежність від агрофону вирощування, відповідно. До цієї групи ввійшли 4 зразки з інтервалом значень варіювання даного коефіцієнту на рівні  $1,10 < b_i < 1,43$  – [Вельможа (ДМУ-5, 6 год.)] (К-7418); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-1] (К-7386(1));

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

[Вельможа (7 кР)] (К-7400); [Вельможа (ДМУ-1, 3 год.), мф-3] (К-7412(3)) (табл. 3). До цієї групи ввійшли 4 зразки, які відзначилися найбільшою урожайністю на рівні 9,63-12,66 т/га.

**Висновки і перспективи.** Проведені дослідження 2012-2014 років щодо вивчення адаптивного потенціалу мутантного генофонду салату листового в агрокліматичній зоні Східного Лісостепу України дозволили виділити перспективні зразки для проведення сортової селекції даної овочевої рослини. За ознакою “Урожайність” виділено 2 мутантних зразки урожайністю 11,11-12,66 т/га, що вище вихідної форми на 42,99-68,79 %. Згідно одержаних

результатів виділилося 7 мутантних зразків салату листового, у яких значення коефіцієнту пластичності було менше одиниці ( $0,79 < bi < 0,94$ ) і до якої ввійшли генотипи з низькою реакцією на умови вирощування та вплив факторів навколишнього середовища. З урахуванням вихідної форми урожайність листової маси у даної вибірки мутантних генотипів варіювала в межах 7,06-8,31 т/га. Створений мутантний генофонд є цінним вихідним матеріалом для проведення селекції салату листового, а саме як для створення екологічно-пластичних сортів, так і сортів інтенсивного типу вирощування.

#### Список використаних джерел

1. Кильчевский, А. В. Экологическая селекция растений [Текст] / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Тэхналогія, 1997. – 372 с.

2. Жученко, А. А. Роль адаптивной системы селекции в растениеводстве XXI века [Текст] / А. А. Жученко // Коммерческие сорта полевых культур Российской Федерации. – М.: ИКАР, 2003. – С. 10–15.

3. Літун, П.П. Системний аналіз в селекції польових культур : навчальний посібник [Текст] / П. П. Літун, В. В. Кириченко, В. П. Петренкова, В. П. Коломацька. – Харків : УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2009. – 351 с.

4. Ткалич, Ю. В. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції салату посівного листового (*Lactuca sativa* var. *secalina* L.) [Текст] : дис. ... канд. с.-г. наук / Ю. В. Ткалич. – Крути, 2016. – 290 с.

5. Лещук, Н. В. Методика проведення експертизи сортів салату посівного (*Lactuca sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність [Текст] / Лещук Н. В. // Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. – К.: Алефа, 2007. – Вип. 3, ч. 2/2007. – С. 366-379.

6. Методические указания по селекции зеленных, пряно-вкусовых и многолетних овощных культур [Текст] / под общ. ред. Р. А. Комаровой, Ю. И. Мухановой. – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 66 с.

#### References

1. Kilchevskij, A. V., Hotileva L. V. (1997). Ekologicheskaya selektsiya rasteniy [Ecological breeding of plants]. Minsk, Belarus: Technology, 372.

2. Zhuchenko, A.A. (2003). Rol' adaptivnoy sistemy selektsii v rasteniyevodstve [The role of the adaptive breeding system in plant growing of the XXI century]. Commercial varieties of

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

field crops of the Russian Federation. Moscow: IKAR, 10–15.

3. Litun, P. P., Kirichenko V. V., Petrenkov V. P., Kolomatska V. P. (2009). Systemnyy analiz v selektsiyi pol'ovyykh kul'tur : navchal'nyy posibnyk [System analysis in the selection of field crops: a textbook]. Kharkiv: Plant Production Institute end. A. V. Ya. Yuryev of NAAS. 351.

4. Tkalych, Yu. V. (2016). Adaptivnyy potentsial vykhidnoho materialu dlya selektsiyi salatu posivnoho lystkovoho (*Lactuca sativa* var. *secalina* L.) [Adaptive potential of the source material for the breeding of seedlings salad (*Lactuca sativa* var. *secalina* L.)]. Kruty, 290.

5. Leschuk, N. V. (2007). Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv salatu posivnoho (*Lactuca sativa* L.) na vidminnist', odnoridnist' i stabil'nist' [The method of conducting examination of varieties of sowing salad (*Lactuca sativa* L.) for difference, homogeneity and stability]. Protection of rights to plant varieties, 3(2), 366–379.

6. Komarova R. A. and Mukhanova Yu. I. ed. (1987). Metodicheskiye ukazaniya po selektsii zelenykh, pryano-vkusovykh i mnogoletnykh ovoshchnykh kul'tur [Methodical instructions for the breeding of green, spicy-flavored and perennial vegetable crops]. Moscow: VASKHNIL, 66.

## АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЕНОФОНДА САЛАТА ПОСЕВНОГО ЛИСТОВОГО, СОЗДАННОГО МЕТОДОМ ИНДУЦИРОВАННОГО МУТАГЕНЕЗА НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СОРТА ВЕЛЬМОЖА

С. И. Кондратенко, И. Н. Митенко,  
Р. В. Крутько, П. Г. Дульнев

**Анотация.** Созданные отечественные сорта салата листового в условиях умеренного климата (10-15 лет спустя) к сожалению, в современных условиях изменения климата частично потеряли свои апробационные признаки и не соответствуют современным требованиям агропроизводства. В связи с чем, основной целью проводимых исследований было создание высоко адаптивного исходного материала для сортовой селекции данного вида овощного растения. Методы. Объект исследований: салат посевной листовой

разновидности (*Lactuca sativa* L. var. *secalina*). Предмет исследований: 16 мутантных образцов салата листового поколения  $M_2-M_4$ , созданных методами химического и физического мутагенеза на основе сорта отечественной селекции Вельможа. Исследования проводились в соответствии с методикой ВИР для изучения коллекций редких культур, согласно рабочих планов по действующим стандартам. Результаты. В результате проведенных 3-х летних исследований (2012-2014 гг.) для создания сортов интенсивного типа выращивания выделено 2 перспективных мутантных образца поколения  $M_4$ , которые продемонстрировали отзывчивую реакцию на действие внешних условий выращивания, урожайностью 11,1-12,7 т/га, что превышает исходную форму на 43,0-68,8 %. Обсуждение результатов. Созданный мутантный генофонд является ценным исходным материалом для проведения селекции

Кондратенко С. І., Митенко І. М., Крутько Р. В., Дульнев П. Г.

салата листового, а именно как для создания экологически-пластических сортов, так и сортов интенсивного типа выращивания.

**Ключевые слова:** салат посевной листовой, адаптивная способность, индуцированный мутагенез, исходный материал для селекции.

**ADAPTIVE POTENTIAL OF THE GENE POOL OF LEAF LETTUCE, CREATED BY THE METHOD OF INDUCED MUTAGENESIS ON THE BASIS OF THE DOMESTIC CULTIVAR VELMOZHA**

**S. I. Kondratenko, I. M. Mitenko, R. V. Krutko, P. G. Dul'nev**

**Abstract.** Created domestic varieties of leaf lettuce in temperate climates (10-15 years later) unfortunately, in modern conditions of climate change has partially lost its test characteristics and does not meet for the modern agricultural production requirements. That is why, the main purpose of the research was to create a highly adaptive source material for the highly adaptive breeding of these vegetable plants. **Methods.** Object of research: leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *secalina*). Subject of research: 16 mutant samples of lettuce progeny  $M_2$ - $M_4$ , created by the method of chemical and physical mutagenesis on the basis of the variety of domestic breeding *Velmozha*. The research was conducted in accordance with the method of VIR for the study of collections of infrequent cultures, according to the working plans according to the current standards. **Results.** As a result of 3 years of research (2012-2014), two perspective mutant samples of the generation  $M_4$  were identified for the

production of intensive cultivars of varieties, which demonstrated a sensitive reaction to the influence of external growing conditions, yields 11,1-12,7 t/ha, which is higher than the original form at 43,0-68,8 %. **Discussions.** The created mutant gene pool is a valuable starting material for the selection of leaf lettuce, namely, for the creation of ecologically-plastic varieties, and varieties of intensive type of cultivation.

**Key word:** seedlings lettuce, adaptive ability, induced mutagenesis, source material for breeding.

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

УДК: 633.114:631.8:632:581.4(477.72)

## ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ НАСІННЄВИХ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Р. А. ВОЖЕГОВА**, доктор сільськогосподарських наук, професор,  
член-кореспондент НААН, директор

*E-mail:* izz.ua@ukr.net

**Л. А. СЕРГЄЄВ**, аспірант\* відділу селекції

*Інститут зрошуваного землеробства НААН України*

*E-mail:* sla80@ukr.net

**Анотація.** У статті відображено результати дослідження з вивчення впливу добрив та захисту рослин на фотосинтетичну діяльність насіннєвих посівів пшениці озимої при вирощуванні в умовах півдня України.

Одним із найважливіших елементів технології вирощування насіння пшениці є формування оптимального поживного режиму та впровадження інтегрованого захисту рослин. Ці важливі агрозаходи здатні підсилювати фотосинтетичну діяльність рослин, сприяють одержанню високих і якісних врожаїв, значною мірою підвищують економічну та енергетичну ефективність аграрного виробництва України.

Метою досліджень було вивчити вплив фону мінерального живлення та захисту рослин на фотосинтетичну діяльність насіннєвих посівів пшениці озимої залежно в умовах півдня України. Завдання дослідження полягало у встановленні впливу досліджуваних

факторів на динаміку формування площі листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу та параметрами поглинання ФАР посівами пшениці озимої.

Польові досліді були проведені згідно методики дослідної справи за схемою, яка передбачала вивчення впливу мінеральних добрив з їх внесенням в під основний обробіток ґрунту та в підживлення, а також захисту рослин від шкідливих організмів.

Встановлено, що застосування добрив істотно підвищує площу листкової поверхні пшениці озимої. Позитивний вплив має і застосування захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Найкращі умови, що сприяють утворенню великої площі листкової поверхні і довшому її функціонуванню, створюються при внесенні з осені  $N_{30-60}P_{40}$  і  $N_{60}$  в підживлення весною у поєднанні з інтегрованим захистом рослин.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Р. А. Вожегова

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

Також покращення фону мінерального живлення та захист рослин сприяли зростанню фотосинтетичного потенціалу посівів та чистої продуктивності фотосинтезу. Високий рівень поглинання ФАР посівами пшениці озимої – понад 75%, був при

застосуванні добрив у дозі  $N_{90-120}P_{40}$  в поєднанні з інтегрованим захистом рослин.

**Ключові слова:** пшениця озима, добрива, захист рослин, площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетично-активна радіація

**Актуальність.** Основною зерновою культурою на півдні України є пшениця озима. За розмірами посівних площ та обсягами валового збору зерна вона значно переважає інші зернові культури. Існуючі сорти здатні забезпечувати врожайність на рівні 8-9 т/га і більше. Проте недосконалість технологій її вирощування, несприятливі кліматичні умови, а також різноманітні стресові явища не дозволяють реалізувати повною мірою потенціал продуктивності культури. Зимові незгоди, нестача вологи у ґрунті та часті посухи призводять до значних втрат врожаю. Тому актуальним завданням є встановлення впливу елементів сортової агротехніки – систем удобрення та захисту рослин на насінневу продуктивність та фотосинтетичний потенціал посівів досліджуваної культури [1, с. 29-30].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливе місце в підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить удосконаленню технології вирощування пшениці озимої. Досягти успіхів у отриманні високих урожаїв її зерна доброї якості, в сьгоднішніх

умовах дефіциту ресурсів, можна за допомогою ресурсоощадних технологій, які включають високий рівень агротехніки, оптимальні норми удобрення та строки їх застосування та інтегрованих систем захисту рослин від хвороб, бур'янів і шкідників. Всі агротехнічні заходи в таких технологіях спрямовані на створення найкращих умов для розвитку рослин, на зменшення затрат матеріальних ресурсів, зниження собівартості зерна [2, с. 3-5].

Дослідженнями встановлено, що генотипова структура гетерогенних сортів та популяцій може суттєво змінюватись залежно від генерацій з моменту створення за впливу природних та агротехнологічних чинників. Це також стосується гетерогенних сортів та сортів, що створені доборами з ранніх гібридних популяцій [3, с. 464-472].

Структура попередників пшениці озимої в умовах південного степу зазнала значних змін. Після зникнення тваринництва все менше кормових культур займають місце у сівознах, кукурудза МВС майже не вирощується. В таких умовах все частіше пшеницю доводиться

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

розміщувати по стерньових попередниках. За умов застосування науково обґрунтованої технології вирощування, посіви пшениці озимої після пшениці забезпечують таку саму врожайність, як і після інших непарових попередників, а в окремі роки мало поступаються зайнятим парам [4, с. 12; 5, с. 43].

Розробка прийомів комплексного використання мінеральних добрив та захисту рослин має велике наукове й практичне значення, оскільки дасть можливість розробити заходи підвищення адаптивних можливостей рослин пшениці озимої та отримувати високі й сталі врожаї зерна в умовах Південного Степу України [6, с. 10-12].

**Мета дослідження** – вивчити вплив фону мінерального живлення та захисту рослин на фотосинтетичну діяльність насінневих посівів пшениці озимої залежно в умовах півдня України.

Завдання дослідження полягало у встановленні впливу досліджуваних факторів на динаміку формування площі листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу та параметрами поглинання ФАР посівами пшениці озимої.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2004-2010 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного

землеробства НААН. Попередником була пшениця озима, посіяна по пару. Висівали сорт пшениці озимої Одеська 267. Дослід закладався методом розщеплених ділянок.

Облікова площа ділянки 31,0 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. З метою всебічного вивчення особливостей впливу добрив та захисту рослин на ріст і розвиток озимої пшениці проводились відповідні спостереження, вимірювання, обліки та аналізи згідно методики дослідної справи [7, с. 50-57].

**Результати дослідження та їх обговорення.** У польовому досліді доведено, що площа листової поверхні озимої пшениці у наших дослідах зростала з весни до виходу у трубку. Далі до колосіння площа листя починала зменшуватись, через відмирання частини пагонів, разом із ним і листя. У подальшому листя, починаючи з нижніх, поступово висихало, що призводило до зменшення площі фотосинтезуючої частини рослин.

Площа листя рослин пшениці озимої до виходу у трубку головним чином залежала від застосування добрив (Табл. 1). Вплив захисту рослин на цей показник починав проявлятися починаючи з фази колосіння.

Вже після відновлення вегетації, на удобрених варіантах значно підвищувалась площа листової поверхні. Підживлення посівів

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

пшениці озимої рано весною у дозі  $N_{60}$  забезпечувало збільшення площі на 2,5 тис.  $m^2/га$  або на 15,1%. Застосування і фосфорних добрив  $P_{40}$  з осені не забезпечувало істотного збільшення площі листя.

### 1. Площа листової поверхні пшениці озимої залежно від удобрення та захисту рослин, тис. $m^2/га$

Фон живлення	Після відновлення вегетації	Вихід у трубку	Колосіння	Молочна стиглість зерна
<i>Без захисту</i>				
Без добрив	8,4	21,4	16,2	9,7
$N_{60}$	13,2	30,9	27,9	18,1
$P_{40} + N_{60}$	14,1	36,1	28,8	15,5
$N_{30}P_{40} + N_{60}$	16,6	48,3	33,4	20,0
$N_{90}P_{40}$	19,1	45,6	31,1	15,5
$N_{60}P_{40} + N_{60}$	18,1	51,5	37,2	20,6
<i>Із захистом</i>				
Без добрив	8,4	21,4	17,6	11,1
$N_{60}$	13,2	30,9	34,4	20,2
$P_{40} + N_{60}$	14,1	36,1	36,8	18,9
$N_{30}P_{40} + N_{60}$	16,6	48,3	38,9	25,2
$N_{90}P_{40}$	19,1	45,6	35,5	23,3
$N_{60}P_{40} + N_{60}$	18,1	51,5	43,7	25,0
НІР <sub>05</sub>	А	1,7	3,4	2,1
	В	–	–	2,3

Застосування азотних добрив з осені чинило позитивний вплив на формування листкового апарату пшениці озимої. Проте суттєве збільшення площі листя відмічалось у варіантах, де вносили  $N_{90}P_{40}$  та  $N_{60}P_{40}$  і  $N_{60}$  у підживлення весною. Порівняно з контролем досліджуваний показник підвищився відповідно на 24,2 та 30,1 тис.  $m^2/га$  або на 53,1-58,5%.

До виходу рослин озимої пшениці у трубку, посіви формували максимальну площу асиміляційної поверхні. Значно підвищувало її застосування добрив.

Без добрив, площа листя

пшениці озимої знаходилася в межах 21,4 тис.  $m^2/га$ . Внесення  $N_{60}$  весною, а також на фоні осіннього  $P_{40}$  забезпечувало зростання на 4,5 і 7,0 тис.  $m^2/га$ , відповідно. Збільшення дози добрив до  $N_{90-120}P_{40}$  забезпечувало зростання площі листя на 4,5-7,3 тис.  $m^2/га$ . Слід відзначити, що у фазу колосіння площа листя почала істотно зменшуватися.

Окрім добрив позитивний вплив на листову поверхню рослин озимої пшениці почав чинити і захист рослин. Так, при його застосуванні площа листя значною мірою

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

збільшувалась. У молочну стиглість насіння, без захисту рослин, застосування добрив забезпечувало зростання площі листя на 2,8-5,2 тис. м<sup>2</sup>/га.

На ділянках із захистом рослин площа листя озимої пшениці значно зростала. Найбільша площа листя зберігалась у варіантах, де вносили добрива у дозі N<sub>90-120</sub>P<sub>40</sub>. Суттєвий ефект від захисту також був при внесенні N<sub>90</sub>P<sub>40</sub> одноразово до сівби та N<sub>30</sub>P<sub>40</sub> до сівби і N<sub>60</sub> у підживлення. Площа листя відповідно була більшою

на 3,7 та 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Істотна різниця в площі листової поверхні пшениці озимої залежно від добрив і захисту рослин обумовила і формування різного фотосинтетичного потенціалу (табл. 2).

Слід відзначити, що до фази колосіння відбувалося збільшення фотосинтетичного потенціалу (ФП), а пізніше його зменшення. Найбільш високих значень цей показник сягав у період вихід у трубку – колосіння.

## 2. Фотосинтетичний потенціал пшениці озимої залежно від фону живлення і захисту рослин, тис. м<sup>2</sup>/га × днів

Фон живлення	Відновлення вегетації – вихід у трубку	Вихід у трубку – колосіння	Колосіння – молочна стиглість	Відновлення вегетації – молочна стиглість
Без захисту				
Без добрив	299	611	221	1132
N <sub>60</sub>	441	953	380	1775
P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	501	1101	390	1993
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	647	1420	487	2554
N <sub>90</sub> P <sub>40</sub>	645	1275	400	2320
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	695	1479	496	2671
Із захистом				
Без добрив	299	672	257	1228
N <sub>60</sub>	441	1091	469	2000
P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	501	1215	476	2192
N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	647	1436	541	2624
N <sub>90</sub> P <sub>40</sub>	645	1355	506	2506
N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> +N <sub>60</sub>	695	1584	587	2866

За період відновлення вегетації – вихід у трубку посіви пшениці озимої формували фотосинтетичний потенціал залежно від добрив. Збільшення кількості добрив

підвищувало цей показник. Внесення N<sub>90</sub>P<sub>40</sub> з осені забезпечувало фотосинтетичний потенціал такого ж рівня як і при застосуванні цієї дози дрібно – N<sub>30</sub>P<sub>40</sub> до сівби і N<sub>60</sub> у

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

підживлення весною, 645 і 647 тис.  $\text{м}^2/\text{га} \times \text{днів}$ , відповідно. Збільшення дози добрив до  $\text{N}_{120}\text{P}_{40}$  сприяло подальшому зростанню ФП.

Фотосинтетичний потенціал за час трубкування – колосіння сягав максимуму. Окрім впливу добрив проявляється і дія захисту рослин. У цей період ФП змінюється на варіантах із внесенням  $\text{N}_{90}\text{P}_{40}$  одноразово до сівби та  $\text{N}_{30}\text{P}_{40}$  до сівби і  $\text{N}_{60}$  в підживлення. Він збільшується при дворазовому застосуванні азотних добрив, порівняно із одноразовим. Крім того загальною тенденцією було те, що при захисті зростає показник фотосинтетичного потенціалу.

Значення фотосинтетичного потенціалу загалом знижувалось у період колосіння – молочна стиглість зерна. Це відбувалось за рахунок зменшення площі листя. Проте, позитивна дія інтегрованого захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників була стабільно високою. Незалежно від добрив, фотосинтетичний потенціал збільшувався під дією захисту на 11,1-26,5%. Найбільшого значення він досягав при захисті рослин на фоні максимальної дози добрив

$\text{N}_{120}\text{P}_{40}$  і становив 587 тис.  $\text{м}^2/\text{га} \times \text{днів}$ .

За весь період весняно-літньої вегетації пшениці озимої фотосинтетичний потенціал вищим був при захисті рослин на удобрених варіантах. При цьому максимуму він сягав при внесенні з осені  $\text{N}_{30-60}\text{P}_{40}$  до сівби і  $\text{N}_{60}$  в підживлення рано весною, відповідно 2624-2866 тис.  $\text{м}^2/\text{га} \times \text{днів}$ .

При аналізі фотосинтетичної діяльності важливо встановити ефективність роботи листової поверхні, або чисту продуктивність фотосинтезу.

Результати досліджень показали, що застосування добрив і захисту рослин по різному впливали на чисту продуктивність фотосинтезу (Рис. 1). За період відновлення вегетації – вихід у трубку при внесенні  $\text{N}_{60}$  в підживлення рано весною, на фоні без внесення з осені добрив і  $\text{P}_{40}$  та  $\text{N}_{30}\text{P}_{40}$  з осені, підвищувало чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). На фоні  $\text{N}_{90}\text{P}_{40}$  у цей період показник ЧПФ був нижче, ніж на контролі, оскільки рослини пшениці озимої на цих варіантах мали значно більшу площу листя, а приріст сухої речовини знижувався.



Рис. 1. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці озимої залежно від фону живлення і захисту рослин, г/м<sup>2</sup> добу

Починаючи з періоду вихід у трубку і до колосіння чиста продуктивність фотосинтезу досягала максимальних значень. Показник ЧПФ за цей період без добрив і захисту рослин становив 8,03 г/м<sup>2</sup> за добу. При застосуванні захисту рослин він збільшувався на 14,8%.

Загалом висока чиста продуктивність фотосинтезу була на фоні N<sub>60</sub> – 9,63 і 9,90 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно без захисту і з захистом. Збільшення доз добрив призводило до зниження ЧПФ. Підвищення чистої продуктивності фотосинтезу за рахунок захисту рослин також було відмічено при внесенні з осені добрив у дозі N<sub>30-60</sub>P<sub>40</sub>

і N<sub>60</sub> в підживлення весною на 12,8-23,3%, відповідно. Неодмінною умовою створення органічних речовин рослинними організмами є сонячна енергія, яка використовується у процесі фотосинтезу. Однак з усієї кількості сонячної радіації, що надходить на землю, лише фотосинтетично-активна радіація (ФАР) необхідна для рослин. Доведено, що добрива і захист рослин були потужними факторами, що впливали на поглинання фотосинтетично-активної радіації посівами пшениці, яке визначалось у фазу колосіння (Рис. 2).

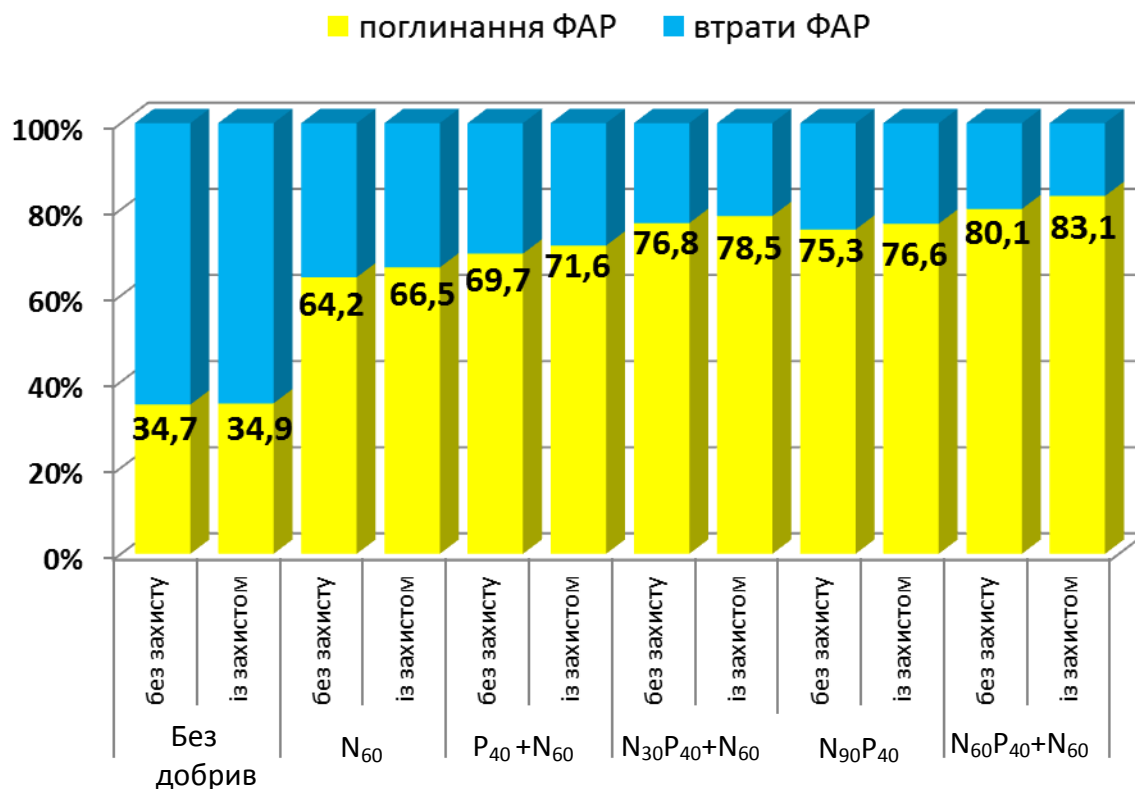


Рис. 2. Поглинання ФАР посівами пшениці озимої залежно від добрив і захисту рослин

Як видно з рисунку найменший показник поглинання ФАР був на неудобреному фоні. Посіви були рідкі, мали малу площу листкової поверхні. Такий агроценоз поглинав лише 34,7-34,9% ФАР.

Збільшення дози добрив сприяло покращенню цього показника. Так, при внесенні N<sub>60</sub> відсоток поглинання ФАР зростав до 64,2 -66,5%.

На удобрених фонах при використанні захисту рослин поглинання ФАР покращувалось. Залежно від доз і строків застосування мінеральних добрив збільшення поглинання ФАР за рахунок провадження інтегрованого захисту рослин від хвороб, бур'янів і шкідників було від 1,3 до 3%.

Найвищий показник поглинання ФАР було зафіксовано на фоні максимальної дози добрив N<sub>120</sub>P<sub>40</sub> – 83,1%. При цьому лише за рахунок захисту рослин покращувалось використання ФАР на 3,0%.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** За результатами наших досліджень встановлено, що застосування добрив значно підвищувало площу листкової поверхні пшениці озимої. Позитивний вплив має і застосування захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Найкращі умови, що сприяють утворенню великої площі листкової поверхні і довшому її функціонуванню, створюються при внесенні з осені N<sub>30-60</sub>P<sub>40</sub> і N<sub>60</sub> в

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

підживлення весною у поєднанні з інтегрованим захистом рослин, коли досліджуваний показник підвищився порівняно з контролем на 53,1-58,5%.

Внесення  $N_{90}P_{40}$  з осені забезпечувало фотосинтетичний потенціал такого ж рівня як і при застосуванні цієї дози дрібно –  $N_{30}P_{40}$  до сівби і  $N_{60}$  у підживлення весною – 645 і 647 тис.  $m^2/га \times$  днів, відповідно. Цей показник набув найвищого рівня – 1584 тис.  $m^2/га \times$  днів  $N_{60}P_{40}$  до сівби і  $N_{60}$  у підживлення весною. Крім того встановлено загальну тенденцією зростання фотосинтетичного потенціалу у варіантах із захистом рослин.

Покращення фону мінерального живлення за рахунок внесення мінеральних добриву різні фази

розвитку рослин призводило до зниження чистої продуктивності фотосинтезу. Зростання цього показника на 12,8-23,3% за рахунок використання захисту рослин було відмічено при внесенні з осені добрив у дозі  $N_{30-60}P_{40}$  і  $N_{60}$  в підживлення весною.

На поглинання фотосинтетично-активної радіації посівами пшениці озимої впливали добрива і захист рослин від хвороб, бур'янів і шкідників. Ефективного використання ФАР можливо досягти лише при комплексному застосуванні цих факторів. Високий рівень поглинання ФАР посівами пшениці озимої, понад 75%, був при застосуванні добрив у дозі  $N_{90-120}P_{40}$  в поєднанні з інтегрованим захистом рослин.

#### Список використаних джерел

1. Аріфов М. Б., Коваль Т. М., Лифиненко С. П. Реакція сучасних сортів та перспективних ліній м'якої пшениці на різні умови вирощування // Адаптивна селекція рослин. Теорія і практика. Харків: ІР ім. В.Я. Юрьєва. 2002. С. 29-30.
2. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон : Айлант, 2004. 95 с.
3. Лавриненко Ю. А., Орлюк А. П., Базалий В. В. Изменчивость генетической структуры гибридных популяций яровой пшеницы при пересеве // Генетика. 1987. Том 23, № 3. С. 464- 472.
4. Гаврилюк М. Особливості захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб //

Аграрний тиждень України. 2009. №5. С.12.

5. Андрійченко Л. В., Хомяк П. В., Рибка В. С., Компанієць В. О. Агроєкологічні та економічні аспекти вирощування озимої пшениці в умовах Південного Степу України // Екологія. Наукові праці. 2010. Том 132, Вип. 119. С. 41-44.

6. Цандур М. О., Бурячковський В. Г., Гармашов В. В. та ін. Технологія вирощування озимої пшениці з елементами біологізації : Методичні рекомендації. Одеса, 2001. 24 с.

7. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

## References

1. Arifov M.B., Koval T.M., Lifinenko S.P. (2002) Reaktsiya suchasnykh sortiv ta perspektyvnykh liniy myakoyi pshenytsi na rizni umovy vyroshchuvannya [Reaction of modern varieties and promising lines of soft wheat to different growing conditions]. Adaptive plant selection. Theory and practice. Thesis international conf. November 11-14, 2002. Kherson: Kharkiv. 29-30.
2. Netis I.T. Ozyrna pshenytsya v zoni Stepu [Winter wheat in the steppe zone]. Ukraine. Kherson: Aylant. 95.
3. Lavrinenko Yu.A., Orlyuk A.P., Bazaliy V.V. (1987) Izmenchivost geneticheskoy struktury gibridnykh populyatsiy yarovoy pshenitsu pri pereve [Changeability of genetic structure of hybrid population of spring wheat at the repeated sowing]. Geneticist. Volume 23. № 3. 464-472.
4. Gavrilyuk M. (2009) Osoblyvosti zakhystu sil's'kohospodars'kykh kul'tur vid shkidnykiv i khvorob [Features of protection of agricultural crops from pests and diseases]. Agrarian Week of Ukraine. №5. 12.
5. Andriychenko L.V., Khomyak P.V., Rybka V.S., Kompaniets V.O. (2010) Ahroekolohichni ta ekonomichni aspekty vyroshchuvannya ozymoyi pshenytsi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Agro-ecological and economic aspects of growing winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. Ecology. Scientific works. Volume 132. 41-44.
6. Tsandur M.O., Tsandur M.O., Buryachkovsky V.G., Garmashov V.V. and others (2001) Tekhnolohiya vyroshchuvannya ozymoyi pshenytsi z elementamy biolohizatsiyi: Metodichni rekomendatsiyi [Technology of winter wheat cultivation with elements of biologization: Methodical recommendations]. Odessa. Ukraine. 24.
7. Ushkarenko V.O., Nikishenko V.L., Goloborodko S.P., Kokokhin S.V. Ushkarenko V.O. (2008) Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz u zemlerobstvi ta roslynnytstvi: navchal'nyy posibnyk [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production: a manual]. Kherson. Ukraine: Aylant, 2008. 272 p.

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЕМЕННЫХ  
ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЯ  
И ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В  
УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ**

**Р. А. Вожегова, Л. А. Сергеев**

*Аннотация.* В статье отражены результаты исследования по изучению влияния удобрений и защиты растений на фотосинтетическую деятельность семенных посевов озимой пшеницы

*при выращивании в условиях юга Украины.*

*Одним из важнейших элементов технологии выращивания семян пшеницы является формирование оптимального питательного режима и внедрение интегрированной защиты растений. Эти важные агромероприятия способны усиливать фотосинтетическую деятельность растений, способствуют получению высоких и качественных урожаев в значительной степени повышают*

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

экономическую и энергетическую эффективность отечественного сельского хозяйства.

Целью исследований было изучить влияние фона минерального питания и защиты растений на фотосинтетическую деятельность семенных посевов озимой пшеницы в зависимости в условиях юга Украины. Задача исследования состояла в установлении влияния исследуемых факторов на динамику формирования площади листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и параметрами поглощения ФАР посевами озимой пшеницы.

Полевые опыты были проведены по методике опытного дела по схеме, которая предусматривала изучение влияния минеральных удобрений с их внесением под основную обработку почвы и в подкормку, а также защиты растений от вредных организмов.

Установлено, что применение удобрений существенно повышает площадь листовой поверхности озимой пшеницы. Положительное влияние имеет и применение защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. Лучшие условия, способствующие образованию большой площади листовой поверхности и длительном ее функционированию, создаются при внесении с осени  $N_{30-60}P_{40}$  и  $N_{60}$  в подкормку весной в сочетании с интегрированной защитой растений. Также улучшение фона минерального питания и защита растений способствовали росту фотосинтетического потенциала

посевов и чистой продуктивности фотосинтеза. Высокий уровень поглощения ФАР посевами озимой пшеницы - более 75%, был при применении удобрений в дозе  $N_{90-120}P_{40}$  в сочетании с интегрированной защитой росли.

**Ключевые слова:** пшеница озимая, удобрения, защита растений, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, фотосинтетически активная радиация

## PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SEED WHEAT SOWS OF WINTER DEPENDENCE ON FERTILIZATION AND PROTECTION OF PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF UKRAINE

R. A. Vozhegova, L. A. Sergeev

**Abstract.** The article reflects the results of a study on the effect of fertilizers and plant protection on the photosynthetic activity of seed crops of winter wheat when grown in South Ukrainian.

One of the most important elements of the technology of growing wheat seeds is the formation of the optimal nutritional regime and the introduction of integrated plant protection. These important agrometeorological measures are able to enhance the photosynthetic activity of plants, contribute to the production of high and high-quality harvests, greatly enhance the economic and energy efficiency of domestic agriculture.

The aim of the studies was to study the effect of the background of mineral nutrition and plant protection on the photosynthetic activity of seed sowings of winter wheat, depending on conditions in

Вожегова Р. А., Сергєєв Л. А.

*the south of Ukraine. The aim of the study was to determine the influence of the factors under study on the dynamics of leaf surface area formation, the photosynthetic potential, the net productivity of photosynthesis, and the absorption parameters of FAP by winter wheat crops.*

*Field experiments were carried out according to the technique of an experimental case according to a scheme that provided for the study of the effect of mineral fertilizers with their application for basic soil cultivation and fertilizing, as well as the protection of plants from pests.*

*It is established that the use of fertilizers significantly increases the area of the leaf surface of winter wheat. The use of plant protection from weeds, diseases and pests has a positive impact. The best conditions conducive to the formation of a large area of the leaf surface and its long-term functioning are created by applying  $N_{30-60}P_{40}$  and  $N_{60}$  in the spring in combination with integrated plant protection from autumn. Also, the improvement in the background of mineral nutrition and plant protection promoted the growth of the photosynthetic potential of crops and the net productivity of photosynthesis. The high level of absorption of FAR by winter wheat crops - more than 75%, was with the application of fertilizers in a dose of  $N_{90-120}P_{40}$  in combination with integrated protection grew.*

**Key words:** *winter wheat, fertilizers, plant protection, leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, photosynthetic active radiation*

М'ялковський Р. О.

УДК 635.21:631.811.98

**УРОЖАЙНІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ****Р. О. М'ЯЛКОВСЬКИЙ** кандидат сільськогосподарських наук, докторант\**Подільський державний аграрно-технічний університет**E-mail: ruslanmialkovskui@i.ua*

**Анотація.** У статті відображено результати впливу позакореневого підживлення картоплі мікродобривами на урожайність бульб в умовах Правобережного Лісостепу України. За результатами досліджень встановлено, що найвищу урожайність одержано відзастосування мікродобрива – Реаком. Найбільш ефективною нормою внесення серед досліджуваних варіантів встановлена норма – 4,50 кг/га, при цьому урожайність сорту Алладін отримали – 39,9 т/га, що на 5,1 т/га вище контрольного варіанту. Аналогічні показники і у сорту Дар, в середньому за три роки, отримали урожайність 41,9 т/га, що вище контролю на 4,0 т/га. Децю меншу урожайність коренеплодів відмічено при внесенні мікродобрив Кристалон особливий і Розасоль з різними нормами внесення. Проведений кореляційно-регресійний аналіз дозволив побудувати залежності рівня врожаю бульб картоплі відносно позакореневого підживлення мікродобривами  $y = -0,475x^2 + 3,355x + 33,47$ ;  $y = -0,1786x^2 + 1,9214x + 33,85$ ;  $y = -0,7143x^2 + 4,9257x + 29,61$ . Так, одержані моделі врожайності бульб картоплі та величини їх норми внесення мікродобрив свідчать про те, що найбільш ефективними нормами для позакореневого підживлення є: Реаком – 4,50 кг/га, Кристалон – 2,50 кг/га, Розасоль – 2,50 кг/га у фазі бутонізації – цвітіння.

**Ключові слова:** картопля, сорт, мікродобрива, позакореневе підживлення, урожай

---

\* Науковий консультант – **О. С. Гораш**, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри рослинництва, селекції та насінництва Подільського державного аграрно-технічного університету

М'ялковський Р. О.

**Актуальність.** Сучасне промислове вирощування сільськогосподарських культур неможливе без відповідної системи підживлення, забезпечення рослин поживними речовинами. Добрива є одним із найефективніших засобів впливу на урожайність і якість бульб картоплі.

Для інтенсивного росту і розвитку картоплі впродовж всього вегетаційного періоду необхідна оптимальна кількість макро- та мікроелементів у легкодоступній формі, підживлення, а для ефективного їх споживання – певні ґрунтово-кліматичні умови: структура ґрунту, його температура, вологість та вміст рухомих елементів живлення, рН ґрунтового середовища, температура і вологість повітря, інтенсивність сонячної радіації тощо [5]. У зв'язку з цим вивчення позакореневого підживлення мікродобривами на урожайність бульб картоплі є важливим напрямком досліджень сучасної аграрної науки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед високоефективних заходів, які впливають на зростання урожайності бульб картоплі і підвищення рентабельності їх виробництва, є позакоренеve підживлення мікроелементами [6].

Роль мікроелементів у живленні рослин різнопланова. Вони входять до складу ферментів і вітамінів, що синтезуються рослинами, беруть

участь у майже всіх фізіологічних процесах, посилюють вуглеводний обмін, підвищують інтенсивність фотосинтезу. Окрім цього, мікроелементи відіграють значну роль в обміні речовин. Завдяки їм рослини більш активно поглинають поживні речовини з ґрунту, в тому числі із малодоступних форм, підвищують стійкість до несприятливих погодних умов, ряду бактеріальних і грибкових хвороб, запобігають фізіологічній депресії. У формуванні високих і повноцінних урожаїв вони відіграють не менш важливу роль, аніж основні елементи мінерального живлення – азот, фосфор, калій, кальцій, сірка та магній [5].

Ще донедавна мікроелементи застосовували в так званій сольовій формі, тобто у вигляді неорганічних солей металів, що мають цілий ряд недоліків (токсичність, шкідливість для ґрунту, засвоєння рослинами лише на 20-30 %).

Ряд авторів вважає, що застосування мікродобрива у формі чистих солей є недоцільним, так як вони погано засвоюються рослинами, є токсичними для рослин у випадку збільшення оптимальної норми внесення, у ґрунті вступають у реакцію з ґрунтовими компонентами і перетворюються у недоступні форми [3].

В теперішній час на зміну солям прийшли хелати мікроелементів – складні органічні комплексні сполуки,

М'ялковський Р. О.

які забезпечують високий рівень засвоєння елементів живлення (на 90-95%), швидку ліквідацію дефіциту мікроелементів в період вегетації, зменшення норми внесення мікроелементів, і відповідно підвищення рівня рентабельності рослинницької продукції [10].

Ідея використання комплексонів солей основана на тому, що більшість хелатів металів має значно більшу розчинність, вони перебувають у напіворганічній формі, для якої характерна висока біологічна активність у тканинах рослинного організму, що підвищує їх засвоєння рослинами [8].

Застосування хелатних багатокомпонентних сполук у відповідні фази росту та розвитку картоплі дає можливість не лише швидко усунути дефіцит окремих видів макро- і мікроелементів у рослинах, але й підвищити імунітет рослин і стійкість до захворювань та різних стресових ситуацій [6].

Велику увагу приділяють використанню мікродобрив для посилення бульбоутворення, відтоку продуктів фотосинтезу з вегетативної маси в бульби, підвищення стійкості рослин під час вегетації і бульб у період зберігання. Відзначено різну чутливість рослин до мікродобрив. Застосування їх найбільш ефективно в оптимальних умовах для процесів, регуляцію яких вони здійснюють [4].

Введення мікродобрив у технологію виробництва картоплі потребує вивчення їх впливу на рослини залежно від рівнів і строків застосування. Так, як надходження поживних речовин через листя має свою специфіку, зумовлену анатомоморфологічними особливостями будови листка, а також деякими фізичними факторами: змочуваністю поверхні листка розчином, ступенем дисперсності, швидкістю випаровування тощо [9].

У навчально-дослідній сівозміні кафедри землеробства Української сільськогосподарської академії на території ННЦ «Дослідні поля БДСГА» після застосування на картоплі Басфоліар марки 12-4-6 і Солюбор ДФ прибавка врожайності до фону в середньому за два роки досліджень склала 1,7 і 1,2 т/га відповідно [2].

За даними С. С. Тучина, Н. А. Тимошина та А. В. Кравченко обприскування посівів картоплі по вегетуючих рослинах комплексним хелатним мікродобривами Мікроріт-картопляний підвищило врожайність картоплі на 5,3 т/га на фоні  $N_{120}P_{120}K_{150}$ . Цей варіант також характеризувався найбільш високою товарністю бульб і якістю продукції [10].

На сьогоднішній день асортимент нових видів добрив, які містять мікроелементи в формах хелатів, досить різноманітний. Одними із таких є Реаком, Вуксал, Кристалон, Розасоль,

М'ялковський Р. О.

Еколист, Нутривант плюс, Комбі Бор, та Басфоліар.

Отже, зараз є усі підстави сподіватися, що у подальшому препарати на основі хелатів стануть не від'ємною частиною сучасних технологій.

**Мета дослідження** вивчення впливу сучасних мікродобрив для позакореневих підживлень під час вирощування картоплі сортів Алладін і Дар на урожайність бульб в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводились на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету протягом 2015-2017 років.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньо суглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в шарі ґрунту 0-3 см становить 3,6-4,2%. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфілдом) становить 98-139 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) 143-185 мг/кг (високий) і обмінного калію (за Чіріковим) – 153-185 мг/кг ґрунту (високий). Сума увібраних основ коливається в межах 158-209 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17-22 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 90%.

Позакореневе підживлення рослин проводили у фазі бутонізації – цвітіння (інтенсивний ріст). Для проведення досліджень використовували мікродобрива «Реаком», «Кристалон особливий», «Розасоль». «Реаком» – вміст бору 10 г/л + мікродобрива (у хелатній формі ОЕДФ кислота + лимонна кислота; Мо – 5,6, Mn – 5,0, Cu – 4,5, Zn – 4,0, Co – 1,7 у/к, рН – 8,0, щільність – 1,136 г/см<sup>3</sup>; «Кристалон особливий» – N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub> + мікродобрива (у хелатній формі ЕДТА, ДТРА) В – 0,025%; Cu – 0,01%; Mn – 0,04; Мо – 0,004; Zn – 0,0025%. «Розасоль» – N<sub>18</sub>P<sub>18</sub>K<sub>18</sub> + мікродобрива (у хелатній формі ЕДТА) В – 125 мг/кг; Mn – 400; Cu – 94; Fe – 325; Zn – 287 мг/кг.

В досліді використовували середньопізні сорти Алладін і Дар які занесено до Державного реєстру сортів рослин України і не вивчені в ґрунто-кліматичних умовах зони.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка., В.Ф. Мойсейченка [1, 7].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результатами досліджень встановлено, що позакореневе підживлення мікродобрива позитивно вплинуло на рівень урожайності бульб картоплі досліджуваних сортів (табл. 1).

У роки проведення досліджень спостерігались відмінності за рівнем

М'ялковський Р. О.

урожайності залежно від норми внесення мікродобрив у позакореневе підживлення. Так, у 2015 році найбільшим показником урожайності характеризувались варіанти де вносили мікродобриво Реаком з нормою внесення (4,50 кг/га та 5,50 кг/га) відповідно, у сорту Алладін, цей показник становив – 38,3 т/га і 38,0 т/га. У сорту Дар аналізований показник мав найбільше значення з нормою внесення (4,50 кг/га та 5,00 кг/га), відповідно 41,3 т/га і 40,1 т/га. Аналогічну закономірність відмічали і в наступні роки досліджень.

