



**НАУКОВІ ДОПОВІДІ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

**Електронний науковий
фаховий журнал**

Київ

Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 47 (серпень), 2014

Біологія, біотехнологія, екологія

1. **А.С. Секан, С.В. Ісаєнков.** СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ З САЙТ-СПЕЦИФІЧНОЮ РЕКОМБІНАЗНОЮ СИСТЕМОЮ CRE/*loxP* ПІД КОНТРОЛЕМ 35S ПРОМОТОРУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТРАНСФОРМАНТІВ *ARABIDOPSIS THALIANA*, ВІЛЬНИХ ВІД МАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ
2. **О. О. Ракоїд, В.А. Андріяненко.** ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАЛЕЖНОСТІ ОБСЯГІВ ВИКИДІВ N₂O ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ
3. **Макаренко Н.А., Бондарь В.І.** ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ФОСФОРИТІВ РОДОВИЩ УКРАЇНИ ЗА ВМІСТОМ МИШ'ЯКУ
4. **Н. Ф. Слишник, М. Ф. Стародуб.** ІМУННИЙ БІОСЕНСОР НА ОСНОВІ ISFETs З ОКСИД ЦЕРІЄВОЮ ЧУТЛИВОЮ ПОВЕРХНЕЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАТУЛІНУ
5. **Г.Г. Мінічева, Є.В. Соколов.** ОЦІНКА ПРИРОДНОЇ СТІЙКОСТІ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ВІДПОВІДНО ДО ПРИНЦИПІВ ВОДНОЇ ДИРЕКТИВИ ЄС.
6. **І.О. ПОЛЯКОВА.** ДОМЕСТИКАЦІЯ ДИКРОСТУЧИХ В УКРАЇНІ ВИДІВ ЛЬОНУ *LINUM HIRSUTUM* ТА *LINUM AUSTRIACUM*
7. **В.А. Проневич.** ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ¹³⁷Cs В БІОЦЕНОЗАХ ПАСОВИЩ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО СЛІДУ АВАРІЇ НА ЧАЕС
8. **А.Ф. Ліханов, О.Ю. Чорнобров, А.А. Клюваденко, М.Д. Мельничук.** БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ КОЛЕКЦІЇ IN VITRO СОРТІВ МАЛИНИ В НУБІП УКРАЇНИ
9. **Ю.О. ІВАНОВ, Ю.В. ХОМУТІНІН.** ДОВГОТРИВАЛА ДИНАМІКА НАДХОДЖЕННЯ ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs В ЗЛАКОВІ ТРАВИ З КОНТРАСТНИХ ЗА ВЛАСТИВОСТЯМИ ҐРУНТІВ
10. **А. А. Клюваденко, С. Ю. Білоус, О. В. Оверченко.** ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ *RIBES NIGRUM L.*

11. І.І. Ковальчук, Р.С. Федорук. ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТКАНИНАХ ОРГАНІЗМУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ І ПРОДУКЦІЇ ЗА УМОВ ОРГАНІЧНОГО ТА ТРАДИЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Агрономія

12. Н.А. Макаренко, А.В. Мала, В.І. Бондарь. НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ УКРАЇНИ

13. М.А. ТКАЧЕНКО, Т.І. ГРИГОРА, В.М. ШКЛЯР. ЗАЛЕЖНІСТЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ ГУМУСУ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ВІД ВМІСТУ ОБМІННОГО КАЛЬЦІУ

14. М.М. Кирик, М.Й. Піковський. 100-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ВИДАТНОГО ФІТОПАТОЛОГА –АКАДЕМІКА ВОЛОДИМИРА ФЕДОРОВИЧА ПЕРЕСИПКІНА

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

15. Н.П. Грищенко. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДГОДІВЛІ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА РІЗНОЇ КРАТНОСТІ ГОДІВЛІ

16. С.А. Лесь, В.І. Костенко. ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ЗА БЕЗПРИВ'ЯЗНОГО БОКСОВОГО УТРИМАННЯ В СТОВ «АГРОСВІТ»

17. А.М. Угнівенко, Г.П. Бондаренко, Н.В. Кос. Генотипні фактори, що призводять до дистощії у м'ясної худоби.