Протягом 2015-2017 років внесення мікродобрив Реакому зумовлювало більш суттєвий ефект, ніж внесення Кристалону особливого та Розасоль. Так, у 2016 році у варіантах, де вносили Реаком з нормою внесення (4,50 кг/га та 5,50 кг/га) урожайність бульб становила 38,4 т/га і 35,3 т/га у сорту Алладін, та – 39,8 т/га і 39,9 т/га у сорту Дар з нормою внесення (4,50 кг/га та 5,00 кг/га), відповідно.

У 2017 році відбувалось збільшення урожайності в порівнянні до 2016 року і при цьому урожайність бульб складала – 43,0 т/га і 37,1 т/га та 44,5 т/га і 43,6 т/га, відповідно. Деяко меншу урожайність відмічено при внесенні мікродобрив Кристалону особливого та Розасоль з різними нормами внесення впродовж всього періоду досліджень.

М'ялковський Р. О.

## 1. Урожайність бульб картоплі залежно від позакореневого підживлення мікродобривами, т/га

Назва мікродобрива (фактор А)	Норма внесення мікродобрив, кг/га (фактор В)	Сорт (фактор С)									
		Алладіні					Дар				
		роки			середнє за 2015-2017 рр.	± до контролю, т/га	роки			середнє за 2015-2017 рр.	± до контролю, т/га
		2015 р.	2016 р.	2017 р.			2015 р.	2016 р.	2017 р.		
Реаком	без обробки рослин (к)*	35,8	33,2	35,4	34,8	-	37,4	36,9	39,3	37,9	-
	4,00	35,9	34,1	35,9	35,3	0,5	38,6	37,3	39,4	38,4	0,6
	4,50	38,3	38,4	43,0	39,9	5,1	41,3	39,8	44,5	41,9	4,0
	5,00	36,5	35,1	36,9	36,2	1,4	40,1	39,9	43,6	41,2	3,3
	5,50	38,0	35,3	37,1	36,8	2,0	39,5	39,8	41,4	40,2	2,4
Кристалон особливий	без обробки рослин (к)*	34,9	33,2	35,6	34,6	-	37,3	34,8	39,5	37,2	-
	1,50	35,1	34,1	37,4	35,5	1,0	38,1	35,3	39,6	37,7	0,5
	2,00	35,8	35,7	36,9	36,1	1,6	38,5	36,3	40,2	38,3	1,1
	2,50	37,4	38,1	39,3	38,3	3,7	40,9	38,6	43,7	41,1	3,9
	3,00	36,3	36,4	38,5	37,1	2,5	40,3	39,1	42,6	40,7	3,5
Розасоль	без обробки рослин (к)*	34,9	31,5	33,7	33,4	-	36,7	33,1	35,5	35,1	-
	2,00	35,8	33,1	34,0	34,3	0,9	37,1	34,5	37,9	36,5	1,4
	2,50	38,7	37,9	41,4	39,3	6,0	39,4	38,3	41,4	39,7	4,6
	3,00	36,8	34,1	38,6	36,5	3,1	38,4	37,1	38,0	37,8	2,7
	3,50	36,7	33,9	36,8	35,8	2,4	37,9	36,3	37,4	37,2	2,1

Примітка: (к) \* – контроль

2015 р.: НІР<sub>05</sub> – 3,75; Фактор А – 1,19; Фактор В – 1,53; Фактор С – 0,97; Взаємодія АВ – 2,65; Взаємодія АС – 1,68; Взаємодія ВС – 2,17.2016 р.: НІР<sub>05</sub> – 3,92; Фактор А – 1,24; Фактор В – 1,60; Фактор С – 1,01; Взаємодія АВ – 2,77; Взаємодія АС – 1,75; Взаємодія ВС – 2,26.2017 р.: НІР<sub>05</sub> – 3,50; Фактор А – 1,11; Фактор В – 1,43; Фактор С – 0,90; Взаємодія АВ – 2,47; Взаємодія АС – 1,56; Взаємодія ВС – 2,02.

Отримані результати досліджень підтверджують, що урожайність бульб картоплі, залежить від індивідуальної продуктивності рослин, сорту, також норми внесення мікродобрив в позакореновому підживленні.

В середньому за роки досліджень від позакоренового підживлення Реакомом найвищу урожайність бульб сорту Алладін отримали від норми внесення 4,50 кг/га – 39,9 т/га, що на 5,1 т/га вище контрольного варіанту. Аналогічні показники і у сорту Дар, в середньому за три роки, отримали урожайність 41,9 т/га, на цьому самому варіанті (4,50 кг/га), що вище контролю на 4,0 т/га.

Від обробки рослин мікродобривом (Кристалон особливий), встановлено також підвищення урожайності. Найбільш ефективною нормою виявилась 2,50 кг/га, у сорту Алладін в середньому за три роки отримали урожайність 38,3 т/га, що перевищує контроль на 3,7 т/га, сорту Дар – 41,1 т/га, на – 3,9 т/га відповідно.

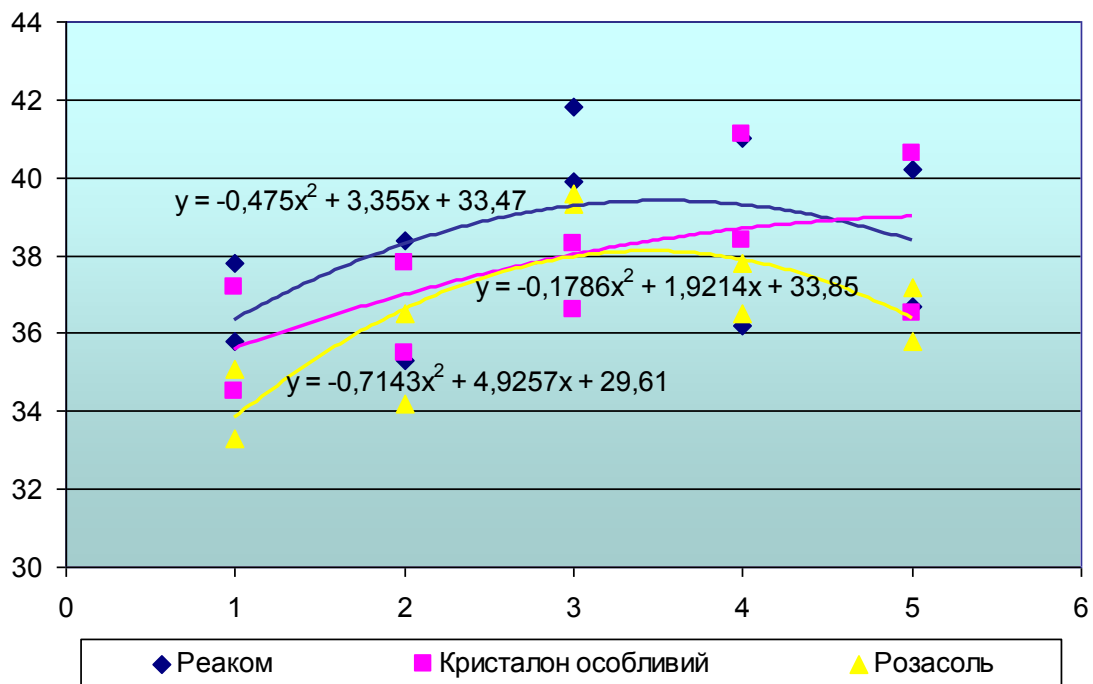
Високі показники врожайності бульб отримали від позакоренового підживлення мікродобривом (Розасоль) із досліджуваних варіантів найбільш ефективною нормою

встановлено 2,50 кг/га. Так, сорту Алладін в середньому за 2015-2017 роки експериментальних досліджень врожайність бульб картоплі становила 39,3т/га, що вище на 6,0 т/га контрольного варіанту. Показники врожайності бульб сорту Дар були аналогічними і становили – 39,7 т/га, що вище контролю на 4,6 т/га.

Отже, проведеними експериментальними дослідженнями встановлено, що позакореневе підживлення рослин картоплі мікродобривами Реаком, Кристалон особливий та Розасоль впливають на величину врожаю бульб та дають можливість отримати якісну продукцію.

Проведений кореляційно-регресійний аналіз дозволив побудувати залежності рівня врожаю бульб картоплі відносно позакоренового підживлення мікродобривами рис. 1.

Так, одержані моделі врожайності бульб картоплі та величини їх норми внесення мікродобрив свідчать про те, що найбільш ефективними нормами для позакоренового підживлення є: Реаком – 4,50 кг/га, Кристалон – 2,50 кг/га, Розасоль– 2,50 кг/га.



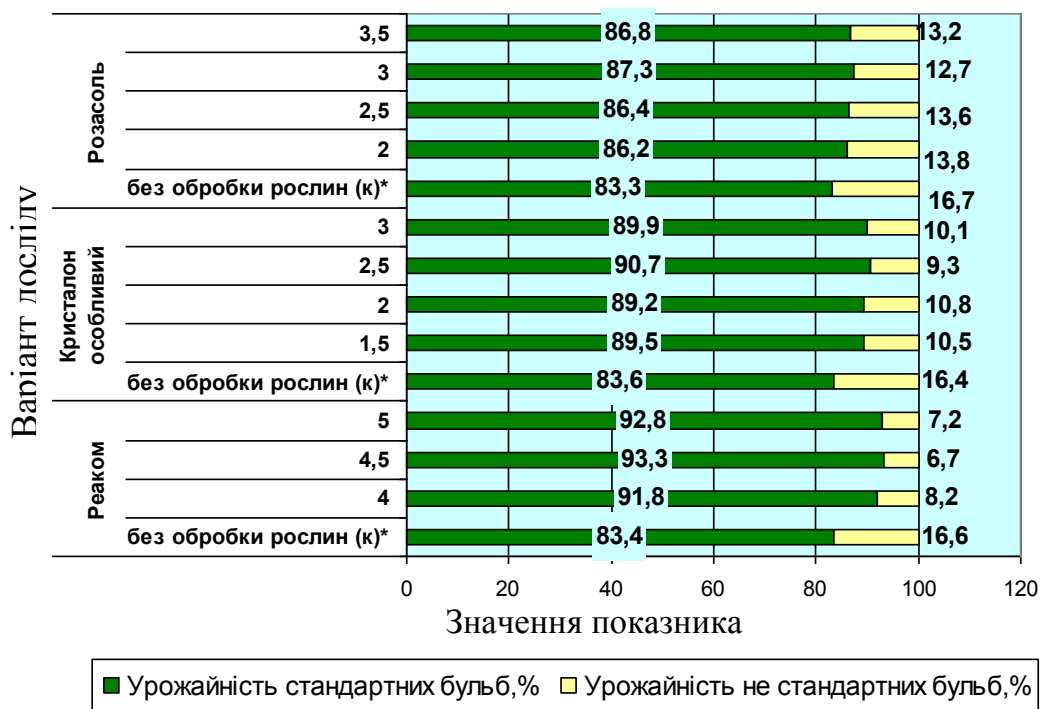
**Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель поліноміальної залежності врожайності бульб картоплі залежно від позакореневого підживлення мікродобривами**

Важливим показником в структурі врожаю бульб картоплі є їх товарність, яка визначає економічну доцільність вирощування та ефективність використання мікродобрив і визначається згідно ДСТУ 4506: 2005 та ДСТУ 4013-2001.

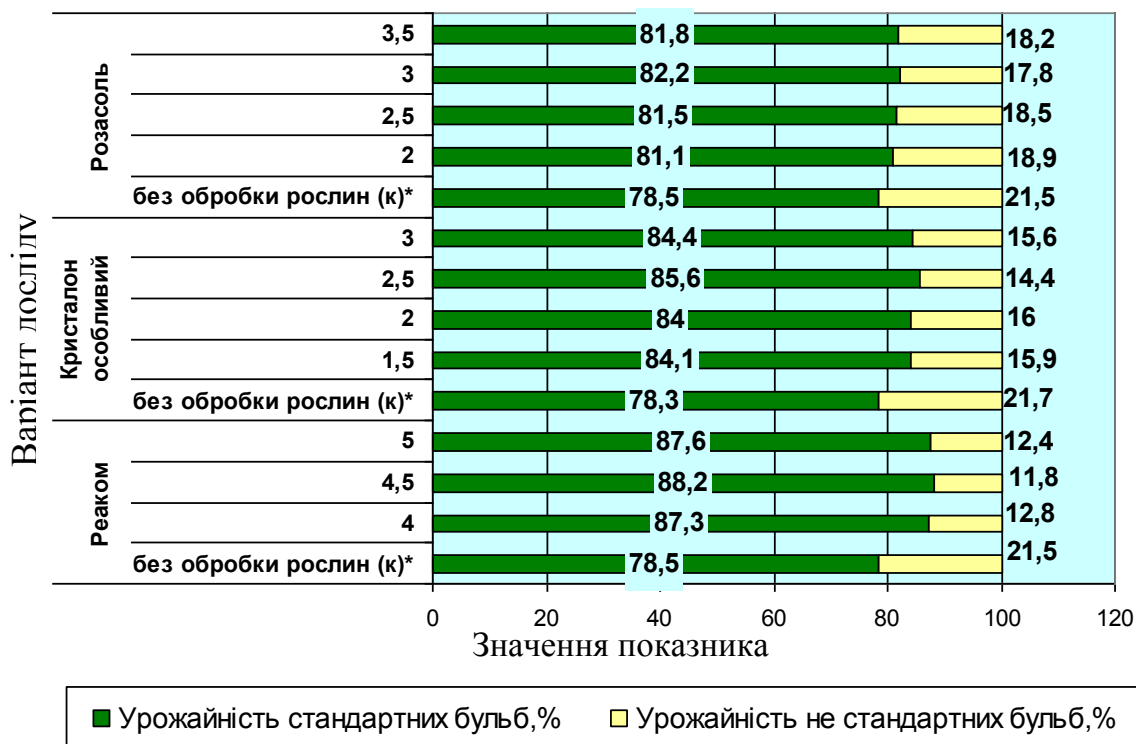
Як свідчать результати досліджень, відсоток стандартних бульб картоплі у досліджуваних сортів був найвищим у варіантах, де вносили мікродобриво Реаком (рис. 2, 3).

У сорту Алладін стандартна урожайність бульб становила 83,3-93,3 % у сорту Дар 78,3-88,2 %, відповідно. В середньому за 2015-2017

рр. найбільшою кількістю стандартних бульб картоплі характеризувався варіант із внесенням мікродобрив Реакому у позакореневе підживлення з нормою внесення 4,50 кг/га – 93,3 %, у сорту Алладін та – 88,2 % у сорту Дар. При цьому відмічено найменший відсоток не стандартних бульб, зокрема 6,7 % та 11,8 % у досліджуваних сортів. Основну частину нестандартних бульб складали дрібні бульби, механічно пошкоджені та пошкоджені шкідниками та хворобами.



**Рис. 2. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на структуру врожаю бульб картоплі сорту Алладін (середнє за 2015-2017 рр.), %**



**Рис. 3. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на структуру врожаю бульб картоплі сорту Дар (середнє за 2015-2017 рр.), %**

Від застосування мікродобрив відмічено дещо менший відсоток Кристалону особливого в стандартних бульб в порівнянні із позакореновому підживленні внесенням Реакому і складав у сорту

Алладін 89,2-90,7 %, у сорту Дар – 84,0-85,6 %. В цілому, найменший вихід стандартної продукції відмічено у контрольному варіанті без обробки рослин у сорту Алладін (83,3-83,6 %), а у сорту Дар (78,3-78,5 %). У розрізі сортів найбільша кількість нестандартної продукції відмічена у сорту Дар, а стандартних у сорту Алладін.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень.**

Позакореневе підживлення рослин картоплі мікроелементами Реаком, Кристалон особливий і Розасоль впливають на величину врожаю бульб картоплі та дають можливість отримувати якісну продукцію.

### **Список використаних джерел**

1. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. – Х. : Основа, 2001. – 370 с.
2. Вильдфлуш И. Р. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.] – Горки: БГСХА, 2014. – С. 26–28.
3. Карасюк І. М. Вивчення способів застосування мікроелементів у рослинництві в умовах Лісостепу України / І. М. Карасюк, М. Ю. Хомчак, О. М. Хомчак // Зб. наук. праць. Уманського ДАУ: Агрономія. – 2005. – Вип. 61. Ч. 1. – С. 55–63.

Найбільш ефективними нормами для позакореневого підживлення є Реаком – 4,50 кг/га, Кристалон особливий – 2,50 кг/га, Розасоль – 2,50 кг/га. Отримано підвищену урожайність сорту Алладін – 39,9 т/га 38,3; 39,3 т/га, сорту Дар – 41,9 т/га 41,1; 39,7 т/га, відповідно.

Таким чином, подальше вивчення і вдосконалення слід зосередити на поглиблене вивчення позакореневого підживлення мікродобривами, зокрема у формі комплексонатів металів на посівах картоплі в поєднанні з регуляторами росту і розкриття їх впливу на розвиток та формування ознак продуктивності рослин упродовж онтогенезу.

4. Колтунов Н. А. Как повысить эффективность некорневых подкормок / Н. А. Колтунов, В. В. Михеев, Ю. П. Бондарев, Л. А. Щемелинский // Сахарная свекла. – 2005. – №10. – С.23–25.
5. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск: Бел НИИПА, 2002. – 184 с.
6. Лихочвор В. В. Особенности листовой подкормки / В. В. Лихочвор // Зерно. – 2008. – №5. – С. 48–53.
7. Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко, М. Ф. Трифонова, А. Х. Завирюха. – М. : Колос, 1996. – 336 с.
8. Пиуновская И. И. Применение регуляторов роста и микроудобрений в питомниках оригинального семеноводства

картофеля на дерново-подзолистій супесчаній ґрунті / И. И. Пиуновская, Н. А. Хох // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – №5. – С. 56–57.

9. Сидорчук А. А. Ефективність строків внесення нових добрив при позакореновому підживленні рослин картоплі / А. А. Сидорчук, П. Ф. Каліцький // Картоплярство. – 2009. – Вип. 38. – С. 145–151.

10. Тучин С. С. Эффективность некорневых подкормок картофеля халатными микроудобрениями / С. С. Тучин, Н. А. Тимошина, А. В. Кравченко // Картофель и овощи. – 2010. – №8. – С. 8–9.

### References

1. Bondarenko Gh. L., Jakovenko K. I. (2001). *Metodyka doslidnoji spravy v ovochivnyctvi i bashtannyctvi* [Research Methodology in case of Vegetables and Melons]. Kharkiv: Osnova, 370.

2. Vildflush I. R. (2014). *Primenenie novykh form mineralnykh udobreniy pri vzdelyvanii selskokhozyaystvennykh kultur na dernovo-podzolistykh legkosuglinistykh pochvakh: rekomendatsii* [Application of new forms of mineral fertilizers in the cultivation of crops in soddy-podzolic light-loamy soils: recommendations]. Gorki: BGSKhA.

3. Karasiuk I. M., Khomchak M. Iu, Khomchak O. M. (2005). *Vyvchennia sposobiv zastosuvannia mikroelementiv u roslynnytstvi v umovakh Lisostepu Ukrainy* [Study of methods of application of microelements in crop production under the conditions of the Forest-steppe of Ukraine]. Collection of scientific works of Uman DAU: Agronomy, 61, 55–63.

4. Koltunov N. A., Mikheev V. V., Bondarev Yu. P., Shchemelinskiy L. A. (2005). *Kak povysit effektivnost nekornevykh podkormok* [How to increase the efficiency of leaf feeding]. Sugar beet, 10, 23–25.

5. Lapa V. V., Bosak V. N. (2002). *Mineralnye udobreniya i puti povysheniya ikh effektivnosti* [Mineral fertilizers and ways to increase their effectiveness]. Minsk: Bel NIPRA, 184.

6. Lykhochvor V. V. (2008). *Osobennosty lystovoi podkormky* [Features of foliar fertilizing]. Corn, 5, 48–53.

7. Moiseychenko V. F., Trifonova M. F., Zaviryukha A. Kh. (1996). *Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Moscow: Kolos, 336.

8. Piunovskaya I. I., Khokh N. A. (2007). *Primenenie regulatorov rosta i mikroudobreniy v pitomnikakh originalnogo semenovodstva kartofelya na dernovo-podzolistoy supeschanoy pochve* [Application of growth regulators and microfertilizers in nurseries of the original potato seed production on sod-podzolic sandy loamy soil]. Agriculture and plant protection, 5, 56–57.

9. Sydorukh A. A., Kalitskyi P. F. (2009). *Efektivnist strokiv vnesennia novykh dobryv pry pozakorenevomu pidzhyvlenni roslyn kartopli* [Effectiveness of the terms of introducing new fertilizers for endocrine fertilization of potato plants]. Potatoes, 38, 145–151.

10. Tuchin S. S., Timoshina N. A., Kravchenko A. V. (2010). *Effektivnost nekornevykh podkormok kartofelya khalatnymi mikroudobreniyami* [Efficiency of foliar dressing of potatoes by negligent microfertilizers]. Potatoes and vegetables, 8, 8–9.

# УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ

Р. А. МЯЛКОВСЬКИЙ

**Аннотация.** В статье отражены результаты влияния внекорневой подкормки картофеля микроудобрениями на урожайность клубней в условиях Правобережной Лесостепи Украины. По результатам исследований установлено, что наивысшую урожайность получено от применения микроудобрения – Реаком. Наиболее эффективной нормой внесения среди исследуемых вариантов установлена норма – 4,50 кг/га, при этом урожайность сорта Алладин составила – 39,9 т/га, что на 5,1 т/га выше контрольного варианта. Аналогичные показатели и у сорта Дар, в среднем за три года, получили урожайность 41,9 т/га, что выше контроля на 4,0 т/га. Несколько меньшую урожайность корнеплодов отмечено при внесении микроудобрений Кристалон особый и Розасоль с различными нормами внесения.

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ позволил построить зависимости уровня урожая клубней картофеля относительно внекорневой подкормки микроудобрениями  $y = -0,475x^2 + 3,355x + 33,47$ ;  $y = -0,1786x^2 + 1,9214x + 33,85$ ;  $y = -0,7143x^2 + 4,9257x + 29,61$ .

Так, полученные модели урожайности клубней картофеля и величины их нормы внесения микроудобрений свидетельствуют о том, что наиболее эффективными нормами для внекорневой подкормки являются: Реаком – 4,50 кг / га, Кристалон – 2,50

кг / га, Розасоль – 2,50 кг / га в фазе бутонизации-цветения.

**Ключевые слова:** картофель, сорт, микроудобрения, внекорневые подкормки, урожай.

## DEPENDENCE OF POTATO TUBERS YIELD ON FOLIAR FERTILIZATION WITH MICROFERTILIZERS

R. O. Myalkovsky

**Abstract.** The article presents the results of the influence of foliar fertilization with microfertilizers on the productivity of potato tubers in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine. According to the research results, the highest yield was obtained from the use of microfertilizer - Reakom. The most effective rate for introducing the studied variants is the norm of 4.50 kg / ha, while the yield of the Alladin variety was 39.9 tons / ha, which is 5.1 tons/ha higher than the control variant. Similar indicators are for the Dar variety, on average for three years, it was yielded 41.9 t / ha, which is above the control by 4.0 t / ha. Somewhat lower yields of root crops are noted when introduced microfertilizers Cristalon special and Rozasol with different rates of application. The correlation-regression analysis made it possible to construct the dependence of the level of potato tuber yield on the fertilization with microfertilizers  $y = -0.475x^2 + 3.355x + 33.47$ ;  $y = -0.1786x^2 + 1.9214x + 33.85$ ;  $y = -0.7143x^2 + 4.9257x + 29.61$ . Thus, the obtained models of potato tuber yields and their microfertility rates indicate that the most effective rules for foliar application are: Reakom - 4.50 kg / ha, Cristalon - 2.50 kg / ha, Rozasol - 2.50 kg / ha in the phase of budding - flowering.

*Key words: potato, variety, microfertilizer, foliar fertalization, yield*

**ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРКУНУ БІЛОГО В ОДНОВИДОВИХ ТА  
СУМІСНИХ ПОСІВАХ ЗІ ЗЛАКОВИМИ КУЛЬТУРАМИ В  
ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА НОРМ ВИСІВУ  
НА ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**М. В. ЗАХЛЄБАЄВ**, аспірант\*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: maximzahliebaiyev@gmail.com*

**Анотація.** Метою проведення досліджень було вивчення особливостей формування продуктивності посівів буркуну білого в сумісних посівах з однорічними злаковими культурами залежно від частки насичення їх буркуном та рівня мінерального живлення.

За досліджуваними буркуново-злаковими травосумішками встановлено формування високих показників врожаю, відзначено його варіювання, порівняно з одновидовим посівом буркуну білого. Приріст до врожайності, залежно від компонента травосумішки спостерігали на варіантах сумісного посіву із суданською травою та сорго (0,2 – 4,2 т/га).

Найвищі показники врожайності кормових культур в чистих і в сумісних посівах одержали при внесенні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Приріст врожаю порівняно з контролем (без добрив) в одновидових посівах буркуну

білого коливався в межах 5,6 – 9,4 т/га, на варіанті сумісного посіву з кукурудзою – 4,4 – 7,8, просом – 3,6 – 8,4, суданською травою – 5,5 – 10,3 та сорго – відповідно 4,8 – 9,1 т/га.

Збільшення норми висіву буркуну білого до 22 кг/га сприяло загущенню як чистих, так і сумісних зі злаковими ценозів та зумовило зниження рівня їх урожайності на 1,8 – 8,4 т/га.

У цілому, найвищі показники урожайності були отримані на варіантах сумісного вирощування із суданською травою за норми висіву буркуну білого 16 кг/га та удобрення на рівні  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – 51,5 т/га. Урожайність в чистому посіві буркуну білого за аналогічних норм висіву та удобрення також була найвищою і становила 47,3 т/га.

**Ключові слова:** сумісні посіви, урожайність, буркун білий, кукурудза, просо, суданська трава, сорго, норма висіву, удобрення.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Г. І. Демидась

Найважливішою умовою прискореного розвитку галузі тваринництва в країні, як складової аграрного сектору економіки, є створення міцної кормової бази у кожному сільськогосподарському підприємстві. Від цього безпосередньо залежать можливості збільшення поголів'я худоби і підвищення його продуктивності, що, у свою чергу, визначає темпи зростання і рівень виробництва продукції тваринництва [1, с. 99].

Нині, в сучасних умовах інтенсифікації тваринництва, нагальною залишається проблема надходження перетравного протеїну з кормами, адже його нестача в раціонах виступає стримуючим чинником в одержанні високої продуктивності тварин та якості продукції.

Одним із рішень цієї проблеми є організація виробництва кормів на основі бобово-злакових травосумішок однорічних та багаторічних культур на орних землях.

Сумісне вирощування злакових та бобових культур має важливе значення в поліпшенні поживної та енергетичної цінності кормів [2, с. 83].

Підвищення їх кормової продуктивності залежить від оптимального добору різних видів і сортів бобових та злакових культур за біологічними особливостями росту й розвитку.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Як стверджують дослідники, основною умовою одержання високих урожаїв бобово-злакових травосумішок є правильний підбір компонентів, їх співвідношення та густота стояння рослин. Серед найголовнішого – до травосумішки потрібно включати види, які позитивно впливали б один на одного, а не конкурували між собою [3, с. 25 – 27, 4, с. 152 - 156].

Над вирішенням цих проблем в Україні працюють О. І. Зінченко, В. Ф. Петриченко, А.В. Боговін, В. Г. Кургак, Г.П. Квітко, М.І. Бахмат, Н.Я. Гетман, М.Г. Гусев, І. Ф. Підпалій та ін.

Використання бобових компонентів у сумісних посівах із злаковими забезпечує додаткову кількість білка з одиниці площі та сприяє підвищенню врожайності зеленої маси.

Буркун білий – одно- або дворічна рослина. За поживністю не поступається перед іншими бобовими травами: 100 кг якісного сіна відповідають 52 кормовим одиницям, а 100 кг зеленої маси – 16,5 кормової одиниці і містить 1,9 кг перетравного протеїну [5, с. 167, 6, с. 21].

Результати нещодавніх досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених [7, с. 7 - 8, 8, с. 110 - 114, 9, с. 99 - 104] стосовно вирощування буркуну білого в сумісних посівах із

**Захлебасв М. В.**

злаковими культурами вказують на їх високу продуктивність та якість.

Питання вирощування буркуну білого в сумісних посівах зі злаковими однорічними культурами в умовах Правобережного Лісостепу не розкриті і потребує вивчення. Також немає даних щодо впливу норм висіву буркуну білого та не встановлено оптимальних норм мінерального живлення для отримання максимальної продуктивності та якості корму.

**Матеріали і методика дослідження.**

Дослідження проводилися протягом 2015 - 2017 рр. у науковій лабораторії кафедри кормовиробництва, меліорації і метеорології на базі Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція».

Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова. Дослідження проводили за схемою: фактор А – травосумішки: буркун білий (контроль), буркун білий + кукурудза, буркун білий + просо, буркун білий + суданська трава, буркун білий + сорго; фактор В – норма висіву буркуну білого: 16, 18, 20 та 22 кг/га; фактор С – удобрення: без добрив (контроль), N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>.

Облік урожаю здійснювали методом суцільного зважування з облікових площ ділянок варіантів у

день збирання за методикою Інституту кормів НААН [10, с. 22].

**Результати досліджень та їх обговорення.** У дослідженнях найважливішим показником, що характеризує ефективність того чи іншого

варіанта, є врожайність, яка залежить від багатьох факторів. Як засвідчують проведені дослідження, цей показник змінювався за роками і залежав від складу травосумішки, частки в них буркуну білого та удобрення (таблиця). Погодні умови за період вегетації буркуну білого в чистих та сумісних посівах характеризуються вищими температурами повітря порівняно із середньобагаторічними (у квітні-серпні 2015 – 2017 рр. відповідно на 0,8 – 1,7 0С). Кількість опадів за квітень-серпень 2015 р. склала 175 мм, що нижче від середньобагаторічної норми на 53 %, у 2016 р. – 255,1 мм (77 % від норми), у 2017р. – 197,5 мм (59 % від норми). Випадали вони нерівномірно. Так, надмірна кількість опадів у травні (особливо 108 мм у 2016 році), що припадає на початок вегетації досліджуваних культур, спричинила дещо уповільнений їх розвиток (надто злакового компонента). У подальшому це вплинуло на рівень його присутності в сумісному посіві. Незначна кількість опадів та високі середньодобові температури в червні 2015 та 2016 років певною мірою обмежили формування елементів

Захлебасв М. В.

продуктивності. В липні-серпні нормою, тоді як у серпні 2015 року їх випала незначна кількість опадів, майже не було (3,2 мм). порівняно із середньо багаторічною

### 1. Урожайність зеленої маси буркуну білого в чистому та в сумісних посівах залежно від досліджуваних факторів, т/га

Фактор А: компонент сумішки	Фактор В: добрива	Фактор С: норма висіву буркуну білого, кг/га			
		16	18	20	22
Урожайність, т/га					
Буркун білий	Без добрив	38,1	35,8	34,3	32,5
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	44,6	42,2	40	38,1
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	45,8	43,7	40,7	38,7
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	47,3	45,2	42,3	40,9
Буркун білий + кукурудза	Без добрив	37,8	36,0	34,3	32,1
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	42,2	40,9	38,7	36,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	43,5	42,1	38,8	36,9
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	44,8	43,4	40,4	38,6
Буркун білий + просо	Без добрив	35,1	33,2	29,9	28,1
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	38,7	36,9	34,5	32,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	41,1	39,2	35,8	33,9
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	43,5	41,0	37,2	35,2
Буркун білий + суданська трава	Без добрив	41,2	38,8	36,1	33,8
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	47,6	44,6	41,7	39,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	49,5	47,0	43,4	41,3
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	51,5	48,7	45,5	43,4
Буркун білий + сорго	Без добрив	39,7	37,6	34,5	32,0
	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	44,3	43,0	39,3	36,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	45,6	44,7	40,6	38,3
	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	46,9	45,7	43,3	41,1

НІР<sub>0,5</sub> (А) = 0,9

НІР<sub>0,5</sub> (В) = 0,8

НІР<sub>0,5</sub> (С) = 0,8

НІР<sub>0,5</sub> (загальна) = 3,2

Хоча погодні умови за роками були різними, основні закономірності впливу сумісного вирощування на продуктивність агрофітоценозів зберігалися.

Встановлено, що досліджувані буркуново-злакові травосумішки формували високі показники

врожаю, проте він варіював, порівняно з одновидовим посівом буркуну білого. Це вказує на те, що протягом вегетації між компонентами травосумішки відбувалося міжвидове конкурування, а отже, пригнічення.

Захлебасв М. В.

У середньому за роки досліджень приріст до врожайності, залежно від компонента травосумішки, спостерігали на варіантах сумісного посіву з суданською травою та сорго, із його варіюванням порівняно з одновидовим посівом буркуну білого від 0,2 до 4,2 т/га, при  $НР_{05}(A) = 0,9$  т/га. Найбільшим він виявився на варіанті сумісного посіву із суданською травою. Це свідчить, що культура проявила себе значно конкурентоспроможнішою при вирощуванні в травосумішках, порівняно з іншими варіантами. Не менш виразним стало те, що суданка під час вегетації мала інтенсивне кущення, що дало змогу в кінцевому результаті отримати вищу продуктивність.

На варіантах сумісного посіву із кукурудзою урожайність була нижчою на 0,2 – 2,3 т/га, що вказує на наявність менш сприятливих умов для росту і розвитку згаданої культури в сумішці та певного пригнічення буркуном білим.

Найнижчими виявились прирости врожайності на варіантах із просом – 2,6 – 5,9 т/га відповідно. Досліджувана культура відзначилася сповільненим ростом на початку вегетації. У подальшому це спричинило певне пригнічення бобовим компонентом і, як наслідок, відбулося зниження продуктивності сумісного посіву.

Крім того, дослідженнями встановлено, що показники врожайності зеленої маси напряму залежали від норми внесення мінеральних добрив. Найвищі показники врожайності кормових культур у чистих та сумісних посівах отримали при внесенні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ .

Приріст урожаю, порівняно з контролем, в одновидовому посіві буркуну білого коливався в межах 5,6 – 9,4 т/га, а на варіантах сумісного посіву з кукурудзою – 4,4 – 7,8, просом – 3,6 – 8,4, суданською травою – 5,5 – 10,3 та сорго – відповідно 4,8 – 9,1 т/га при  $НР_{05}(B) = 0,8$  т/га. Така закономірність вказує на позитивну роль як азотних добрив, особливо для злакового компонента, так і фосфорно-калійних, значною мірою для бобового.

Збільшення норми висіву буркуну білого спричинило певне зниження продуктивності як чистих, так і сумісних посівів. За норми 18 кг/га показник зниження становив 1,8 – 3 т/га, 20 кг/га – 3,5 – 6,3 т/га, при  $НР_{05}(C) = 0,8$  т/га. Найменш продуктивними виявились ценози за норми висіву буркуну білого 22 кг/га (на 5,6 – 8,4 т/га), що вказує на негативну реакцію як бобового, так і злакового компонентів на щільне розміщення рослин на одиниці площі та зниження їх життєздатності.

У цілому за роки досліджень найбільшу врожайність спостерігали на варіанті сумісного посіву із суданською травою за норми висіву

**Захлебасв М. В.**

буркуну білого 16 кг/га, удобрення на рівні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ , із показником 51,5 т/га. Проте урожайність при удобренні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  склала 49,5 т/га, що менше на 2 т/га, а отже знаходиться в межах похибки ( $HP_{0,5}$  (загальна) = 3,2). Відповідно найпродуктивнішим є варіант з удобренням  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Варіант із сорго за подібних норм висіву та удобрення був нижчим на 3,9 т/га. Максимальні рівні врожайності варіантів сумісного посіву із кукурудзою та просом майже не відрізнялися один від одного і становили 44,8 та 43,5 т/га, відповідно за норми висіву буркуну білого 16 кг/га у поєднанні з удобренням  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . В одновидовому посіві врожайність буркуну білого за норми висіву 16 кг/га та удобренням  $N_{60}P_{90}K_{90}$  склала 47,3 т/га.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність сумісних посівів буркуну білого з суданською травою та сорго була вищою, порівнюючи з одновидовими, із показником від 0,2

### Список використаних джерел

1. Данькевич Є.М. Кормовиробництво як необхідна складова стратегії і розвитку міжгалузевої інтеграції. *Наукові праці Полтавської держ. аграр. академії*. Полтава, 2014. Вип. 1 (8), Т.1. С. 99-105.

до 4,2 т/га. Разом із цим у травосумішках з кукурудзою та просом нижчою на 0,2 – 2,3 т/га.

На всіх варіантах досліджу найвищі показники продуктивності були отримані на варіантах з максимальним рівнем мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Прибавка до урожайності, порівняно з контролем (без добрив), становила від 3,6 до 10,3 т/га.

Збільшення норми висіву буркуну білого до 22 кг/га зумовило загущення як чистих, так і сумісних зі злаковими ценозів та зниження рівня їх урожайності на 1,8 – 8,4 т/га.

Крім цього, за одержаними результатами, найвищі показники врожайності забезпечили варіанти сумісного вирощування із суданською травою та сорго за норми висіву буркуну білого 16 кг/га та удобрення на рівні  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – 51,5 та 47,9 т/га. Урожайність в чистому посіві буркуну білого за аналогічних норм висіву та удобрення також була найвищою і становила 47,3 т/га.

2. Демцюра Ю.В., Демидась Г.І. Кормова продуктивність люцерно-злакових сумішей залежно від видового складу злаків, способу створення травостою та удобрення в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2012. Вип. 6

Захлебасв М. В.

(68). Серія: Сільськогосподарські науки. С. 82-88.

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

4. Демидась Г. І., Ямкова В. В. Зміна продуктивності злаково-бобових сумішок на зелену масу залежно від густоти їх посівів. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця: 2011. Вип. 69. С. 152 – 156.

5. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г.І. Демидась та ін.; за ред. Г.І. Демидася, Г.П. Квітка. К.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 322 с.

6. Рак Л.І., Шуль Д.І. Буркун. Біологія. Технологія вирощування і використання. Тернопіль: Лілея, 2004. 188 с.

7. Скалозуб О. М. Эффективность включения донника белого в состав многолетней травосмеси. *Кормопроизводство*. 2012. № 12. – С. 7-8.

8. Тригуба І. Л. Вплив мінерального удобрення на продуктивність злаково-бобових травосумішок. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник* / ред.: В. Ф. Петриченко та ін. Вінниця, 2011. Вип. 68. С. 110 – 114.

9. Коломієць Л. В., Резніченко В.П., Маткевич В.Т. Кукурудза – одна з основних кормових культур. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник* / ред. кол.: В. Ф. Петриченко та ін. Вінниця, 2013. Вип. 77. С. 99 – 104.

10. Методика проведення дослідів з кормовиробництва і годівлі

тварин / Бабич А. О. та ін. К.: Аграрна наука, 1998. 78 с.

## References

1. Dan'kevych Ye.M. (2014) *Kormovyrobnytstvo iak neobkhidna skladova stratehii i rozvytku mizhhaluzevoi intehratsii [Feed production as a necessary part of the strategy and development of intersectoral integration]*. *Nauk. pratsi Poltavs'koi derzh. ahrar. akademii [Proceedings of Poltava state agrarian academy]*. Poltava, 1, 99-105.

2. Demtsiura Yu.V., Demydas' H.I. (2012) *Kormova produktyvnist' liutsernozlakovykh sumishej zalezhno vid vydovoho skladu zlakiv, sposobu stvorennia travostoiu ta udobrennia v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [The efficiency of alfalfa-cereals grass mixtures depending on the species of cereals grasses, methods of vegetation in the right bank forest steppe of Ukraine]*. *Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu [Scientific works of Vinnytsia national agrarian university]*. Vinnytsia, 6, 82-88.

3. Rus'ko M.P., Attina N.F., Matsenko T.N. (2002) *Produktyvnist' i khimichnyj sklad liutserny zalezhno vid rezhymiv vykorystannia [Productivity and chemical composition of alfalfa depending on usage modes]*. *Visnyk ahrarnoi nauky [Journal of agricultural science]*. 11, 25–27.

4. Demydas H. I., Yamkova V. V. (2011) *Zmina produktyvnosti zlakobobovykh sumishok na zelenu masu zalezhno vid hustoty yikh posiviv [Change of grass-legume productivity in the mixed green mass density depending on their crops]* *Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and feed production]*. Vinnytsia: 69, 152 – 156.

Захлебаєв М. В.

5. Demydas' H.I., Kvitko H.P., Tkachuk O.P. (2013) *Bahatorichni bobovi travy iak osnova pryrodnoi intensyfikatsii [Perennial legumes as a basis for intensification of natural fodder production]*. Kyiv: TOV «Nilan-LTD», 322.

6. Rak L.I., Shul D.I. (2004) *Burkun. Biologhiia. Tekhnologhiia vyroshchuvannia i vykorystannia [Sweet clover. Biology. Technology of cultivation and use]*. Ternopil: Lileia, 188.

7. Skalozub O.M. (2012) *Jeffektivnost' vkljuchenija donnika belogo v sostav mnogoletnej travosmesi [The effectiveness of the inclusion of white sweet clover in the long-term mixtures]*. *Kormoproizvodstvo [Feed production]*. 12, 7-8.

8. Tryhuba I.L. (2011) *Vplyv mineral'noho udobrennia na*

*produktivnist' zlakovo-bobovykh travosumishok [Effect of mineral fertilization on the productivity of cereal and legume grass mixtures.]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and feed production]*. Vinnytsia: FOP Danyliuk V. H., 68, 110 – 114.

9. Kolomiiets' L.V., Reznichenko V.P., Matkevych V.T. (2013) *Kukurudza – odna z osnovnykh kormovykh kul'tur [Corn - one of the main forage crops]*. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and feed production]*. Vinnytsia: FOP Danyliuk V. H., 77, 99 – 104.

10. Babych A.O., Kulyk M.F., Makarenko P.S. (1998) *Metodyka provedennia doslidiv z kormovyrobnytstva i hodivli tvaryn [Methods of experiments with forage production and animal nutrition]*. Kyiv: Ahrarna nauka, 78.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОННИКА БЕЛОГО В ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕСНЫХ ПОСЕВАХ СО ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НОРМ ВЫСЕВА НА ТИПИЧНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

**М. В. Захлебаєв**

*Аннотация.* Целью проведения исследований было изучение особенностей формирования продуктивности посевов донника белого в совместных посевах с однолетними злаковыми культурами в зависимости от доли насыщения их донником и уровня минерального питания.

За наблюдаемыми донниковый-злаковыми травосмеси установлено формирования высоких показателей урожая, также отмечено его варьирования по сравнению с одновидовыми посевами донника белого. Прирост к урожайности в зависимости от компонента травосмеси было зафиксировано на вариантах совместного посева с суданской травой и сорго (0,2 - 4,2 т/га).

Самые высокие показатели урожайности кормовых культур в чистых и в совместных посевах получили при внесении  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Прирост урожая по сравнению с контролем (без удобрений) в одновидовых посевах донника белого колебался в пределах 5,6 - 9,4 т/га, на варианте совместного посева с

**Захлебасв М. В.**

кукурузой – 4,4 - 7,8, просом – 3,6 - 8,4, суданской травой – 5,5 - 10,3 и сорго – соответственно 4,8 - 9,1 т/га.

Увеличение нормы высева донника белого до 22 кг/га способствовало определенному загущению как чистых, так и совместных со злаковыми ценозов и обусловило снижение уровня их урожайности на 1,8 - 8,4 т/га.

В целом, высокие показатели урожайности были получены на вариантах совместного выращивания с суданской травой при норме высева донника белого 16 кг/га и удобрения на уровне  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – 51,5 т/га. Урожайность в чистом посеве донника белого с аналогичными нормами высева и удобрения также была высокой и составила 47,3 т/га.

**Ключевые слова:** совместные посевы, урожайность, донник белый, кукуруза, просо, суданская трава, сорго, норма высева, удобрение

**PRODUCTIVITY OF WHITE SWEET CLOVER IN PURE AND COMPATIBLE CROPS WITH CEREAL CROPS DEPENDING ON FERTILIZATION AND SEEDING RATE IN TYPICAL BLACK SOILS IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

**M. V. Zahliebaiyev**

**Abstract.** Three-year results of research the cultivation of white sweet clover in compatible crops with annual cereal forage crops in the Right-bank forest steppe. It was determined the impact of seeding rate of white sweet clover and fertilization on species

composition, for the best cereal components to create the mixed high performance.

The largest yield was observed on the variant of a compatible sowing with sudanese grass with the seeding rate of white sweet clover current 16 kg/ha, fertilizer at the level  $N_{60}P_{90}K_{90}$  - 51,5 t/ha.

The variant with sorghum with the same norm of seeding and fertilization rates was lower by 3,9 t/ha. The highest yields of the compatible crops varieties with maize and millet were almost unchanged from each other and amounted to 44,8 and 43,5 t/ha, with seeding rate of white sweet clover 16 kg/ha in combination with fertilizer  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . In a single-crop of white sweet clover with norm of seeding 16 kg/ha and fertilizer  $N_{60}P_{90}K_{90}$  the yield was 47,3 t/ha.

**Keywords:** compatible crops, white sweet clover, corn, millet, sudan grass, sorghum, seeding rate, fertilization, yield capacity

## ЗБАГАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ ОЗИМОЇ

**С. О. ХОМЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії селекції ярої пшениці

**І. В. ФЕДОРЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії селекції ярої пшениці

*Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України*

*E-mail: homenko.mip@ukr.net*

**Анотація.** Розширення генетичного різноманіття на основі яро-озимих та озимо-ярих гібридів розкриває можливості одержання генотипів, найбільш пристосованих до несприятливих чинників довкілля в Лісостепу України, що особливо актуально у селекції даної культури. Мета дослідження передбачала створення нового вихідного матеріалу пшениці м'якої ярої з використанням схрещувань зразків з різним типом розвитку. За результатами досліджень встановлено ефективність використання озимих форм з ярими. Визначено, що у простих гібридів  $F_1$  здебільшого домінує ярий тип розвитку. Розщеплення на ярі і озимі форми в  $F_3$ – $F_4$  спостерігали у 3–58 % індивідуальних доборів, залежно від походження. У

послідуючих поколіннях не спостерігали появу озимих форм. Виділено високопродуктивні, стійкі до вилягання і основних грибних хвороб, з високою хлібопекарською якістю зерна лінії пшениці м'якої ярої, що свідчить про перспективність використання озимих форм у селекції пшениці ярої. Створено сорти (Сімкода миронівська, МПП Злата, Дубравка, МПП Світлана, МПП Дана) та різноманітний вихідний матеріал пшениці м'якої ярої, який залучено до селекційного процесу лабораторії селекції ярої пшениці МПП, що забезпечує широке формотворення у наступних поколіннях.

**Ключові слова:** пшениця м'яка яра, вихідний матеріал, схрещування, лінії, сорт

**Вступ.** Широке розповсюдження близькоспоріднених сортів обмежує і збіднює їх різноманіття [1]. Враховуючи, що селекція пшениці озимої ведеться набагато потужніше і більшою кількістю установ, з метою збагачення і розширення вихідного

матеріалу при створенні сортів пшениці м'якої ярої все частіше використовуються сорти пшениці м'якої озимої. Використання пшениці озимої у селекції ярої здійснюється вже протягом багатьох років, але існує низка недостатньо досліджених

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

питань щодо селекційної цінності озимих зразків. Напрямо створення генотипної мінливості в селекції пшениці ярої при використанні сортів пшениці озимої з наступним добром морфотипів, що поєднують комплекс адаптивних ознак, вважається перспективним і актуальним [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У селекції пшениці до гібридизації залучаються генотипи з різними генетичними системами контролю конкретних ознак. Одним з критеріїв визначення генетичної дивергенції вихідних форм є належність їх до різних типів розвитку. Озимі пшениці завжди мали перевагу над ярими за продуктивністю, тому використання їх у гібридизації досить ефективно [3]. Про необхідність і ефективність розширення генетичної мінливості пшениці м'якої ярої за рахунок нових ефективних джерел селекційних ознак з генофонду її природних культурних видів, зокрема й пшениці м'якої озимої, свідчать результати наукових досліджень [4]. За даними цих авторів, використання озимих сортів у селекції пшениці ярої, сприяє збагаченню резерву генетичної мінливості вихідного матеріалу та добору практично цінних рекомбінантів за рахунок інтенсифікації формотворчого процесу.

Тому створення генетичного різноманіття на основі яро-озимих та озимо-ярих гібридів розкриває можливості одержання генотипів,

найбільш пристосованих до несприятливих чинників довкілля в Лісостепу України.

**Мета дослідження** передбачала створення нового вихідного матеріалу пшениці м'якої ярої з використанням схрещувань зразків з різним типом розвитку.

**Матеріал і методика дослідження.**

Дослідження проводились упродовж 2007–2016 рр. у лабораторії селекції ярої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Матеріалом для досліджень слугували гібридні комбінації, лінії та сорти. Посів проводили в оптимальні строки на дослідних полях селекційної сівозміни. За стандарт використовували сорт Елегія миронівська. Фенологічні спостереження, оцінки та обліки виконували згідно з методиками [5-6]. Лінії розсадників випробувань вивчали за методикою державного сортовипробування [7]. Статистичні показники та їх похибки розраховували за Б. О. Доспеховим [8].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Підбір компонентів для схрещування проводили за еколого-географічним принципом у межах виду *Triticum aestivum* L. з метою створення в подальшому широкої генетичної різноманітності в поколіннях гібридів. Типи схрещувань використовували як прості (парні) – ярий / озимий, озимий / ярий, так і

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

складні – озимий / ярий // ярий; ярий / озимий // ярий; ярий / озимий // озимий; ярий / озимий // озимий / ярий; озимий / ярий // ярий. Щорічно частка комбінацій схрещувань за участю озимих сортів становила до 10–50 % від загальної їх кількості. Для гібридизації використовували сорти і лінії миронівської селекції та інших

селекційних установ, що проявляли високий біологічний потенціал продуктивності та високу адаптивну здатність у місцевих умовах. Відсоток зав'язування зерен у гібридів відрізнявся як за роками, так і за типами схрещування (табл. 1).

### 1. Зав'язування зерен у гібридів від схрещування озимих форм з ярими

Типи схрещування	Кількість комбінацій, шт.	Зав'язування зерен, %	
		min–max	$\bar{x}$
<i>2007 p.</i>			
яр <sup>1</sup> / оз <sup>2</sup>	83	1,3–73,1	25,3
яр / оз // яр	11	8,6–67,6	31,4
<i>2008 p.</i>			
яр / оз	65	11,8–69,6	31,5
яр // оз / оз	11	5,3–57,0	21,1
яр / оз // оз	4	21,3–52,9	37,8
<i>2009 p.</i>			
яр / оз	22	1,4–54,5	17,4
яр // оз / яр	4	7,7–51,7	23,1
<i>2010 p.</i>			
яр / оз	15	1,0–51,0	19,5
яр / оз // яр	6	13,1–58,0	33,4
<i>2011 p.</i>			
яр / оз	11	2,3–41,1	17,9
яр / оз // яр	6	2,8–25,9	12,5
<i>2012 p.</i>			
яр / оз	19	6,0–43,0	20,2
оз / яр	4	5,0–13,0	8,0
яр / оз // оз / яр	2	11,0–27,0	19,0
<i>2013 p.</i>			
яр / оз	11	4,2–46,3	28,4
оз / яр	24	4,8–36,8	14,7
яр // яр / оз	3	3,2–6,8	5,3
яр / оз // яр	8	15,8–55,6	32,6
оз / яр // яр	3	23,0–34,0	28,1
<i>2014 p.</i>			
яр / оз	21	14,3–32,6	18,9
оз / яр	11	8,3–54,2	35,1
<i>2015 p.</i>			
яр / оз	17	0–41,5	8,5
<i>2016 p.</i>			
яр / оз	48	1,5–69,1	31,7
оз / яр	6	9,5–53,3	33,1
Всього	415	-	-

Примітки: 1 (яр) – ярий тип розвитку; 2 (оз) – озимий тип розвитку

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

На успадкування основних селекційних ознак, особливо у парних схрещуваннях, впливала материнська форма. Зокрема, у комбінаціях схрещувань з участю ранньостиглих сортів, що використовували, як материнський компонент, рослини виколошувались на 3–4 діб раніше, ніж у реципрокних. У складних гібридів у  $F_1$  проявлялися ознаки останнього компоненту схрещування, а також розвивався широкий формотворчий процес, у результаті якого виникали форми з різним типом розвитку. Індивідуальні добори проводили у  $F_2$  і  $F_3$ . Для доборів, отриманих із популяцій від яро-озимих та озимоярих комбінацій схрещувань, характерним було розщеплення на ярі і озимі форми. В  $F_2$  проводили індивідуальний добір колосів від рослин, які розвивались за ярим типом. Розщеплення в  $F_3$ – $F_4$  спостерігали у 3–58 % таких індивідуальних доборів в залежності від походження, хоча деякі комбінації стабілізувались уже в  $F_3$ . Так у доборів, отриманих від схрещування сортів Сюїта / Селянка (оз.), Струна миронівська / Шарада (оз.), Струна миронівська / Ласуня (оз.) та ін. озимих форм відмічено не було. Поодинокі випадки виділення озимих форм спостерігали у  $F_5$ , як правило у зразків, які ще не стабілізувались. У послідуючих поколіннях не спостерігали появу озимих форм.

Кількість відібраних генетичних форм у селекційних розсадниках з використанням пшениці м'якої озимої у селекції ярої залежала від селекційної цінності кожної комбінації. У розсаднику  $F_4$  досліджували від 11,7 до 54,1 % сімей, у контрольному розсаднику – 11,8–46,0 % тоді як у конкурсному випробуванні – 25,4–61,0 %.

Серед сортів пшениці озимої миронівської селекції, що ввійшли до складу генплазми нових сортів та перспективних ліній пшениці ярої, кращими у серії парних схрещувань виявились Миронівська 808, Крижинка, Миронівська 28, Експромт та його сестринські лінії. Слід відмітити, що серед ліній пшениці ярої, отриманих як від парних, так, і від складних схрещувань, практично відсутні нащадки генплазми сортів Миронівська 61 і Миронівська 27, хоча з їхньою участю проводились схрещування з формами пшениці ярої. Особливо варто виділити сорт Експромт, його сестринські лінії та лінію гібридно-мутантного походження Еритроспермум 24209, що забезпечили високе формотворення в селекції пшениці ярої, в результаті чого створено нові сорти та ряд перспективних ліній, які вивчаються у конкурсному випробуванні.

У конкурсному випробуванні продовжується вивчення ряду ліній, створених від схрещування зразків

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

пшениці м'якої з різним типом розвитку. Встановлено, що кількість ліній, створених за типом ярий / озимий, переважає тип озимий / ярий, а серед нових сортів, створених даним методом, всі отримані за типом схрещування ярий / озимий. Вірогідно, використання ярих форм за материнський компонент у схрещуваннях з озимими, забезпечує більш швидке отримання зразків з господарсько цінними ознаками. Водночас при реципрокному типі схрещування формотворчий процес проходить більш поглиблено і продовжується у ряді поколінь, що подовжує тривалість селекційної роботи.

Лінії конкурсного випробування виділялись за показниками продуктивності (урожайність – 5,32–5,46 т/га, маса 1000 зерен – до 44,1 г) та якості зерна (седиментація – 71–80 мл, вміст клейковини – 31,2–36,2 %). До таких ліній відносяться: Еритроспермум 15–41, Еритроспермум 15–01, Еритроспермум 15–02, Еритроспермум 14–65, Лютесценс 12–48 та ін. (табл. 2).

Частина ліній конкурсного випробування (25,4–61,0 %) за участю озимих сортів поєднувала в собі комплекс адаптивних ознак і властивостей. У результаті проведених доборів та відібраних константних ліній у різні роки виділені високопродуктивні, стійкі до вилягання і основних грибних хвороб, з високою хлібопекарською якістю зерна, що свідчить про перспективність використання озимих форм у селекції пшениці ярої.

Від схрещування сортів пшениці м'якої з різним типом розвитку отримано сорти пшениці м'якої ярої Сімкода миронівська (Quattro / Ніконія (оз.)), МІП Злата (Quattro / Крижинка (оз.)), Дубравка (сестринська лінія Quattro / Крижинка (оз.)), МІП Світлана (Лютесценс 04–29 /3/ Еритроспермум 24209 / Дніпрянка // Експромт (оз.)), які внесено до державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та сорт МІП Дана (Саратовская 55 / Миронівська 29 (оз.)), який подано на державне сортовипробування.

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

## 2. Характеристика ліній пшениці м'якої ярої конкурсного випробування, отриманих від схрещування зразків з різним типом розвитку (2014-2017 рр.)

Сорт-стандарт, лінія, родовід	Урожайність, т/га	Висота рослин, см	Маса 1000 зерен, г	Показник седиментації, мл	Вміст «сирої» клейковини, %	Ураження, %		
						<i>E. graminis</i>	<i>P. recondita</i>	<i>S. tritici</i>
Сорт-стандарт–Елегія миронівська	4,94	100	44,7	80	33,9	7	5	10
Лютесценс 11–17 Лютесценс 04-29/3/ Еритроспермум 24209*/ Дніпрянка // Експромт*	5,09	92	40,8	75	26,5	5	3	15
Лютесценс 12–48 Quattro / Крижинка*	5,25	86	41,3	69	26,8	5	7	15
Еритроспермум 14–65 Leguan / Ласуня*	5,19	73	34,1	79	31,2	4	8	15
Лютесценс 14–14 Лютесценс 07-02 / Люцис*	5,20	92	39,3	75	29,4	15	5	15
Еритроспермум 14–23 Vercut / Porrild WW*	5,05	74	36,4	71	32,9	7	3	15
Еритроспермум 15–01 Харківська 18 / Еритроспермум 24209**/ Quattro	5,35	75	40,4	76	25,3	15	3	12
Еритроспермум 15–08 Еритроспермум 02-25 / Панна* // Краса Полісся / Панна*	5,14	86	40,9	61	27,4	15	10	15
Еритроспермум 15–41 Етюд // EP 35447*/ Om.rabi 6	5,46	86	40,7	79	36,2	12	5	15
Еритроспермум 15–02 Селянка* / Torca	5,32	92	39,8	80	31,3	6	2	10
НІР <sub>05</sub>	0,35							

Примітки: \* – озимий тип розвитку

**Висновки і перспективи.** Встановлено ефективність використання міжсортних схрещувань зразків пшениці з різним типом розвитку. Виявлено перевагу парних схрещувань, частка варіювання яких у різні роки становила від 64,7 % до 100 %. Визначено, що у простих гібридів F<sub>1</sub>

здебільшого домінує ярий тип розвитку. Розщеплення на ярі і озимі форми в F<sub>3</sub>–F<sub>4</sub> спостерігали у 3–58 % індивідуальних доборів, залежно від походження. Виділено високопродуктивні, стійкі до вилягання і основних грибних хвороб, з високою хлібопекарською якістю зерна лінії пшениці м'якої ярої:

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

Еритроспермум 15–41,  
Еритроспермум 15–01,  
Еритроспермум 15–02,  
Еритроспермум 14–65, Лютесценс 12–48 та ін., що свідчить про перспективність використання озимих форм у селекції пшениці ярої. Отримано сорти пшениці м'якої ярої Сімкода миронівська, МПП Злата, Дубравка, МПП Світлана, які внесено до державного Реєстру сортів рослин,

придатних для поширення в Україні та сорт МПП Дана, який подано на Державне сортовипробування.

Таким чином, створено сорти та різноманітний вихідний матеріал пшениці м'якої ярої, який залучено до селекційного процесу лабораторії селекції ярої пшениці МПП, що забезпечує широке формотворення у наступних поколіннях.

### Список використаних джерел

1. Дзюбенко Н. И. Управление и использование адаптивного потенциала зерновых культур. *Науково-технічний бюлетень Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла УААН*. 2008. Вип. 8. С. 59–74.

2. Власенко В. А., Коломиец Л. А., Шелепов В. В. Использование генофонда яровых сортов в селекции озимой пшеницы. *Нетрадиционное растениеводство. Эниология, экология и здоровье: мат. XI Междунар. симпозиума (г. Алушта 9–16 июня 2002 г.)*. Симферополь, 2002. С. 314–321.

3. Власенко В. А., Коломієць Л. А., Маринка С. М. Використання вихідного матеріалу різного типу розвитку в селекції озимої пшениці. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2003. С. 245–249.

4. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць / за ред. В. А. Власенка. Миронівка, 2012. 330 с.

5. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва, 1972. 399 с.

6. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / под ред. И. К. Федорова. Москва: Колос, 1984. 344 с.

7. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур // Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень / голов. ред. В. В. Волкодав. Київ: Алефа, 2003. Вип. 2, част. 3. 241 с.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

### References

1. Dzyubenko, N. I. (2008). Upravlenie i ispol'zovanie adaptivnogo potentsiala zernovykh kul'tur [Management and use of the adaptive potential of cereals]. *Scientific-technical Bulletin of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of UAAN*. 8, 59–74.

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

2. Vlasenko, V. A., Kolomiets, L. A., Shelepov, V. V. (2002). Use of the gene pool of spring varieties in winter wheat breeding [Ispol'zovanie genofonda yarovykh sortov v selektsii ozimoy pshenitsy]. Materials of the 11-th International Symposium «Unconventional plant growing. Eniology, ecology and health». 314–321.

3. Vlasenko, V. A., Kolomiets, L. A., Marynka, S. M. (2003). Vykorystannia vykhidnoho materialu riznoho typu rozvytku v selektsii ozymoi pshenytsi [Use of the source material of different growth habit in winter wheat breeding]. Factors in Experimental Evolution of Organisms. 245–249.

4. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koluichyi, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona, V. Yo. (2012). Seleksiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts [Breeding Evolution of Myronivka Wheats. Ed. by Vlasenko, V. A.]. Myronivka, 330.

5. Briggs, F., Knowles, P. (1972). Nauchnye osnovy selektsii rasteniy [Introduction to plant breeding]. Moscow, 399.

6. Boroievich, S. (1984). Printsipy i metody selektsii rasteniy [Principle and Methods of Plant Breeding. Ed. by Fedorov, I. K.]. Moscow, 344.

7. Volkodav, V. V. (Ed.) (2003). Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslyn zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh kultur [Methods on Examination and State Testing Plant Varieties of Cereals, Grains and Legumes]. Okhorona prav na sortu roslyn: Ofitsiyni biuleten. Kyiv: Alefa, 2 (3). 241.

8. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methods of Field Experiment (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. (5<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Agropromizdat, 351.

## ОБОГАЩЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПУТЕМ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ОЗИМОЙ

С. О. Хоменко, И. В. Федоренко

*Аннотация.* Расширение генетического разнообразия на основе ярово-озимых и озимо-яровых гибридов раскрывает возможности получения генотипов, наиболее приспособленных к неблагоприятным факторам окружающей среды в Лесостепи Украины, что особенно актуально в селекции данной культуры. Цель исследования предусматривала создание нового

*исходного материала пшеницы мягкой яровой с использованием скрещиваний образцов с разным типом развития. По результатам исследований установлена эффективность использования озимых форм с яровыми. Определено, что у простых гибридов  $F_1$  в основном доминирует яровой тип развития. Расщепление на яровые и озимые формы у  $F_3$ – $F_4$  наблюдали в 3–58 % индивидуальных отборов, в зависимости от происхождения. В последующих поколениях не наблюдали появления озимых форм. Выделены высокопродуктивные, устойчивые к полеганию и основным грибным болезням, с высокими хлебопекарскими качествами зерна*

Хоменко С. О., Федоренко І. В.

линии пшеницы мягкой яровой, что свидетельствует о перспективности использования озимых форм в селекции пшеницы яровой. Созданы сорта (Симкода мироновская, МИП Злата, Дубравка, МИП Светлана, МИП Дана) и разнообразный исходный материал пшеницы мягкой яровой, который привлечен в селекционный процесс лаборатории селекции яровой пшеницы МИП, что обеспечивает широкое формообразования в следующих поколениях.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая яровая, исходный материал, скрещивание, линии, сорт

**ENRICHMENT OF THE GENETIC DIVERSITY OF INITIAL MATERIAL IN BREAD SPRING WHEAT BREEDING BY ATTRACTING THE WINTER WHEAT**

**S. O. Khomenko, I. V. Fedorenko**

**Abstract.** The expansion of genetic diversity based on spring-winter and-winter-spring hybrids reveals the possibilities of obtaining genotypes most adapted to unfavorable environmental factors in the Forest-Steppe of Ukraine, which is especially

important in the crop breeding. The aim of the study was to create new initial material of bread spring wheat when using crosses of samples with different growth habit. Based on the results of the study, the effectiveness of using winter forms with spring ones was established. It is determined that in the simple  $F_1$  hybrids the spring growth habit is dominant. Splitting into spring and winter forms in  $F_3$ – $F_4$  was observed in 3–58 % of individual selections depending on the origin. In subsequent generations, the appearance of winter forms was not observed. High productive, resistant to lodging and basic fungal diseases, with good bread-baking grain quality spring wheat lines were distinguished, which indicates the prospects of using winter forms in spring wheat breeding. The varieties (Simkoda myronivska, MIP Zlata, Dubravka, MIP Svitlana, MIP Dana) and various source material of bread spring wheat has been created which was involved in breeding process of the spring wheat breeding laboratory of MIW which provide a broad formative process in subsequent generations.

**Key words:** bread spring wheat, source material, crossing, lines, variety

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

УДК 632.931.4

## ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ БІОФУНГІЦИДІВ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. В. ГОРЯНСЬКА, молодший науковий співробітник

М. П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

*Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН*

М. М. КИРИК, доктор біологічних наук, академік НААН України

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: horianska23@gmail.com*

**Анотація.** *Наведено результати досліджень ефективності біологічного походження при вирощуванні рослин сої. Вивчено їх вплив на морфометричні показники рослини та захист від різних грибних хвороб. Встановлено ефективність поєднання різних стимуляторів та біологічних фунгіцидів у комплексах для обробки рослин сої.*

**Ключові слова:** *соя, біостимулятори, біологічні фунгіциди, технічна ефективність, урожайність*

Значна частина сучасних систем захисту базується на максимальному застосуванні хімічних засобів. Але сільське господарство має на меті збереження навколишнього природного середовища, у тому числі раціональне використання ґрунтів та відтворення природних ресурсів [1].

Тому особливістю стратегії захисту повинна бути екологізація системи захисту сільськогосподарських культур, внаслідок чого необхідно регулювати чисельність популяцій шкідливих видів на рівні економічного порогу шкідливості з використанням їх природних антагоністів та біологічних засобів. Це дає можливість стабілізувати екологічну

рівновагу в агробіоценозі й оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів для збереження корисних видів і мінімального негативного впливу на зовнішнє середовище [2, 3].

Використання біологічних препаратів у системах захисту є надзвичайно актуальним, адже це дає можливість оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів для збереження корисних видів і мінімального негативного впливу на зовнішнє середовище [4, 5, 6]. Біологічні препарати, порівняно з хімічними мають нижчу ефективність, але вони екологічно безпечніші, тому їх застосування заслуговує уваги. Окрім того

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

застосування комбінацій біологічних препаратів з стимулюючими речовинами значно підвищує їх дію та забезпечує кращий результат, що дає можливість активної конкуренції [1, 7].

Зараз в Україні почали впроваджувати західні технології вирощування сої, що створює передумови для проникнення та поширення на території нашої держави хвороб, тим більше, що кліматичні умови для їх розвитку цілком сприятливі. У зв'язку з тим, що вирощування сої набирає все більших темпів в нашій країні, це питання потребує вивчення.

Соя – провідна високобілкова культура світового рослинництва – є однією серед найпоширеніших зернобобових і олійних культур, що відіграє вирішальну роль у сільському господарстві, технічній промисловості та медицині. Це цінна зернобобова культура, яка набуває особливого значення при формуванні вітчизняного ринку високопротеїнових кормів, збалансованих за поживними речовинами та амінокислотами. У зерні сої міститься в середньому 36–45 % білка, 19–22 % жиру, 23–28 % вуглеводів, значний вміст вітамінів, ферментів, мінеральних та інших речовин [8, 9, 10].

Тому *метою досліджень* було вивчення впливу різних комплексів препаратів біологічного походження на ріст та розвиток сої та їх вплив на

ураження грибними хворобами в західному Лісостепу України.

### *Методика досліджень.*

Дослідження проводились у 2017 році в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на сірому лісовому, опідзоленому, важкосуглинковому ґрунті, що має середню забезпеченість рухомими формами фосфору (148,4 мг/кг) і калію (185,4 мг/кг) та низьку азотом (83,0 мг/кг). Рівновісна щільність ґрунту — 1,46 г/см<sup>3</sup>.

Для досліджень використовували такі сорти сої як Чернівецька 9 та Георгіна. Сівбу сої проводили звичайним рядковим способом.

Основними показниками, за якими проводилося дослідження були: висота рослин, розвиток бульбочок на кореневій системі, середня кількість стебел, кількість сформованих бобів на рослині та технічна ефективність [5].

Закладання дослідів, проведення обліків та спостережень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [5, 11].

### *Результати досліджень і їх обговорення.*

При вивченні ефективності біологічних комплексів та їх впливу на розвиток рослин сої відмічено, що обробка насіння позитивно впливає як на морфометричні так і на фізіологічні показники рослин. Дана закономірність прослідковувалася як

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

для сорту Чернівецька 9, так і для сорту Георгіна.

Біологічною особливістю сої, як бобової культури є здатність утворювати високоефективні азотфіксувальні симбіози з бульбочковими бактеріями, в результаті функціонування яких ґрунти збагачуються доступними для рослин формами азоту. За результатами досліджень впливу біологічних комплексів на розвиток рослин сої при обробці насіння, найкращі показники відмічено за застосуванні комплексу препаратів БіоМаг Соя (4л/т) + ФітоДоктор, (1 л/т) + Біофосфорин (1 л/т) + Урожай Старт (1 л/т). Після його застосування спостерігалось

збільшення кореневобактеріального комплексу на 32,3 % (Табл. 1).

При обробці насіння сої різними біологічними комплексами відмічено зниження ураження рослин сої грибними збудниками хвороб. Так, при застосуванні комплексу препаратів БіоМаг - Соя 4,0 л/т + Біофосфорин 1,0 л/т + ФітоДоктор 1,0 л/т + Урожай Старт 0,1 л/т відмічено не тільки збільшення вегетаційних показників та урожайності але і певну фунгіцидну та імуностабілізуючу дію. Технічна ефективність цього комплексу на сорті Георгіна становила 57,9 %, на сорті Чернівецька 9 – 59,1 % (Табл. 1-2).

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

**Таблиця 1 – Вплив біологічних комплексів на інтенсивність прояву грибних хвороб сої та розвиток рослин**  
(польовий дослід, сорт Чернівецька 9, УкрНДСКР ІЗР, 2017 р.)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок на кореневій системі, шт	Кількість сформованих бобів на рослині, шт	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Інтенсивність хвороби, %			Технічна ефективність, %
					Пліснявіння ( <i>Mucor hiemali</i> )	Фузаріоз ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Аскохітоз ( <i>Ascochyta sojaecola</i> )	
Контроль (без обробок);	48,6	107,3	13,3	3,0	38,5	52,1	56,3	
Обробка насіння								
Контроль БіоМаг Соя (4л/т)	33,8	103,5	15,0	3,4	21,3	35,2	37,4	36,1
БіоМаг Соя (4л/т) + ФітоДоктор, (1 л/т) + Біофосфорин (1 л/т) + Урожай Старт (1 л/т)	64,3	109,2	14,4	3,3	16,5	23,4	20,1	59,1
Біокомплекс ТК - 0,05 кг/га	59,4	105,0	15,1	3,4	35,2	46,7	49,6	10,5
Обробка рослин								
Триходермін БТ 2,0 л/га + Гаубсин, р. 1,5 л/га	109,3	221,0	16,3	3,7	10,3	9,7	7,4	81,36
ФітоДоктор 1,0 л/га + Триходермін БТ, р. 2,0 л/га	68,3	146,6	16,8	3,7	5,2	8,4	10,1	83,87
Поліоксин 1,5 л/га	53,0	127,4	16,0	3,5	12,3	11,4	13,1	74,96
Хемозан 2,0 л/га	43,1	166,3	16,0	3,6	15,2	15,8	18,8	66,12
Планриз, в.с. 5,0 л/га + янтарна кислота 0,003%	59,4	176,0	16,1	3,7	16,3	14,2	13,8	69,86
Планриз, в.с. 5,0 л/га + п-гідрокси 0,0005%	39,0	116,5	16,0	3,5	15,9	15,6	14,2	68,91
Планриз, в.с. 5,0 л/га + Сполуки Біджімелі 0,0005%	39,0	139,0	13,3	3,0	16,4	14,6	14,7	68,91
Планриз, в.с. 5,0 л/га + КОЕДФ 0,004%	45,5	103,3	14,3	3,1	15,8	14,9	14,5	69,25
<b>НІР<sub>05</sub></b>	4,1	1,2	0,6	0,12				

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

**Таблиця 2 – Вплив біологічних комплексів на інтенсивність прояву грибних хвороб сої та розвиток рослин**  
(польовий дослід, сорт Георгіна, УкрНДСКР ІЗР, 2017 р.)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочок на кореневій системі, шт	Кількість сформованих бобів на рослині, шт	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Інтенсивність хвороби, %			Технічна ефективність, %
					Пліснявіння ( <i>Mucor hiemali</i> )	Фузаріоз ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Аскохітоз ( <i>Ascochyta sojaecola</i> )	
Контроль (без обробок);	39,7	79,3	12,1	3,0	36,2	49,3	55,2	
Обробка насіння								
Контроль БіоМаг Соя (4л/т)	28,4	97,0	14,0	3,2	25,4	38,2	41,1	25,58
БіоМаг Соя (4л/т) + ФітоДоктор, р. (1 л/т) + Біофосфорин (1 л/т) + Урожай Старт (1 л/т)	42,0	110,0	10,9	2,5	14,5	22,5	22,1	57,99
Біокомплекс ТК - 0,05 кг/га	42,5	100,2	14,0	3,2	37,1	49,3	49,6	3,34
Обробка рослин								
Триходермін БТ 2,0 л/га + Гаубсин, р. 1,5 л/га	53,3	178,0	13,1	3,0	10,9	10,2	10,3	77,68
ФітоДоктор 1,0 л/га + Триходермін БТ, р. 2,0 л/га	32,0	110,6	16,1	3,6	8,3	9,6	11,2	79,31
Поліоксин 1,5 л/га	22,7	99,0	14,1	3,2	13,2	14,6	14,6	69,86
Хемозан 2,0 л/га	34,5	103,3	15,1	3,4	14,2	16,2	18,2	65,45
Планриз, в.с. 5,0 л/га + янтарна кислота 0,003%	29,1	103,5	15,0	3,4	14,2	13,4	13,5	70,78
Планриз, в.с. 5,0 л/га + п-гідрокси 0,0005%	23,2	111,2	15,0	3,4	14,7	15,2	14,6	68,37
Планриз, в.с. 5,0 л/га + Сполуки Біджімелі 0,0005%	23,3	68,0	12,1	3,0	15,6	14,8	13,9	68,51
Планриз, в.с. 5,0 л/га + КОЕДФ 0,004%	29,5	45,5	12,0	3,0	15,2	14,1	13,2	69,79
<b>НІР<sub>05</sub></b>	1,5	3,2	1,5	0,2				

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

Дослідження ефективності різних біологічних фунгіцидів та їх поєднання в комплексах обробки сої показало, що використання майже всіх комбінацій призвело до підвищення ряду морфометричних та фізіологічних показників. Так, використання біофунгіцидних комплексів при вегетаційній обробці рослин показало, що найбільша кількість бульбочок на кореневій системі відмічена при застосуванні суміші препаратів Триходермін БТ (2л/га) + Гаубсин (1,5 л/га) і становила 109,3 шт/рослину (Табл. 1). Найбільшу кількість бульбочок на сорті Георгіна відмічено у варіантах досліду із застосуванням комплексу біологічних препаратів Триходермін (2л/га) + Гаубсин (1,5 л/га) та складала 53,3 шт/рослину, а найменшу кількість бульбочок (22,7 шт/рослину) виявлено у варіанті з використанням Поліоксину (1,5 л/га).

Кількість бобів на одній рослині найбільшою була на сорті Чернівецька 9 (221 шт/рослину) у варіанті досліду із застосуванням біологічних препаратів Триходермін (2л/га) + Гаубсин (1,5 л/га). Найменшу кількість бобів відмічали у варіанті досліду із застосуванням препаратів Планриз (5 л/га) + КОЕДФ 0,004%

(0,125 л/га). Кількість бобів на одній рослині на сорті Георгіна коливалася від 45,5 шт/рослину (Планриз (5 л/га) + КОЕДФ 0,004% (0,125 л/га)) до 178 шт/рослину (Триходермін (2л/га) + Гаубсин (1,5 л/га)).

При вивченні поєднань препаратів відмічено, що найбільший вплив на грибні інфекції мали комбінації препаратів Триходермін (2 л/т) + Гаубсин (1,5 л/т) та ФітоДоктор (1,0 л/т) + Триходермін (2 л/т). Їх технічна ефективність становила 81,36 % та 83,87 % відповідно для сорту Чернівецька 9 та 77,68 % і 79,31% для сорту Георгіна (Табл. 1, 2). Проте використання інших комбінацій біопрепаратів та стимулюючих речовин показало теж достатню ефективність, яка була в межах 66,12 - 69,86 % для сорту Чернівецька 9 та 68,51 % - 70,78% для сорту Георгіна.

### Висновки

Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що підвищення урожайності та зменшення прояву комплексу грибних хвороб сої можна досягнути за допомогою правильного підбору системи біофунгіцидів та стимуляторів росту без застосування препаратів хімічного походження.

### Список використаної літератури:

1. Довідник із захисту рослин / За ред. М.П. Лісового. – К.: Урожай, 1999. – 744 с.

2. Борьба с вирусными болезнями растений. / Пер. с нем. Г.И. Лойдиной. – М.: Агропромиздат, 1986. – 480 с.

Горяньська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

3. Васильєв В.П. Принципи оптимізації хімічного захисту рослин / В.П. Васильєв, В.М. Кавецький, Л.І. Бублик // Вісник АН УРСР. – 1989. – С. 67-74.
4. Болдырев М.И. Система защиты плодовых культур от вредителей и болезней. / М.И. Болдырев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 92 с.
5. Методика випробування і застосування пестицидів // За ред. проф. С.О. Трибеля. – К.: Світ. – 2001. – 448 с.
6. Назаренко В.И. Мировые экологические проблемы. / В.И. Назаренко – М.: ВАСХНИЛ, 1991. – 101 с.
7. Ентомологія: Підручник. / Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. – К.: Фенікс, Колобіг, 2013. – 344 с.
8. Бабич А. О. Світові ресурси рослинного білка / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Селекція і рослинництво: міжвід. темат. наук. зб. – 2008. – Вип. 96. – С. 215–222.
9. Бабич А. О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К. : Аграрна наука, 2011. – 548 с.
10. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні / В. Ф. Камінський // Вісник аграрної науки. - К., 2006. – №7. - С. 20-25.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). / Б.А. Доспехов – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

**THE BIOFUNGICIDES` AND  
BIOSTIMULATORS` COMPLEX  
IMPACT ON THE GROWING  
AND DEVELOPING SOYBEAN  
PLANTS IN WESTERN FOREST-  
STEPPE OF UKRAINE.**

**Yu.V. Goryanska,**

**M. P. Solomiychuk, M. M. Kyryk**

*Abstract. It was presented the researches results for biological preparations efficiency during the soybean plants growing. Their impact studied on the morphometric indexes and their protection from different fungi diseases. It was established the efficiency of different combinations of stimulators and biological fungicides in complexes for the soybean treating.*

**Keywords:** soybean, biostimulators, biological fungicides, technical efficiency, yield

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА  
БИОФУНГИЦИДОВ И  
БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА РОСТ  
И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В  
ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТИПИ  
УКРАИНЫ**

**Ю.В. Горянская, М.П.**

**Соломийчук, Н.Н. Кирик**

*Анотація. Приведены результаты исследований эффективности препаратов биологического происхождения при выращивании растений сои. Изучено их влияние на морфометрические показатели растения и защиту от различных грибных болезней. Установлена эффективность сочетания различных стимуляторов и биологических фунгицидов в комплексах для обработки растений сои.*

Горянська Ю. В., Соломійчук М. П., Кирик М. М.

*Ключевые слова:* соя,  
биостимуляторы, биологические  
фунгициды, техническая  
эффективность, урожайность

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

УДК 633.854.78:631.527.8

## СТВОРЕННЯ ТА ОЦІНКА ВІДНОВЛЮВАЧІВ ФЕРТИЛЬНОСТІ СОНЯШНИКУ КОНДИТЕРСЬКОГО НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗИСТЕНТНИХ ДО ГЕРБІЦИДІВ ГРУПИ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИН

Л. О. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук, професор

*E-mail:* liudmila1511@ukr.net

І. О. РАКУЛ, викладач кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології

*Уманський національний університет садівництва*

*E-mail:* innakonup20@gmail.com

**Анотація.** У статті теоретично обґрунтовано доцільність створення гібридів та компонентів для їх схрещування резистентних до гербіцидів групи сульфонілсечовин. Апробовано схему створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання стійких до трибенурон-метилу за використання промислових гібридів. Для отримання вихідних матеріалів з генетичною резистентністю до дії гербіцидів групи сульфонілсечовин проводили беккросування з метою перенесення генів стійкості від донорів іноземного походження до вітчизняних форм. За гібридизації сортів соняшнику кондитерського напрямку використання із донорами стійкості до

гербіциду Експрес виділено дві лінії-відновлювачі фертильності пилку (В2360/17, В1052/17).

Створені матеріали є низькорослими, з діаметром кошика – 16,8–35,7 см, масою 1000 насінин – 105,3–116,1 г, рівнем лушпинності – 25,7–31,4 % та вмістом білка у насінні – 25,1–27,6 %.

Отримані резистентні до гербіциду Експрес матеріали доцільно використовувати батьківськими компонентами у селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання.

**Ключові слова:** кондитерський соняшник, гербіциди групи сульфонілсечовин, стійкість, відновлювачі фертильності

**Актуальність теми.** З кожним роком збільшується кількість компаній та наукових установ, які займаються селекцією соняшника кондитерського напрямку використання. Це пояснюється попитом у сфері кондитерської промисловості. Ядра кондитерського

соняшнику є висококалорійними і з легкістю замінюють горіхову сировину.

Дослідженнями компанії Nuseed Ukraine, встановлено, що 100 г насіння кондитерського соняшнику містить 584 калорії та біля 21 г протеїну (37 % від рекомендованої добової норми

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

фенольних антиоксидантів, мінералів, вітамінів та протеїнів).

Перевагами кондитерського соняшнику є висока урожайність, ранньостиглість та стійкість до посухи. Тому навіть у посушливі роки фермерські господарства отримують високий прибуток.

Нині особливо популярними є системи вирощування соняшнику *ExpressSun (SUMO, SU)*. Ця технологія вирощування передбачає застосування післясходового гербіциду Експрес та гібридів соняшнику стійких до нього.

На 2017 рік до Державного реєстру сортів рослин придатних до вирощування в Україні не зареєстровано жодного вітчизняного гібриду соняшника кондитерського напряму використання резистентного до діючої речовини трибенурон-метил. Тому актуальним залишається питання створення гібридів соняшнику кондитерського напряму використання та, відповідно, батьківських компонентів для їх схрещування стійких до гербіцидів групи сульфонілсечовин.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** За обсягами виробництва соняшнику Україна посідає друге місце у світі. Нині офіційна статистика не розділяє олійний і кондитерський соняшник. Проте фахівці оцінюють площі посівів під соняшником кондитерського напрямку використання у 70 тис. га [1].

На українському ринку переважає сортовий кондитерський соняшник, що характеризується низькою врожайністю, невіривняністю посівів, низькою посухостійкістю та низьким відсотком виходу каліброваного насіння [1, 2].

Pioneer / DuPont та Інститут польових і овочевих культур, Новий Сад у 2007 році були першими, хто створив сульфонілсечовиностійкі гібриди для виробничих посівів. Перші спостереження комерційного виробництва показали, що створені гібриди були гетерозиготними за геном стійкості. Якщо резистентною була одна з батьківських ліній, то виникала проблема у виробництві гібридного насіння, щодо отримання 100 %-вої толерантності гібриду. За такої комбінації батьківських форм спостерігається високий відсоток сприйнятливих рослин у комерційних посівах гібридів. Для усунення проблеми необхідно мати в гібридній комбінації обоє батьків стійких до гербіциду [3, 4, 5].

**Мета досліджень** полягає в удосконаленні технології створення відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напряму використання резистентних до гербіцидів групи сульфонілсечовин.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

садівництва впродовж 2014–2018 років.

Для отримання крупноплідного та резистентного до гербіциду Експрес вихідного матеріалу, гібриди 1002st, S320st (донори стійкості до гербіциду) схрещували з сортами соняшнику кондитерського напряму використання (Лакомка, Запорізький кондитерський, Вранац, Харківський кондитерський).

Сівбу на дослідних ділянках проводили вручну квадратно-гніздовим способом (70×70 см). Довжина рядка становила 5,0 м. У гніздо висівали по 30 насінин. Матеріали висівали у чотирьохразовій повторності.

Ділянки просторово-ізолюваного розмноження обробляли гербіцидом Експрес у фазі від двох до восьми справжніх листків, дозою 20–25 г/га.

**Результати досліджень.** Відновлювачі фертильності соняшнику створювали шляхом гібридизації сортів соняшнику кондитерського напряму використання Лакомка, Запорізький кондитерський, Вранац, Харківський кондитерський із донорами стійкості до дії трибенурон-метилу 1002st, S320st.

Сорти виступали у якості материнської форми, запилювачі (донори стійкості) – батьківською формою (рис. 1).

$$\text{♀ } ZitN \text{ rfrf}BBsursur \times \text{♂ } ZitS \text{ Rfrf}BbSurSur$$

$$ZitN \text{ Rfrf}BBsursur$$

$$ZitN \text{ rfrf}BBsursur$$

$$ZitN \text{ Rfrf}BbSurSur$$

$$ZitN \text{ rfrf}BbSurSur$$

**Рис. 1** Схема перенесення генів стійкості на нормальну плазму та отримання резистентних кандидатів у відновлювачі фертильності соняшнику кондитерського напряму використання

Отримане потомство за генами *Sur/sur* стійкості гетерозиготне: *ZitN RfrfBBsursur*, *ZitN rfrfBBsursur*, *ZitN RfrfBbSurSur*, *ZitN rfrfBbSurSur*. Для переведення генів стійкості у гомозиготний стан рослини створеного матеріалу самозапилювали.

Нашадки одноразово обробляли гербіцидом.

Серед отриманих матеріалів 1/16 частина рослин була відновлювачами фертильності з маркерною ознакою «багатокошиковість» та резистентністю до гербіциду Експрес (*RfRfbbSurSur*).

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

Для виділення відновлювачів фертильності проводили схрещування стерильної форми з кандидатами відновлювачами фертильності.

Потомство оцінювали за ознакою «стерильність–фертильність». Якщо отримане потомство фертильне, то апробований зразок є відновлювачем фертильності [6, 7].

Створені лінії-відновлювачі фертильності соняшнику (В1052/17, В2360/17) майже за всіма господарсько-цінними показниками

перевищували стандарт. За висотою стеблестою у створених зразків відмічено негативне наддомінування.

Обидва зразки віднесено до групи карликових форм із висотою 100 см (В1052/17) і 60 см (В2360/17). Найбільший кошик формував зразок В1052/17 – 35,7 см, але мав найдрібніше насіння – 1,4 см. У лінії В2360/17 діаметр кошика на 20,8 см був меншим від стандарту проте утворювалося істотно крупніше насіння (2,0 см) (табл. 1).

### 1. Характеристика створених відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання за морфологічними ознаками, 2014–2017 рр.

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Гібридна комбінація	Материнська форма	Батьківська форма	F <sub>1</sub>	НР <sub>05</sub>	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Висота рослин, см	155	В1052/17	175	156	100	4,0	-11,0	-41,5	60,4
		В2360/17	162	180	60		-22,0	-65,9	35,1
Діаметр кошика, см	37,6	В1052/17	26,8	21,7	35,7	1,3	1,9	18,8	147,2
		В2360/17	21,7	18,6	16,8		-1,2	-26,6	83,3
Довжина насінни, см	1,9	В1052/17	1,2	1,3	1,4	0,1	1,0	0,0	112,0
		В2360/17	1,4	1,2	2,0		3,5	33,3	153,8

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

Лінія В1052/17 перевищувала стандарт за масою 1000 насінин (116,1 г), кількістю (5,7 шт.) та діаметром (20,2 см.) бічних кошиків. Зразок В2360/17 характеризувався дещо нижчими показниками: маса 1000 насінин – 105,3 г, кількість бічних кошиків – 4,3 шт., а їх діаметр – 12,3 см (табл. 2).

## 2. Характеристика створених відновлювачів фертильності соняшнику кондитерського напрямку використання за господарсько-цінними ознаками, 2014–2017 рр.

Показник	Селекційний матеріал					Статистичні показники			
	Орешек (st)	Гібридна комбінація	Материнська форма	Батьківська форма	F <sub>1</sub>	НР <sub>05</sub>	Ступінь домінування	Справжній гетерозис, %	Гіпотетичний гетерозис, %
Маса 1000 насінин, г	95,3	В1052/17	100,3	40,9	116,1	5,5	4,1	42,4	164,4
		В2360/17	120,7	45,4	105,3		2,8	15,6	126,7
Лушпинність насіння, %	17,8	В1052/17	29,3	18,3	25,7	1,4	0,5	-5,1	107,9
		В2360/17	23,4	20,1	31,4		3,86	29,4	144,3
Вміст білка у насінні, %	25,4	В1052/17	25,7	18,5	27,6	1,3	2,5	14,2	124,8
		В2360/17	23,2	28,2	25,1		0,48	2,6	97,6

Рівень лушпинності створених матеріалів був у межах норми і становив 25,7 % у лінії В1052/17 та 31,4 % – у лінії В2360/17. Рівень домінування спостерігали позитивне наддомінування, а у зразка В2360/17 зафіксовано проміжний тип успадкування.

Виділені зразки характеризуються високим вмістом білка. Найвищий його вміст відмічено у лінії В1052/17 – 27,6 %. За даною ознакою зразка В1052/17 розмір насіння, діаметр кошика та маса 1000 насінин переважно успадковувався за типом позитивного гетерозису.

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

Ідентифікацію стійкості соняшнику кондитерського напрямку використання до гербіциду Експрес проводили за методикою О. С. Троніна, що забезпечило візуальну оцінку та відбір резистентних матеріалів за оцінкою розвитку кореневої системи проростків [8].

**Висновки та перспективи.** За гібридизації сортів соняшнику кондитерського напрямку використання із донорами стійкості до гербіцидів групи сульфонілсечовин виділено дві резистентні до гербіциду

#### Список використаних джерел

1. URL: <https://superagronom.com/blog/246-konditerskiy-sonyashnik-gibridi-vs-sorti>
2. Jovic S., Miklic V., Malidza G., Hladni N. and Gvozdenovic S. New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl // Proc. 17<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Vol. 2: Cordoba. Spain. June 8–12. Int. Sunflower Assoc. Paris. 2008. Pp. 505–508.
3. Драган Шкорич, Джеральд Дж. Сейлер, Жао Лью [и др.]. Генетика и селекция подсолнечника // Междунар. монография. Сербская академия наук и искусств. Ассоциация «Селекция и семеноводство подсолнечника» г. Харьков.: НТМТ. 2015. 540 с.
4. Конуп І. О. Створення закріплювачів стерильності соняшнику стійких до гербіциду Експрес // Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур». Київ, 2016. С. 104.