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

18. Н. М. Сорока, Ю. В. Кичилук, Р. О. Слободян, С. І. Пономар. ФАУНА КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЦЕНОЗІВ СВИНЕЙ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Лісівництво і декоративне садівництво

19. Н. М. Сорока, Ю. В. Кичилук, Р. О. Слободян, С. І. Пономар. ФАУНА КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЦЕНОЗІВ СВИНЕЙ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Техніка і енергетика АПК

20. В.П. ДАВИДЮК. НОВА КОНЦЕПЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ І МЕТОДИ СТВОРЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

21. В.Й. Лобов, Л.І. Єфименко, І.І. Дубовик. АВТОМАТИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СІВАЛОК

СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ З САЙТ-СПЕЦИФІЧНОЮ РЕКОМБІНАЗНОЮ СИСТЕМОЮ CRE/loxP ПІД КОНТРОЛЕМ 35S ПРОМОТОРУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ТРАНСФОРМАНТІВ *ARABIDOPSIS THALIANA*, ВІЛЬНИХ ВІД МАРКЕРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

**А.С. Секан, здобувач, С.В.Ісаєнков, кандидат біологічних наук
ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки» НАН України**

Представлені результати використання векторних ДНК-конструкцій що містять у своєму складі сайт-специфічну рекомбіназну систему Cre/loxP, для трансформації Arabidopsis thaliana. Показано ефективність використання даного підходу для отримання трансформантів, вільних від маркерних послідовностей.

***Ключові слова:** Сайт-специфічна рекомбіназна система Cre/loxP, генетична трансформація, молекулярно-генетичний аналіз, експресія привнесених генів.*

При створенні трансгенних рослин використовують різні селективні системи для відбору трансформованого матеріалу. Селективними системами є послідовності ДНК, що кодують стійкість проти певних антибіотиків чи гербіцидів, є в геномі рослини та відповідні агенти, що присутні в селективному середовищі. Гени, що кодують стійкість проти антибіотиків, використовуються для швидкої та ефективної селекції трансформованих клітин чи тканин від нетрансформованих. Одним з прикладів селективної системи є канаміцин та споріднені аміноглікозидні антибіотики, які впливають на метаболізм клітини шляхом інгібування трансляції білків [3, 7]. У присутності гена *nptII*, що кодує неоміцин-фосфотрансферазу, відбувається фосфорилування цих антибіотиків [5]. На сьогодні генів стійкості проти

антибіотиків чи гербіцидів (селективні маркерні гени, СМГ) налічується понад 50 [15]. Після завершення відбору трансформованого матеріалу необхідність в експресії селективних маркерних генів відпадає. Проте під час подальшого практичного використання ГМ рослин виникає загроза потрапляння СМГ від трансформантів до дикорослих родичів. Розроблення генетично інженерних методів, за допомогою яких можливо уникнути потрапляння СМГ у навколишнє середовище, є важливою передумовою безпечної комерціалізації генетично-модифікованих сортів рослин.

Серед розроблених стратегій видалення СМГ з геномів сільськогосподарських сортів найбільшою популярністю користується сайт-специфічна технологія. Сайт-специфічна рекомбіназна система вперше була відкрита у бактерій та у дріжджів. Сайт-специфічна рекомбінація відбувається в районі специфічної послідовності ДНК чи сайту розпізнавання. Це призводить до розщеплення чи з'єднання цільових послідовностей в результаті інтеграції, делеції чи інверсії фрагментів ДНК без набуття чи втрати нуклеотидів [6, 14]. Сайт-специфічна рекомбіназна система *Cre/loxP* виділена з бактеріофага P1. Рекомбіназа Cre належить до родини тирозинових інтеграз. Система складається з двох коротких ДНК послідовностей *loxP* (locus of crossing-over) та гена рекомбінази Cre. В геномі *E.coli* ця система відповідає за перетворення двох плазмід фага P1 в мономерну одиницю шляхом рекомбінації між двох *lox* сайтів [10]. Для створення генетично модифікованих рослин, вільних від СМГ, було розроблено новий підхід використання сайт-специфічної рекомбіназної системи *Cre/loxP* під контролем 35S промотору з вірусу мозаїки кольорової капусти (CaMV). Запропонований підхід передбачає швидку та ефективну трансформацію рослини, не потребуючи при цьому присутності додаткових агентів чи специфічних умов зовнішнього середовища.

Метою нашого дослідження було вивчення ефективності трансформації рослин *Arabidopsis thaliana* за допомогою нового підходу у використанні сайт-специфічної рекомбінази *Cre/loxP*.