Експрес лінії відновлювачів фертильності (В1052/17, В23660/17).

Створені матеріали є низькорослими з діаметром кошика – 16,8–35,7 см, масою 1000 насінин – 105,3–116,1 г, рівнем лушпинності – 25,7–31,4 % та вмістом білка у насінні – 25,1–27,6 %.

Отримані резистентні до гербіциду Експрес матеріали доцільно використовувати батьківськими компонентами у селекції гібридів соняшнику кондитерського напрямку використання.

5. Christov M. FAO Working Group: "Identification. study and utilization in breeding programs of new CMS sources" // Report on 1995–1996 activities. Giessen, Germany, March 20–23. 1997. Pp. 13

6. Ракул І. О., Рябовол Л. О. Створення стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг відновлювачів фертильності кондитерського соняшнику за використання іноземних гібридів // «Наукові доповіді НУБіП України» № 4 (68). 2017.

7. Ракул І. О. Створення відновлювачів фертильності соняшнику стійких до гербіциду Євро-Лайтнінг із використанням кондитерських гібридів // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур». Дніпро. 2016. С. 159–161.

8. Тронин А. С. Определение устойчивости проростков подсолнечника к трибенурон-метилу //

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

VIII Междунар. конф. молодых ученых и специалистов ВНИИМК. 2015 г. С. 171–174.

### References

1. URL: <https://superagronom.com/blog/246-konditerskiy-sonyashnik-gibridi-vs-sorti>

2. Jovic S., Miklic V., Malidza G., Hladni N. and Gvozdenovic S. New sunflower hybrids tolerant of tribenuron-methyl // Proc. 17<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Vol. 2: Cordoba, Spain. June 8–12. Int. Sunflower Assoc. Paris. 2008. Pp. 505–508.

3. Drahan Shkorych, Dzherald Dzh. Seiler, Zhao Liu [y dr.]. Henetyka y selektsiya podsolnechnyka // Mezhdunar. monohrafiya. Serbskaia akademyia nauk y yskusstv. Assotsyatsiya «Selektsiya y semenovodstvo podsolnechnyka» h. Kharkov.: NTMT. 2015. 540 s.

4. Konup I. O. Stvorennia zakriplivachiv sterylnosti soniashnyku stiikykh do herbitydu Ekspres // Materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh «Novitni tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur». Kyiv, 2016. S. 104.

5. Christov M. FAO Working Group: "Identification. study and utilization in breeding programs of new CMS sources" // Report on 1995–1996 activities. Giessen, Germany, March 20–23. 1997. Pp. 13

6. Rakul I. O., Riabovol L. O. Stvorennia stiikykh do herbitydu Yevro-Laitnih vidnovliuvachiv fertylnosti kondyterskoho soniashnyku za vykorystannia inozemnykh hibrydiv // «Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy» № 4 (68). 2017.

7. Rakul I. O. Stvorennia vidnovliuvachiv fertylnosti soniashnyku stiikykh do herbitydu Yevro-Laitnih iz vykorystanniam kondyterskykh hibrydiv // Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Stan i perspektyvy rozrobky ta vprovadzhennia resursooshchadnykh, enerhozberihaiuchykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur». Dnipro. 2016. S. 159–161.

8. Tronyn A. S. Opredelenye ustoichyvosty prorstkov podsolnechnyka k trybenuron-metylu // VIII Mezhdunar. konf. molodykh uchenykh y spetsyalystov VNYIMK. 2015 h. S. 171–174.

## СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА КОНДИТЕРСКОГО РЕЗИСТЕНТНЫХ К ГЕРБИЦИДАМ ГРУППЫ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИН

Л. О. Рябовол И. А. Ракул

*Аннотация.* В статье теоретически обоснована целесообразность создания гибридов и компонентов для их скрещивания устойчивых к гербицидам группы

сульфонилмочевины. Апробировано схему создания восстановителей фертильности подсолнечника кондитерского устойчивых к трибенурон-метилу при использовании промышленных гибридов. Для получения исходных материалов с генетической резистентностью к действию гербицидов группы сульфониломочевины проводили беккросирование с целью переноса генов устойчивости от доноров иностранного происхождения в

Рябовол Л. О., Ракул І. О.

*отечественные формы. При гибридизации сортов подсолнечника кондитерского с донорами устойчивости к гербициду Экспресс выделено две линии-восстановители фертильности пыльцы (B2360 / 17 B1052 / 17).*

*Отселектированные материалы являются низкорослыми, с диаметром корзины – 16,8–35,7 см, массой 1000 семян – 105,3–116,1 г, уровнем лужжистости – 25,7–31,4 % и содержанием белка в семенах – 25,1–27,6 %.*

*Полученные резистентные к гербициду Экспресс материалы целесообразно использовать родительскими компонентами в селекции гибридов подсолнечника кондитерского.*

*Ключевые слова:* кондитерский подсолнечник, гербициды группы сульфонилмочевин, устойчивость, восстановители фертильности.

*to domestic forms. By hybridizing the varieties of sunflower confectionery, the use of donor-resistant herbicide Express expresses two fertility reduction lines (B2360/17, B1052/17).*

*The created materials are of low growth with a basket diameter of 16,8–35,7 cm, a weight of 1000 seeds – 105,3–116,1 g, a level of huskiness of 25,7–31,4 % and a protein content of seed – 25,1–27,6 %.*

*Obtained herbicide resistant Express materials are expedient to use parental components in the selection of hybrid sunflower confectionery use directions.*

**Key words:** confectionery sunflower, herbicides of sulfonylureas, stability, fertility restorers

## CREATION AND EVALUATION OF FERTILIZERS OF SUNFLOWER CONFECTIONERY OF USE OF RESULTS TO SULFONYL CHLOROGERIC HERBICIDES

**L. O. Riabovol I. A. Rakul**

*Abstract.* The article substantiates in the article the expediency of creating hybrids and components for their interbreeding of sulphonylurea groups resistant to herbicides. The scheme of creation of restorer fertility for sunflower confectionery has been tested for the use of stable to tribenuron-methyl for the use of industrial hybrids. For obtaining raw materials with genetic resistance to the action of the herbicides of the sulphonylurea group, backcurriculation was carried out to transfer the genes of resistance from donors of foreign origin

## ПОКАЗНИКИ ВІДТВОРЕННЯ КОБИЛ НОВООЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ ВАГОВОЗНОЇ ПОРОДИ ДІБРІВСЬКОГО КІННОГО ЗАВОДУ

**Н. П. ПЛАТОНОВА**, доктор сільськогосподарських наук

*Інститут тваринництва НАНУ*

*E-mail: Fillynat@gmail.com*

**Л. М. ЗЛАМАНЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: L\_zlam@ukr.net*

**Анотація.** У статті наведено показники відтворної здатності кобил племрепродуктора з розведення новоолександрівської вагОВОЗНОЇ породи Дібрівського кінного заводу за різні роки. Проведено порівняння даних за 2012-2016 рр. з 1995 і 2000 роками. Встановлено позитивну динаміку показників відтворення в господарстві. Показники зажеребляємості в середньому складала 71,4% в 1995 і 2000 рр. і

74,4% в 2012-2016 рр. Вихід лошат на 100 маток становив 50,4 голів в 1995 і 2000 рр. і 69,5 голів в 2012-2016 рр. Втрати лошат за рахунок абортів та мертвонароджених у 2012-2016 рр. складала в середньому 4,9%, що не перевищує технологічні вимоги (5%), порівняно з втратами в 1995 і 2000 рр., які складала 21%.

**Ключові слова:**

*Новоолександрівська вагОВОЗНА порода коней, показники відтворення*

Основне завдання відтворення – збільшення кількості та поліпшення якості тварин. Чітка його організація сприяє прискоренню темпів удосконалення племінних і робочих коней, дає змогу довести структуру поголів'я до економічно обґрунтованих розмірів, а також збільшити поставки тварин на плем'я, для забою на м'ясо, для спорту й на експорт. Реалізація цих завдань пов'язана із щорічним отриманням лошат від кожної кобили з відтворною здатністю.

Ефективність племінної роботи в конярстві та економіка галузі

значною мірою залежать від відтворної здатності жеребців і кобил. Практика останніх десятиріч свідчить про те, що навіть за оптимальної годівлі у кобил заводських порід спостерігається значне зниження запліднюваності та висока смертність ембріонів [1, 4].

Чиргин Е. Д. вперше в молочному конярстві провів дослідження по виявленню зв'язку інтенсивного доїння з відтворенням кобил. Результати дозволяють зробити висновок – інтенсивність молокоутворення за весь період господарського використання кобил

Платонова Н. П., Зламанюк Л. М.

ваговозних порід, литовської, радянської і російської, не робить негативного впливу на їх відтворювальні здатності. Це має важливе значення в практичній діяльності стаціонарних кумисних ферм [6].

На кращих кінних заводах та в господарствах різних форм власності України мають по 80 – 90 лошат від 100 кобил. Але загалом по республіці цей показник ще низький (31 – 35 %), що негативно позначається на економіці конярства [2, 3].

Основним показником відтворення поголів'я у конярстві є вихід (голів, відсотків) лошат у розрахунку на 100 кобил, які були в господарстві на початок календарного року. Крім того, враховують збереженість лошат від народження до відлучення (відношення кількості відлучених лошат до народжених), відсоток жеребних кобил від кількості спарованих, частку тих кобил, що абортували і народили мертвих лошат, запліднювальну здатність сперми жеребців та інші показники, які комплексно впливають на вихід ділових лошат [5]. Ці показники безпосередньо пов'язані з

економічною ефективністю виробництва, тому аналіз відтворювальної здатності та дослідження причин її варіації є передумовою об'єктивної оцінки в будь-якій галузі тваринництва.

**Метою досліджень** було дослідження показників відтворювальної здатності кобил новоолександрівської ваговозної породи за різні роки.

**Матеріали і методи досліджень:** показники відтворювальної здатності кобил племрепродуктора з розведення новоолександрівської ваговозної породи філії Дібрівського кінного заводу Державного племінного конярства України. Дані за 1995 і 2000 роки взяті з Державної книги племінних коней новоолександрівської ваговозної породи [2, 3]. Показники з 2012 по 2016 роки взяті з Форми № 7-к, «Вижереблення та парування кобил».

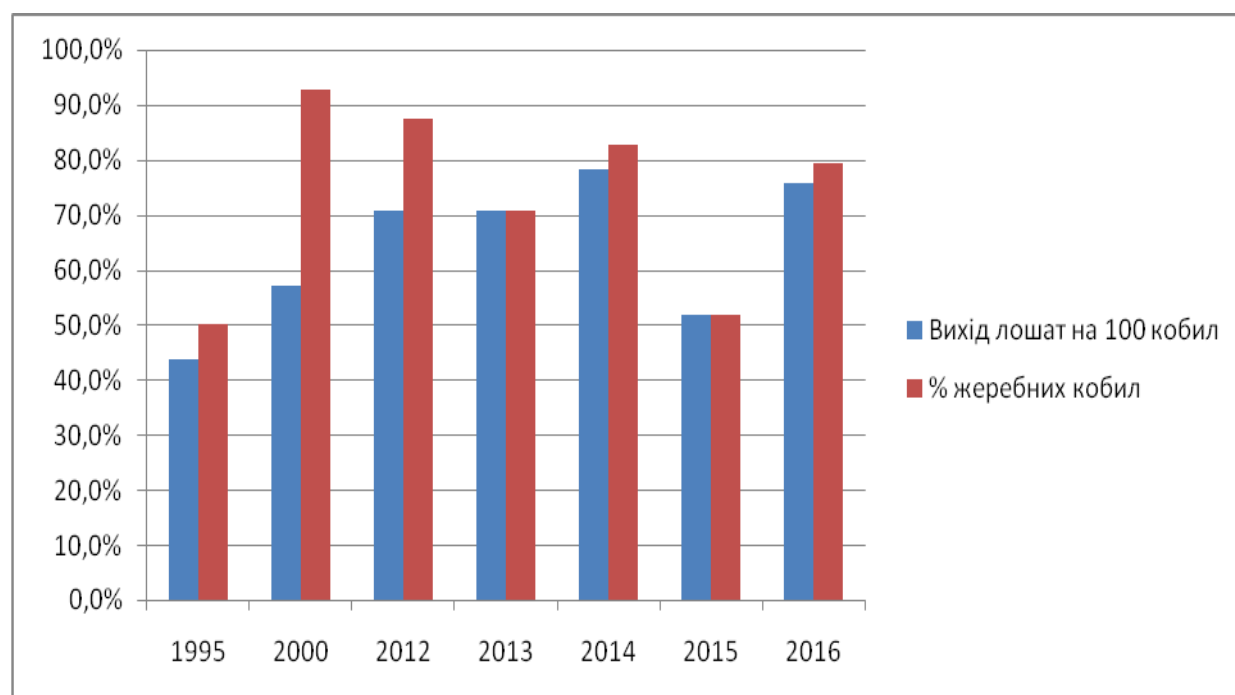
**Результати досліджень.** Показники відтворювальної здатності кобил і порівняння їх між роками наведено у таблиці 1.

Низька відносна кількість жеребних кобил в 1995 році пояснюється важкою економічною ситуацією в Україні в цілому.

**1. Показники відтворної здатності**

Показники, голів	Роки						
	1995	2000	2012	2013	2014	2015	2016
Спаровано	32	14	24	24	23	27	29
Прохолостіло	16	1	3	7	4	13	6
Зажеребіло	16	13	21	17	19	14	23
% жеребних кобил	50,0%	92,9%	87,5%	70,8%	82,6%	51,9%	79,3%
З числа жеребих: вибули	-	-	-	-	-	-	-
абортували	1	2	1	-	1	-	-
мертвонароджені	1	3	3	-	-	-	1
Отримано живих лошат	14	8	17	17	18	14	22
% благополучної вижеребки	87,5%	92,9%	81,0%	100%	94,7%	100%	95,6%
Вихід лошат на 100 кобил	43,8	57,1	70,8	70,8	78,3	51,9	75,9

Графік на рисунку 1 свідчить нормалізацію показників відтворення про подальше відносно покращення та коней у племрепродукторі.



**Рис.1. Зажеребляємість та вихід лошат по роках, %**

Платонова Н. П., Зламанюк Л. М.

Враховуючи прийняту в господарстві технологію сезонного отримання молока, в даному господарстві спостерігається технологічно обумовлене скорочення меж парувального сезону. Тому середній показник виходу лошат від 100 маток в 2012-2016 рр. на рівні 69,5 є достатнім на фоні відносної середньої кількості жеребних кобил 74,4%. Ці показники перевищують аналогічні в 1995 і 2000 рр. (середній вихід лошат 50,4 гол., середня зажеребляємість 71,4%), що свідчить про ефективність селекційно-племінної роботи в господарстві. Втрати лошат за рахунок абортів та мертвонароджених у 2012-2016 рр. складали в середньому 4,9%, що не перевищує технологічні вимоги (5%),

порівняно з втратами в 1995 і 2000 рр., які складали 21%.

**Висновок.** За досліджені періоди кобили, племрепродуктора з розведення коней новоолександрівської ваговозної породи встановлено позитивну динаміку показників відтворення в господарстві. Показники зажеребляємості в середньому складали 71,4% в 1995 і 2000 рр. і 74,4% в 2012-2016 рр. Вихід лошат на 100 маток становив 50,4 голів в 1995 і 2000 рр. і 69,5 голів в 2012-2016 рр. Втрати лошат за рахунок абортів та мертвонароджених у 2012-2016 рр. складали в середньому 4,9%, що не перевищує технологічні вимоги (5%), порівняно з втратами в 1995 і 2000 рр., які складали 21%.

### Список літератури.

1. Бобков В. Н. Оплодотворяемость кобыл при разных уровнях антигенного сходства с жеребцами / В. Н. Бобков // Интенсификация селекции и технологии выращивания лошадей. – ВНИИ коневодства, 1988. – С. 88 – 93.
2. Державна книга племінних коней новоолександрівської ваговозної породи. / [С. В. Лютих та ін.] ; за ред. Д. А. Волкова. – К. : 2003. – Т. I. – 316 с.
3. Державна книга племінних коней новоолександрівської ваговозної породи. / [О. О. Ткаченко, І. В. Ткачова, В. В. Яцуценко, К. В. Гданська] / Міністерство аграрної політики та продовольства України,

НААН, Інститут тваринництва. – Харків, 2015. – Т. II. – 170 с.

4. Гопка Б. М. Конярство: підручник / Б. М. Гопка, М. П. Хоменко, П. М. Павленко – Київ, Вища освіта, 2004. – 320 с.

5. Гопка Б. М. Практикум з конярства: навч. посіб. / Б. М. Гопка, В. Є. Скоцик, П. М. Павленко, М. П. Хоменко, В. І. Колот. Колос, 2011. – 380 с.

6. Чиргин Е. Д. Особенности лактации кобыл тяжеловозных пород и селекционно-генетические показатели их отбора по молочной продуктивности : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 06.02.01 “Разведение, селекция, генетика и воспроизводство

Платонова Н. П., Зламанюк Л. М.

сельскохозяйственных животных” /  
Е. Д. Чиргин. – Казань, 1998. – 18 с.

### References

1. Bobkov V. N. 1988. Oplodotvoryayemost' kobyly pri raznykh urovnyakh antigennogo skhodstva s zherebtsami [Fertilization of mares at different levels of antigenic similarity with stallions] Intensifikatsiya selektsii i tekhnologii vyrashchivaniya loshadey. VNIH konevodstva, 88 – 93.

2. Derzhavna knyha plemnykh koney novoaleksandrovskoy vahovoznoy porody [State book of tribal horses of Novoaleksandrovsky heavy breed] S. V. Lyutykh, red..D. A. Volkova. Kyiv, 2003. Vol. I. 316 s.

3. Derzhavna knyha plemnykh koney novoaleksandrovskoy vahovoznoy porody [State book of tribal horses of Novoaleksandrovsky heavy breed] O. O. Tkachenko, I. V. Tkachova, V. V. Yatsutsenko, K. V. Hdans'ka.

Ministerstvo ahrarynoyi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny, NAAN, Instytut tvarynnytstva. Kharkiv, 2015. Vol. II. 170 s.

4. Hopka B. M., Khomenko M. P., Pavlenko P. M. 2004. Konyarstvo: Pidruchnyk [Horse breeding: Textbook]. Kyiv, Vyshcha osvita. 320 s.

5. Hopka B. M., Skotsyk V. YE., Pavlenko P. M. at all. 2011. Praktykum z konyarstva: navchal'nyy posibnyk [Workshop on horse breeding: a manual]. Kolos. 380 s.

6. Chirgin Ye. D. 1998. Osobennosti laktatsii kobyly tyazhelovoznykh porod i selektsionno-geneticheskiye pokazateli ikh otbora po molochnoy produktivnosti [Peculiarities of lactation of mares of heavy breeds and selection and genetic indicators of their selection for dairy productivity]: avtoref. dis. na soisk. uch. st. kandidata biol. nauk. Kazan', 18 s.

### ПОКАЗАТЕЛИ ВОСПРОИЗВОДСТВА КОБЫЛ НОВОАЛЕКСАНДРОВСКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНОЙ ПОРОДЫ ДУБРОВСКОГО КОННОГО ЗАВОДА

Н.П. Платонова, Л.М. Зламанюк

*Аннотация.* В статье приведены показатели воспроизводительной способности кобыл племрепродуктора по разведению новоалександровской тяжеловозной породы Дубровского конного завода за разные годы. Проведено сравнение данных за 2012-2016 гг. с 1995 и 2000 гг. Установлено положительную динамику показателей

воспроизводства в хозяйстве. Показатели зажеребляемости в среднем составили 71,4% в 1995 и 2000 гг и 74,4% в 2012-2016 гг. Выход жеребят на 100 маток составил 50,4 голов в 1995 и 2000 гг. и 69,5 голов в 2012-2016 гг. Потери жеребят за счет абортных и мертворожденных в 2012-2016 гг составили в среднем 4,9%, что не превышает технологические требования (5%) по сравнению с потерями в 1995 и 2000 гг, которые составили 21%.

**Ключевые слова:** Новоалександровская тяжеловозная порода лошадей, показатели воспроизводства

Платонова Н. П., Зламанюк Л. М.

**REPRODUCTION MARES OF  
NOVOALEKSANDROVSKAYA  
HEAVY-HORSE BREED OF  
HORSES DUBROVSKY STUD  
FARM**

**N. P. Platonova, L. M. Zlamaniuk**

***Abstract.** In the article, the reproductive performance of the Novoaleksandrovskaya heavy-horse breed mares of the Dubrovsky stud farm for different years is given. The data for 2012-2016 are compared with 1995 and 2000 years. There is positive dynamics of reproduction on the farm. The*

*relative number of pregnant mares averaged 71.4% in 1995 and 2000 and 74.4% in 2012-2016. The number of foals per 100 mares was 50.4 in 1995 and 2000 and 69.5 in 2012-2016. Losses foals to abortions and stillbirths in 2012-2016 amounted to an average of 4.9%, which does not exceed technological requirements (5%) compared to losses in 1995 and 2000, which amounted to 21%.*

**Key**

*Novoaleksandrovskaya heavy-horse breed of horses, reproduction*

**words:**

## ІНФОРМАТИВНІСТЬ НЕІНВАЗИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ МІКРОЕЛЕМЕНТОЗІВ ТВАРИН

**Н. Г. ГРУШАНСЬКА** кандидат ветеринарних наук, доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: grushanska\_ng@nubip.edu.ua*

**Анотація.** Діагностика мікроелементозів у тварин включає багатоелементний аналіз крові і потребує відбору значної кількості біологічного матеріалу. Це часто спричиняє стресовий стан у тварин і призводить до зниження їх продуктивності. Пошук нових методів діагностики мікроелементозів з використанням неінвазивних методів та оцінка їх інформативності є перспективним напрямом ветеринарної медицини.

Дослідження проводили у господарствах Чернігівської області (північно-східна біогеохімічна зона), Кіровоградської області (центральна біогеохімічна зона) та Київської області (північно-східна та центральна біогеохімічні зони). Вміст елементів у волоссі досліджували методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) на приладі Optima 210 DV.

Встановлено концентрацію мікроелементів у волоссі корів північно-східної біогеохімічної зони України: Цинку –  $199,48 \pm 22,34$  мг/кг, Купруму –  $5,88 \pm 0,40$  мг/кг, Кобальту –  $0,13 \pm 0,05$  мг/кг, Ніколу –  $2,35 \pm 0,69$  мг/кг та Хрому –  $4,97 \pm 1,03$  мг/кг. У волоссі корів центральної біогеохімічної зони вміст мікроелементів складає: Цинку –

$203,4 \pm 26,47$  мг/кг, Купруму –  $14,76 \pm 1,76$  мг/кг, Кобальту –  $0,16 \pm 0,10$  мг/кг, Ніколу –  $0,78 \pm 0,30$  мг/кг та Хрому –  $0,88 \pm 0,20$  мг/кг.

З'ясовано, що концентрація елементів у волоссі свиноматок північно-східної біогеохімічної зони складає: Цинку –  $175,87 \pm 8,39$  мг/кг, Купруму –  $19,30 \pm 0,95$  мг/кг, Алюмінію –  $3,76 \pm 0,35$  мг/кг, Ніколу –  $0,18 \pm 0,05$  мг/кг та Хрому –  $0,019 \pm 0,001$  мг/кг. У волоссі свиноматок центральної біогеохімічної зони вміст елементів є: Цинку –  $268,93 \pm 0,004$  мг/кг, Купруму –  $36,04 \pm 0,13$  мг/кг, Алюмінію –  $7,40 \pm 0,66$  мг/кг, Ніколу –  $0,24 \pm 0,06$  мг/кг та Хрому –  $0,012 \pm 0,001$  мг/кг.

Виявлено значну кореляцію між вмістом у волоссі та крові корів Алюмінію ( $r=0,61$ ), помірну Цинку ( $r=0,34$ ), слабку Купруму ( $r=-0,14$ ), Ніколу ( $r=0,14$ ) та Хрому ( $r=0,26$ ). Між вмістом у волоссі та крові свиноматок встановлено значний зв'язок Хрому ( $r=0,60$ ) і Купруму ( $r=-0,53$ ), слабкий – Цинку ( $r=-0,24$ ), Алюмінію ( $r=0,06$ ) та Ніколу ( $r=0,12$ ).

**Ключові слова:** свиноматки, корови, мікроелементи, волосся, АЕС-ІЗП, біогеохімічні зони України, Алюміній, Кобальт, Хром, Купрум, Цинк, Нікол

Грушанська Н. Г.,

**Актуальність.** Для ранньої діагностики мікроелементозів досліджують тканини і органи, які депонують або транспортують елементи для використання (цільна кров, сироватка крові, слина, сеча, ліквор та інші) [2, 6, 8, 9]. Відомо, що аналіз вмісту елементів у одному біологічному середовищі є однобічним та необ'єктивним. Тому, останнім часом, у гуманній медицині для масового скринінгу мінерального статусу населення використовують також неінвазивні середовища (волосся, слину, сечу, нігті) [8].

Діагностика мікроелементозів у тварин включає багатоелементний аналіз крові і потребує відбору значної кількості біологічного матеріалу. Це часто спричиняє стресовий стан у тварин і призводить до зниження їх продуктивності. Пошук нових діагностичних підходів за мікроелементозів тварин з використанням неінвазивних методів та оцінка їх інформативності є перспективним напрямом ветеринарної медицини.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Вивчення біогеохімічних зон і провінцій України, дослідження специфіки клінічного прояву та перебігу мікроелементозів у великої рогатої худоби виконані відомими українськими вченими М. О. Судаковим, В. І. Левченком, та їх учнями [4, 7, 10].

Діагностика мікроелементозів за вмістом відповідних елементів у крові тварин широко використовується у ветеринарній медицині [1, 3, 5, 7]. Проте, це потребує відбору значної кількості зразків крові, надійної фіксації тварини і часто спричинює стресовий стан, особливо у свиней та знижує їх продуктивність.

Дослідженню мінерального статусу організму тварин з використанням неінвазивних біологічних субстратів присвячені окремі роботи закордонних і вітчизняних авторів [2, 5, 9]. Проте, в Україні діагностика мікроелементозів продуктивних тварин з використанням неінвазивних біологічних субстратів є новим напрямом досліджень.

Також недостатньо вивченим є питання впливу біогеохімічної зони України на вміст хімічних елементів у волоссі тварин з урахуванням технології утримання та кольору зразків.

Сьогодні найбільш інформативними біологічними середовищами для оцінки порушень обміну мінеральних речовин у людей і тварин є цільна кров і волосся, тому дослідження цієї проблеми у ветеринарній медицині є актуальним завданням сучасності.

Мета дослідження – з'ясувати інформативність неінвазивної діагностики мікроелементозів корів і свиноматок у північно-східній та центральній біогеохімічних зонах України за вмістом Алюмінію,

Грушанська Н. Г.,

Кобальту, Хрому, Купруму, Цинку та Ніколу.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили у господарствах, які розташовані у північно-східній біогеохімічній зоні: Фермерське господарство «Напорівське», Відкрите акціонерне товариство «Чернігівське головне підприємство по племінній справі», Приватне орендне підприємство ім. Войкова (Чернігівська область); філія «Антонов-Агро» (Київська область).

Дослідження також проводили у господарствах, які розташовані у центральній біогеохімічній зоні: Дочірнє підприємство «Дослідне господарство «Оленівське» Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (Київська область); Товариство з обмеженою відповідальністю «Олто», Товариство з обмеженою відповідальністю «Прогрес», Фермерське господарство «Лемко», Приватна агрофірма «Мюннт» (Кіровоградська область).

Корови були II та III лактації з надоем 3,5–7,9 тис. кг молока за лактацію, а свиноматки були II та III опоросу. Зразки стабілізованої гепарином крові в дослідних тварин відбирали зранку натще в одноразові пробірки з хвостової вени у корів та вушної вени у свиноматок, після попереднього клінічного огляду. Клінічні дослідження проводили за

загальноприйнятою схемою загальноприйнятими методами.

Зразки волосся відбирали від корів і свиноматок, шляхом підстригання його в ділянці холки і запаковували кожний окремо в поліетиленові пакети для транспортування. Перед дослідженням волосся сортували за кольором та знежирювали в ацетоні. Вміст Алюмінію, Кобальту, Хрому, Купруму, Цинку та Ніколу в крові та волоссі тварин визначали методом атомно-емісійної спектроскопії на приладі Optima 210 DV фірми PerkinElmer. Також аналізували умови утримання і годівлю загальноприйнятими методиками.

**Результати дослідження та їх обговорення.** За результатами дослідження вмісту хімічних елементів у волоссі корів з господарств, розташованих у центральній біогеохімічній зоні встановлено достовірно вищу у 2,5 раза концентрацію Купруму, нижчу у 5,6 раза – Хрому та у 3 рази – Ніколу, порівняно з відповідними показниками тварин з господарств, розташованих у північно-східній біогеохімічній зоні України (табл. 1). За вмістом Кобальту нами не вдалось установити достовірну різницю оскільки у волоссі корів двох господарств, розташованих у центральній біогеохімічній зоні визначено лише слідові кількості цього елемента. Також у волоссі корів ВАТ «Чернігівське головне

Грушанська Н. Г,

підприємство по племінній справі» був достовірно вищим уміст Цинку у 1,9 та 2,2 раза, порівняно з тваринами ФГ «Напорівське» і ПОП ім. Войкова відповідно. А у корів ТОВ «Прогрес» була достовірно нижчою у 1,8 та 10 разів, концентрація Хрому, порівняно з показниками тварин ТОВ «Олто» і ДП «Дослідне господарство «Оленівське» відповідно. У ТОВ

«Олто» вміст Цинку був у 2 рази нижчий, порівняно з показником тварин інших господарств цієї ж зони, а у ДП «Дослідне господарство «Оленівське» – Купруму у 2 та 2,4 раза, порівняно з показником корів ТОВ «Олто» і ТОВ «Прогрес» відповідно.

### 1. Вміст елементів у волоссі корів залежно від біогеохімічної зони України, мг/кг

Група тварин	Показник	Zn	Cu	Ni	Cr	Co
ФГ «Напорівське», n=6	M ± m	158,22± 16,02	5,96± 0,48	3,08± 1,48	3,59± 1,57	0,20± 0,14
	Lim	97,94–207,00	4,38–7,65	0,27–8,93	0,18–10,67	0,0074–0,96
ВАТ «Чернігівське головне підприємство по племінній справі», n=6	M ± m	301,90± 37,19*	5,32± 0,98	2,94± 1,71	5,02± 2,29	0,16± 0,07
	Lim	199,5–377,14	2,88–8,02	0,21–11,14	0,03–12	0,026–0,39
ПОП ім. Войкова, n=6	M ± m	138,32± 37,19	6,35± 0,50	1,02± 0,18	6,29± 1,08	0,03± 0,01
	Lim	108,51–238,34	3,85–7,27	0,28–1,78	0,53–8,4	0,0031–0,062
Північно-східна зона, n=18	M ± m	199,48± 22,34	5,88± 0,40	2,35± 0,69	4,97± 1,03	0,13± 0,05
	Lim	97,94–377,14	2,88–8,02	0,21–11,14	0,03–12	0,0031–0,96
ТОВ «Прогрес», n=6	M ± m	244,35± 33,14	19,12± 2,71	0,013± 0,01*	0,09± 0,01*	<0,004
	Lim	162,4–346,1	10,6–27,3	0,001–0,067	0,01–0,1	-
ТОВ «Олто», n=6	M ± m	121,61± 14,56*	17,15± 2,44	2,12± 0,74*	0,93± 0,08	<0,004
	Lim	93,78–199,01	11,51–24,2	0,001–4,89	0,5–1,1	-
ДП «Дослідне господарство «Оленівське», n=6	M ± m	244,25± 58,72	8,03± 0,05*	0,19± 0,05*	0,162± 0,55	0,16± 0,10
	Lim	12,91–514,78	4,53–12,36	0,037–0,41	0,3–3,8	0,01–0,72
Центральна зона, n=18	M ± m	203,4± 26,47	14,76± 1,76▲	0,78± 0,30▲	0,88± 0,20▲	0,16± 0,10
	Lim	12,91–514,78	4,53–27,3	0,001–4,89	0,01–3,8	<0,004–0,72

Примітки: \* – P≤0,05 порівняно з показниками тварин інших господарств у межах біогеохімічної зони; ▲ – P≤0,05 порівняно з показниками тварин північно-східної зони

Грушанська Н. Г.,

За вмістом Ніколу у волоссі тварин всіх трьох господарств, які розташовані у центральній біогеохімічній зоні було проведено ранжирування. Достовірно найнижча концентрація цього елементу була у волоссі корів ТОВ «Прогрес», у 14,6 раза вища у ДП «Дослідне господарство «Оленівське» та у 11 разів вища у ТОВ «Олто». Такі відмінності в межах біогеохімічної зони можна пояснити залежністю вмісту Ніколу не тільки від особливостей біогеоценотичної провінції, а й від продуктивності

тварин і технології ведення тваринництва.

Також нами було проведено дослідження залежності кольору волосся корів від умісту в ньому Цинку, Алюмінію, Купруму, Ніколу, Хрому та Кобальту. В зразках волосся чорного кольору виявлено достовірно нижчий уміст Алюмінію у 2,3 раза та вищий – Кобальту у 7,5 раза, порівняно зі зразками білого кольору і у 2,3 раза нижчий уміст Купруму, порівняно зі зразками червоного кольору (табл. 2).

## 2. Вміст елементів у волоссі корів та коефіцієнт кореляції залежно від кольору зразків, мг/кг, n=7

Показник	Zn	Al	Cu	Ni	Cr	Co
Чорний колір M ± m	316,06±86,05	5,56±1,52	14,78±3,67	1,59±0,69	2,03±1,32	0,12±0,03
Lim	93,78 – 805,29	1,02 – 9,88	4,98 – 27,3	0,001 – 4,89	0,03 – 10,67	0,028 – 0,16
r (волосся-кров)	-0,10	-0,47	-0,37	-0,58	-0,24	0,55
Білий колір M ± m	162,37±22,50	12,81±2,85*	10,02±2,55	1,04±0,37	3,56±1,18	0,016±0,003*
Lim	115,2 – 267,33	6,81 – 24,99	3,85 – 21,37	0,067 – 3,3	0,1 – 6,88	0,007 – 0,026
r (волосся-кров)	0,49	0,35	-0,35	0,95*	0,34	-0,26
Червоний колір M ± m	236,52±59,10	10,93±3,42	6,52±0,33*	0,83±0,46	1,26±0,53	0,18±0,13
Lim	97,94 – 514,78	2,85 – 25,02	5,17 – 7,28	0,037 – 3,2	0,18 – 3,8	0,001 – 0,96
r (волосся-кров)	0,64	0,26	0,84*	0,30	0,17	0,17

Примітка. \* –  $P \leq 0,05$  порівняно зі зразками чорного кольору

Також виявлено значну залежність вмісту Ніколу та Кобальту у волоссі чорного кольору та кореляцію між умістом у крові корів і Кобальту ( $r=0,50-0,69$ ), помірну –

Грушанська Н. Г.,

Алюмінію і Купруму ( $r=0,3-0,49$ ) та слабку – Цинку і Хрому ( $r=0,1-0,29$ ) (табл. 2). Встановлено дуже сильний зв'язок між умістом у крові і зразках волосся білого кольору Ніколу ( $r=0,9-0,99$ ), помірний – Цинку, Алюмінію, Купруму і Хрому ( $r=0,3-0,49$ ) та слабкий – Кобальту ( $r=0,1-0,29$ ). Виявлено сильну кореляцію між умістом у крові корів і волоссі червоного (рудого) кольору Купруму ( $r=0,7-0,89$ ), значну – Цинку ( $r=0,50-0,69$ ), помірну – Алюмінію і Ніколу

( $r=0,3-0,49$ ) та слабку – Кобальту і Хрому ( $r=0,1-0,29$ ).

За результатами дослідження вмісту мікроелементів у волоссі свиноматок із господарств, розміщених у центральній біогеохімічній зоні України, встановлено достовірно вищу концентрацію Цинку у 1,53 раза, Алюмінію у 2 рази, Купруму у 1,87 раза і нижчу у 1,58 раза Хрому, порівняно з відповідними показниками свиноматок північно-східної зони (табл. 3).

### 3. Вміст елементів у волоссі (щетині) свиноматок залежно від біогеохімічної зони України, мг/кг, n=10

Біогеохімічна зона	Показник	Zn	Al	Cu	Ni	Cr
Північно-східна	$M \pm m$	175,87± 8,39	3,76± 0,35	19,30± 0,95	0,18± 0,05	0,019± 0,001
	<i>Lim</i>	143,36– 226,86	2,62– 5,2	16,08– 25,09	0,06– 0,72	0,01– 0,026
Центральна	$M \pm m$	268,93± 38,87*	7,40± 0,66*	36,04± 1,13*	0,24± 0,06	0,012± 0,001*
	<i>Lim</i>	164,59– 521,97	5,24– 9,91	28,24– 41,89	0,032– 0,52	0,01– 0,026

Примітка. \* –  $P \leq 0,05$  порівняно з показниками тварин з господарств, розташованих у північно-східній біогеохімічній зоні

Установлено значну кореляцію між умістом у волоссі та крові великої рогатої худоби Алюмінію ( $r=0,50-0,69$ ), помірну – Цинку ( $r=0,3-0,49$ ), слабку – Купруму, Ніколу та Хрому ( $r=0,1-0,29$ ) (табл. 4). Між умістом у волоссі та крові свиней Хрому та Купруму встановлено значний зв'язок ( $r=0,50-0,69$ ), слабкий зв'язок Цинку, Алюмінію та Ніколу ( $r=0,1-0,29$ ).

Згідно з дослідженнями інформативності елементного аналізу встановлено, що волосся людей достовірно відображує дефіцит Алюмінію, Магнію, Кальцію, Кадмію, Барію, Цинку, Купруму та Фосфору у організмі. Проте, визначення Літію, Хрому, Кобальту, Силіцію, Калію та Йоду не є інформативним з оцінки дисбалансу цих елементів [8]. У щурів

Грушанська Н. Г.,

встановлено інформативність за свиноматок проти низької вмістом Кальцію, Цинку і Купруму [9] достовірності за вмістом Цинку та Нашими дослідженнями встановлено Алюмінію, та низьку інформативну достовірну інформативність достовірність за вмістом Купруму у визначення вмісту Хрому у волоссі волоссі корів.

#### 4. Кореляція між вмістом елементу в крові та волоссі тварин, n=10

Вид тварин	Zn	Al	Cu	Ni	Cr
Велика рогата худоба	0,34	0,61	-0,14	0,14	0,26
Свині	-0,24	0,06	-0,53	-0,12	0,60

Біологічна роль Ніколу полягає в участі у процесах кровотворення та впливі на вивільнення інсуліну з підшлункової залози і транспорті Кальцію. Також відома роль Хрому в обміні вуглеводів. Алюміній впливає на центральну нервову систему і обмін мінеральних речовин. За класифікацією 1991 року, їх відносили до елементів, роль яких маловивчена [7]. Сьогодні сучасна наука накопичила достатньо знань, щоб перелік есенційних (життєво необхідних) мікроелементів, які потребують обов'язкового моніторингу для забезпечення здоров'я продуктивних тварин було переглянуто.

Отже, визначення вмісту відповідних елементів у крові тварин та використання даних біогеоценологічного районування України лише за літературними джерелами не є повним для оцінки мікроелементного статусу організму тварини, а через постійні зміни біогеоценозів за дії антропогенного

фактору, потребує обов'язкового скринінгового дослідження біогеоценозу ферми та оцінки елементного статусу різних біологічних субстратів організму тварин під час проведення дослідів в умовах господарств.

#### Висновки і перспективи

1. У волоссі корів з господарств, розташованих у центральній біогеохімічній зоні встановлено достовірно вищу концентрацію Купруму у 2,5 раза, нижчу – Хрому у 5,6 раза та Ніколу у 3 рази, порівняно з відповідними показниками тварин з господарств, розташованих у північно-східній біогеохімічній зоні України.

2. У зразках волосся корів чорного кольору виявлено достовірно нижчий уміст Алюмінію у 2,3 раза та вищий – Кобальту у 7,5 раза, порівняно зі зразками білого кольору і у 2,3 раза нижчий уміст Купруму, порівняно зі зразками червоного кольору.

3. Встановлено значну кореляцію між умістом у волоссі (не залежно від

Грушанська Н. Г.,

кольору) та крові великої рогатої худоби Алюмінію ( $r=0,61$ ), значну – між умістом у крові корів і волоссі чорного кольору Ніколу ( $r=-0,58$ ) та Кобальту ( $r=0,55$ ), дуже сильну – між умістом у крові і волоссі білого кольору Ніколу ( $r=0,95$ ), сильну – між умістом у крові корів і волоссі червоного (рудого) кольору Купруму ( $r=0,84$ ) та значну – Цинку ( $r=0,64$ ).

4. У волоссі свиноматок з господарств, розташованих у центральній біогеохімічній зоні виявлено достовірно вищу концентрацію Цинку у 1,53 раза, Алюмінію у 2 рази, Купруму у 1,87 раза і нижчу у 1,58 раза Хрому,

порівняно з відповідними показниками свиноматок північно-східної зони та встановлено значний зв'язок між умістом у волоссі і крові свиноматок Хрому ( $r=0,60$ ) та Купруму ( $r=-0,53$ ).

5. Перспективним є розроблення і застосування у ветеринарній медицині неінвазивних методів діагностики мікроелементозів, а саме за вмістом елементів у волоссі. Питання дослідження інформативності комплексної діагностики мікроелементозів продуктивних тварин у різних біогеохімічних зонах України потребує подальшого дослідження.

### Список використаних джерел

1. Белькевич И. А. Фармакокоррекция микроэлементозов телят в постнатальный период как мера сохранения животноводческой продукции. *Ученые записки УОВГАВМ*. 2013. т. 49. Вып. 1. ч. 2. С.4 – 6.

2. Вміст важких металів у ґрунті, кормах та біологічному матеріалі в агроекологічних умовах Лісостепу та Полісся / Р. Г. Сачко, та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2013. Т. 15, № 3, ч. 3. С. 415 – 421.

3. Влияние органических форм микроэлементов на биохимические показатели крови супоросных свиноматок / В. П. Надеев, М. Г. Чабаев, Р. В. Некрасов, М. И.

Климентьев. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2012. № 3 (27). С. 1 – 6.

4. Долецький С. П. Теоретичне та клініко-експериментальне обґрунтування профілактики порушень мінерального обміну в корів у біогеохімічних зонах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра вет. наук : 16.00.01. Київ, 2015. 38 с.

5. Любина Е. И. Определение химического элементного состава волосяного покрова свиноматок в связи с физиологическим состоянием и обеспеченностью организма каротином и витамином А. *Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии*. 2011. № 2 (14). С. 46 – 51.

6. Мирошников С. А., Болодурина И. П., Арапова О. С. Закономерности формирования

Грушанська Н. Г.,

элементного состава биосубстратов человека и животных как основа технологии оценки и коррекции элементозов.

*Бюлетень Оренбургского научного центра УроРАН.* 2014. № 4. С. 1 – 11.

#### 7. Мікроелементози

сільськогосподарських тварин / М. О. Судаков та ін. Київ : Урожай, 1991. 144 с.

8. Оцінка порушень мінерального обміну у професійних контингентів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою: методичні рекомендації / Андрусина І. М. та ін. Київ : ВД «Авіцена», 2014. 60 с.

9. Сравнительный анализ информативности диагностических биосубстратов (сыворотка крови и шерсть) при определении элементного статуса экспериментальных животных / Скальный А. А. и др. *Микроэлементы в медицине.* 2016. т. 17 (1). С. 38 – 44.

10. Слівінська Л. Г. Анемічний синдром за хронічної гематурії корів : монографія. Львів : СПОЛОМ, 2013. 140 с.

### References

1. Bel'kevich I. A. (2013) Farmakokorreksiya mikroyelementozov telyat v postnatal'nyy period kak mera sokhraneniya zhyvotnovodcheskoy produktsii [Pharmacocorrection of microelementose of calves in the postnatal period as a measure of conservation of cattle-breeding products]. *Uchenyye zapiski UO VGAVM*, 49 (1), p. 1, Vitebsk, Russian, 4–6.

2. R. H. Sachko at al. (2013) Vmist vazhkykh metaliv u hrunti, kormakh ta biolohichnomu materiali v ahroekolohichnykh umovakh Lisostepu ta Polissya [The content of heavy metals in soil, feed and biological material in the agro-ecological conditions of the forest-steppe and Polissya]. *Naukovyy visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoyi medytsyny ta biotekhnolohiy im. S.Z. Hzhyskoho*, 15, 3(3), Lviv, Ukraine, 415–421.

3. V. P. Nadeyev, M. G. Chabayev, R. V. Nekrasov, M. I. Kliment'yev (2012) Vliyaniye organicheskikh form mikroelementov na biokhimicheskiye pokazateli krovi suporosnykh svinomatok [Influence of organic forms of microelements on biochemical indicators of blood of pregnant sows]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa..* 3 (27), Nizhnevolzhsk, Russia, 1–6.

4. Doletskyy S. P. (2015) Teoretychne ta kliniko-eksperymental'ne obgruntuvannya profilaktyky porushen' mineral'noho obminu v koriv u bioheokhimichnykh zonakh Ukrayiny [Theoretical and clinical and experimental substantiation of the prevention of disorders of mineral metabolism in cows in biogeochemical zones of Ukraine], Ukraine, 38.