Матеріали та методи досліджень. Для розробки ефективної системи трансформації рослин *A. thaliana* з використанням сайт-специфічної рекомбінази Cre/loxP для отримання трансгенних ліній, вільних від маркерних послідовностей, створили відповідні векторні конструкції pORE-lox1HGC та pORE-lox2HGC. Різниця в будові конструкцій полягала в порядку розташування генів у трансформуючій касеті. Обидві ДНК-конструкції містили такі послідовності, як ген рекомбінази *cre*, репортерний ген *gus*, ген стійкості до гігromіцину *nptII*, що обмежувались сайтами ексцизиї *loxP*, та термінуюча послідовність нопалін-синтази (*nos*). У кожній із створених векторних конструкцій ділянка з селективними маркерними генами *gus* і *nptII* та геном самої рекомбінази обмежувалась сайтами ексцизиї. Ген стійкості проти антибіотика гігromіцину *hptII* був винесений за межі сайтів ексцизиї для селективного добору трансформованих рослин.

Створені векторні конструкції переносили до бактерій *Agrobacterium tumefaciens* штам GV3101 за допомогою електропорації [13]. Суспензію *A. tumefaciens* нарощували в рідкому середовищі Лурія-Бертоні [17] у присутності канаміцину (100 мг/л) впродовж 48 год при температурі 28⁰ С на орбітальному шейкері (180 об/хв). Культуру бактерій осаджували при 4000 об/хв протягом 5 хв та суспендували в розчині солей Мурасіге та Скуг, 5%-ної сахарози, MES ("Sigma", США) та манітолу ("Sigma", США). Щільність суспензії при оптичній густині 600 нм становила 0,8.

В експериментах з трансформації використовували дикий тип *A. thaliana* екотипу *Columbia*. Для одночасного проростання насіння інкубували в темряві при температурі 4⁰ С протягом двох діб, після цього висаджували в ґрунт та вирощували за тепличних умов. Для трансформації рослин використовували метод квіткового занурення в агробактеріальну суспензію [2]. За декілька днів до трансформації в рослин видаляли первинні суцвіття для стимуляції розвитку вторинних. Інокуляцію здійснювали шляхом занурення квіткових бруньок та квіток у бактеріальну суспензію на 1–2 хв. Рослини витримували 12 год у темряві за умов підвищеної вологості та згодом вирощували протягом чотирьох

тижнів за тепличних умов до моменту дозрівання насіннєвого матеріалу. Для подальшої роботи насіння стерилізували за методом вакуумного оброблення з додаванням до ексикатора суміші гіпохлориту натрію та 1М соляної кислоти у співвідношенні 3:1 протягом 4 годин та пророщували на селективному середовищі Мурасіге і Скуга [12] у присутності гігromіцину (100 мг/л). Для подальшої роботи добирали лише рослини, стійкі проти селективного агента гігromіцину.

Для встановлення експресії привнесених генів у геномі трансформантів *A. thaliana* проводили гістохімічний аналіз за допомогою GUS-тесту на 10 – 12-денних проростках. Для аналізу відбирали по 8 зразків кожної лінії трансформантів. Рослинний матеріал інкубували в реакційній суміші з 0,2 М фосфатом натрію, рН 7,0, 10 мМ ЕДТА, 20% метанолом, 0,01% Triton X-100, 2% ДМСО та 0,1% 5-бром-4-хлор-3-індол β-глюкопіранозидом (X-Gluc) при температурі 37⁰ С протягом 2–3 год [8]. Після інкубації тканини промивали у 70%-ному спирті для видалення хлорофілу.

Для аналізу отриманих трансформантів за допомогою ПЛР виділяли геномну ДНК з двохтижневих рослин [4]. Для цього рослинний матеріал гомогенізували в екстракційному буфері (200 мМ Tris-HCl, рН 7,5, 250 мМ NaCl, 25 мМ ЕДТА та 0,5% ДДС-натрію). Після осадження бруду супернатант преципітували ізопропанолом та відмивали у 70%-ному спирті. Сухий залишок ресуспендували у 50 мкл дистильованої води. Чистоту виділеної ДНК оцінювали за допомогою електрофорезу в 0,8%-ному агарозному гелі з флуоресцентним барвником бромистим етидієм (5 мкг/мл).