5. Lyubina Ye. I. (2011) Opredeleniye khimicheskogo yelementnogo sostava volosyanogo pokrova svinomatok v svyati s fiziologicheskim sostoyaniyem i obespechennost'yu organizma karotinom i vitaminom A [Determination of the chemical element composition of the sow's hair

Грушанська Н. Г.,

in the saints with the physiological condition and availability of the organism with carotene and vitamin A] Vestnik Ul'yanovskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2 (14), Ul'yanovsk, Russia, 46–51.

6. Miroshnikov S. A., Bolodurina I. P., Arapova O. S. (2014) Zakonomernosti formirovaniya yelementnogo sostava biosubstratov cheloveka i zhivotnykh kak osnova tekhnologii otsenki i korrektsii elementozov [Regularities in the formation of the elemental composition of human and animal biosubstrates as the basis for the technology of evaluation and correction of elemental elements]. Byuleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UroRAN, 4, Orenburg, Russia, 1–11.

7. Sudakov M. O., Bereza V. I., Pogursky I. G. (1991) Mikroelementozy sil'skohospodars'kykh tvaryn [Microelementosis of farm animals]. Kyiv, Urozhaj, 144.

8. Andrusyshyna I. M. et al. (2014) Otsinka porushen' mineral'noho obminu u profesiynykh kontynhentiv

za dopomohoyu metodu atomno-emisiynoyi spektroskopiyi z induktyvno zv'yazanoyu plazmoyu: metodychni rekomendatsiyi [Evaluation of violations of mineral exchange in professional contingents using the method of atomic emission spectroscopy with an inductively coupled plasma: methodical recommendations], Kyiv, VD Avitsena, 60.

9. Skal'nyy A. A. et al. (2016) Sravnitel'nyy analiz informativnosti diagnosticheskikh biosubstratov (syvorotka krovi i sherst') pri opredelenii elementnogo statusa eksperimental'nykh zhivotnykh [Comparative analysis of the informative value of diagnostic biosubstrates (blood serum and hair) in determining the elemental status of experimental animals] Mikroelementy v meditsine, 17 (1), Russian, 38–44.

10. Slivinska L. G. (2013) Anemichnyy syndrom za khronichnoyi hematuriyi koriv [Anemia syndrome in chronic hematuria of cows: Monograph]. Lviv, SPOLOM, 140.

## ИНФОРМАТИВНОСТЬ НЕИНВАЗИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ МИКРОЭЛЕМЕНТОЗОВ У ЖИВОТНЫХ

Н. Г. Грушанская

*Аннотация.* Диагностика микроэлементозов у животных включает многоэлементный анализ крови и требует отбора значительного количества биологического материала. Это часто приводит к стрессовым состояниям у животных и снижению

*их продуктивности. Поиск новых методов диагностики микроэлементозов с использованием неинвазивных методов и оценка их информативности является перспективным направлением ветеринарной медицины.*

*Исследования проводили в хозяйствах Черниговской области (северо-восточная биогеохимическая зона), Кировоградской области (центральная биогеохимическая зона) и Киевской области (северо-восточная и центральная*

Грушанська Н. Г.,

биогеохимические зоны). Содержание элементов в волосяном покрове исследовали методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП) на приборе Optima 210 DV.

Установлено концентрацию микроэлементов в шерсти коров северо-восточной биогеохимической зоны Украины: цинка  $199,48 \pm 22,34$  мг / кг, меди  $5,88 \pm 0,40$  мг / кг, кобальта  $0,13 \pm 0,05$  мг / кг, никеля  $2,35 \pm 0,69$  мг / кг и хрома  $4,97 \pm 1,03$  мг / кг. В шерсти коров центральной биогеохимической зоны определено содержание: цинка  $203,4 \pm 26,47$  мг / кг, меди  $14,76 \pm 1,76$  мг / кг, кобальта  $0,16 \pm 0,10$  мг / кг, никеля  $0,78 \pm 0,30$  мг / кг и хрома  $0,88 \pm 0,20$  мг / кг.

Установлено, что концентрация элементов в щетине свиноматок северо-восточной биогеохимической зоны составляет: цинка  $175,87 \pm 8,39$  мг / кг, меди  $19,30 \pm 0,95$  мг / кг, алюминия  $3,76 \pm 0,35$  мг / кг, никеля  $0,18 \pm 0,05$  мг / кг и хрома  $0,019 \pm 0,001$  мг / кг. В щетине свиноматок центральной биогеохимической зоны определено содержание элементов: цинка  $268,93 \pm 0,004$  мг / кг, меди  $36,04 \pm 0,13$  мг / кг, алюминия  $7,40 \pm 0,66$  мг / кг, никеля  $0,24 \pm 0,06$  мг / кг и хрома  $0,012 \pm 0,001$  мг / кг.

Выявлена значительная корреляция между содержанием в шерсти и крови коров алюминия ( $r = 0,61$ ), умеренная – цинка ( $r = 0,34$ ), слабая – меди ( $r = -0,14$ ), никеля ( $r = 0,14$ ) и хрома ( $r = 0,26$ ). Между содержанием в щетине и крови свиноматок установлена значительная связь хрома ( $r = 0,60$ ) и меди ( $r = -0,53$ ), слабая связь цинка ( $r$

$= -0,24$ ), алюминия ( $r = 0,06$ ) и никеля ( $r = 0,12$ ).

**Ключевые слова:** свиноматки, коровы, микроэлементы, шерсть, АЭС-ИСП, биогеохимические зоны Украины, алюминий, кобальт, хром, медь, цинк, никель

#### INFORMATIVITY OF NON-INVASIVE DIAGNOSTICS OF ANIMAL MICROELEMENTOSIS

N. G. Grushanska

**Abstract.** The diagnosis of animal microelementosis involves a multi-elemental blood test and requires the selection of a significant amount of biological material. This often causes stress among animals and leads to lower productivity. The search for new methods of diagnosis of microelementosis using non-invasive methods and assessment of their informativity is a promising direction of veterinary medicine.

The research was carried out at farms of Chernihiv region (north-eastern biogeochemical zone), Kirovograd region (central biogeochemical zone) and Kyiv region (north-eastern and central biogeochemical zones). The study tested the content of elements in hair by the method of atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES) using Optima 210 DV device.

The concentration of elements in the cow hair of the north-eastern biogeochemical zone of Ukraine was determined: zinc  $199,48 \pm 22,34$  mg / kg, copper  $5,88 \pm 0,40$  mg / kg, cobalt  $0,13 \pm 0,05$  mg / kg, nickel  $2,35 \pm 0,69$  mg / kg and chrome  $4,97 \pm 1,03$  mg / kg. The content of the trace elements in cow hair of the central biogeochemical zone is: zinc  $203,4 \pm 26,47$  mg / kg, copper  $14,76 \pm 1,76$  mg / kg, cobalt  $0,16 \pm 0,10$  mg

Грушанська Н. Г,

/ kg, nickel  $0,78 \pm 0,30$  mg / kg and chrome  $0,88 \pm 0,20$  mg / kg.

It was found out that the concentration of elements in sow hair in the northeastern biogeochemical zone is: zinc  $175,87 \pm 8,39$  mg / kg, copper  $19,30 \pm 0,95$  mg / kg, aluminium  $3,76 \pm 0,35$  mg / kg, nickel  $0,18 \pm 0,05$  mg / kg and chrome  $0,019 \pm 0,001$  mg / kg. In sow hair of the central biogeochemical zone the content of the elements is: zinc  $268,93 \pm 0,004$  mg / kg, copper  $36,04 \pm 0,13$  mg / kg, aluminium  $7,40 \pm 0,66$  mg / kg, nickel  $0,24 \pm 0,06$  mg / kg and chrome  $0,012 \pm 0,001$  mg / kg.

A considerable correlation between the aluminium content in cow hair and blood was found out. It was moderate for zinc, weak for copper, nickel and chrome. A considerable correlation between the content of chrome and copper and weak correlation for zinc, aluminium and nickel was defined in sow hair and blood.

**Key words:** sows, cows, trace elements, hair, ICP-OES, biogeochemical zones of Ukraine, aluminium, cobalt, chrome, copper, zinc, nickel

## ВПЛИВ СИНТЕТИЧНИХ ЕСТРОГЕНІВ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ НА СИСТЕМУ ДЕТОКСИКАЦІЇ ТВАРИН РІЗНОГО ВІКУ

**Т.Ю. ЛИХОЛАТ**, кандидат біологічних наук,

**О.М. МАРЕНКОВ**, кандидат біологічних наук,

**К. В. ЯЩЕНКО**, студентка

**Є. С. ШАЛДІНА**, студентка

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

**О.А. ЛИХОЛАТ**, доктор біологічних наук

*Університет митної справи та фінансів*

E-mail: Lykholat2010@ukr.net; Lyktata89@ukr.net

**Анотація.** У роботі детоксикації. Експозиція досліджений аліментарний вплив синтетичних естрогенів на стан перекисного окиснення ліпідів та загальної антиоксидантної активності у тварин різного віку у досліджах *in vivo* та *in vitro*. При аналізі даних, отриманих у ході впливу аліментарного навантаження екзогенними естрогенами, в нирках та печінці встановлено посилення пероксидації ліпідів, ступінь якого перевищував активацію антиоксидантної системи. У самиць у пубертаті реакція прооксидантної системи перевищувала силу відповіді в органах статевозрілих тварин. Можна припустити, що подібні зсуви в подальшому можуть стати тригером зниження потенціалу компенсаторних механізмів, зокрема адаптації, що є важливою патогенетичною ланкою розвитку хвороб органів виділення та

синтетичних естрогенів *in vitro* спричиняла редуцію процесів ПОЛ у тканинах самиць у пубертантному періоді та статевозрілих щурів шляхом активації антиоксидантної системи за рахунок збільшення тіолових груп і агоністичних ефектів на ензими. Порушення чутливої рівноваги між вільними радикалами і антиоксидантами може призводити до пошкодження клітин, що свідчить про існування конкретних вікових фізіологічних станів, які визначають високу чутливість до екзогенних естроген-подібних сполук.

**Ключові слова:** антиоксидантна система (АОС), перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ), аліментарний вплив екзогенних естроген-подібних сполук, вікові фізіологічні стани, дослідження *in vivo* та *in vitro*, печінка, нирки.

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О.А.

**Актуальність.** У живих організмах постійно відбувається синтез різних гормонів. Вони продукуються статевим органами, щитовидною залозою тощо. Серед гормонів значну роль відіграють естрогени. Естрогени відносяться до жіночих гормонів, але вони присутні і в чоловічому організмі. Вони виробляються фолікулами надниркових залоз, яєчників і плацентою.

Механізм дії естрогенів, ймовірно, заснований на стимуляції синтезу РНК у клітинах і тканинах органів, що веде до зміни швидкості та обсягу біосинтезу білків. Естрогени в крові циркулюють у вигляді комплексів з білками. Естрогени провокують появу набряків, тому що затримують в організмі воду і солі. Вони знижують згортання крові і концентрацію гемоглобіну, підвищують тонус м'язів внутрішніх органів, що часто призводить до нирковокам'яних і жовчочкам'яних хвороб, бронхіальної астми, спазмів шлунка і кишковика. Естрогени, також можуть призводити до структурних змін в організмі [Ошибка! Закладка не определена., 2, 3].

Екзоестрогени - це речовини, які порушують функціонування ендокринної системи. Це пов'язано з сучасними умовами життя: підвищеним забрудненням атмосфери [4, 5], неправильним харчуванням та іншими негативними чинниками [6].

Естрогени віднесені Всесвітньою організацією охорони здоров'я до 1 групи канцерогенів і представляють чималий інтерес, враховуючи, що вони знаходяться у поверхневих водах по всьому світу і тривала дія естроген-забрудненої води може порушити статевий розвиток живих організмів [6]. Вони спочатку містяться у харчових продуктах або забруднюються ними потім. Деякі харчові канцерогени можуть виникати під час неправильного готування їжі (копчення, смаження) і, потрапляючи до організму з їжею, екзогормони сприймаються ним як свої власні. При їх накопиченні в організмі виникають порушення гомеостазу.

За оптимальних умов процеси перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) протікають у клітині збалансовано, й концентрація його продуктів підтримується на постійному низькому рівні. В умовах стресу відбувається порушення про- та антиоксидантних процесів у клітині.

Надмірному розвитку вільнорадикальних процесів перешкоджає система антиоксидантного захисту. У випадку виснаження таких захисних ресурсів можлива необоротна деструкція ліпідів, білків, мембранних структур.

Продуктами процесів ПОЛ є ТБК-активні продукти (такі, що вступають у реакцію із тіобарбітуровою кислотою), основним із яких є малоновий діальдегід (МДА). Цей біфункціональний альдегід

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О. А.

здатний утворювати шифрові основи з аміногрупами білка, виступаючи як зшиваючий агент. У результаті утворюються нерозчинні білок – ліпідні комплекси.

У відповідь на різні стресові впливи у клітинах відбувається збільшення вмісту МДА, що пов'язане з активацією вільнорадикальних реакцій. Таким чином, вміст МДА може служити показником активності окиснювальних процесів, обумовлених кисневими радикалами. При цьому, чим вищий ступінь стресу, тим вищий вміст ТБК-активних продуктів і активність ензимів-оксидоредуктаз.

Настання періоду статевого дозрівання характеризується суттєвим зростанням синтезу естрогену яєчниками в результаті зміни «налаштування» гіпоталамуса, який «допускає» більш високі концентрації гормону в крові. Підвищений рівень естрогенів, що циркулює у крові, впливає на багато систем організму, приводячи до різноманітних фізіологічних змін.

Надлишкова кількість гормонів, що потрапляє ззовні, фільтрується і переробляється печінкою, що викликає виснаження і несприятливо впливає на її роботу в цілому. Гормони видаляються через нирки з сечею.

**Метою дослідження** було дослідження впливу екзоестрогенів на процеси пероксидації ліпідів (ПОЛ) та загальну антиоксидантну активність

(ЗАОА) у нирках та печінці самиць щурів у пубертатному періоді та статевозрілих тварин в модельних дослідах *in vivo* та *in vitro*.

### **Матеріали і методи**

**Дослідження** Для моделювання впливу екзогенного естрогену *in vivo* їжу щурів обробляли препаратом «Сінестрол» (мезо-3.4-ди-(пара-оксифеніл)-гексан) – похідний стильбену, який за хімічною будовою відрізняється від стероїдних естрогенних гормонів (жіночих статевих гормонів), але за біологічними і лікувальними властивостями близький до них – в розрахунку 2 мкг/ кг маси протягом 45 днів. На початок експерименту вік піддослідних тварин в пубертаті складав 3 місяці (група II, n=6) та 6 місяців – статевозрілі (група IV, n=6). Контрольні групи склали інтактні тварини відповідного віку (групи I, n=6 та III, n=6). Дослідження проводили згідно вимог, які передбачені Директивою № 2010/63/ЄС про захист тварин, що використовуються з науковою метою [7]. Виведення тварин з експерименту спричиняли під кетаміновим наркозом (1 мг/100 г) шляхом декапітації ранком наступного дня після закінчення останньої процедури експерименту.

Піддослідні тканини печінки та нирок щурів промивали охолодженим фізіологічним розчином та поміщали в охолоджене середовище гомогенізації. Для отримання 10 %-их гомогенатів

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О. А.

тканини подрібнювали на холоді та гомогенізували в гомогенаторі Поттера з тефлоновим пестиком у п'ятикратному об'ємі 0,25 М сахарози, виготовленій на 0,001 М розчині ЕДТА.

В моделі *in vitro* до дослідних зразків додавали «Сінестрол» в концентрації 0,5 нмоль/л з подальшою інкубацією протягом 1 години. До контрольних проб додавали відповідну аліквоту фізіологічного розчину.

Показники процесів пероксидації ліпідів визначали за вмістом ТБК-активних продуктів. В основі методу лежить реакція між малоновим діальдегідом (МДА) і тіобарбітуровою кислотою (ТБК), яка при високій температурі й кислому значенні рН протікає з утворенням забарвленого триметинового комплексу, що містить 1 молекулу МДА і 2 молекули ТБК. Максимум поглинання цього комплексу визначається при довжині хвилі 532 нм. Виразали в нмоль/г протеїну [8]. Загальну антиоксидантну активність визначали за загальноприйнятою методикою [9].

Статистичну обробку даних здійснювали з використанням пакету прикладних програм Statistica 6.0 (фірма StatSoft, США). Різницю між порівнювальними величинами вважали вірогідною при  $p \leq 0,05$  [10].

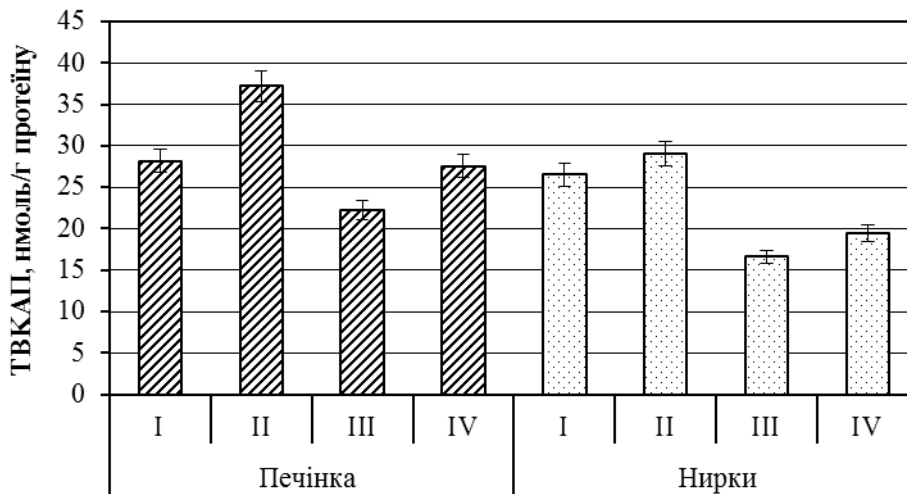
**Результати дослідження та їх обговорення.** ПОЛ є універсальним біологічним процесом, що постійно

відбувається у мембранах клітин. Його патологічна інтенсифікація призводить до порушення структури і, отже, функцій біологічних мембран. Дизбаланс у системі перекисного окиснення ліпідів відіграє важливу роль серед факторів ризику розвитку захворювань різної етіології [3].

За даними фахових джерел при надмірному впливі екзоестрогенів спостерігається порушення окисного гомеостазу у вигляді активації процесів ПОЛ зі значним накопиченням у крові початкових і кінцевих продуктів, виснаженням неферментативної ланки антиоксидантної системи (АОС), появою продуктів окисної деструкції білків і нуклеїнових кислот, що сприяє розвитку метаболічної імунодепресії, яка проявляється виникненням вторинного імунодефіциту та ендогенною інтоксикацією [2].

Після проведення досліджень щодо визначення впливу експозиції екзоестрогену на процеси перекисного окиснення ліпідів та стан антиоксидантного захисту в органах детоксикації щурів різного віку були отримані наступні результати.

У групі щурів у препубертантному періоді рівень ТБК-активних продуктів у печінці перевищував контрольні параметри на 26 %, статевозрілих самиць – на 18,5 % (рис. 1).



**Рис. 1. Вплив естрогенів *in vivo* на ТБК-активні продукти печінки та нирок щурів різного віку**

Примітка (тут і далі): \* – вірогідність змін показників дослідних груп до контрольних величин,  $p \leq 0,05$

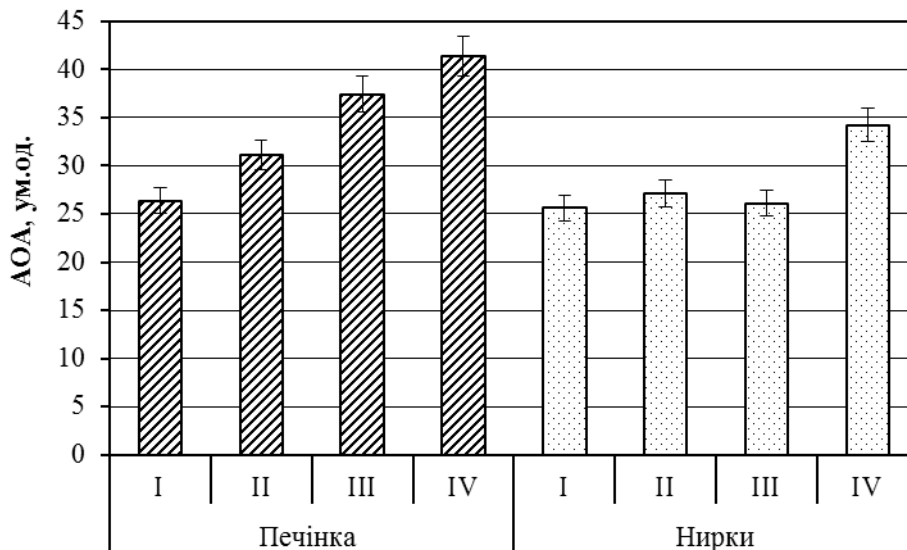
У групі щурів у пубертатному періоді рівень ТБК-активних продуктів у нирках спостерігалось накопичення ТБК-активних продуктів на 10 % у (група II) та 21,5 % (група IV).

Таким чином, рівень ТБК-активних продуктів у нирках тварин пубертатного віку мав тенденцію до зростання у порівнянні із контрольною групою та статевозрілими щурами.

Механізм дії присутніх в організмі інгібіторів пероксидації ліпідів та їх внесок у загальний антиокислювальний потенціал різні. Однак для оцінки стану здоров'я або клінічної практики важливо не стільки врахувати внесок того чи

іншого антиоксиданту, скільки оцінити резерви антиоксидантного захисту тканин організму в цілому.

Зростання інтегрального показника стану антиоксидантних систем – загальної антиоксидантної активності в органах самиць щурів свідчить про різний потенціал захисних систем залежно від віку. Так, у нирках та печінці відмічене підвищення активності антиокисної системи: у самиць віком 4,5 місяці – на 4 % та 18 %, 7,5 місяці – на 30 % та 14 % у порівнянні з контрольними групами відповідного віку (рис. 2).

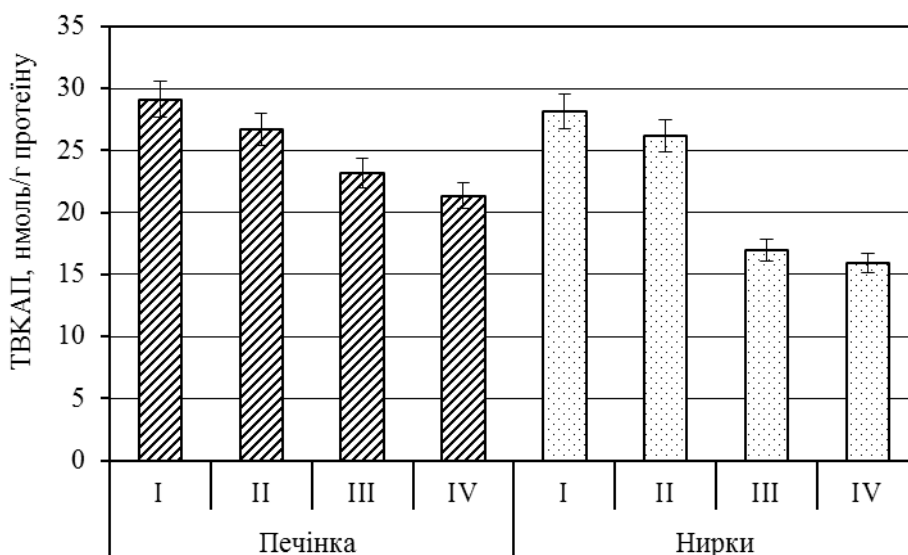


**Рис. 2. Вплив естрогенів *in vivo* на загальну антиоксидантну активність печінки та нирок щурів різного віку**

У самиць у пубертатному періоді реакція антиоксидантної системи в печінці перевищувала силу відповіді статевозрілих тварин, що пояснюється лабільністю біохімічних процесів. У самиць у пубертатному періоді реакція антиоксидантної системи перевищувала силу відповіді в органах статевозрілих тварин. Більш резистентними до дії екзоестрогенів виявились нирки.

Таким чином, аліментарна експозиція естрогенів спричиняла посилення процесів перекисного окиснення ліпідів в організмі тварин в пубертатному періоді та статевозрілих самиць. Мав місце різний ступінь інтенсифікації пероксидації в залежності від віку та дослідного органу. В самиць у пубертатному періоді в печінці реакція

препарату «Сінестрол» у дослідних групах *in vitro* в обох дослідних групах спостерігалось уповільнення перекисного окиснення ліпідів, виміряне за рівнем ТБКАП, що збігається з літературними даними [11, 12]. У печінці 4,5-місячних щурів рівень ТБК-активних продуктів був нижчим за контрольні параметри на 8,4 %, 7,5-місячних самиць – на 7,8 %.

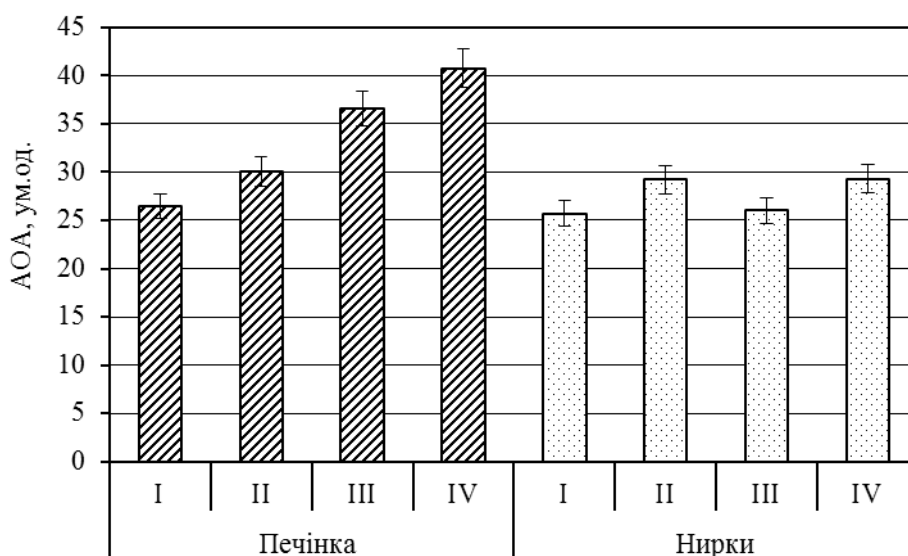


**Рис. 3. Вплив естрогенів *in vitro* на ТБК-активні продукти печінки та нирок щурів різного віку**

У нирках особин пубертатного віку спостерігався регресія накопичення ТБК-активних продуктів на 6,8 %, у статевозрілих – на 6,3 %.

У нирках та печінці 4,5-місячних самиць визначили підвищення загальної антиокисної активності в середньому на 13,5 %, у 7,5-місячних – на 12,8 % і 11,45 % в порівнянні з

контрольними показниками відповідного віку. У нирках та печінці 4,5-місячних самиць відмічене підвищення загальної антиокисної активності в середньому на 13,5 %, у 7,5-місячних – на 12,8 % і 11,45 % в порівнянні з контрольними показниками відповідного віку (рис. 4).



**Рис. 4. Вплив естрогенів *in vitro* на загальну антиоксидантну активність печінки та нирок щурів різного віку**

Таким чином, експозиція естрогенів *in vitro* спричиняла редукцію процесів перекисного окиснення ліпідів в тканинах досліджуваних органів самиць в пубертатному періоді та статевозрілих щурів шляхом активації антиокисної системи за рахунок збільшення тіолових груп. Естроген є антиоксидантом, захисні ефекти якого визначаються присутністю повністю ненасиченого фенольного кільця та вільної гідроксильної групи у третьому положенні, і тому при взаємодії з компонентами загальної антиокислювальної системи він підвищує рівень активності її компонентів, що приводить до активації ензимів системи захисту від вільних радикалів. Отримані дані свідчать про антиоксидантний механізм захисту естрогену, що не залежить від зв'язування з рецептором: ефекти естрогену на клітинному рівні пов'язані з внутрішньоклітинними сигнальними шляхами і антиоксидантними ензимами [13, 14].

У самиць у пубертатному періоді реакція антиоксидантної системи в перевищувала силу відповіді статевозрілих тварин, що пояснюється лабільністю їх біохімічних процесів.

Очевидно, що *in vitro* антиоксидантна фенольна структура фенолів естрогенів домінує, тоді як після їх введення *in vivo*

відбувається біотрансформація, залежна від віку та дози, з наступними прооксидантними ефектами на додаток до антиоксидантних структур. Вираженість ефектів вища у самиць в пубертатному періоді в порівнянні з статевозрілими щурами, як у дослідях *in vitro*, так *in vivo*, що свідчить про існування конкретних вікових фізіологічних умов, які визначають високу чутливість до екзогенних естроген-подібних сполук.

### Висновки і перспективи

1. Самиці в препубертатному періоді сприйнятливі до екзоестрогенів, доводячи, що вік є ще одним фактором в експозиції ксеноестрогенів. Через зміни в темпах реакцій шляху детоксикації, а не в метаболізмі естрогенів, що надходили до організму, зокрема, з продуктами харчування, тварини можуть ставати менш чутливими до впливу цих речовин з віком.

2. Знайдене зниження потенціалу антиоксидантного захисту в нирках та печінці самиць дослідних груп свідчить про ризик розвитку порушень функціонування системи детоксикації. Це може призводити до накопичення вільних радикалів, які є ініціюючими чинниками порушення гомеостазу організму.

3. При аналізі даних, отриманих у ході впливу аліментарного навантаження екзогенними естрогенами на органи

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О.А.

виділення, можна припустити, що подібні зсуви в перспективі можуть стати тригером зниження потенціалу компенсаторних механізмів, зокрема

адаптації, що є важливою патогенетичною ланкою розвитку як хвороб органів детоксикації, так і організму в цілому.

### Список використаних джерел

1. Склярів О. Я. Біологічна хімія / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. - Тернопіль: ТДМУ, 2015. - 702 с

2. Lykholat O. A. Metabolic effects of alimentary estrogen in different age animals /O. A. Lykholat., I. P. Grigoryuk, T. Y. Lykholat //Annals of Agrarian Science. – 2016. – Vol. 14, Issue 4. – P. 335–339.

3. Yermishev O. Effect of alimentary synthetic estrogen on cell compensatory mechanisms in rats of different ages /O. Yermishev, T. Lykholat, O. Lykholat //Biologia. – 2017. – 63, 2. – P. 152–159.

4. Мицик Л. П. Дерновий покрив техногенних територій / Л. П. Мицик, Ю. В. Лихолат. – Дніпропетровськ: ДДУ, 1997. – 92 с.

5. Лихолат Ю.В. Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами /Ю. В. Лихолат, І. П. Григорюк // Доп. НАН України. – 2005. – № 8. – С. 196-200.

6. Chen Y. Biochemical mechanisms and catabolic enzymes Involved in bacterial estrogen degradation pathways / Y. Chen, C. Yu, T. Lee, P. Wang., W. Ismail, C. Shih, Y. Chiang.// Cell Chem. Biol. – 2017. – 22;24:6. – P. 712-724.

7. Council Directive 2010/63/EU of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes // Official Journal of the European

Communities. – 2010. – L 276. – P. 33 – 79.

8. Коробейникова Е. Н. Модификация метода определения ТБК-активных продуктов / Е. Н. Коробейникова // Лаб.дело. – 1989. – №7. – С. 8 – 9.

9. Клебанов Г. И. Оценка антиокислительной активности плазмы крови с применением желточных липопропротеидов / Г. И. Клебанов, И. В. Бабенкова, Ю.О. Теселкин. // Лаб. дело. –1988. – № 5. – P. 59 – 62.

10. Лапач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel /С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. - К.: Морион, 2000. – 320 с.

11. Lykholat T. Immunohistochemical and biochemical analysis of mammary gland tumours of different age patients / T. Lykholat, O. Lykholat, S. Antonyuk // Cytol & Genet. – 2016. – 50(1). – P. 32–41.

12. Lauber S.N. The cooked meat-derived mammary carcinogen 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine promotes invasive behaviour of breast cancer cells / S. N. Lauber, N. J. Gooderham //Toxicology. – 2011. – 11, 279(1-3). – P. 139 - 145.

13. Estrogen modulates in vitro T cell responses in a concentration- and receptor-dependent manner: effects on intracellular molecular targets and antioxidant enzymes / H. P. Priyanka, H. C. Krishnan, R. V. Singh, Hima L.,

Thyagarajan S. // Mol. Immunol. – 2013. – 56 (4). – P. 328 – 339.

14. Cancer testes antigens in breast cancer: biological role, regulation, and therapeutic applicability / Pandey A., Kurup A., Shrivastava A., Radhi, S., Nguyen, D. D. & Arents, C. // Int. Rev. Immunol. – 2012. – Vol. 5. – P. 302 – 320.

### References

1. Skliarov, O. Ia., Fartushok, N. V. & Bondarchuk, T. I. (2015). Biologichna khimiia [Biological chemistry]. Ternopil: TDMU [in Ukrainian].

2. Lykholat, O. A., Grigoryuk, I. P. & Lykholat, T. Y. (2016). Metabolic effects of alimentary estrogen in different age animals. Annals of Agrarian Science, 14 (4), 335–339.

3. Yermishev, O., Lykholat, T. & Lykholat, O. (2017). Effect of alimentary synthetic estrogen on cell compensatory mechanisms in rats of different ages. Biologia, 63 (2), 152–159.

4. Mytsyk, L. P. & Lykholat, Y. V. Dernovi pokryv tekhnohennykh terytorii [Darny cover of man-made territories]. Dnipropetrovsk: DDU, 1997 [in Ukrainian].

5. Lykholat, Yu.V. & Hryhoryuk I.P. (2005). Vykorystannya dernoutvoryuyuchykh trav dlya diahnostryky rivnya zabrudnennya navkolyshn'oho seredovishcha vazhkymy metalamy [Use of turf herb for the diagnosis of environmental pollution by heavy metals]. Dopovidi Natsional'noyi akademiyi nauk Ukrayiny, 8, 196-200 (in Ukrainian).

6. Chen, Y., Yu, C., Lee, T, Goh, K., Chu, K., Wang, P., Ismail, W., Shih, C. & Chiang, Y. (2017). Biochemical mechanisms and catabolic eizymes

Involved in bacterial estrogen degradation pathways. Cell Chem Biol., 22;24:6, 712-724.

7. Council Directive 2010/63/EU of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (2010). Official Journal of the European Communities, L 276, 33 – 79.

8. Korobeinykova, E. N. (1989). Modyfykatsyia metoda opredelenyia TBK-aktyvnykh produktov [Modification of the method for determination of TBA-active products]. Lab.delo, 7, 8 – 9.

9. Klebanov, H. Y., Babenkova, Y. V. & Teselkyn, Iu. O. (1988). Otsenka antyokyslytelnoi aktyvnosti plazmy krovy s prymenenyem zheltochnykh lypoproteydov [Evaluation of antioxidant activity of blood plasma with the use of yolk lipoproteins]. Lab. delo, 5, 59 – 62.

10. Lapach, S. N., Chubenko, A. V. & Babych P. N. (2000). Statystycheskye metody v medyko-byolohycheskykh yssledovaniakh s yspolzovanyem Excel [Statistical methods in biomedical research using Excel]. K.: Moryon (in Ukrainian).

11. Lykholat, T. Lykholat, O. & Antonyuk, S. (2016). Immunohistochemical and biochemical analysis of mammary gland tumours of different age patients. Cytology & Genetic, 50 (1), 32–41.

12. Lauber, S. N. & Gooderham N. J. (2011). The cooked meat-derived mammary carcinogen 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine promotes invasive behaviour of breast cancer cells. Toxicology, 11, 279 (1–3), 139 –145.

13. Priyanka H. P., Krishnan H. C., Singh R. V., Hima L. & Thyagarajan S. (2013). Estrogen modulates in vitro T

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О.А.

cell responses in a concentration- and receptor-dependent manner: effects on intracellular molecular targets and antioxidant enzymes. *Mol. Immunol.* 56 (4), 328 – 339.

14. Pandey, A., Kurup A., Shrivastava, A., Radhi, S., Nguyen, D.

D. & Arents, C. (2012). Cancer testes antigens in breast cancer: biological role, regulation, and therapeutic applicability. *Int. Rev. Immunol*, 5, 302 –320.

## ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЭСТРОГЕНОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ НА СИСТЕМУ ДЕТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Т. Ю. Лихолат,  
О. М. Маренков, К. В. Ященко,  
Е. С. Шалдіна, Е. А. Лихолат

**Аннотация.** В работе было исследовано алиментарное влияние синтетических эстрогенов на состояние перекисного окисления липидов и общей антиоксидантной активности у животных разного возраста в опытах *in vivo* и *in vitro*. При анализе данных, полученных в ходе воздействия алиментарной нагрузки экзогенными эстрогенами, в почках и печени установлено усиление пероксидации липидов, степень которого превышала активацию антиоксидантной системы. У самок в пубертате реакция прооксидантной системы была сильнее силы ответа в органах половозрелых животных. Можно предположить, что подобные сдвиги в дальнейшем могут стать триггером снижения потенциала компенсаторных механизмов, в частности адаптации, которая является важным патогенетическим звеном развития болезней органов выделения и детоксикации. Экспозиция

эстрогенов *in vitro* вызывала редукцию процессов ПОЛ в тканях самок пубертантного периода и половозрелых крыс путем активации антиокислительной системы за счет увеличения тиоловых групп и агонистических эффектов на энзимы. Нарушение чувствительного равновесия между свободными радикалами и антиоксидантами может приводить к повреждению клеток, что свидетельствует о существовании конкретных возрастных физиологических состояний, которые определяют высокую чувствительность к экзогенным эстроген-подобным соединениям.

**Ключевые слова:** антиоксидантная система (АОС), перекисное окисление липидов (ПОЛ), алиментарное влияние экзогенных эстроген-подобных соединений, возрастные физиологические состояния, опыты *in vivo* и *in vitro*, печень, почки.

Лихолат Т. Ю., Маренков О. М., Ященко К. В., Шалдіна Є. С., Лихолат О.А.

**INFLUENCE OF SYNTHETIC  
ETHROGENES IN FOOD  
PRODUCTS ON THE  
DETOXICATION SYSTEM OF  
ANIMAL ANIMALS OF  
DIFFERENT AGE**

*estrogen-like compounds, age-related  
physiological states, in vivo and in vitro,  
liver, kidneys.*

**T. Y. Lykholat, O. M. Marenkov,  
K. V. Yashchenko, E. S. Shaldyna,  
O. A. Lykholat**

**Abstract.** *The effect of synthetic estrogens on the state of peroxide oxidation of lipids and total antioxidant activity in animals of different ages in in vivo and in vitro have been investigated. In the analysis of data obtained during the effect of alimentary exogenous estrogen in kidneys and liver increase of peroxidation of lipids, the degree of which exceeded the activation of the antioxidant system was determined. In females in puberty, the reaction of the prooxidant system exceeded the force of response in organs of sexually mature animals. It can be assumed that such shifts can further become a trigger for reducing the potential of compensatory mechanisms in particular adaptation which is an important pathogenic link of the disease of the organs of excretion and detoxification. Exposure of synthetic estrogens in vitro led to the reduction of POL in female tissues in the puberty period and in the sexually mature rats by activating the antioxidant system by increasing thiol groups and agonist effects on enzymes. Violation of the sensitive balance between free radicals and antioxidants can lead to cell damage, which may indicate the existence of specific age-related physiological conditions determining high sensitivity to exogenous estrogen-like compounds.*

**Key words:** *antioxidant system (AOS), peroxide oxidation of lipids (POL), alimentary effect of exogenous*

Кушнір В. Ю.

УДК:619:616.24-002.153:615.015.32:636.7

## ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ БІЛКОВОГО ОБМІНУ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ АНТИГОМОТОКСИЧНІЙ ТЕРАПІЇ СОБАК, ХВОРИХ НА КАТАРАЛЬНУ БРОНХОПНЕВМОНІЮ

В. Ю. КУШНІР, аспірант\* кафедри

внутрішніх хвороб тварин і клінічної діагностики

*Одеський державний аграрний університет*

E-mail: Kushnir3000@gmail.com

**Анотація.** Бронхопневмонія у собак зустрічається часто, так як слизова оболонка респіраторного тракту легко піддається дії несприятливих умов навколишнього середовища та збудників, що присутні в повітрі. Одним з важливих діагностичних показників при катаральній бронхопневмонії є показники білкового обміну, а саме: загальний білок, альбуміни, глобуліни, альбуміно-глобуліновий коефіцієнт. Метою наших досліджень було вивчення динаміки показників білкового обміну при комплексній антигомотоксичній терапії собак, хворих на катаральну бронхопневмонію та порівняння з такими при алопатичній терапії. Матеріалом для дослідження були сорок собак, підібраних за принципом аналогів, хворих на гостру катаральну бронхопневмонію, яких було розділено на дві групи: 10 тварин в контрольній групі і тридцять – в дослідній. В контрольній групі для лікування застосовувалась алопатична терапія, в дослідній – комплексна антигомотоксична терапія. Кожна тварина перебувала під наглядом двадцять діб. За цей період тварин

піддавали щоденному клінічному дослідженню. Окрім того, на першій, десятій та двадцятій день проводились дослідження показників білкового обміну. При аналізі даних, отриманих в результаті клінічних досліджень, видно, що схема лікування тварин дослідної групи виявилася більш ефективною, ніж у тварин контрольної групи. Це проявляється у вигляді меншого терміну лікування, більшого відсотку тварин, що одужали та відсутності летальних наслідків. Результати досліджень показників білкового обміну показали, що при катаральній бронхопневмонії собак спостерігається зниження вмісту альбумінів та альбуміно-глобулінового коефіцієнту і підвищення вмісту глобулінів. Також спостерігається незначне коливання загального білку в межах норми. Протягом лікування спостерігається нормалізація даних показників, причому найбільш наочно це видно у тварин дослідної групи.

Таким чином видно, що застосування комплексної антигомотоксичної терапії є ефективнішим та доцільнішим у порівнянні з традиційною терапією.

\* Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор Чубов Юрій Олександрович

Кушнір В. Ю.

**Ключові**  
антигомотоксична  
катаральна  
лімфотропне введення,

**слова:** фосфор-гомаккорд,  
терапія,  
дослідження, білок,  
альбуміни,  
глобуліни, альбуміно-глобуліновий  
коєфіцієнт.

**Актуальність теми.**  
Бронхопневмонія є частим  
захворюванням у собак, так як слизова  
оболонка дихальних шляхів легко  
піддається дії несприятливих умов  
навколишнього середовища, а також  
дії патогенних мікроорганізмів, що  
містяться в повітрі.

Провідним механізмом при  
цьому є запальний процес, який  
починається в слизовій оболонці  
bronхів у відповідь на дію зовнішніх  
патогенних факторів. При цьому  
відбувається зміна функції  
секреторного апарата (гіперсекреція  
слизу, зміна бронхіального секрету),  
активізується патогенна мікрофлора,  
розвивається комплекс реакцій, що  
призводить до пошкодження бронхів і  
альвеол, що до них прилягають.  
Порушення стану протеолітичних  
ферментів та антипротеаз, вади  
антиоксидантного захисту легень  
ускладнюють пошкодження [1,2,4].

Одним з яскравих показників  
наявності запального процесу є  
порушення білкового обміну. При  
катаральній бронхопневмонії  
спостерігається зниження альбумінів  
та альбуміно-глобулінового  
коєфіцієнту і підвищення глобулінів.  
Такий стан організму є наслідком  
активації захисної реакції,

спрямованої на боротьбу з хворобою  
[1,2].

На сьогоднішній день існує  
значна кількість засобів і методів  
лікування собак, хворих на катаральну  
bronхопневмонію. Але вони не завжди  
є ефективними. Більш того, значна  
частина цих методів мають побічні  
ефекти та призводять до ускладнень.  
Тому пошук та вивчення нових  
біологічно безпечних видів терапії є  
дуже актуальним та доречним.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Білки -  
високомолекулярні органічні сполуки,  
побудовані з радикалів амінокислот,  
сполучених один з одним пептидними  
зв'язками; є структурною і  
функціональною основою  
життєдіяльності. Білкам притаманні  
різні функції - структурна, захисна,  
ферментативна, гормональна,  
транспортна і, нарешті, осмотична.  
Білками є всі ферменти, антитіла і  
антигени, багато гормонів та інші  
біологічно активні речовини.

Основа структури білка -  
поліпептидні ланцюги, що  
складаються з сотень (десятьків)  
амінокислотних залишків,  
розташованих в ланцюговій молекулі  
білка в певній для кожного білка  
послідовності. Під впливом  
температури, відновлюючих агентів,

Кушнір В. Ю.

при зміні кислотності середовища білки легко втрачають свої нативні властивості, денатурують [6,9,10].

Функціональні особливості білків насамперед залежать від послідовності амінокислот (первинної структури). В даний час з'ясовано послідовність амінокислот в інсуліні, гемоглобіні, міоглобін та інших білках. Розрізняють фібрилярні білки (нерозчинні, головним чином білки строми) і глобулярні (розчинні, що включають велику частину біологічно активних білків). Деякі білки відомі як в фібрилярній, так і в глобулярній формі (скорочувальний білок актин). За складом білки ділять на дві групи: прості білки (власне білки, або протеїни), які складаються лише з амінокислот, і складні білки (протеїди), до складу молекул яких входять і небілкові компоненти. До складних білків відносяться ліпопротеїди, мукопротеїди, нуклеопротеїди. Оскільки білки мають вільні аміно - і карбоксильні групи в бічних ланцюгах, вони є амфолітами, що визначає їх фізико-хімічні властивості (буферність, рухливість в електричному полі, розчинність). На розчинність білків впливає концентрація солей в розчині, внаслідок чого білкову суміш можна розділити на фракції (тобто групи білків, що відрізняються один від одного молекулярною масою, розчинністю і іншими властивостями) при послідовному збільшенні концентрації нейтральних солей.

Розділення суміші білків на білкові фракції в клініці проводять також методом електрофорезу.

Білки широко застосовуються в лікувальному харчуванні. Підвищена кількість білків призначається при необхідності підвищити реактивність організму. Показаннями до підвищення вмісту білка в харчуванні є: виснаження, гіпо-і авітамінози, анемії, ревматизм, стерті форми туберкульозу, виразкова хвороба шлунка, виразкові коліти та ін. У деяких випадках (при захворюваннях нирок, серця, вираженому атеросклерозі, подагрі) вживання білків слід обмежувати [7,9,10].

Білки (протеїни) - природні високомолекулярні сполуки, що містять 50,6-54,5% вуглецю, 21,5-23,5% кисню, 6,5 - 7,3% водню, 15-17,6% азоту і 0,3-2,5% сірки. Деякі (складні) білки містять також фосфор, залізо, мідь та інші елементи. При гідролізі білки розпадаються до амінокислот і, отже, являють собою полімери останніх. Білки зустрічаються всюди, де виявляється життєдіяльність; у кожній клітині білки представляють собою головну масу активної живої речовини. Саме тому ще Енгельс визначав життя як форми існування білкових тіл.

За різноманітних патологічних ситуацій вміст загального білка у плазмі крові коливається у широких межах і може бути як зниженим (гіпопротеїнемія) так і підвищеним (гіперпротеїнемія). При цьому

Кушнір В. Ю.

змінюється, головним чином не загальний вміст білка, а значно збільшуються або зменшуються окремі його складові (диспротеїнемія), з появою у ряді випадків білків, які не містяться за нормального стану в організмі (парапротеїнемія).

Альбуміни - це основний білок крові, що виробляється в печінці тварини. Альбуміни виділяють в окрему групу білків - так звані білкові фракції. Зміни співвідношення окремих білкових фракцій в крові найчастіше дають лікарю більш значущу інформацію, ніж просто загальний білок. Визначення альбуміну використовується для діагностики захворювань печінки і нирок, ревматичних, онкологічних захворювань. На його частку припадає більше половини всіх білків крові. Синтезується в печінці, час напіврозпаду становить 17 діб. Оскільки молекули альбуміну беруть участь у зв'язуванні води, при падінні його рівня частина води переміщається із судинного русла в більш щільні тканини, викликаючи набряки. Альбуміни є резервом вільних амінокислот та сприяють транспорту речовин в організмі. При гострій катаральній бронхопневмонії відбувається зниження рівня альбуміна порівняно з нормою [6,7].

Альбуміни - білки, розчинні у воді і осідають в насиченому розчині сульфату амонію; характеризуються відносно невеликою молекулярною масою (15000 - 65000). З'єднання

альбумінів з катіонами металів називають альбумінатами. При ряді захворювань (нефроз, нефрит тощо) альбуміни переходять з крові в сечу, при цьому, якщо процеси синтезу не компенсують втрат альбумінів у крові, зниження онкотичного тиску крові призводить до набряків тканин.

Альбуміни - представники природних білків. На відміну від глобулінів, мають властивість розчинятися в чистій воді і розведених розчинах кислот, лугів і солей.

Альбуміни широко поширені в живих організмах. Типові представники альбумінів: альбумін сироватки крові, лактальбумін сироватки молока, овоальбумін яєць. В щільних тканинах організму вміст альбумінів відносно невеликий (не перевищує 5-10% всіх білків); у сироватці крові вміст їх значно більший і становить в нормі 55-60% всіх білків (3,3-4,0% ваги сироватки). Альбуміни сироватки крові утворюються тільки в печінці, звідки постійно переходять в кров'яне русло. Кількість альбумінів у сироватці, таким чином, значною мірою залежить від інтенсивності їх біосинтезу в печінці.

Фізіологічна роль Альбумінів сироватки дуже велика: ці білки багато в чому визначають не тільки властивості самої сироватки, але і ряд процесів обміну в організмі в цілому. Завдяки своїй порівняно невеликій молекулярній масі (65000) вони чинять великий вплив на осмотичний і

Кушнір В. Ю.

онкотичний тиск крові і, отже, на обмін води між нею і тканинами. При більш або менш вираженому зменшенні вмісту альбуміну в сироватці крові здатність останньої утримувати воду знижується, що веде до підвищеного переходу води з сироватки в позаклітинний простір тканин, тобто до виникнення набряків. Особливістю всіх альбумінів, в першу чергу сироваткового, є здатність утворювати комплекси з дуже великою кількістю інших сполук. Практично в сироватці крові альбуміни завжди містяться у вигляді комплексів з різними катіонами і аніонами, ліпідами, вуглеводами, пігментами, гормонами і т. п. Завдяки утворенню цих комплексів здійснюється перенесення кров'ю багатьох сполук з одного органу в інші, а також регулювання впливу ряду речовин на процеси життєдіяльності організму [6,7].

Глобуліни - це білки, розчинні в розбавлених розчинах нейтральних солей, кислот і лугів і осідають в напівнасиченому розчині сульфату амонію (на відміну від альбумінів, що осідають в насиченому розчині сульфату амонію). Молекулярна маса коливається від кількох тисяч до мільйона і більше. Глобуліни підрозділяють на нерозчинні у воді еуглобуліни та розчинні в ній псевдоглобуліни. У своїй більшості глобуліни представляють прості білки, однак деякі (особливо глобуліни сироватки крові, що виробляються

клітинами ретикулоендотеліальної системи) з'єднані з вуглеводами або ліпідами. Ряд глобулінів сироватки крові (пропердин, церулоплазмін) володіє імунними властивостями (вони утворюють групу імуноглобулінів); це переважно гамма-глобуліни.

При ряді захворювань (інфекційних та запальних) вміст глобулінів у сироватці крові зростає [6,7].

Для достовірного дослідження обміну білків існує ще розрахунковий показник – альбуміно-глобуліновий коефіцієнт, який показує співвідношення альбумінів до глобулінів.

При катаральній бронхопневмонії собак відбуваються запальні процеси в дихальних шляхах, порушується газообмін. Через це страждає весь організм в цілому. Усе це призводить до активації захисно-компенсаторних систем організму, спрямованих на боротьбу з хворобою. Тому при катаральній бронхопневмонії спостерігається зниження вмісту альбумінів та альбуміно-глобулінового коефіцієнту і підвищення вмісту глобулінів. Також спостерігається коливання загального білку в межах фізіологічної норми [7,9,10].

**Мета дослідження.** Метою наших досліджень було вивчення динаміки показників білкового обміну при комплексній антигомтоксичній терапії собак, хворих на катаральну

Кушнір В. Ю.

бронхопневмонію та порівняння з такими при алопатичній терапії.

**Матеріали і методи дослідження.** Матеріалом для дослідження були сорок собак, підібраних за принципом аналогів, хворих на гостру катаральну бронхопневмонію, яких було розділено на дві групи: десять тварин в контрольній групі і тридцять – в дослідній. Кожна тварина перебувала під наглядом двадцять діб. За цей період тварин піддавали щоденному клінічному дослідженню. Під час проведення клінічного дослідження було виявлено характерні ознаки катаральної бронхопневмонії: кашель, легеневі витікання з носової порожнини, хрипи, вогники притуплення в окремих ділянках [3,4]. Окрім того, на перший, десятий та двадцятий день проводились дослідження показників білкового обміну, а саме досліджувались такі показники, як загальний білок, альбуміни, глобуліни та альбуміно-глобуліновий коефіцієнт.

Для лікування в першій групі застосовувалась алопатична, а в другій – комплексна антигомтоксична терапія. Так, у першій групі було застосовано мукалтин 0,5г всередину два рази на добу до одужання, біцилін-3 50 тис.ОД/кг один раз у три дні внутрішньом'язово, розчиняючи в 2 мл ізотонічного розчину натрію хлориду та вітамін В<sub>12</sub> 1 мл один раз за добу підшкірно протягом 10 діб. У другій групі було застосовано

мукалтин 0,5г усередину два рази на добу до одужання, біцилін-3 50 тис.ОД/кг один раз у три дні внутрішньом'язово, розчиняючи в 2 мл ізотонічного розчину натрію хлориду, лідаза внутрішньошкірно 32 ОД з 1 мл 0,5 % розчину новокаїну 3 доби підряд, потім 3 рази на тиждень, Траумель лімфотропно регіонально три дні підряд по 1 мл внутрішньошкірно, потім раз у три дні та Фосфор-Гомаккорд лімфотропно регіонально по 1 мл 1 раз на 3 доби до одужання.

**Результати досліджень та їх обговорення.** В процесі терапії собак першої групи із застосуванням алопатичного лікування на 17-19 добу досліду одужало 70% тварин, у 20% хвороба прийняла хронічний перебіг і 10% загинуло. У дослідній групі ми застосували комплексну антигомтоксичну терапію з використанням траумелю та фосфору-гомаккорд. Ці препарати до складу яких входять лікарські рослини, мікро- та макроелементи, вітаміни, за даними літератури, посилюють дію біциліна-3, запобігаючи негативному впливу на печінку та нирки, нормалізують обмін речовин та корегують імунний стан [8]. Як бачимо з таблиці 1, результати лікування у дослідній групі ефективніші. Так, в дослідній групі повне одужання настало у 90% тварин, у 10% хвороба прийняла хронічний перебіг, летальності не спостерігається.

Кушнір В. Ю.

### 1.Результати комплексної терапії.

Групи	Кількість тварин	Результати лікування			
		Тривалість лікування (діб)	Одужало	Перейшло в хронічний перебіг	Загинуло
Контрольна	10	17-19	7(70%)	2(20%)	1(10%)
Дослідна	30	10-12	27(90%)	3(10%)	-

Про ефективність комплексної терапії свідчать результати досліджень показників білкового обміну. Так, результати досліджень показників білкового обміну показали, що при катаральній бронхопневмонії собак спостерігається зниження альбумінів та альбуміно-глобулінового коефіцієнту і підвищення вмісту глобулінів. Також спостерігається незначне коливання загального білку в межах норми. Протягом лікування спостерігається нормалізація даних показників, причому найбільш наочно це видно у тварин дослідної групи (таблиця 2).

### 2.Результати досліджень показників білкового обміну (M±m).

Показник	Перша група (n=10)			Друга група (n=30)		
	1 день	10 день	20 день	1 день	10 день	20 день
Загальний білок, г/л	64,8 ±2,01**	61,84 ±2,62**	65,25 ±1*	65,43 ±1,08**	62,73 ±0,91*	65,02 ±0,37**
Альбуміни, г/л	18,48 ±0,47*	20,57 ±1,07*	28,53 ±0,67*	18,49 ±0,59*	24,46 ±0,8*	29,02 ±0,28**
Глобуліни, г/л	46,32 ±2,27*	41,27 ±2,77*	36,72 ±0,52**	46,94 ±1*	38,27 ±0,54*	36,02 ±0,25**
Альбуміно-Глобуліновий коефіцієнт, од	0,4 ±0,03*	0,50 ±0,05*	0,77 ±0,02*	0,39 ±0,02*	0,63 ±0,02*	0,81 ±0,01**

• \*P<0,01 \*\*P>0,05

Отримані результати досліджень свідчать, що антигомотоксичні препарати позитивно впливають на метаболічні процеси в організмі собак. Застосування препаратів Траумель та Фосфор-Гомаккорд в комплексному лікуванні собак, хворих на катаральну бронхопневмонію,

призвело до більш швидкої позитивної динаміки клінічних симптомів захворювання, покращення показників білкового обміну, і, головне, до відсутності летальності серед хворих тварин.

Антигомотоксична терапія в першу чергу це корекція імунних сил організму та природніх процесів його

Кушнір В. Ю.

регуляції. Перевага її полягає в тому, що вона не просто пригнічує симптоми хвороби, а й активізує одужання і відновлення фізіологічних функцій організму, не маючи при цьому побічної дії. Причому комплексні гомеопатичні препарати здатні не лише підвищувати ефективність терапії, а й розширяти спектр її дії [8].

### Висновки і перспективи.

1. Показники білкового обміну є важливим діагностичним тестом при катаральній бронхопневмонії.

2. При катаральній бронхопневмонії спостерігається

### Список використаних джерел.

1. Ветеринарна клінічна біохімія/ Карташов М.І. та ін.; За ред. М.І. Карташова та О.П. Тимошенко. – Харків: Еспада, 2010, – 400с.

2. Ветеринарна клінічна біохімія/ Левченко В.І. та ін.; за ред. Левченка В.І. і Галяса В.Л. Біла Церква, 2002, – 400с.

3. Внутрішні незаразні хвороби тварин/Цвіліховський М.І., та ін.; навчальний посібник. Київ, Аграрна освіта, 2014, - стор 277-290.

4. Клінічна діагностика хвороб тварин/ Левченко В.І. та ін.; Біла Церква, 2017, - стор 177-217; 362-398.

5. Маршал В.Дж. Клиническая биохимия. Пер. с англ. под ред. Новикова Н.И. 2-е изд.. – М.: СПб., 2002, – 383с.

6. Русак В.С., Чала І.В. Клінічна оцінка біохімічних, морфологічних показників крові та сечі тварин:

зниження вмісту альбумінів на 37,27% та альбуміно-глобулінового коефіцієнту на 51,22%, а також підвищення вмісту глобулінів на 28,7%.

3. Комплексна регіональна лімфотропна антигомтоксична терапія виявилася ефективнішою у порівнянні з традиційною терапією. Це проявляється у вигляді коротшого терміну лікування, більшому відсотку тварин, що одужали, та скорішій нормалізації показників білкового обміну.

навчальний посібник. Житомир, 2016. С. 32-44

7. Хиггинс К. Расшифровка клинических лабораторных анализов. 7-е издание (электронное). Перевод с английского Е.К. Вишневской. М.:Лаборатория знаний, 2016 – 592с.

8. Хмельницький Г.О., Духницький В.Б. Ветеринарна Фармакологія: підручник. Київ, 2017, – с. 556-561.

9. Goldirov K, etc. Changes in C-reactive protein, haptoglobin concentrations and some haematological parameters in female dogs before mating, during pregnancy and after parturition. Magyar allatorvosok lapja, volume 140, issue 2, Hungary February 2018, p85-90

10. Romiszewski P, Kostro K, Lisiecka U. Effects of subclinical inflammation on C-reactive protein and haptoglobin levels as well as specific humoral immunity in dogs vaccinated against canine distemper and parvovirus.

Кушнір В. Ю.

BMC veterinary research, volume 14, London, march 2018

### References

1. Kartashov, M.I., Tymoshenko, O.P., Kibkalo, D.V., Borovkov, S.B., Vikulina, H.V., Morozenko, D.V., Vovkotrub, N.V.,...Leonteva, F.S. Veterynarna klinichna biokhimiia. Kharkiv: Espada, 2010, – 400s.

2. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P., Melnychuk, D.O., Apukhovska, L.I., Halias, V.L.,...Tsvilikhovskiy M.I. Veterynarna klinichna biokhimiia. Bila Tserkva, 2002, – 400s.

3. Tsvilikhovskiy, M.I., Bereza, V.I., Sichkar V.S., Holopura, S.I., Hrushanska, N.H., Skyba, O.O., Lazarenko, P.V., Rudenko, A.A., Yakymchuk, O.M. Vnutrishni nezarazni khvoroby tvaryn; navchalnyi posibnyk. Kyiv, Ahrarna osvita, 2014, - stor 277-290.

4. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P., Holovaha, V.I., Morozenko, D.V., Sahnyuk V.V.,...Scurevych, G.O. Klinichna diahnozyka khvorob tvaryn. Bila Tserkva, 2017, - stor 177-217; 362-398.

5. Marshal, V.Dzh. Klynycheskaia byokhymyia. Per. s anhl. pod red.

Novykova N.Y. 2-e yzd.. – M.: SPb., 2002, – 383s.

6. Rusak, V.S. & Chala, I.V. Klinichna otsinka biokhimichnykh, morfolohichnykh pokaznykiv krovi ta sechi tvaryn: navchalnyi posibnyk. Zhytomyr, 2016. S. 32-44

7. Khyhhyns, K. Rasshyfovka klynycheskykh laboratornykh analizov. 7-e yzdanye (elektronnoe). Perevod s anhlyiskoho E.K. Vyshnevskoy. M.:Laboratoryia znanyi, 2016 – 592s.

8. Khmelnytskyi, H.O. & Dukhnytskyi, V.B. Veterynarna Farmakolohiia: pidruchnyk. Kyiv, 2017, – s. 556-561.

9. Goldirov K, etc. Changes in C-reactive protein, haptoglobin concentrations and some haematological parameters in female dogs before mating, during pregnancy and after parturition. Magyar allatorvosok lapja, volume 140, issue 2, Hungary February 2018, p85-90

10. Romiszewski P, Kostro K, Lisiecka U. Effects of subclinical inflammation on C-reactive protein and haptoglobin levels as well as specific humoral immunity in dogs vaccinated against canine distemper and parvovirus. BMC veterinary research, volume 14, London, march 2018

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
БЕЛКОВОГО ОБМЕНА ПРИ  
КОМПЛЕКСНОЙ  
АНТИГОМОТОКСИЧЕСКОЙ  
ТЕРАПИИ СОБАК, БОЛЬНЫХ  
КАТАРАЛЬНОЙ  
БРОНХОПНЕВМОНИЕЙ  
В.Ю. Кушнір**

*Анотация.* Бронхопневмония у собак встречается часто, так как слизистая оболочка респираторного тракта легко подвергается воздействию неблагоприятных условий окружающей среды и возбудителей, присутствующих в воздухе. Одним из важных диагностических показателей при катаральной бронхопневмонии

Кушнір В. Ю.

являются показатели белкового обмена, а именно: общий белок, альбумины, глобулины, альбумино-глобулиновый коэффициент. Целью наших исследований было изучение динамики показателей белкового обмена при комплексной антигомотоксической терапии собак, больных катаральной бронхопневмонией и сравнение с таковыми при аллопатической терапии. Материалом для исследования были сорок собак, подобранных по принципу аналогов, больных острой катаральной бронхопневмонией, которые были разделены на две группы: 10 животных в контрольной группе и тридцать - в подопытной. В контрольной группе для лечения применялась аллопатическая терапия, в подопытной - комплексная антигомотоксическая терапия. Каждое животное находилось под наблюдением двадцать суток. За этот период животных подвергали ежедневно клиническому исследованию. Кроме того, на первый, десятый и двадцатый день проводились исследования показателей белкового обмена. При анализе данных, полученных в результате клинических исследований видно, что схема лечения животных подопытной группы оказалась более эффективной, чем у животных контрольной группы. Это проявляется в виде меньшего срока лечения, большего процента выздоровевших животных и отсутствии летальных исходов. Результаты исследований показателей белкового обмена показали, что при катаральной

бронхопневмонии собак наблюдается снижение содержания альбуминов и альбумино-глобулинового коэффициента и повышение содержания глобулинов. Также наблюдается незначительное колебание общего белка в пределах нормы. В процессе лечения наблюдается нормализация данных показателей, причем наиболее наглядно это видно у животных подопытной группы.

Таким образом видно, что применение комплексной антигомотоксической терапии является более эффективным и целесообразным по сравнению с традиционной терапией.

**Ключевые слова:** антигомотоксическая терапия, катаральная бронхопневмония, лимфотропной ввoda, траумель, фосфор-гомаккорд, клиническое исследование, белок, альбумины, глобулины, альбумино-глобулиновый коэффициент

**PROTEIN METABOLISM INDICATORS DYNAMIC UNDER COMPLEX ANTHYHOMOTOXYC THERAPY OF DOGS, SICK WITH CATARRHAL BRONCHOPNEUMONIA**

**V.Yu. Kushnir**

**Abstract.** Bronchopneumonia is common in dogs, as the mucous membrane of the respiratory tract is easily exposed to adverse environmental conditions and pathogens, which are present in the air. One of the important diagnostic indicators of catarrhal bronchopneumonia are the indicators of protein metabolism, such as: total protein, albumins, globulins, albumin-

Кушнір В. Ю.

*globulin coefficient. The purpose of our research was to study the dynamics of protein metabolism indicators in complex antihomotoxyc therapy of dogs, sick with catarrhal bronchopneumonia and compare it with such in allopathic therapy. Materials for the study were forty dogs, selected on the principle of analogues, sick with acute catarrhal bronchopneumonia, which were divided into two groups: ten animals in the control group and thirty - in the experimental group. In the control group for treatment was used allopathic therapy, in the experimental group - complex antihomotoxyc therapy. Each animal was under the exploration during twenty days. Every day during this period animals were subjected to a clinical examination. Moreover, on the first, tenth and twentieth day of treatment researches of protein metabolism indicators were spent. In the analysis of dates, received from clinical studies, it is clear that the treatment regimen of animals in the experimental group was more effective than in the animals of the control group. It is manifested in the form of a shorter term of treatment, a higher percent of recovered animals and the absence of lethal effects. The results of protein metabolism studies showed that in the case of catarrhal bronchopneumonia of dogs the decrease in the content of albumins and albumin-globulin coefficient and the increase in the content of globulins was observed. There is also a slight variation of total protein within the normal range. During the treatment there is a normalization of these indicators, and most clearly it is visible in the animals of the experimental group.*

*Thus, it is clear that the use of complex antihomotoxyc therapy is more effective and more expediently than traditional therapy.*

**Key words:** *antihomotoxyc therapy, catarrhal bronchopneumonia, lymphotropic injection, traumel, phosphor-homaccord, clinical study, protein, albumins, globulins, albumin-globulin coefficient*

Грицай Ю. В.

УДК 631.361.8

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ БУНКЕРА ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ПОДРІБНЮВАЧА

Ю. В. ГРИЦАЙ, аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**E-mail: yurahrytsay@yahoo.com.ua*

**Анотація.** Шнекові транспортери широко застосовуються в аграрній сфері виробництва для переміщення, змішування, дозування продуктів тощо. Удосконалення існуючих конструкцій шнекових транспортерів і обґрунтування їх раціональних параметрів і режимів роботи дозволяє розширити функціональні можливості технологічних операцій і підвищити продуктивність роботи механізмів загалом. На основі аналізу існуючих гвинтових механізмів запропоновано шнековий транспортер-подрібнювач коренеплодів з комбінованим робочим органом. Він виконаний у вигляді шнекового конвеєра, який встановлено в напрямній трубі, яка має

завантажувальний бункер. На внутрішній стороні витків шнека закріплено ножі-подрібнювачі. Наведено результати аналітичних досліджень технологічного процесу переміщення коренеплодів в об'ємному просторі бункера. Розроблено математичну модель функціонального процесу роботи бункера залежно від вхідних і вихідних потоків коренеплодів. Результати досліджень є подальшим кроком з розробки методики обґрунтування параметрів шнекових механізмів.

**Ключові слова:** коренеплоди, завантажувальна горловина, запас коренеплодів, вивантажувальна горловина, споживання запасу, маса коренеплодів.

**Актуальність.** Розробка високоефективних технологічних процесів одночасного подрібнення та переміщення, як одиночних кускових, так і сипучих продуктів аграрного виробництва вимагає інтегрованого наукового підходу до рішення технічної задачі підвищення технологічних показників роботи та розширення технологічних можливостей шнекових транспортерів-подрібнювачів [1, с. 199-201; 2, с. 6-7].

Поставлені завдання вирішуються на основі розробки методології та методики обґрунтування технологічного процесу та розрахунку технологічних показників і конструктивно-кінематичних параметрів і режимів роботи шнекових транспортерів.

Підвищення продуктивності шнекових механізмів і технологічних ліній будь-яких виробничих переробних комплексів загалом, у тому числі машин для переробки

Грицай Ю. В.

аграрної продукції, багато в чому залежить від пропускної здатності завантажувальних бункерів, які функціонують не тільки, як робочі органи для переміщення продукту, але й ті, які застосовуються у вигляді дозуючих пристроїв. При цьому вони комплектуються системами автоматизованого управління та диференційованого регулювання секундної подачі продуктів переробки у досить широкому діапазоні та їх рівномірного розподілу по площі випускного отвору бункера [3, с. 105-107; 4, с. 165, 168-169].

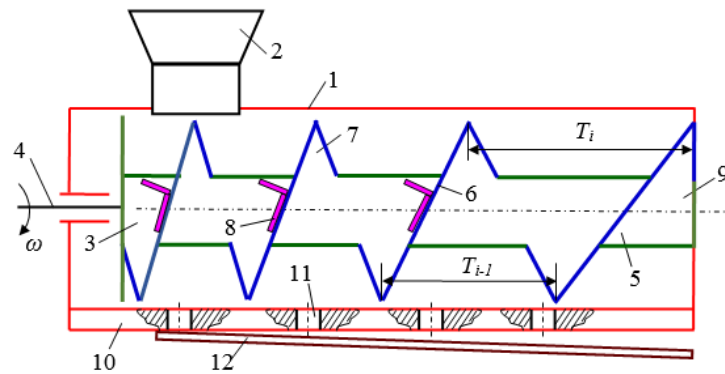
Тому дослідження технологічних процесів функціонування бункерів і обґрунтування їх раціональних параметрів є важливим науковим завданням.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питома вага шнекових транспортерів у вантажно-розвантажувальних операціях аграрних підприємств становить від 40 до 50 % [5, с. 59]. При цьому шнекові транспортери виконують різнопланові технологічні завдання: змішування, дроблення, дозування продуктів під час приготування та роздачі кормів; протруювання посівного матеріалу; переміщення продуктів рослинництва та тваринництва тощо [6, с. 35-38; 7, с. 121, 233-235; 8, с. 238].

На основі аналізу технологічних процесів функціонування шнекових транспортерів [9, с. 58; 10, с. 71; 11, с. 124; 12, с. 60] було встановлено, що питання одночасного подрібнення та переміщення коренеплодів гвинтовими механізмами в наукових працях розкрито в недостатньому обсязі. При цьому існують значні технологічні спроможності та наукові передумови для розробки шнекових транспортерів з комбінованим робочим органом, які можуть забезпечувати ефективне виконання суміжних функціональних операцій одночасного подрібнення та переміщення продуктів.

**Мета дослідження** – розширення технологічних можливостей шнекових транспортерів за рахунок одночасного подрібнення та переміщення коренеплодів шляхом розробки та обґрунтування параметрів робочих органів шнекового транспортера-подрібнювача.

**Матеріали і методи дослідження.** Для реалізації запропонованого удосконаленого технологічного процесу одночасного подрібнення та переміщення коренеплодів нами розроблено конструктивну схему шнекового транспортера-подрібнювача, рис. 1.



**Рис. 1. Конструктивна схема шнекового транспортера-подрібнювача:**  
**1 – пряма труба; 2 – бункер; 3 – шнековий конвеєр; 4 – приводний вал;**  
**5 – барабан; 6 – гвинтова лінія; 7 – спіральний виток; 8 – ніж-подрібнювач;**  
**9 – вивантажувальна частина; 10 – нижня частина; 11 – направляючий лоток; 12 – отвори**

Коренеплоди подаються в завантажувальний бункер 1, які в подальшому переміщуються в напрямну трубу 2 до шнекового конвеєра 3, або до пластинчатих ножів-подрібнювачів 8. Під час обертання приводного вала 4 та, відповідно, барабана 5 і пластинчатих ножів-подрібнювачів відбувається подрібнення коренеплодів та одночасне переміщення подрібнених частинок спіральними витками 7 в сторону вивантажувальної частини 8 прямої труби.

Наявність отворів 12 дозволяє переміщувати накопичену соковиту рідину за межі внутрішнього простору прямої труби, що значно знижує енергозатрати процесу транспортування подрібненого матеріалу шнековим транспортером.

У загальному випадку ефективність роботи будь-якого бункера залежить від узгодження його форми (конічна, пірамідальна,

циліндрична, комбінована), способу руху (гідравлічним, нормальним, змішаним) завантажених в нього продуктів, розмірно-масових параметрів і фізико-механічних властивостей продуктів з загальною конструкцією шнекового механізму або установки, а також від виробничої необхідності [13, с. 63-65].

Спосіб руху тіла в завантажувальному бункері залежить від фізико-механічних властивостей продукту, фрикційних властивостей стінок основної завантажувальної частини (горловини) та випускного отвору (горловини) днища бункера, а також від їх конструктивно-геометричної форми та параметрів.

На витратні характеристики бункерів переважаючий вплив має геометрична форма випускного отвору (вихідної горловини) днища та його розмірні параметри. Найчастіше нижня частина виробничих бункерів сипких матеріалів виконується в

Грицай Ю. В.

формі усічених конуса, піраміди, об'ємної трапеції. Це обумовлено тим, що в таких формах нижньої частини бункера забезпечується рівномірний розподілений вихід частинок тіла продукту по площі перетину випускного отвору бункера. Такий рух продукту знижує пульсуючий характер їх переміщення, який обумовлений наявністю динамічного звідного утворення в бункері дискретних частинок продукту [14].

Крім того, нижня частина таких бункерів повинна відповідати умовам гідравлічного закінчення сипучого тіла, тобто, умов, при яких наведений кут зовнішнього тертя сипучого тіла  $\varphi_m$  повинен бути менше кута нахилу стінки днища бункера  $\alpha_z$  до горизонтальної площині.

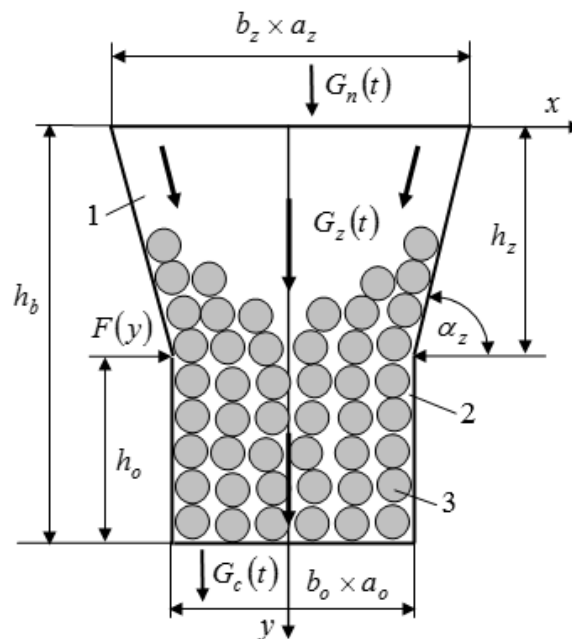
Дотримання зазначених вимог до конструкції бункера не означає, що такий бункер є бункером з раціональною пропускною здатністю. Для цього необхідно ще одна умова – умова раціональної форми, яка утворює нижню випускную горловину бункера.

Щілинні бункери знайшли широке застосування в машинах аграрного виробництва. Проте аналітичні питання з визначення форми поздовжнього перетину бункера, яка забезпечує необхідну пропускную здатність коренеплодів вирішені не в достатньому обсязі, а необхідність такого рішення

обумовлена відмінними від сипучого матеріалу характеристиками коренеплодів і дискретними процесами їх рівномірного виходу потоків з них.

При цьому, необхідність раціонального керування такими потоками, які мають доволі значні випадкові відхилення від середньої величини потоку коренеплодів, є досить актуальною задачею.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Для розробки математичної моделі функціонування завантажувального бункера 3 (рис. 2) шнекового транспортера-подрібнювача формалізуємо об'єкт дослідження наступним чином: основна (верхня) частина бункера, або завантажувальна горловина 1 (рис. 2) має форму усіченої прямокутної піраміди, висоту якої позначимо через  $h_z$ , при цьому верхня основа якої має розмірні параметри  $b_z \times a_z$ , а нижня основа –  $b_o \times a_o$ ; нижня частина, або вихідна горловина 2 має форму прямокутного паралелепіпеда, висоту якого позначимо через  $h_o$ ; коренеплоди під час переміщення в просторі бункера переважно займають положення, яке близьке до горизонтального – поздовжня вісь тіла коренеплоду паралельна, або близька до горизонту.



**Рис. 2. Схема до розрахунку параметрів завантажувального бункера:**

**1 – завантажувальна горловина; 2 – вихідна горловина; 3 – коренеплоди**

Позначимо кількість надходження коренеплодів у завантажувальну горловину та споживання із запасу, а сам запас бункера в відносному часі  $t$  через  $G_n(t)$ , кількість коренеплодів, які накопичено в бункері в проміжній стадії виробничого циклу, або запас коренеплодів – через  $G_z(t)$ , а кількість коренеплодів, які виходять з вихідної горловини, або споживання із запасу – через  $G_c(t)$ .

При цьому запас коренеплодів  $G_z(t)$  і утримуюча здатність цього запасу характеризують накопичення матеріалу під час виконання операції

$$\frac{dG_z(t)}{dt} = \sum G_z = G_n(t) - G_c(t) = \Delta G_z(t), \quad (1)$$

де  $\Delta G_z(t)$  – залишковий запас коренеплодів у проміжній стадії

кількість надходження коренеплодів у завантажувальну горловину та споживання із запасу, а сам запас бункера в відносному часі  $t$  через  $G_n(t)$ , кількість коренеплодів, які накопичено в бункері в проміжній стадії виробничого циклу, або запас коренеплодів – через  $G_z(t)$ , а кількість коренеплодів, які виходять з вихідної горловини, або споживання із запасу – через  $G_c(t)$ .

Тоді зростання запасу коренеплодів буде забезпечуватися за умови  $G_n(t) > G_c(t)$ , а зменшення запасу за умови  $G_n(t) < G_c(t)$ .

У цьому контексті, рівняння яке характеризує результуючий масовий розхід зміни запасу матеріалу матиме вигляд:

виробничого циклу.

Для подальшого аналізу

Грицай Ю. В.

виразимо існуючі уявні технологічні потоки через реальний продукт, або відповідний кількісний масовий потік коренеплодів, при цьому:

$$G_n(t) = K_{1G_n}(t)m_{k1} + K_{2G_n}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_n}(t)m_{ki} = \sum_{i=1}^n [K_{1G_n}(t)m_{k1} + K_{2G_n}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_n}(t)m_{ki}]; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

де  $K_{1G_n}, K_{2G_n}, \dots, K_{iG_n}$  – відповідно, кількість коренеплодів 1-ї, 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної масової фракції, які надходять в завантажувальну горловину бункера, шт;  $m_{k1}, m_{k2}, \dots, m_{ki}$  – відповідно, маса коренеплоду 1-ї, 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної фракції, які

$$G_z(t) = K_{1G_z}(t)m_{k1} + K_{2G_z}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_z}(t)m_{ki} = \sum_{i=1}^n [K_{1G_z}(t)m_{k1} + K_{2G_z}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_z}(t)m_{ki}]; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (3)$$

де  $K_{1G_z}, K_{2G_z}, \dots, K_{iG_z}$  – відповідно, кількість коренеплодів 1-ї, 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної масової фракції, які накопичено в бункері, шт.;

$$G_c(t) = K_{1G_c}(t)m_{k1} + K_{2G_c}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_c}(t)m_{ki} = \sum_{i=1}^n [K_{1G_c}(t)m_{k1} + K_{2G_c}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_c}(t)m_{ki}]; \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (4)$$

де  $K_{1G_c}, K_{2G_c}, \dots, K_{iG_c}$  – відповідно, кількість коренеплодів 1-ї, 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної масової фракції, які виходять з вихідної горловини

$G_n(t)$ , які надходять в завантажувальну горловину бункера в відносному часі  $t$  буде становити:

надходять в завантажувальну горловину бункера, кг;

$G_z(t)$  в відносному часі  $t$  буде становити:

$G_c(t)$  в відносному часі  $t$  буде становити:

бункера, шт.

Підставивши значення (2)-(4) в рівняння (1), отримаємо:

Грицай Ю. В.

$$\begin{aligned} & \frac{d \sum_{i=1}^n [K_{1G_z}(t)m_{k1} + K_{2G_z}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_z}(t)m_{ki}]}{dt} = \\ & = \frac{d \sum_{i=1}^n [K_{1G_n}(t)m_{k1} + K_{2G_n}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_n}(t)m_{ki}]}{dt} - \quad ; i = 1, 2, \dots, n, \quad (5) \\ & - \frac{d \sum_{i=1}^n [K_{1G_n}(t)m_{k1} + K_{2G_n}(t)m_{k2} + \dots + K_{iG_n}(t)m_{ki}]}{dt} = \Delta G_z(t) \end{aligned}$$

або

$$\frac{d \sum_{i=1}^n \left[ \begin{aligned} & [K_{1G_z}(t) - K_{1G_n}(t) + K_{1G_n}(t)]m_{k1} + [K_{2G_z}(t) - K_{2G_n}(t) + K_{2G_n}(t)]m_{k2} + \dots + \\ & + [K_{iG_z}(t) - K_{iG_n}(t) + K_{iG_n}(t)]m_{ki} \end{aligned} \right]}{dt} = \Delta G_z(t). \quad (6)$$

Якщо форму коренеплодів коренеплодів, тоді можна записати, прийняти кінчною, яка відповідає що формі більшості крупних

$$m_{k1} = V_{k1} \gamma_k = \frac{\pi D_{k1}^2 L_{k1} \gamma_k}{12} = \frac{\pi D_{k1}^3 \gamma_k}{24 t g(0,5 \alpha_{k1})}, \quad (7)$$

де  $V_{k1}$  – об'єм коренеплодів 1-ї фракції, м;  $\alpha_{k1}$  – кут конуса росту розмірної масової фракції, м<sup>3</sup>;  $\gamma_k$  – коренеплодів 1-ї розмірної масової фракції, град.

Відповідно, маса коренеплодів 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної фракції дорівнює:

$$m_{k2} = \frac{\pi D_{k2}^3 \gamma_k}{24 t g(0,5 \alpha_{k2})}; \quad m_{ki} = \frac{\pi D_{ki}^3 \gamma_k}{24 t g(0,5 \alpha_{ki})}, \quad (8)$$

де  $D_{k2}, \dots, D_{ki}$  – діаметр розмірної масової фракції, град.

Тоді згідно з (7), (8) залежність (6) приймає вигляд

коренеплодів 2-ї, ...,  $i$ -ї розмірної масової фракції, м;  $\alpha_{ki}$  – кут конуса росту коренеплодів 2-ї, ...,  $i$ -ї

$$d \sum_{i=1}^n \frac{\pi \gamma_k}{24} \left\{ \begin{aligned} & \left[ K_{1G_z}(t) - K_{1G_n}(t) + K_{1G_n}(t) \right] \frac{D_{k1}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k1})} + \\ & + \left[ K_{2G_z}(t) - K_{2G_n}(t) + K_{2G_n}(t) \right] \frac{\pi D_{k2}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k1})} + \dots + \\ & + \left[ K_{iG_z}(t) - K_{iG_n}(t) + K_{iG_n}(t) \right] \frac{D_{ki}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{ki})} + \end{aligned} \right\} = \Delta G_z(t) dt. \quad (9)$$

Розмірно-масовий фракційний сорту та виду коренеплодів – цукрові, склад коренеплодів, як правило, кормові коренеплоди, коренеплоди поділяється на три основні групи: цикорію. дрібні коренеплоди; середні коренеплоди. Тоді залежність (9) набуде вигляду: коренеплоди; крупні коренеплоди. кінцевого вигляду: При цьому їх діаметр залежить від

$$d \sum_{i=1}^3 \frac{\pi \gamma_k}{24} \left\{ \begin{aligned} & \left[ K_{1G_z}(t) - K_{1G_n}(t) + K_{1G_n}(t) \right] \frac{D_{k1}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k1})} + \\ & + \left[ K_{2G_z}(t) - K_{2G_n}(t) + K_{2G_n}(t) \right] \frac{\pi D_{k2}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k1})} + \\ & + \left[ K_{3G_z}(t) - K_{3G_n}(t) + K_{3G_n}(t) \right] \frac{D_{k3}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k3})} + \end{aligned} \right\} = \Delta G_z(t) dt. \quad (10)$$

Залежність між текучим запасом матеріалу отримаємо згідно з  $\Delta G_z(t)$  (залишковим запасом рівнянням (1) шляхом його коренеплодів у проміжній стадії інтегрування. При цьому виробничого циклу) та результуючим масовим розходом зміни запасу

$$G_z(t) = \int [G_n(t) - G_c(t)] dt = \int \Delta G_z dt. \quad (11)$$

Із врахуванням (2)-(4) вигляду: інтегральний вираз (11) набуде

$$\begin{aligned} \int \Delta G_z dt &= \int \left[ \sum_{i=1}^3 [K_{1G_n}(t)m_{k1} + K_{2G_n}(t)m_{k2} + K_{3G_n}(t)m_{k3}] - \right. \\ & \left. - \sum_{i=1}^n [K_{1G_c}(t)m_{k1} + K_{2G_c}(t)m_{k2} + K_{3G_c}(t)m_{k3}] \right] dt = \\ &= \int \left[ \sum_{i=1}^3 \{ [K_{1G_n}(t) - K_{1G_c}(t)]m_{k1} + [K_{2G_n}(t) - K_{2G_c}(t)]m_{k2} + [K_{3G_n} - K_{3G_c}(t)]m_{k3} \} \right] dt \end{aligned} \quad (12)$$

Підставивши з (7), (8) значення відповідно, 1-ї, 2-ї та 3-ї розмірної маси коренеплоду  $m_{k1}, m_{k2}, m_{k3}$ , фракції, які надходять в

Грицай Ю. В.

завантажувальну горловину бункера в інтегральний вираз (12), отримаємо:

$$\int \Delta G_z dt = \int \left[ \sum_{k=1}^3 \frac{\pi \gamma_k}{24} \left\{ \left[ K_{1G_n}(t) - K_{1G_c}(t) \right] \frac{D_{k1}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k1})} + \left[ K_{2G_n}(t) - K_{2G_c}(t) \right] \frac{D_{k2}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k2})} + \left[ K_{3G_n}(t) - K_{3G_c}(t) \right] \frac{D_{k3}^3}{\operatorname{tg}(0,5\alpha_{k3})} \right\} \right] dt. \quad (13)$$

Отримана залежність (13) є математичною моделлю, яку записано в загальному інтегральному вигляді та яка характеризує процес функціонування завантажувального бункера шнекового транспортера-подрібнювача в відносному часі  $t$ , або зміну між текучим залишковим запасом коренеплодів і результуючим масовим розходом зміни запасу матеріалу залежно від кількісного розмірно-масового фракційного складу коренеплодів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Розроблена

аналітична детермінована модель описує взаємозалежність зміни вхідних і вихідних потоків коренеплодів, які переміщуються в завантажувальній і вихідній горловині бункера шнекового транспортера-подрібнювача.

Подальший розв'язок інтегрального виразу та його аналіз можуть бути використані для обґрунтування технологічного процесу роботи шнекового транспортера-подрібнювача загалом, а також параметрів і режимів роботи гвинтових транспортних механізмів.

### Список використаних джерел

1. Рогатинський Р. Модель конструювання і вибору гвинтових конвеєрів з розширеними технологічними можливостями [текст] / Р. Рогатинський, І. Гевко // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 3 (67). – С. 197–210.
2. Гевко Ів.Б. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів : автореферат дис. ... докт. техн. наук: 05.05.11 / Ів.Б. Гевко. – Львів, 2013. – 40 с.
3. Nevko R.V. Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor screw mechanism operation [text] / R.V. Nevko, V.O. Dzyura, R.M. Romanovsky

// INMATEN. Agricultural engineering. – 2014. – Vol. 44. – No.3. – P. 103–110.

4. Гевко І. Б. Гвинтові транспортно-технологічні механізми: розрахунок і конструювання [текст] / І.Б. Гевко. – Тернопіль : ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 307 с.

5. Pankiv V.R. Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor [text] / V.R. Pankiv, O.A. Tokarchuk // INMATEN. Agricultural engineering. – 2017. – Vol. 51. – No.1/2017. – P. 59–68.

6. Белянчиков М.М. Механізація тваринництва [текст] / М.М. Белянчиков, А.І. Смирнов. – К. : Вища шк., 1980. – 375 с.

Грицай Ю. В.

7. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва [текст] / [Г.М. Калетнік, М.Ф. Кулик, В.Ф. Петриченко та ін.] ; під ред. Г.М. Калетніка, М.Ф. Кулика. В.Ф. Петриченка, В.Д. Хорішка. – Вінниця : Енозіс, 2007. – 584 с.

8. Гевко І. Синтез змішувачів з гвинтовими робочими органами [текст] / І. Гевко, Р. Рогатинський, А. Дячун // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2012. – № 16. – С. 237–246.

9. Hevko R.B. The investigation of the process of a screw conveyer safety device actuation [text] / R.B. Hevko, O.M. Klendiy // INMATEH. Agricultural engineering. – 2014. – Vol. 42. – No.1. – P. 55–60.

10. Pankiv Vitalii. Throughput capability of the combined screw chopper conveyor [text] / Vitalii Pankiv // Вісник ТНТУ. – 2017. – № 1 (85). – С. 69–79.

11. Рогатинський Р. Оптимізація параметрів гвинтових транспортно-технологічних систем [текст] / Р. Рогатинський, І. Гевко, Л. Рогатинська // Вісник ТНТУ. – 2013. – № 1 (69). – С. 123–230.

12. Pankiv V.R., Tokarchuk O.A. Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor [text] / V.R. Pankiv, O.A. Tokarchuk // INMATEH–Agricultural engineering. National Institute of research development for machines and installations designed to Agriculture and food industry. Inma Bucharest. – 2017. – Vol. 51. – No. 1/2017. – Pg. 59–68.

13. Гячев П.В. Основы теории бункеров [текст]. – Новосибирск: Изд-

во Новосибирского университета, 1992. – 309 с.

14. Скудина А.А. О щелевом бункере максимального расхода зернового материала [текст] / А.А. Скудина, В.А. Богомягких : [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015. – Т. 7. – № 5. URL : <http://naukovedenie.ru>

### References

1. Rohatynskiy R., Hevko I. (2012). Model konstruiuvannya i vyboru hvyntovykh konveieriv z rozshyrenymy tekhnologichnymy mozhlyvostiamy [Model of design and selection of screw conveyors with advanced technological capabilities]. Visnyk TNTU, 3 (67), 197–210.

2. Hevko Iv.B. (2013). Naukovo-prykladni osnovy stvorennia hvyntovykh transportno-tekhnologichnykh mekhanizmiv [Scientific and Applied Fundamentals for the Creation of Screw Transport and Technological Mechanisms]: avtoreferat dys....dokt. tekhn. nauk: 05.05.11. Lviv, 40.

3. Hevko R.B., Dzyura V.O., Romanovsky R.M. (2014). Mathematical model of the pneumatic-screw conveyor screw mechanism operation. INMATEH. Agricultural engineering, 44, 3, 103–110.

4. Hevko I. B. (2008). Hvyntovi transportno-tekhnologichni mekhanizmy: rozrakhunok i konstruiuvannya [Screw transport and technological mechanisms: calculation and construction]. Ternopil : TDTU imeni Ivana Puliuia, 307.

5. Pankiv V.R., Tokarchuk O.A. (2017). Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor. INMATEH. Agricultural engineering, 51, 1/2017, 59–68.

6. Belianchykov M.M., Smyrnov

Грицай Ю. В.

A.I. (1980). Mekhanizatsiia tvarynnytstva [Mechanization of livestock]. K. : Vyshcha shk., 1980, 375.

7. Kaletnik H.M., Kulyk M.F., Petrychenko V.F., Khorishka V.D. Osnovy perspektyvnykh tekhnolohii vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva [Basis of advanced technologies of livestock production] ; pid red. H.M. Kaletnika, M.F. Kulyka. V.F. Petrychenka. Vinnytsia : Enozis, 2007, 584.

8. Hevko I., Liubachivskiy R., Diachun A. (2012). Syntez zmishuvachiv z hvyntovymy robochymy orhanamy [Synthesis of faucets with screw working organs]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahroinzhenerni doslidzhennia, 16, 237–246.

9. Hevko R.B., Klendiy O.M. (2014). The investigation of the process of a screw conveyer safety device actuation. INMATEH. Agricultural engineering, 42, 1, 55–60.

10. Pankiv Vitalii (2017). Throughput capability of the combined screw chopper conveyor. Вісник ТНТУ, 1 (85), 69–79.

11. Rohatynskiy R., Hevko I., Rohatynska L. (2013). Optymizatsiia parametriv hvyntovykh transportno-tekhnolohichnykh system [Optimization of the parameters of screw transport and technological systems]. Visnyk TNTU, 1 (69), 123–230.

12. Pankiv V.R., Tokarchuk O.A. (2017) Investigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor. INMATEH–Agricultural engineering. National Institute of research development for machines and installations designed to Agriculture and food industry, Inma Bucharest, 2017, 51, 1/2017, 59–68.

13. Hiachev P.V. (1992). Osnovy teoryi bunkerov [Bases of the theory of bunkers]. Novosybyrsk: Yzd-vo Novosybyrskoho unyversyteta, 1992, 309.

14. Skudyna A.A., Bohomiahkykh V.A. O shchelevom bunkere maksymalnoho raskhoda zernovoho materyala [About the slotted hopper for maximum consumption of grain material] : [Elektronnyi resurs]. Ynternet-zhurnal «NAUKOVEDENYE», 2015, 7, 5. URL : <http://naukovedenie.ru>

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БУНКЕРА ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА-ДРОБИТЕЛЯ Ю. В. Грицай

*Аннотация.* Шнековые транспортеры широко применяются в аграрной сфере производства для перемещения, смешивания, дозирования продуктов и тому подобное. Совершенствование существующих конструкций шнековых транспортеров и обоснование их рациональных

*параметров и режимов работы позволяет расширить функциональные возможности технологических операций и повысить производительность работы механизмов в целом. На основе анализа существующих винтовых механизмов предложено шнековый транспортер-измельчитель корнеплодов с комбинированным рабочим органом. Он выполнен в виде шнекового конвейера, установленного в направляющей трубе, которая*

Грицай Ю. В.

имеет загрузочный бункер. На внутренней стороне витков шнека закреплены ножи-измельчители. Приведены результаты аналитических исследований процесса перемещения корнеплодов в объемном пространстве бункера. Разработана математическая модель функционального процесса работы бункера в зависимости от входных и выходных потоков корнеплодов. Результаты исследований является дальнейшим шагом в разработке методики обоснования параметров шнековых механизмов.

**Ключевые слова:** корнеплоды, загрузочная горловина, высокая корнеплодов, выгрузочным горловина, потребление запаса, масса корнеплодов

## MATHEMATICAL MODEL OF THE FUNCTIONING OF THE SCREW TRANSPORTER-CRUSHER

Yu. V. Gritsai

**Abstract.** Screw conveyors are widely used in the agrarian sphere of production for moving, mixing, dosing products and the like. Improvement of existing screw conveyor designs and justification of their rational parameters and operating modes allows to expand the functional capabilities of technological operations and increase the productivity of mechanisms in general. Based on the analysis of existing screw mechanisms, a screw conveyor-chopper of root crops with a combined working organ was proposed. It is made in the form of a screw conveyor, installed in a guide pipe, which has a feed hopper. On the inner side of the screw auger knives are fixed.

*Results of analytical researches of technological process of moving of root crops in volume space of the bunker are resulted. A mathematical model of the functional process of the bunker operation is developed depending on the input and output streams of root crops. The results of the research are a further step in developing a methodology for justifying the parameters of the screw mechanisms.*

**Keywords:** root crops, feeding throat, high root crops, unloading throat, consumption of stock, weight of root crops

**BASIC APPROACHES OF DEVELOPMENT OF DATA CENTER  
PROTECTION SYSTEMS****A. V. KROPACHEV***Bell Integrator USA Automation Solution Department Manager USA, Colorado***D. O. ZUEV***Independent Consultant Lead Arcitect, Network and Cloud USA, Colorado**E-mail: [root@dzuev.pro](mailto:root@dzuev.pro), [artem.kropachev@gmail.com](mailto:artem.kropachev@gmail.com)*

**Abstract.** *Data Center cyber-protection methods based on host-based intrusion prevention systems and network based intrusion prevention systems were considered. Basic algorithm of intrusion prevention system functioning and operational readiness evaluation which includes objects of analysis, procedures and evaluation indicators was discussed. It was shown that procedures to be done by Data Center cyber-protection system are identification of the event, signatures database management and denial management. Evaluation of intrusion prevention system efficiency was proved to be based on errors' numbers and scalability. Thereby it should include accuracy, robustness, performance and scalability parameters. Main prevention systems which show model of detection systems interaction with monitored environment events were discussed. Specifically detection strategy based classification which includes cyber-attack signatures analysis, anomalies analysis, hybrid strategy, detection system behavior based classification which includes active behavior, passive behavior, monitored environment based classification which includes local network, global network, hybrid environment, detection system architecture based classification which includes centralized architecture, distributed architecture, hierarchical architecture, detection system performance based classification which includes real time analysis, offline analysis were analyzed. It was mentioned that anomaly-based systems development has to be supervised by operators and adapted to the parameters of the Data Center network. They were divided to three groups: statistical modeling, knowledge based modeling and modeling based on machine learning techniques. It was mentioned that cyber-threats could be modeled as process of transmission of data in hidden channel that change state of some functional node of Data Center. Unified mathematical model of intrusion detection system work which includes states of the infrastructure functional nodes, events involved in a system and transition between the states caused by those events was proposed.*

**Keywords:** *Data Center, intrusion prevention system, robustness, hybrid environment, anomaly-based system, machine learning, mathematical model.*

**Introduction.** Strategy for Data Center protection is based on system of perimeter security that incorporates different intrusion prevention systems (IPS): Data Center's security policies as a basis for firewalls and access lists

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

(ACLs), host-based intrusion detection system (HIDS) and network-based intrusion detection system (NIDS). Development of NIDS which deals with deal with large class of external attacks is crucial and most complicated stage of perimeter security implementation

Basic algorithm of IPS functioning and operational readiness evaluation is shown at Fig. 1. It consists from objects of analysis, procedures and evaluation indicators. IPS works with a global network's data which should be sorted out for legitimate data, attempts of unauthorized access, malware and cyber-attacks (CA) signatures. Thereby, procedures to be done are:

- identification of the event;
- signatures database management;
- denial management.

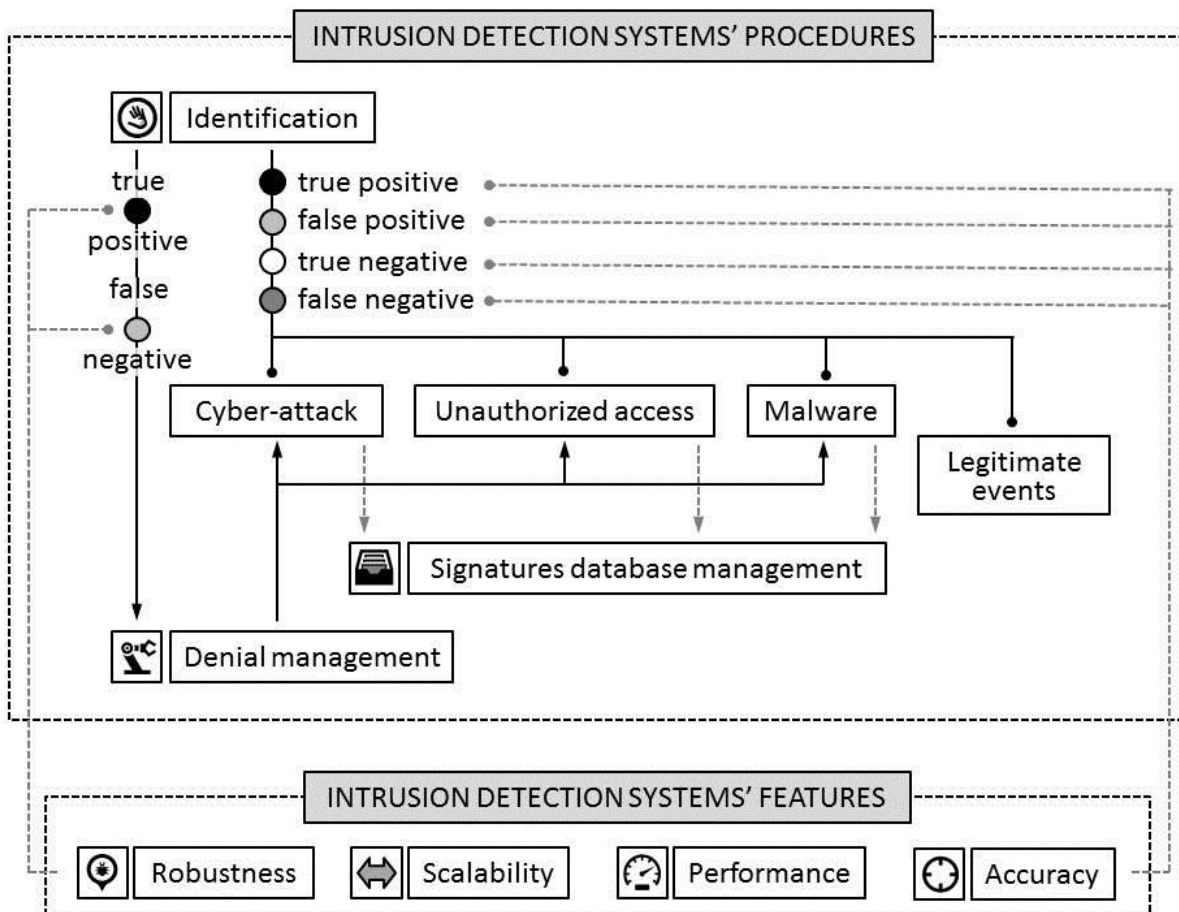
Identification procedure recognize event and send to the database CA signatures, malicious applications code samples, system vulnerabilities and critical elements of its topology. Denial management procedure analyzes correlation results and forms alerts or allows execution of the program code. Mathematical model of illegal event identification procedure implementation implies receiving of further results set:

true positives (TP) intrusion attempts, true negatives (TN) which corresponds to legitimate code, false positives (FP) for legitimate events incorrectly classified as attacks, false negatives (FN) for intrusion event that is not recognized.

Evaluation of IPS efficiency is based on TP, TN, FP, FN quantities, flexibility of the system and hardware-software complex resources. Thereby following prevention systems' features should be considered [1-5]:

- accuracy;
- robustness;
- performance;
- scalability.

IPS accuracy parameter is based on quantification of TP/TN and FP/FN ratios; robustness measures fault tolerance (FP value) to evaluate impact of the most common mistakes and develop fault tolerant IPS; performance determines ability to process data in real time which depends on the detection strategy; while scalability shows IPS ability for scaling adaption to new monitoring platform which is very important for modern Data Centers' infrastructures which tend to evolve more rapidly.



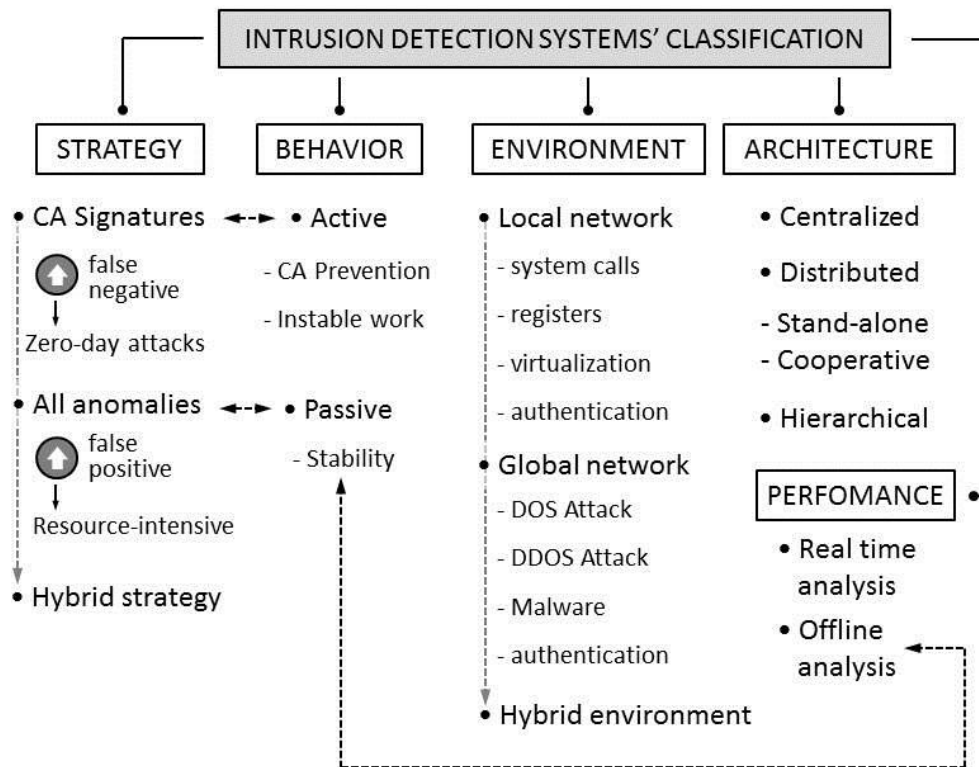
**Fig. 1. Basic algorithm of intrusion prevention systems functioning and analysis**

## 1. Classifications of intrusion detection systems

IPS development methodology includes classifications which show model of detection systems interaction with monitor environment events. There are five basic classifications [5-10] that should be discussed (Fig. 2):

- detection strategy: CA Signatures analysis, anomalies analysis, hybrid strategy;
- detection system behavior: active behavior, passive behavior;

- monitored environment: local network, global network, hybrid environment;
- detection system architecture: centralized architecture, distributed architecture, hierarchical architecture;
- detection system performance: real time analysis, offline analysis.



**Fig. 2. Correlation between intrusion detection systems' classifications**

Detection strategy depends on kind of data patterns that IPS is to identify. Originally detection systems were constructed to search for known CA signatures but nowadays due to progress of intrusion techniques it was proposed to detect and analyze all anomalies of data. Signature-based strategy is efficient against known threats but is not able to detect signatures with unknown threats, while anomaly-based strategy generate a lot of FP results, reduces IPS performance and tends to be resource-intensive. Therefore hybrid detection strategies were proposed which includes signature-based alert system block that works in real time mode and anomaly-based block for data anomalies' analysis.

The IPS behavior is determined by its allowed reaction time on the detected sample that is supposed to be cyber-

threat signature. IPS which automatically provides denial management and implement countermeasures refers to active behavior system while IPS which only alerts supervisor — to passive one. Passive IPS typically has a slow react on intrusion but not so resource-intensive as active IPS and it ensure table work of Data Center infrastructure.

Monitored environment classification usually divides detection systems' models into two categories:

- network-based intrusion detection system (NIDS);
- host-based intrusion detection system (HIDS).

NIDSs are used for global network environment monitoring and HIDSs are for local environment. Moreover, there are hybrid models that combine advantages of NID and HIDS and could

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

be used for IPS with distributed architecture.

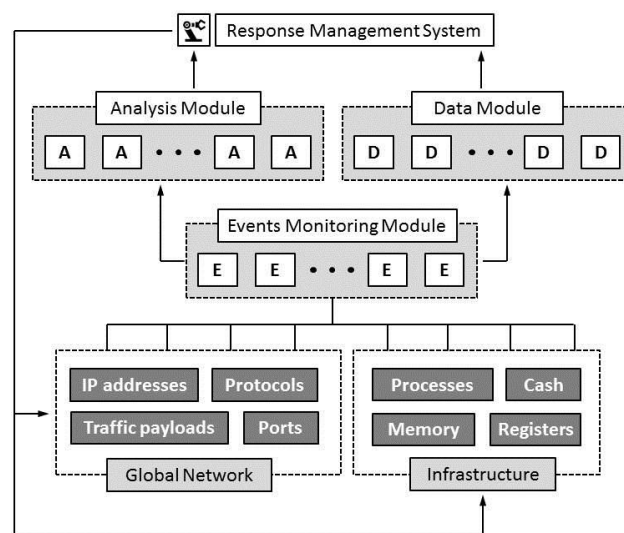
The IPS architecture has to be chosen up to type of monitored environment system. There are three types of architecture: centralized, distributed and hierarchical. The IPS with centralized architecture has to be composed from a single node, while the IPS with distributed architecture has to be composed of various nodes spread at Data Center infrastructure monitored environment, so its development is more complicated because it is necessary to organize communication protocols between the different components of the detection system.

Detection system performance parameter indicates patterns analysis rate. It's obvious that data processing can be performed in real time or in offline mode. Real time detection responds to the

cyber-threats before they cause major damage but to improve accuracy parameter it's necessary to combine this block with block of online analysis which will work with wider variety of threats and effective against zero-day CA.

## 2. Architectures of intrusion detection systems

The basic scheme of the intrusion detection framework architecture is shown at Fig. 3. It should be noticed that due to virtualization of modern Data Center platforms functional node of the scheme must not be considered as physical elements [11].



**Fig. 3. Basic scheme of the intrusion detection framework architecture**

The scheme includes further functional nodes (Fig. 4):

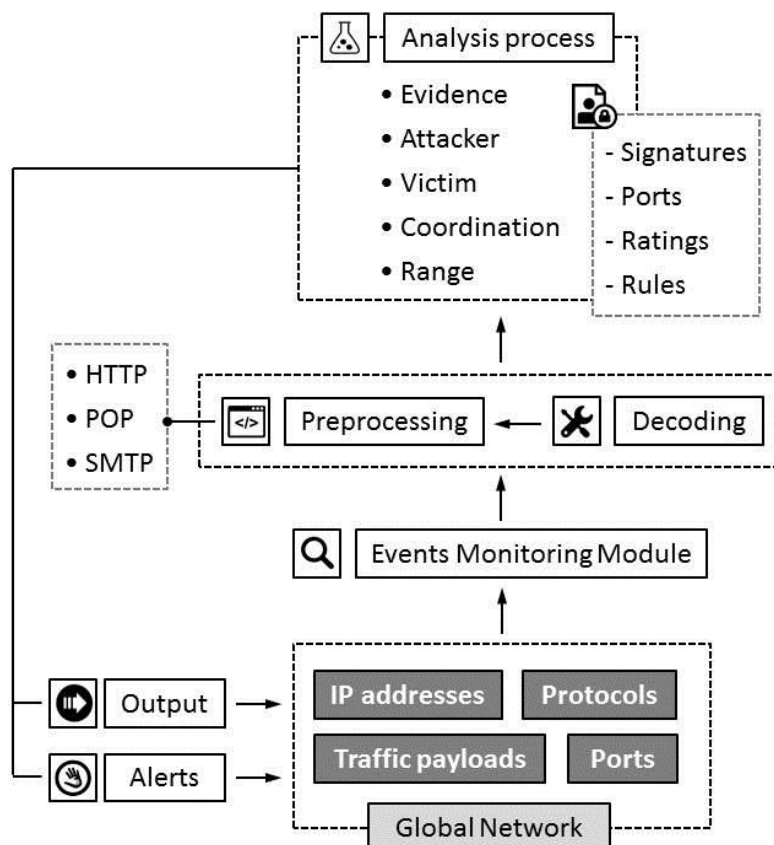
- Monitored environment: global network and Data Center infrastructure;

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

- Events monitoring module: E-blocks;
- Analysis module: A-blocks;
- Data module: D-blocks;
- Response management system.

As it was mentioned before, monitored environment includes global network where IP-addresses, ports, network protocols, and traffic payloads are to analyze and Data Center infrastructure local events where shared data storage, RAM, cache-memory

addresses and registers are to analyze. Blocks of events monitoring module extract and collect information from the monitored environment. Analysis blocks are used for processing of collected data and detect potential cyber-threats, while data blocks assist them by storing obtained CA signatures. Response management system finally compares analysis module data with data module database and forms preventive measures interacting with monitored environment.



**Fig. 4. Unified scheme of the intrusion detection hierarchical architecture**

Modern IPS development is usually based on hierarchical architecture models. Hierarchical architecture should be considered as extension of distributed architectures which functions on cooperative mode [12] and hereby detection system is

organized as set of nodes which interacts and share data. Each level of the architecture performs the pre-processing of the alerts and intensify analysis of the event. Growth of processing levels number increases accuracy and scalability of the system

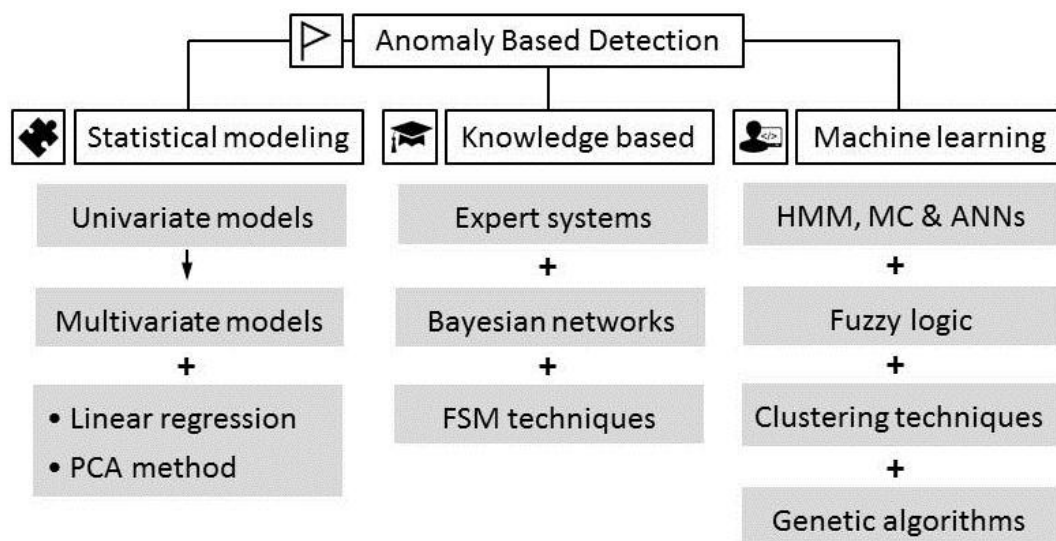
but also makes it resource-intensive. Common hierarchical architecture model includes preprocessing modules which analyze the network traffic, prepare patterns of data, detect CA signatures, protect network protocols and form final alerts (Fig. 4).

### 3. Hybrid intrusion detection strategy

Selection of detection strategy is a key issue of IPS development methodology. It was mentioned that CA signature based detection is trivial task of hybrid detection strategy approaches, so it's more important to develop anomaly-based block which deals with the unknown cyber-threats.

Anomaly-based systems (ABS) development has to be supervised by operators and adapted to the parameters of the Data Center network while otherwise it would generate high rates of FP errors. Unlike signature based detection ABS is often considered as a black box and couldn't be classified precisely [2, 15]. Most common classification includes further groups (Fig. 5):

- statistical modeling;
- knowledge based modeling;
- modeling based on machine learning techniques.



**Fig. 5. Anomaly based detection systems' classification**

Statistical modeling implies statistical analysis of monitored environment events and building stochastic model of legitimate processes and intrusion algorithms behavior for determination of cyber-threat

probability. Basic statistical model univariate model was based on independent Gaussian random variables. Multivariate models are more preferable for IPS. They could use various metrics

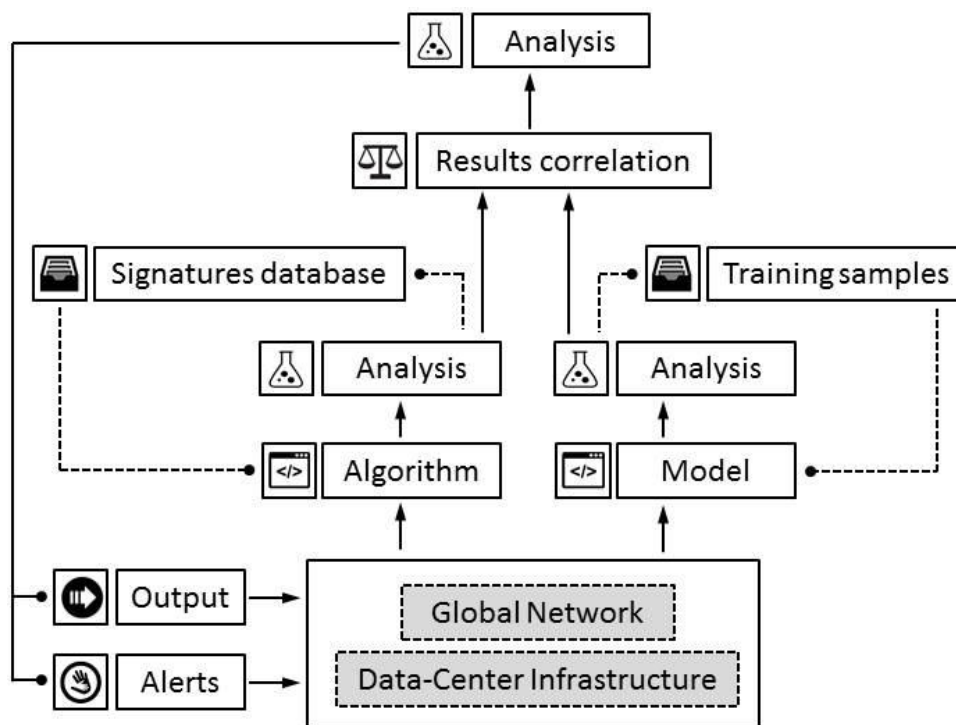
Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

and thus proved to be more scalable, adaptive and accurate.

Knowledge based modeling ABSs include expert system training stage which implies that cyber-threat detection rules should be formed directly after identification of most representative parameters of legitimate and malicious patterns database. Thereby knowledge based modeling must imply distinction between the training and modeling stages.

Most common models based on machine learning techniques are artificial neural networks (ANN)

models and their predecessor, such as Hidden Markov model (HMM) or Markov chains (MC). But nowadays it was also shown that fuzzy logic application could be highly efficient and to detect the cyber threats was built methodology that interprets network traffic as fuzzy variables. Clustering techniques, in other hand, use mechanism that considers traffic samples which does not fit any of clusters as abnormal. Genetic algorithms imply support function of forming classification rules and determination model parameters.



**Fig. 6. Scheme of hybrid intrusion detection system**

Fig. 6 shows work of combined platforms which includes ABS and signature-based detection system. It takes advantages of both system and results of detection are usually better

than the results obtained by applying the strategies separately.

#### **4. Mathematical model of intrusion detection system work**

The analysis of intrusion algorithms has shown that most of

cyber-threats could be modeled as process of transmission of data in hidden channel that change state of some functional node of Data Center, such as CPU load or cache-memory registers. Thus detection system should record and analyze all changes in the system state even if the indications do not go beyond the limits defined by the Data Center security policies [1-3, 15].

Unified mathematical model of intrusion detection system work includes states of the infrastructure functional nodes, events involved in a system and transition between the states caused by those events. For binary states of one functional node  $\{q_0, q_1\}$  which potentially could be used as hidden channel for illegal transmission of data we can define further set of parameters:

- $Q = \{q, q_0, q_1, q_E\}$  is a states set which includes all functional node properties
- $q \in Q$  is an initial state
- $q_E$  is an error state (value cannot be determined);
- $\sigma = \{0, 1, e\}$  is a transition functions set which simulates triggering process ( $q \rightarrow q_0, q \rightarrow q_1, q \rightarrow q_E$ , etc.);
- $\delta: Q \times \sigma \rightarrow Q$  is a set of transition functions.

If functional node has open access it could be triggered by signal of certain intensity or length value interval  $\Delta I$ . Data is encoded in binary form so we

could define  $\Delta I_0$  interval of signal as one which trigger node state to  $q_0$  and  $\Delta I_1$  interval of signal as one which trigger state to  $q_1$ :

$$\begin{cases} I_a \leq \Delta I_0 \leq I_b \\ I_c \leq \Delta I_1 \leq I_d \end{cases}, \quad (1)$$

At the beginning of the cycle the state of node is  $q$ . If transition function  $\sigma$  is "0" ( $\Delta I_0$  interval of the signal) then state  $q$  will be changed to  $q_0$ , which should be expressed as  $q \rightarrow q_0$ . If transition function  $\sigma$  is "1" ( $\Delta I_1$  interval of the signal) then state  $q$  will be changed to  $q_1$ , which should be expressed as  $q \rightarrow q_1$ . If the interval is outside of  $\Delta I_0$  and  $\Delta I_1$  values the state  $q$  will be changed to  $q_E$ . This  $q \rightarrow q_E$  transition demonstrates an error of an algorithm processing which should be determined and corrected. Error correction uses algorithm  $A_C$  which determines algorithm  $A_P$  that is based on the probability which was previously determined by HMM or MC mechanisms.

Thus, the function of switching the state of the node with open access by performing a transition function can be represented as state transition matrix (Table 1). The transition  $\sigma$  forms first row of the matrix, and the set  $Q = \{q, q_0, q_1, q_E\}$  forms first column. Thus, the elements of the matrix are determined by the triggering of the

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

states which correspond to the transitions. The last line of the matrix of

the transition consists algorithms  $A_C$  and  $A_P$  which deal with error state  $q_E$ .

### 1. State transition matrix $\delta: Q \times \sigma \rightarrow Q$ .

$\sigma$	0	1	e
$q$	$q_0$	$q_1$	$q_E$
$q_0$	$q_0$	$q_1$	$q_E$
$q_1$	$q_0$	$q_1$	$q_E$
$q_E$	$A_C, A_P$	$A_C, A_P$	$A_C, A_P$

The set of finite states is  $F = \{q_0, q_1\}$  which is highlighted with gray color. In the case nonbinary sequence encoding, the number of states and matrix will significantly increase, but the main principle of hidden channels detection will remain

### Conclusions

Intrusion prevention systems development progresses up to modern information technologies megatrends.

### References

1. Yeung, D.Y., Ding, Y.: Host-Based Intrusion Detection using Dynamic and Static Behavioral Models. *Pattern Recognition* 36/1 (2003) 229–243.
2. Undercoffer, Jeffrey L. Intrusion detection: modeling system state to detect and classify anomalous behaviors. 2004.
3. Lee, W., Miller, M., Stolfo, S.J., Fan, W.: Toward Cost-Sensitive Modeling for Intrusion Detection and Response. *Journal of Computer Security* 10 (August 2002) 5–22.
4. Cheng, T.H., Lin, Y.D.: Evasion Techniques: Sneaking through

This evolution involves the adoption of new strategies, experience of functioning in scalable environments, organizing of hierarchical architecture and improving of detection system performance. Obtained practical results of Data Center perimeter security development demonstrate necessity of compiling intrusion prevention systems which should be based on mathematical model of detection algorithm processing.

Your Intrusion Detection/Prevention Systems. *IEEE Communications Surveys Tutorials* 14/4 (2012) 1011–1020.

5. Kumar, M.: Encrypted Traffic and IPsec Challenges for Intrusion Detection System. In: *Proceedings of the International Conference on Advances in Computing*. (August 2012) 721–727.

6. Thonnard, O., Bilge, L., O’Gorman, G.: Industrial Espionage and Targeted Attacks: Understanding the Characteristics of an Escalating Threat. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Research in Attacks, Intrusions, and Defenses*, Berlin,

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

Heidelberg, Springer-Verlag (2012) 64–85.

7. Wang, L., Jajodia, S., Singhal, A. K-zero Day Safety: Measuring the Security Risk of Networks Against Unknown Attacks. In: Proceedings of the 15th European Conference on Research in Computer Security, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag (2010) 573–587.

8. Salah, S., Maciá-Fernández, G., Díaz-Verdejo, J.E.: A Model-Based Survey of Alert Correlation Techniques. Computer Networks 57/5 (2013) 1289–1317.

9. Elshoush, H.T., Osman, I.M.: Alert Correlation in Collaborative Intelligent Intrusion Detection Systems—A Survey. Applied Soft Computing 11/7 (2011) 4349–4365.

10. Nehinbe, J.: Log Analyzer for Network Forensics and Incident Reporting. In: Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation. (2010) 356–361.

11. Standard, I.: Information technology - Security Techniques - Selection, Deployment and Operations of

Intrusion Detection Systems. Technical Report ISO/IEC, ISO/IEC (June 2006).

12. Gu, G., Porras, P., Yegneswaran, V., Fong, M., Lee, W.: BotHunter: Detecting Malware Infection Through IDS-driven Dialog Correlation. In: Proceedings of the 16th USENIX Security Symposium, Berkeley, CA, USA, USENIX Association (2007) 167–182.

13. Chandola, V., Banerjee, A., Kumar, V.: Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing Surveys 41/3 (July 2009) 1–58.

14. Golovko, V., Bezobrazov, S., Kachurka, P.: Neural Network and Artificial Immune Systems for Malware and Network Intrusion Detection. Advances in Machine Learning II. Volume 263 of Studies in Computational Intelligence. Springer Berlin Heidelberg (2010) 485–513.

15. Bridges, S.M., Vaughn, R.B.: Data Mining for Intrusion Detection: From Outliers to True Intrusions. In: Proceedings of the 13th Pacific-Asia Conference on Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. (April 27–30 2009) 891–898.

## БАЗОВІ ПІДХОДИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЦЕНТРУ ЦЕНТРУ ОБРОБКИ ДАНИХ

**А. В. Кропачьов, Д. О. Зуєв**

*Анотація.* Розглянуто методи кібер-захисту центрів обробки даних, що базуються на системах запобігання вторгнень на рівні внутрішньої інфраструктури і зовнішньої мережі. Проаналізовано основний алгоритм функціонування системи запобігання вторгнень і оцінки готовності, який включає в себе об'єкти аналізу, процедури і

оцінку результату. Було показано, що процедури, що виконуються кібер-захистом центру обробки даних включають в себе ідентифікацію події, управління базами даних сигнатур кібератак і систему контролю. Було продемонстровано, що ефективність системи запобігання вторгнень ґрунтується на числі помилок і масштабованості системи. Таким чином, критерій ефективності повинен включати в себе точність, надійність, продуктивність і параметри

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

масштабованості. Обговорювалися основні системи класифікації, які ґрунтуються на моделі взаємодії систем виявлення з потенційно небезпечними подіями. Зокрема, розглянута класифікація на основі стратегії виявлення, включає аналіз сигнатур кібер-атак, аналіз аномалій, гібридну стратегію, класифікація заснована на поведінці системи виявлення, яка включає в себе моделі активного та пасивного поведінки системи, класифікація на основі середовища моніторингу, яка включає в себе роботу в локальній мережі, глобальної мережі і гібридну модель, класифікація по архітектурі системи виявлення, яка включає в себе централізовану архітектуру, розподілену архітектуру та ієрархічну архітектуру, а також класифікація швидкості відгуку системи виявлення, яка включає аналіз в реальному часі і оффлайн-аналіз. Було згадано, що розробка систем на основі аналізу аномалій повинна контролюватися операторами і адаптуватися до параметрів мережі центру обробки даних. Дані системи були поділені на три групи: статистичне моделювання, моделювання, засноване на управлінні знаннями, і моделювання на основі методів машинного навчання. Було згадано, що кібер-загрози можуть бути змодельовані як процес передачі даних з прихованого каналу, які змінюють стан функціонального вузла центру обробки даних. Запропонована уніфікована математична модель роботи системи виявлення вторгнень, яка включає аналіз станів функціональних

інфраструктури, подій і фактів переходу між станами.

**Ключові слова:** центр обробки даних, система запобігання вторгнень, надійність, гібридне середовище, система аналізу аномалій, машинне навчання

## БАЗОВЫЕ ПОДХОДЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ЦЕНТРА ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

А. В. Кропачев, Д. О. Зуев

**Анотация.** Рассмотрены методы кибер-защиты центров обработки данных, которые базируются на системах предотвращения вторжений на уровне внутренней инфраструктуры и внешней сети. Проанализирован основной алгоритм функционирования системы предотвращения вторжений и оценки готовности, который включает в себя объекты анализа, процедуры и оценку результата. Было показано, что процедуры, выполняемые кибер-защитой центра обработки данных включают в себя идентификацию события, управление базами данных сигнатур кибератак и систему контроля. Было продемонстрировано, что эффективность системы предотвращения вторжений основывается на числе ошибок и масштабируемости системы. Таким образом, критерий эффективности должен включать в себя точность, надежность, производительность и параметры масштабируемости. Обсуждались основные системы классификации, которые основываются на модели взаимодействия систем обнаружения с потенциально опасными событиями.

Кропачьов А. В., Зуєв Д. О.

В частности, рассмотрена классификация на основе стратегии обнаружения, включающая анализ сигнатур кибер-атак, анализ аномалий, гибридную стратегию, классификация основанная на поведении системы обнаружения, которая включает в себя модели активного и пассивного поведения системы, классификация на основе среды мониторинга, которая включает в себя работу в локальной сети, глобальной сети и гибридную модель, классификация по архитектуре системы обнаружения, которая включает в себя централизованную архитектуру, распределенную архитектуру и иерархическую архитектуру, а также классификация скорости отклика системы обнаружения, которая включает анализ в реальном времени и оффлайн-анализ. Было упомянуто, что разработка систем на основе анализа аномалий должна контролироваться операторами и адаптироваться к параметрам сети центра обработки данных. Данные системы были разделены на три группы: статистическое моделирование, моделирование, основанное на управлении знаниями, и моделирование на основе методов машинного обучения. Было упомянуто, что кибер-угрозы могут быть смоделированы как процесс передачи данных по скрытому каналу, которые изменяют состояние функционального узла центра обработки данных. Предложена унифицированная математическая модель работы системы обнаружения вторжений, которая включает анализ состояний

функциональных узлов инфраструктуры, событий, и фактов перехода между состояниями.

**Ключевые слова:** центр обработки данных, система предотвращения вторжений, надежность, гибридная среда, система анализа аномалий, машинное обучение.

## ОБГРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВТРАТ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦИКОРІЮ В ПРОЦЕСІ ВИКОПУВАННЯ

О. Ю. СКАЛЬСЬКИЙ, аспірант\*

В. М. БАРАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, професор

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

*E-mail: thesashko@hotmail.com; baranovskyvm@ukr.net*

**Анотація.** Однією з найважливіших передумов розробки робочих органів для викопування коренеплодів є агробіологічні та фізико-механічні властивості коренеплодів і ґрунтового середовища. Вони суттєво корегують механіко-технологічні явища, які характерні для робочих процесів складної динамічної систем «коренеплід- ґрунтове середовище-робочий орган». Показник кількості втрачених коренеплодів цикорію під час їх викопування робочими органами копача, або втрати коренеплодів, є одним з пріоритетних показників у загальному контексті агротехнічних вимог до процесу збирання коренеплодів. Він регламентує втрати сировини та в кінцевому випадку – економічну

рентабельність вирощування та переробки коренеплодів цикорію. На основі аналітичного аналізу отримано теоретичні залежності для визначення коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію під час їх викопування залежно від характеру зламу підземної частини. За результатами експериментальних досліджень розроблено рівняння регресії, які характеризують зміну коефіцієнта втрат коренеплодів залежно від параметрів процесу. Встановлено, що розбіжність теоретичних і експериментальних значень коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію знаходиться у межах від 10 до 15 %.

**Ключові слова:** глибини залягання, об'єм, підземна частина, кут зламу, комбінований копач, глибина ходу, швидкість руху.

**Актуальність.** Створення робочих органів, які б забезпечували мінімальні пошкодження та задовільну повноту збирання коренеплодів, є актуальною науковою задачею. Розмірно-масові параметри та характеристики коренеплодів цикорію, як елемента

кінематично-динамічної системи (функціональної моделі) «коренеплід- ґрунтове середовище-робочий орган», є одними із визначальних вихідних показників для обґрунтування технологічних процесів і конструктивно-кінематичних параметрів робочих

\* Науковий керівник - доктор технічних наук, професор Барановський В.М.

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

органів машин, які повинні забезпечити встановлені показники якості збирання коренеплодів згідно з агротехнічними вимогами [1, с. 244-245; 2, с. 12-14].

Втрати коренеплодів цикорію під час їх викопування комбінованим копачем в основному можуть виникати за рахунок зламу та не викопування тієї частини коренеплодів, яка залягає у ґрунтовому середовищі, або під час подальшого не підбирання викопаних коренеплодів і їх частин [3, с. 109].

Розробка ефективних технологічних процесів викопування крихких коренеплодів цикорію з умови забезпечення мінімальних втрат вимагає інтегрованого неординарного наукового підходу до рішення технічної задачі підвищення технологічних показників якості роботи коренезбиральних машин [4, с. 65, 76-78].

Своєчасне збирання коренеплодів цикорію в оптимальні агротехнічні строки за мінімальних втрат і найменших затратах праці – одна із важливих сучасних задач розробки коренезбиральних машин. Основною причиною зниження виробництва цикорію є недосконалість техніки для їх збирання та невідповідність показників якості її роботи агротехнічним вимогам.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Механізоване збирання коренеплодів цикорію

застарілими комплексами бурякозбиральних машин призводить до значних втрат коренів, які можуть становити 45...60 % [5, с. 23-25; 6, с. 74-76] та незадовільних показників очищення коренеплодів від домішок (12...18 %) залежно від ґрунтово-кліматичних умов збирання [7, с. 128]. Застосування сучасних самохідних комбайнів провідних зарубіжних фірм на незначних посівних площах цикорію практично нерентабельне у зв'язку з значною купівельною вартістю таких машин – 650...800 тис. грн за одиницю.

Використання існуючих технічних засобів, призначених для збирання коренеплодів цикорію та застосування ручної праці на окремих технологічних операціях збирання, що характерно для колективних і фермерських господарств, значно збільшує використання енергоресурсів та суттєво знижує економічні показники і рентабельність умов господарювання. При цьому існують значні технологічні спроможності та наукові передумови для розробки комбінованих копачів, які забезпечать підвищення техніко-економічних показників промислового виробництва коренеплодів цикорію кореневого.

**Мета дослідження** – зменшення втрат коренеплодів цикорію шляхом обґрунтування параметрів робочих органів комбінованого копача.

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

**Матеріали і методи дослідження.** Втрати коренеплодів, які виникають під час викопування комбінованим копачем за певний проміжок часу  $t$  за рахунок зламу та не викопування тієї частини довжини коренеплодів, яка залягає у ґрунті охарактеризуємо, як коефіцієнт втрат коренеплодів цикорію (у подальшому – коефіцієнт втрат, який позначимо як  $k_v(t)$ ), при цьому його кількісне значення виразимо, як відношення загальної маси втрачених (невикопаних) частин коренеплодів до загальної маси викопаних коренеплодів:

$$k_v(t) = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{n_k} m_i(t)}{\sum_{i=1}^{N_k} M_i(t)} \right] 100, \quad (1)$$

де  $k_v(t)$  – коефіцієнт втрат за певний проміжок часу викопування  $t$ , %;  $\sum_{i=1}^{N_k} M_i(t)$ ,  $\sum_{i=1}^{n_k} m_i(t)$  – загальна маса викопаних коренеплодів і загальна маса невикопаних (втрачених) частин коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$ , кг;  $N_k$  – загальна кількість викопаних коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$ , шт.;  $n_k$  – загальна кількість невикопаних (втрачених) частин коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$ , шт.

Для формалізації опису об'єкта дослідження та проведення конкретизованих аналітичних

розрахунків і подальшого аналізу коефіцієнта втрат викопаних коренеплодів основних сортів цикорію, які культивуються при їх вирощуванні [8, с. 69-70], приймаємо базове припущення, що коренеплід має просторову форму та складається з головки 1 (рис. 1а) та тіла 2, утвореного прямим круговим конусом, яке має хвостову частину тіла коренеплоду, при цьому накладаємо такі обмеження та припущення: головка 1 коренеплоду цикорію в першому варіанті має форму півкулі, об'єм якої –  $V_{D_k}$ , а в другому – форму зрізаної півкулі, об'єм якої –  $V_{H_1}$ , а центр півкулі співпадає з центром основи (кола) конуса діаметром  $D_k$ ; площа зламу хвостової частини тіла 2 коренеплоду, яка обмежена колом, діаметр якого становить  $d_k$  (рис. 1а) в першому випадку паралельна площині основи конуса, яка обмежена колом, діаметр якого становить  $D_k$ ; площа зламу хвостової частини тіла 2 коренеплоду, яка обмежена еліпсом, мала та велика вісь якого становлять  $b_z$  і  $a_z$  (рис. 1б) в другому випадку може бути розташована відносно площини основи конуса під кутом  $\pm \alpha_z$ , де знак «плюс» означає напрямок зламу вгору відносно осі конуса, а знак «мінус» – вниз відносно осі конуса.

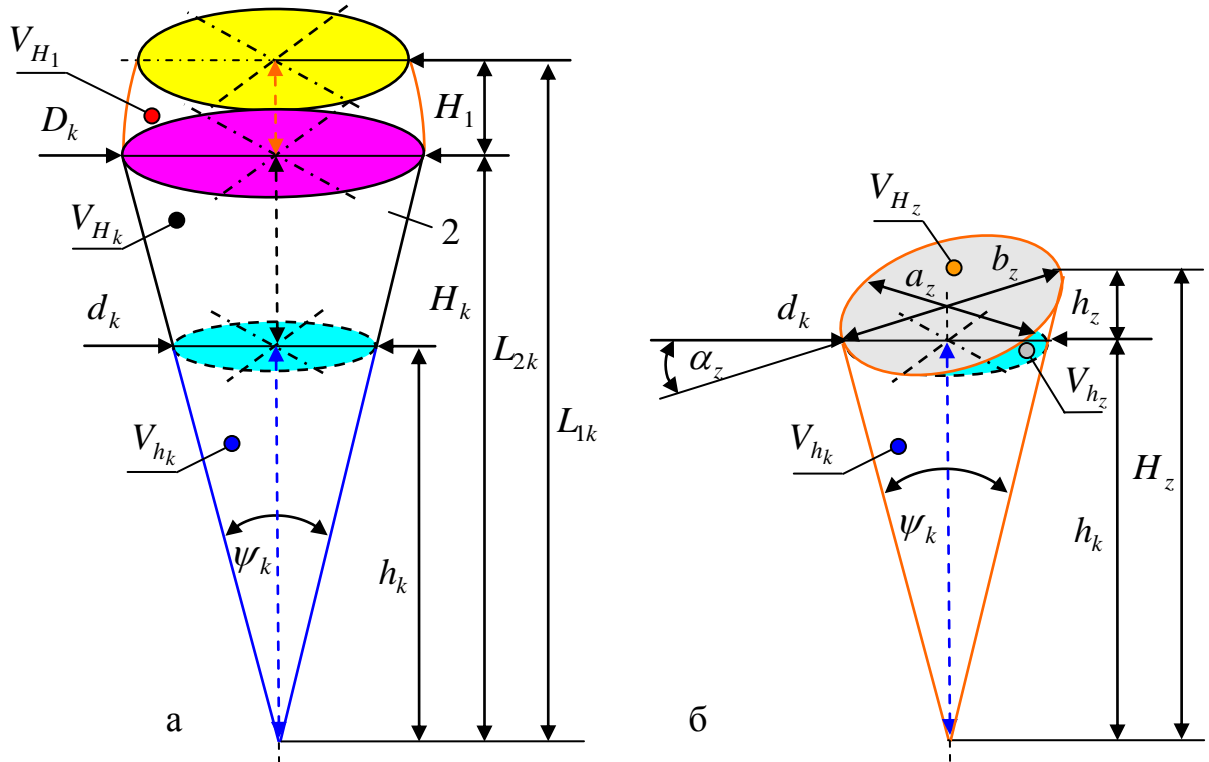


Рис. 1. Схема для розрахунку коефіцієнта втрат коренеплодів

Тоді згідно з формулою (1) та рис. 1, а також встановлених і прийнятих для кожного з варіантів розгляду просторової форми коренеплодів цикорію і випадків характеру зламу хвостової частини, відповідні конкретизовані значення коефіцієнта втрат коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$  та з врахуванням, що маса тіла  $m_k = \rho_k V_k$ , де  $\rho_k$  – питома маса тіла,  $V_k$  – об’єм тіла [8, с. 325]

визначаються за формулою:

– для першого варіанту коли головка коренеплоду цикорію, об’єм якого позначимо через  $V_{1k}$  (см<sup>3</sup>) має форму півкулі, при цьому площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду паралельна площині основи конуса (рис. 1а), або розташована відносно площини основи конуса під кутом зламу  $\pm \alpha_z$  (рис. 1б):

$$k_{1v} = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}} / \rho_k \sum_{i=1}^N V_{1ki} \right] 100\% = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}} / \rho_k \sum_{i=1}^N (V_{D_{ki}} + V_{H_{ki}}) \right] 100\%; \quad (2)$$

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

$$k_{1(\pm)v} = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{H_{zi}} / \rho_k \sum_{i=1}^N V_{1ki} \right] 100\% = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n (V_{h_{ki}} \pm V_{h_{zi}}) / \rho_k \sum_{i=1}^N (V_{D_{ki}} + V_{H_{ki}}) \right] 100\%, \quad (3)$$

де  $k_{1v}$  – коефіцієнт втрат коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$  для першого варіанту і першого випадку, коли площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду паралельна площині основи конуса, %;  $V_{h_{ki}}$  – об'єм зламаної та втраченої хвостової частини тіла  $i$ -го коренеплоду для першого випадку,  $\text{см}^3$ ;  $V_{D_{ki}}$  – об'єм головки  $i$ -го коренеплоду, яка має форму півсфери,  $\text{см}^3$ ;  $V_{H_{ki}}$  – об'єм тіла  $i$ -го коренеплоду,  $\text{см}^3$ ;  $k_{1(\pm)v}$  – коефіцієнт втрат коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$  для першого варіанту і другого випадку, коли площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду розташована відносно площини

основи конуса під кутом зламу  $\pm \alpha_z$ , %;  $V_{H_{zi}}$  – сумарний об'єм зламаної та втраченої хвостової частини тіла  $i$ -го коренеплоду для другого випадку,  $\text{см}^3$ ;  $V_{h_{zi}}$  – об'єм зламаної та втраченої хвостової частини тіла  $i$ -го коренеплоду для другого випадку,  $\text{см}^3$ ;

– для другого варіанту коли головка коренеплоду цикорію, об'єм якого позначимо через  $V_{2k}$  ( $\text{см}^3$ ) має форму зрізаної півкулі, при цьому площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду паралельна площині основи конуса (рис. 1а), або розташована відносно площини основи конуса під кутом  $\pm \alpha_z$  (рис. 1б):

$$k_{2v} = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}} / \rho_k \sum_{i=1}^N V_{2ki} \right] 100\% = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{h_{ki}} / \rho_k \sum_{i=1}^N (V_{H_{1i}} + V_{H_{ki}}) \right] 100\%; \quad (4)$$

$$k_{2(\pm)v} = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n V_{H_{zi}} / \rho_k \sum_{i=1}^N V_{2ki} \right] 100\% = \left[ \rho_k \sum_{i=1}^n (V_{h_{ki}} \pm V_{h_{zi}}) / \rho_k \sum_{i=1}^N (V_{H_{1i}} + V_{H_{ki}}) \right] 100\%, \quad (5)$$

де  $k_{2v}$  – коефіцієнт втрат коренеплодів за певний проміжок часу викопування  $t$  для другого варіанту і першого випадку, коли площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду паралельна площині основи конуса, %;  $V_{H_{1i}}$  – об'єм головки  $i$ -го коренеплоду, яка має форму зрізаної півсфери,  $\text{см}^3$ ;  $k_{2(\pm)v}$  – коефіцієнт втрат коренеплодів за певний проміжок часу

викопування  $t$  для другого варіанту і другого випадку, коли площина зламу хвостової частини тіла коренеплоду розташована відносно площини основи конуса під кутом зламу  $\pm \alpha_z$ , %.

Підставивши значення визначених складових об'ємів у відповідні залежності (2)–(5) та після перетворення і спрощення отримано:

$$k_{1v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n d_{ki}^2 h_{ki}}{\rho_k \sum_{i=1}^N (D_{ki}^3 + D_{ki}^2 H_{ki})} 100\%; \quad (6)$$

$$k_{1(\pm)v} = \frac{2\rho_k \sum_{i=1}^n d_{ki}^3 (2 \pm 3tg \alpha_{zi})}{\rho_k \sum_{i=1}^N (D_{ki}^3 + D_{ki}^2 H_{ki})} 100\%; \quad (7)$$

$$k_{2v} = \frac{\rho_k \sum_{i=1}^n d_{ki}^2 h_{ki}}{\rho_k \sum_{i=1}^N [D_{ki}^3 - 4(0,5D_{ki} - H_{1i})^2 (D_{ki} + H_{1i}) + D_{ki}^2 H_{ki}]} 100\%; \quad (8)$$

$$k_{2(\pm)v} = \frac{2\rho_k \sum_{i=1}^n d_{ki}^3 (2 \pm 3tg \alpha_{zi})}{\rho_k \sum_{i=1}^N [D_{ki}^3 - 4(0,5D_{ki} - H_{1i})^2 (D_{ki} + H_{1i}) + D_{ki}^2 H_{ki}]} 100\%, \quad (9)$$

де  $D_{ki}$  – діаметр  $i$ -го коренеплоду, см;  $H_{ki}$  – висота тіла  $i$ -го коренеплоду, см;  $d_{ki}$  – діаметр основи площини зламу хвостової частини тіла  $i$ -го коренеплоду для першого випадку, см;  $h_{ki}$  – висота зламу хвостової частини тіла  $i$ -го коренеплоду для першого випадку, см.

$V_{h_{ci}}$  – об'єм кульового сегменту головки  $i$ -го коренеплоду, см<sup>3</sup>;

Після вираження неувяних характеристик коренеплоду  $d_k$  і  $H_k$

через уявні розмірні параметри коренеплодів і теоретичного обґрунтування загальної кількості викопаних коренеплодів цикорію  $N_i$  та загальної кількості зламаних і не викопаних хвостових частин тіла коренеплодів  $n$ , або втрачених коренеплодів за певний проміжок часу  $t$  технологічного процесу роботи комбінованого копача, отримано кінцеві залежності для визначення коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію для двох варіантів і випадків:

$$k_{1v} = \frac{4\rho_k \lambda_k h_k^3 tg^2(\psi_k/2)}{\rho_k (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)} 100\%; \quad (10)$$

$$k_{2v} = \frac{4\rho_k \lambda_k h_k^3 tg^2(\psi_k/2)}{\rho_k (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3)} 100\%; \quad (11)$$

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

$$k_{1(\pm)v} = \frac{16\rho_k \lambda_k h_k^3 (2 \pm 3tg\alpha_z) tg^3(\psi_k/2)}{\rho_k (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)} 100\%; \quad (12)$$

$$k_{2(\pm)v} = \frac{16\rho_k \lambda_k h_k^3 (2 \pm 3tg\alpha_z) tg^3(\psi_k/2)}{\rho_k (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3)} 100\%, \quad (13)$$

де  $\lambda_k$  – коефіцієнт кількості зламаних хвостових частин тіла коренеплодів цикорію;  $\psi_k$  – кут конуса росту коренеплоду, град.;  $D_{k1}$ ,  $D_{k2}$ ,  $D_{k3}$  і  $L_{1k}$ ,  $L_{2k}$ ,  $L_{3k}$  – діаметр і загальна довжина розмірної групи

коренеплодів, см;  $\alpha_z$  – кут зламу хвостової частини, град.;

$$\Phi_1 = 0,5D_{k1}^3 + D_{k1}^2 L_{1k1};$$

$$\Phi_2 = 0,5D_{k2}^3 + D_{k2}^2 L_{1k2};$$

$$\Phi_3 = 0,5D_{k3}^3 + D_{k3}^2 L_{1k3};$$

$$\Pi_1 = D_{k1}^3 - 4(0,5D_{k1} - H_{11})^2(D_{k1} + H_{11}) + D_{k1}^2(L_{2k1} - H_{11});$$

$$\Pi_2 = D_{k2}^3 - 4(0,5D_{k2} - H_{12})^2(D_{k2} + H_{12}) + D_{k2}^2(L_{2k2} - H_{12});$$

$$\Pi_3 = D_{k3}^3 - 4(0,5D_{k3} - H_{13})^2(D_{k3} + H_{13}) + D_{k3}^2(L_{2k3} - H_{13}).$$

**Результати досліджень та їх обговорення.** Для проведення аналізу одержаних аналітичних залежностей (10)–(13) за початкових умов  $D_{k1} = 5$  см,  $D_{k2} = 7$  см,  $D_{k3} = 9$  см,  $H_{11} = 3,5$  см,  $H_{12} = 5,5$  см,  $H_{13} = 7,5$  см,  $L_{1k1} = L_{2k1} = 20$  см,  $L_{1k2} = L_{2k2} = 25$  см,  $L_{1k3} = L_{2k3} = 30$  см,

$\psi_k = \pi/6$ ,  $\alpha_z = \pi/12$  побудовано залежності зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію від довжини зламу  $h_k$  хвостової частини тіла коренеплоду і коефіцієнта кількості  $\lambda_k$  зламаних хвостових частин викопаних коренеплодів цикорію.

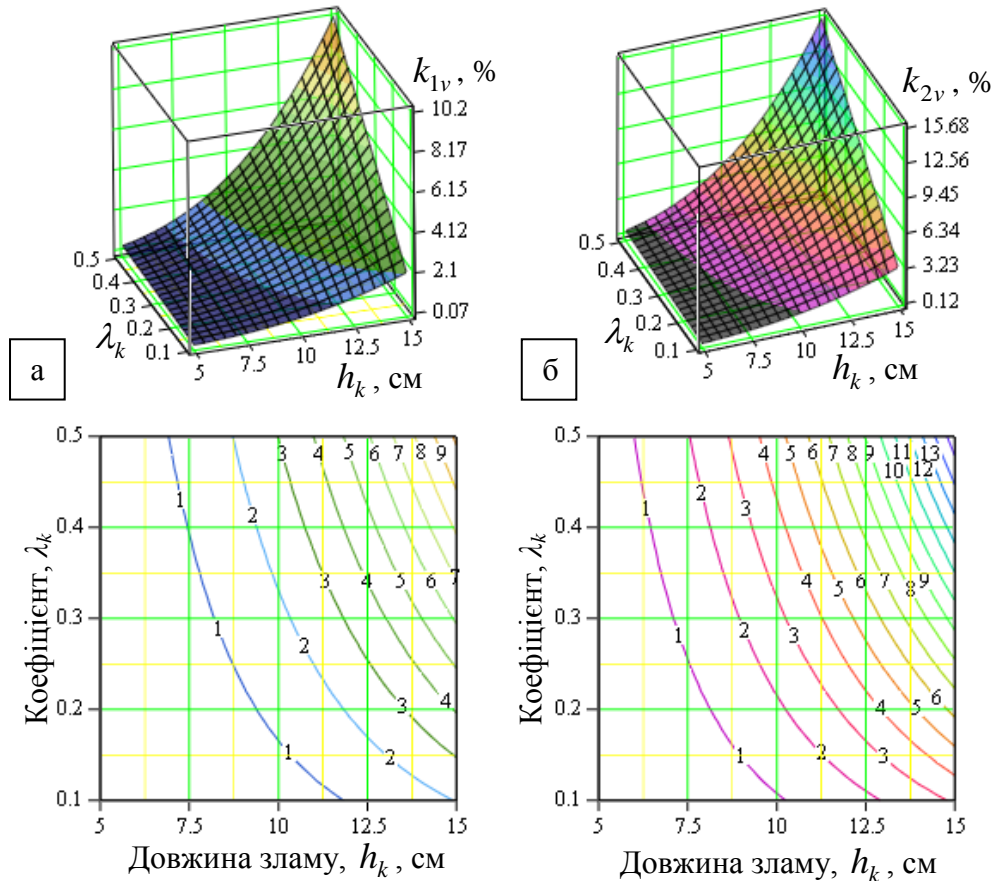


Рис. 2. Залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію за умови

$$\alpha_z = 0: \text{а} - k_{1v} = f_{1v}(h_k; \lambda_k); \text{б} - k_{2v} = f_{2v}(h_k; \lambda_k)$$

Значне зростання коефіцієнта втрат, як у першому  $k_{1v}$ , так і у другому  $k_{2v}$  варіантах прийнятих форм головки коренеплоду і умови  $\alpha_z = 0$ , який змінюється у межах 0,1...16 % (рис. 2а, б), спостерігається за збільшення довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду  $h_k$  та коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин  $\lambda_k$  коренеплодів за значень  $h_k > 10$  см та  $\lambda_k > 0,3$ . За значення зміни діапазону довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду у межах  $5 \leq h_k \leq 10$  см, або зміни діапазону коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин у

межах  $0,1 \leq \lambda_k \leq 0,3$  значення  $k_{1v}$  зростає від 0,06 до 1,5 %.

У другому випадку зламу хвостової частини тіла коренеплоду цикорію під кутом зламу  $\pm \alpha_z$  та для двох варіантів прийнятих форм головки коренеплоду, значення коефіцієнта втрат коренеплодів  $k_{1(+v)}$  і  $k_{2(+v)}$  відносно умови зламу хвостової частини  $\alpha_z = 0$  збільшується у середньому на 9 % (рис. 2, рис. 3а, б), а значення коефіцієнта втрат  $k_{1(-v)}$  і  $k_{2(-v)}$  – зменшується у середньому на 3 % (рис. 4), при цьому значний приріст  $k_{1(+v)}$  і  $k_{2(+v)}$  відбувається за

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

значень  $h_k > 9$  см та  $\lambda_k > 0,3$ , а частини тіла коренеплоду  $h_k > 12$  см та коефіцієнта втрат  $k_{1(-)v}$  і  $k_{2(-)v}$  – за значень довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду  $\lambda_k > 0,1$ .

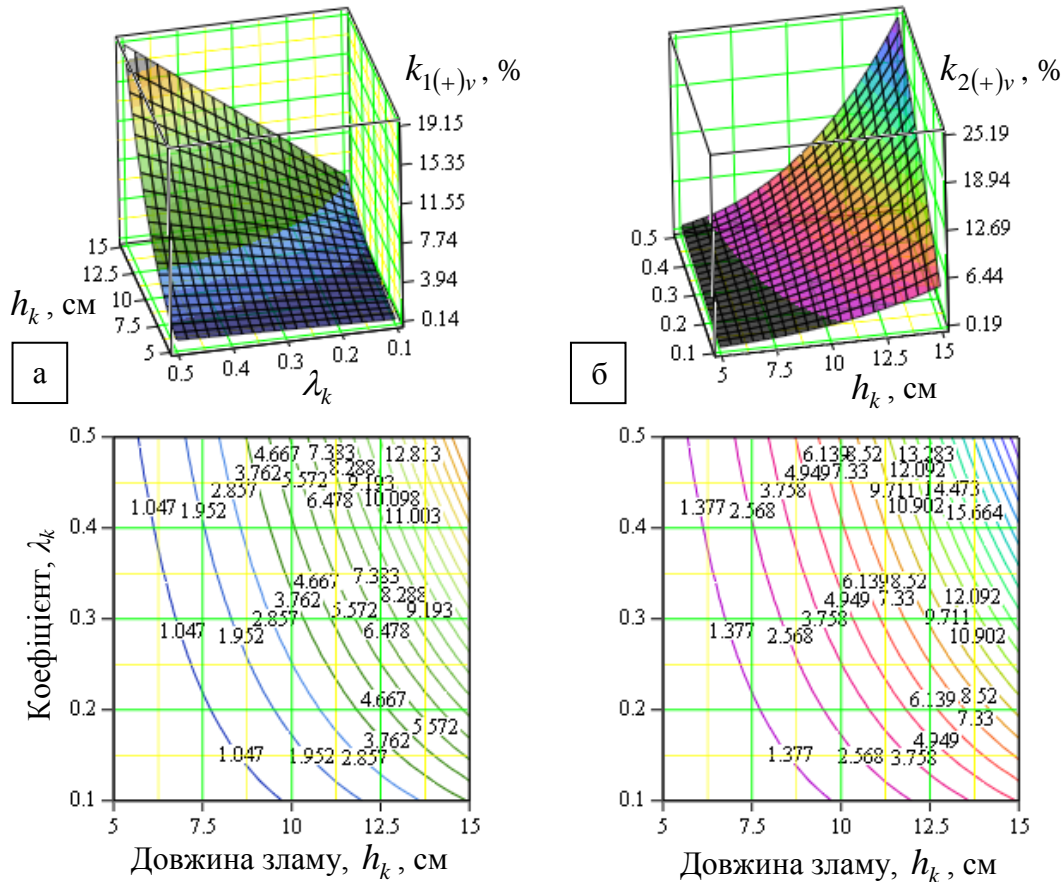


Рис. 3.

### Залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію:

$$\mathbf{a} - k_{1(+),v} = f_{1(+),v}(h_k; \lambda_k); \quad \mathbf{б} - k_{2(+),v} = f_{2(+),v}(h_k; \lambda_k)$$

За значення зміни діапазону довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду під кутом зламу  $(+\alpha_z)$  у межах  $h_k \leq 9$  см, або зміни діапазону коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин у межах  $\lambda_k \leq 0,3$ , значення  $k_{1(+),v}$  зростає від

0,07 до 1,75 %, а значення  $k_{2(+),v}$  – від 0,2 до 3,0 %. При цьому за умови зламу  $(-\alpha_z)$  коефіцієнт втрат  $k_{1(-),v}$  зростає від 0,05 до 2,0 %, а коефіцієнт втрат  $k_{2(-),v}$  – від 0,09 до 3,6 %.

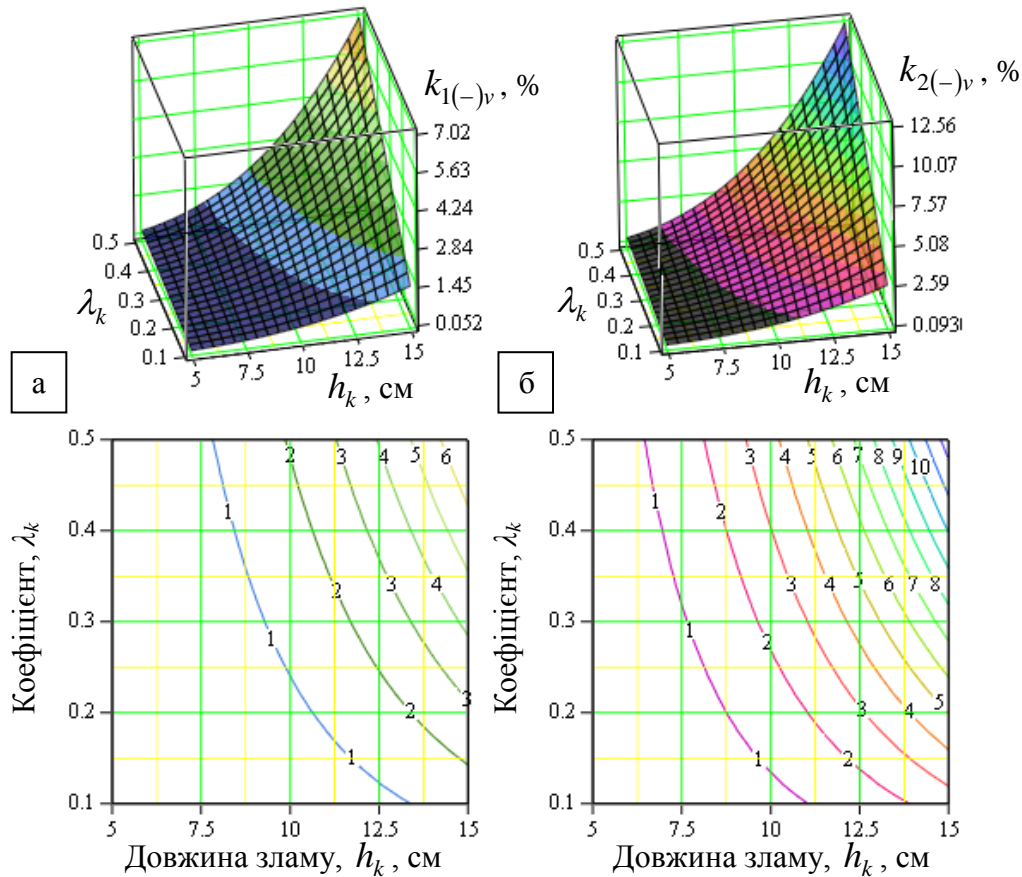


Рис. 4. Залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію:

$$\text{а} - k_{1(-)v} = f_{1(-)v}(h_k; \lambda_k); \quad \text{б} - k_{2(-)v} = f_{2v}(h_k; \lambda_k)$$

На основі графічного аналізу можна констатувати, що існує зворотна залежність зміни коефіцієнта  $k_{1v}$  і  $k_{2v}$  залежно від діаметра коренеплоду цикорію  $D_k$  – за збільшення  $D_k$  коефіцієнт втрат  $k_{1v}$  і  $k_{2v}$  зменшується, причому ступінь зменшення  $k_{1v}$  і  $k_{2v}$  за умови  $h_k \leq 10$  см є незначним і знаходиться у межах 1,0...2,0 %. Залежно від зміни кута конуса росту коренеплоду  $\psi_k$  наявна пряма залежність зміни коефіцієнта втрат  $k_{1v}$  і  $k_{2v}$ , а ступінь збільшення становить 1,5...2,5 %.

Аналіз наведених залежностей зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію залежно від кута зламу хвостової частини  $\alpha_z$  для другого випадку під кутом зламу  $\pm \alpha_z$  показує, що зі збільшенням кута зламу за умови характеру зламу тіла коренеплоду під кутом  $(+\alpha_z)$  коефіцієнт  $k_{1(+ )v}$  і  $k_{2(+ )v}$  збільшується, причому їх значний приріст (у межах 2,0...3,0 %) відбувається за значення кута зламу  $\alpha_z \geq 0,2$  (рад), довжини зламу хвостової частини  $h_k > 10$  см і коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин  $\lambda_k > 0,3$ .

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

Функціональна залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію  $k_{1(-)v}$  і  $k_{2(-)v}$  залежно від кута зламу хвостової частини  $\alpha_z$  для другого випадку за умови характеру зламу тіла коренеплоду під кутом ( $-\alpha_z$ ) має зворотний характер – зі збільшенням кута зламу хвостової частини  $\alpha_z$  коефіцієнт  $k_{1(-)v}$  і  $k_{2(-)v}$  зменшується, причому значне зменшення (у межах 1,5...2,0 %) відбувається за значення за значення кута зламу  $\alpha_z \geq 0,3$  (рад), довжини зламу  $h_k > 10$  см.

Для обґрунтування коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію  $k_v$  після їх викопування комбінованим копачем і встановлення емпіричної закономірності, яка регламентує (характеризує) залежність зміни коефіцієнта  $k_v$  та перевірки адекватності закономірності зміни теоретичних значень  $k_{1v}$  і  $k_{2v}$  згідно з аналітичними залежностями (10), (11), провели експериментальні дослідження процесу викопування коренеплодів цикорію, реалізацію яких здійснювали згідно з загальновідомою методикою

[10, с. 5-25].

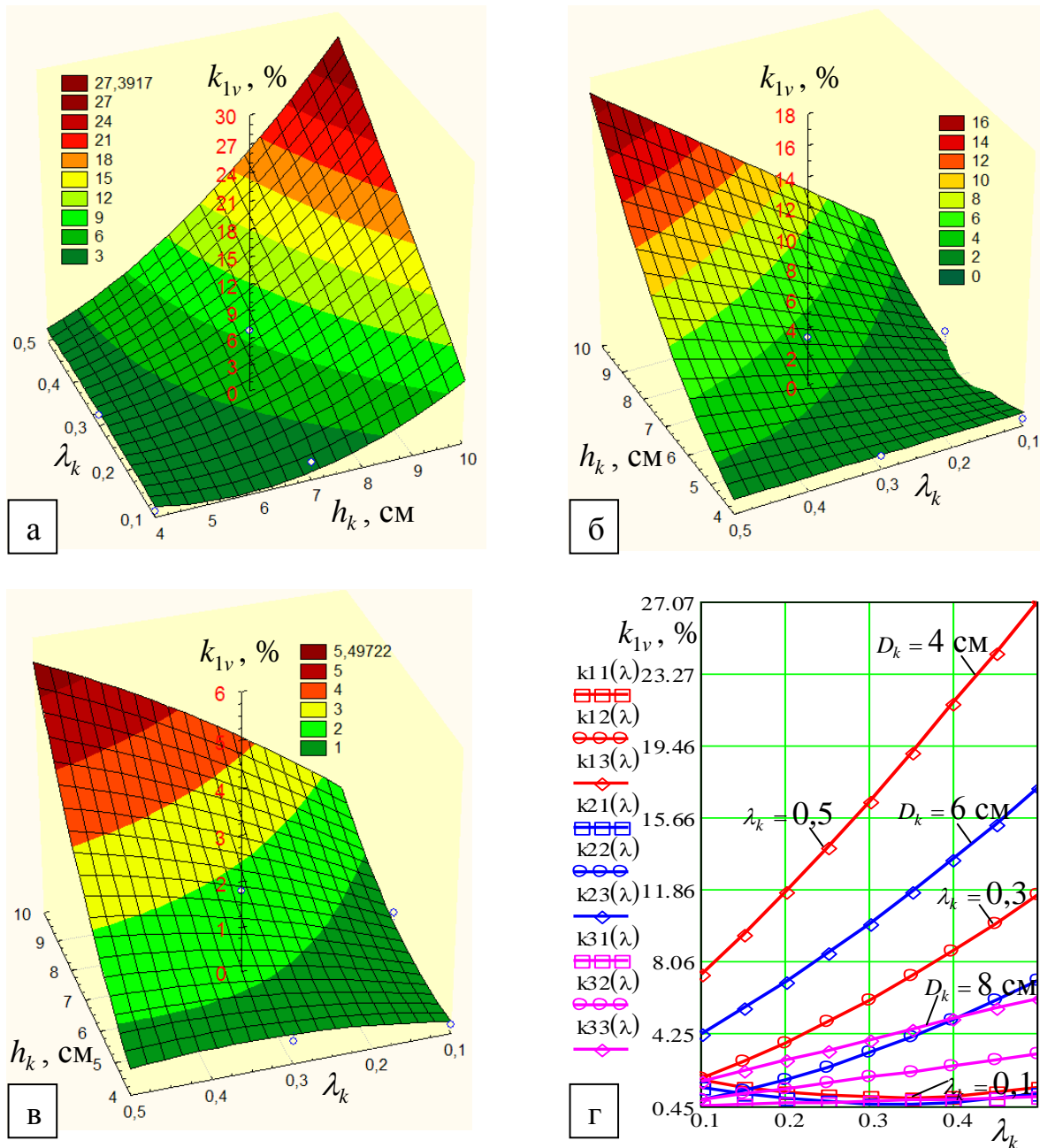
Коефіцієнт втрат коренеплодів  $k_{1v}$  визначали за умови зламу хвостової частини тіла коренеплоду під кутом зламу  $\alpha_z = 0 \pm 1$  град, тобто визначали експериментальне значення  $k_{1v}^{(i)}$  для трьох розмірних груп діаметра коренеплодів –  $D_k = 40$  мм ( $k_{1v}^{(40)}$ ),  $D_k = 60$  мм ( $k_{1v}^{(60)}$ ),  $D_k = 80$  мм ( $k_{1v}^{(80)}$ ).

Після визначення коефіцієнтів, перевірки адекватності вибраної моделі відповідному експериментальному масиву даних і оцінки статистичної значущості коефіцієнтів рівняння регресії за відповідними критеріями було одержано кінцевий вигляд рівняння регресії зміни коефіцієнта втрат коренеплодів  $k_{1v}^{(i)}$  для трьох розмірних груп діаметра коренеплодів  $D_k$  залежно від довжини зламу  $h_k$  хвостової частини тіла коренеплоду та коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин  $\lambda_k$  викопаних коренеплодів у натуральних величинах як функціонала  $k_{1v}^{(i)} = f_{1v}(h_k; \lambda_k)$  за результатами проведеного ПФЕ 3<sup>2</sup>:

$$k_{1v}^{(40)} = 14,35 - 4,11h_k - 44,95\lambda_k + 8,38h_k\lambda_k + 0,3h_k^2 + 17,37\lambda_k^2; \quad (14)$$

$$k_{1v}^{(60)} = 11,8 - 3,3h_k - 32,98\lambda_k + 5,54h_k\lambda_k + 0,23h_k^2 + 16,63\lambda_k^2; \quad (15)$$

$$k_{1v}^{(80)} = 1,77 - 0,51h_k - 5,79\lambda_k + 1,46h_k\lambda_k + 0,04h_k^2 + 0,48\lambda_k^2. \quad (16)$$



**Рис. 5. Поверхня відгуку зміни  $k_{1v}^{(i)}$  за умови  $\alpha_z = 0$ :**

**а** –  $k_{1v}^{(40)} = f_{1v}(h_k; \lambda_k)$ ; **б** –  $k_{1v}^{(60)} = f_{1v}(h_k; \lambda_k)$ ; **в** –  $k_{1v}^{(80)} = f_{1v}(h_k; \lambda_k)$ ;

**г** – залежність зміни  $k_{1v}^{(i)} = f_{1v}(\lambda_k)$

Аналіз регресійних залежностей (14)-(16) та наведених графічних побудов (рис. 5) показує, що функціонально характер зміни

коефіцієнта втрат коренеплодів  $k_{1v}^{(i)}$  для трьох розмірних груп діаметра коренеплодів  $D_k$  знаходиться у прямій залежності від зміни факторів – за

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

збільшення довжини зламу  $h_k$  хвостової частини тіла коренеплоду та коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин  $\lambda_k$  викопаних коренеплодів, коефіцієнт  $k_{1v}^{(i)}$

збільшується, але інтенсивність приросту  $k_{1v}^{(i)}$  залежно від розмірної групи діаметра коренеплодів  $D_k$  і меж варіювання кожного фактора протікає по-різному.

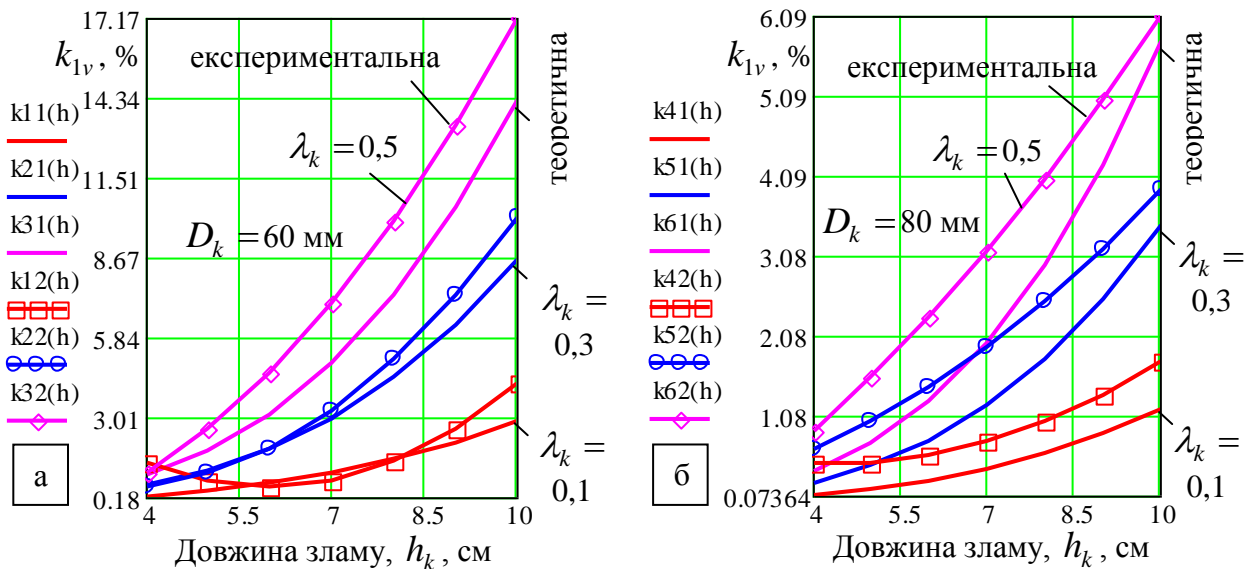


Рис. 6. Залежність зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію за умови  $\alpha_z = 0$ : а, б –  $k_{1v} = f_{1v}(h_k)$

Значне зростання коефіцієнта втрат  $k_{1v}^{(i)}$  за умови зламу хвостової частини тіла коренеплодів під кутом зламу  $\alpha_z = 0$ , які змінюється у межах  $k_{1v}^{(40)} = 0,8 \dots 27$  %, (рис. 5а, г),  $k_{1v}^{(60)} = 0,5 \dots 16$  %, (рис. 5б, г),  $k_{1v}^{(80)} = 0,45 \dots 5,5$  %, (рис. 5в, г) спостерігається за збільшення довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду  $h_k$  та коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин  $\lambda_k$  коренеплодів за значень  $h_k > 7$  см та  $\lambda_k > 0,3$ . За значення зміни діапазону довжини зламу хвостової частини тіла коренеплоду у межах  $4 \leq h_k \leq 7$  см, або зміни діапазону

коефіцієнта кількості зламаних хвостових частин у межах  $0,1 \leq \lambda_k \leq 0,3$  (рис. 5г) значення коефіцієнта втрат  $k_{1v}^{(40)}$  для діаметра коренеплодів  $D_k = 40$  мм зростає від 0,8 до 6,5 %, значення  $k_{1v}^{(60)}$  для  $D_k = 60$  мм – від 0,5 до 3,5 %, а значення  $k_{1v}^{(80)}$  для  $D_k = 80$  мм – від 0,45 до 1,5 %.

Також встановлено, що зі збільшенням діаметра коренеплодів цикорію від  $D_k = 40$  мм до  $D_k = 80$  мм коефіцієнт втрат коренеплодів  $k_{1v}^{(i)}$  значно зменшується – з 27 % до 5,5 %, тобто приблизно в 4 рази.

Аналіз побудованих згідно з (13) теоретичної та згідно з (14)-(16)

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

експериментальної залежностей зміни коефіцієнта втрат коренеплодів після їх викопування комбінованим копачем показує, що розбіжність значень коефіцієнта втрат, отриманих теоретично  $k_{1v}$  та експериментально  $k_{1v}^{(i)}$  знаходиться у межах від 10 до 15 % (рис. 6).

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** На основі проведеного емпірично-графічного методу аналізу зміни коефіцієнта втрат  $k_{1v}$  коренеплодів цикорію конусної форми від розмірних параметрів коренеплодів і характеру зламу хвостової частини коренеплодів можна констатувати, що забезпечення мінімальних втрат коренеплодів під час їх викопування комбінованим копачем до межі  $k_{1v} \leq 2,5$  % можна досягнути за наступних умов: довжина зламу хвостової частини тіла

коренеплоду  $h_k < 7$  см; коефіцієнт кількості зламаних хвостових частин тіла коренеплодів  $\lambda_k \leq 0,3$ ; кут зламу хвостової частини  $\alpha_z = 0$ .

За результатами розбіжностей аналітичної та емпіричної моделей можна стверджувати, що розроблені теоретичні математична моделі (13) і (14), які описують характер зміни коефіцієнта втрат коренеплодів цикорію, адекватні реальному існуючому процесу, або достовірно описують процес викопування коренеплодів цикорію з урахуванням формалізації об'єкту дослідження і можуть, поряд з одержаними емпіричними рівняннями регресії (14)–(16), бути використані для подальшого обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів комбінованого копача.

### Список використаних джерел

1. Идентификация процесса разработки адаптированной корнеуборочной машины / Дубровин Валерий та др. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Lublin-Rzeszow. 2013. Vol. 15. № 3. С. 243–255.
2. ДСТУ 2258-93. Машины бурякозбиральні. К. : Держстандарт України. 1993. 18 с.
3. Барановський В. М., Підгурський М. І., Паньків М. Р. Методологічні та конструктивно-

технологічні аспекти розробки адаптованих коренезбиральних машин. Науковий журнал. Вісник ТНТУ. 2014. Т. 2 (74). С. 106–113.

4. Погорелый Л. В., М. В. Татьянако. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. К. : Феникс, 2004. 232 с.

5. Яценко О. Я. Цикорій коренеплідний: Біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів: навчальний посібник. Умань: ФІЦБ УААН, 2003. 161 с.

6. Стельмах В. М. Вивчення основних розмірних параметрів і фізико-механічних характеристик

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

цикорію кореневого. Наук.-техн. бюл. Хмельницької держ. сільськогосподарської дослідної станції. К., 1996. № 4. С. 72–80.

7. Кінах В. А., Борисюк В. О. Інтенсифікація виробництва цикорію кореневого – необхідна вимога часу./ В. А. Кінах, Зб. наук. пр. ІЦБ УААН. Київ, 1994. С. 127–130.

8. Ткач О. В. Цикорій та особливості його вирощування. Рослинництво. 2004. № 3. С. 68–74.

9. Бронштейн И. Н., Семедяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. 706 с.

10. КД 46.16.01.005-93. Випробування сільськогосподарської техніки. Основні положення. К., 1993. 34 с.

### References

1. Dubrovin, Valerij, Golub, Gennadij, & Teslyuk, Viktor (2013). Identifikaciya processa razrabotki adaptirovannoj korneuborochnoj mashiny. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Lublin-Rzeszow, 2013, 15, 3, 243–255.

2. DSTU 2258-93 (1993). Mashyny buriakozbyralni. К. : Derzhstandart Ukrainy. 18.

3. Baranovskyi, V. M., Pidhurskyi, M. I., Pankiv M. R. (2014).

Metodolohichni ta konstruktyvno-tekhnologichni aspekty rozrobky adaptovanykh korenezbyralnykh mashyn. Naukovyi zhurnal. Visnyk TNTU, 2 (74), 106–113.

4. Pogorelyj, L. V., Tat'yanko, M. V. (2004). Sveklouborochnye mashyny: istoriya, konstrukciya, teoriya, prognoz. К. : Feniks, 2004, 232.

5. Yatsenko, O. Ya. (2003). Tsykorii koreneplidnyi: Biolohiia, selektsiia, vyrobnytstvo i pererobka koreneplodiv: navchalnyi posibnyk. Uman: FITsB UAAN, 2003, 161.

6. Stelmakh, V. M. (1996). Vyvchennia osnovnykh rozmirnykh parametriv i fizyko-mekhanichnykh kharakterystyk tsykoriuu korenevoho. Nauk.-tekh. biul. Khmelnytskoi derzh. silskohospodarskoi doslidnoi stantsii. К., 1996, 4, 72–80.

7. Kinakh, V. A., Borysiuk, V. O. (1994). Intensyfikatsiia vyrobnytstva tsykoriuu korenevoho – neobkhidna vymoha chasu. Zb. nauk. pr. ITsB UAAN. Kyiv, 1994, 127–130.

8. Tkach, O. V. (2004). Tsykorii ta osoblyvosti yoho vyroshchuvannia. Roslynnnytstvo, 2004, 3, 68–74.

9. Bronshtejn, I. N., Semendyaev, K. A. (1981). Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashhixsya vtuzov. М.: Nauka. Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury, 1981, 706.

10. KD 46.16.01.005-93 (1993). Vyprobuvannia silskohospodarskoi tekhniky. Osnovni polozhennia. К., 34.

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

## ОБОСНОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОТЕРЬ КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫКАПЫВАНИЯ

А. Ю. Скальский,  
В. Н. Барановский

**Аннотация.** Одной из важнейших предпосылок разработки рабочих органов для выкапывания корнеплодов являются агробиологические и физико-механические свойства корнеплодов и почвенной среды. Они существенно корректируют механико-технологические явления, которые характерны для рабочих процессов сложной динамической системы «корнеплод-почвенная среда-рабочий орган». Показатель количества потерянных корнеплодов цикория при их выкапывания рабочими органами копателя, или потери корнеплодов, является одним из приоритетных показателей в общем контексте агротехнических требований к процессу уборки корнеплодов. Он регламентирует потери сырья и в конечном случае – экономическую рентабельность выращивания и переработки корнеплодов цикория. На основе аналитического анализа получено теоретические зависимости для определения коэффициента потерь корнеплодов цикория при их выкапывании в зависимости от характера излома подземной части. По результатам экспериментальных исследований разработаны уравнения регрессии, характеризующие изменение коэффициента потерь корнеплодов в зависимости от параметров процесса. Установлено, что

расхождение теоретических и экспериментальных значений коэффициента потерь корнеплодов цикория находится в пределах от 10 до 15%.

**Ключевые слова:** глубины залегания, объем, подземная часть, угол излома, комбинированный копатель, глубина хода, скорость движения.

## JUSTIFICATION OF THE LOSS FACTOR OF ROOT VEGETABLES OF CHICORY IN THE PROCESS OF DIGGING OUT

A. Yu. Skalsky, V. N. Baranovsky

**Annotation.** One of the most important prerequisites for the development of working organs for digging up root crops is the agrobiological and physico-mechanical properties of root crops and the soil environment. They substantially correct the mechanical and technological phenomena that are characteristic for the working processes of the complex dynamic system "root crop-soil medium-working organ". The indicator of the number of lost chicory root crops when digging by the digger's working organs, or the loss of root crops, is one of the priority indicators in the general context of agrotechnical requirements for the process of harvesting root crops. It regulates the loss of raw materials and, in the final case, the economic profitability of cultivation and processing of root vegetables of chicory. On the basis of the analytical analysis, theoretical dependences were obtained for determining the loss factor of the root crops of chicory during their digging, depending on the nature of the fracture of the underground part.

Скальський О. Ю., Барановський В. М.

*Based on the results of experimental studies, regression equations have been developed that characterize the change in the root crop loss coefficient as a function of process parameters. It is established that the discrepancy between the theoretical and experimental values of the chicory root crop loss coefficient is in the range of 10 to 15%.*

**Key words:** *depth of occurrence, volume, underground part, angle of fracture, combined digger, depth of motion, speed of movement.*