Для ПЛР змішували 2 мкл розчиненої ДНК, 10 мкМ праймерів (в об'ємі 0,5 мкл), 250 мкМ суміші дНТФ, 250 мМ MgCl₂, 0,3 одиниці Taq-полімерази («Sigma», США) та десятикратний розчин буфера ПЛР («Sigma», США) до кінцевого об'єму 25 мкл. Для ампліфікації ДНК використовували праймери: *hptII*F2 (віджиг до 3'-кінця гена *hptII*) 5'-CACAGTTCTCGTCCACAGTTCG-3' і 35StermRevAvrII (олігопослідовність, комплементарна 3'-кінцю 35S промотора) 5'-aaacCTAGGGATCTGGATTTTAGTACTGG-3'. Розмір продуктів ампліфікації

становив 300 п.н. Наявність продуктів ампліфікації за цією парою праймерів має свідчити про присутність Т-ДНК в геномі.

Подію ексцизії за допомогою рекомбінази Cre *loxP*-обмеженої ділянки визначали, використовуючи іншу пару праймерів в аналогічній суміші ПЛР: pRI-vecprobe1 (послідовність, комплементарна до векторної послідовності pORE) 5'-CACTCGATACAGGCAGCCCA-3' та pRI-vecprobe2 5'-GAATCTTGGCCTGCACGAATACC-3'. Розмір продуктів ампліфікації становив 1800 п.н. Обидві реакції проводили за умов: початкова денатурація при температурі 94⁰ С - 2 хв; ампліфікація – 30 циклів (92⁰ С – 30 с, 60⁰ С – 30 с, 72⁰ – 90 с), кінцева елонгація – 72⁰ С протягом 5 хв. Продукти ампліфікації розділяли за допомогою електрофорезу в 2%-ному агарозному гелі з додаванням бромистого етидію.

Результати дослідження та їх обговорення. Для визначення найбільш ефективного варіанта векторної конструкції для проведення генетичної трансформації рослин було створено дві конструкції із сайт-специфічною рекомбіназною системою CRE/*loxP* під контролем 35S промотора (рис. 1). Як вже зазначалось вище, обидві конструкції pORE-*lox1HGC* та pORE-*lox2HGC* - містили однаковий набір генів, але різниця між ними полягає в їх розташуванні на касеті.

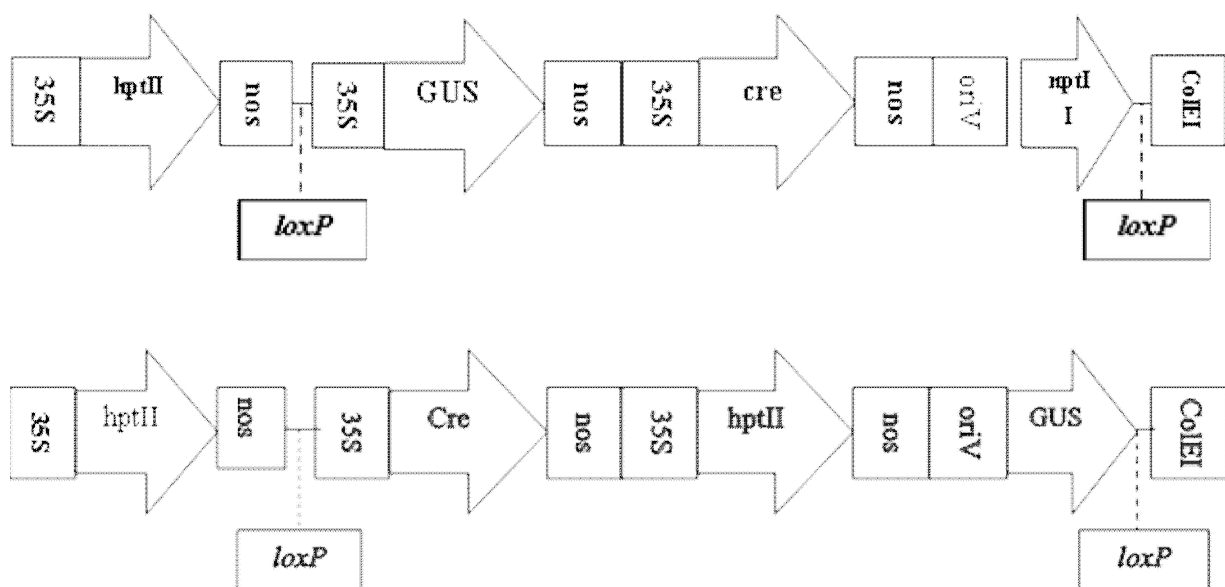


Рис. 1. Схема розташування генів у ДНК-конструкціях pORE-*lox1HGC* та pORE-*lox2HGC*. До складу конструкцій входить: 35S-промотор, ген *hptII*, pos-

термінатор, GUS – ген глюкуронідази, *cre* – ген рекомбінази, *oriV* – сайт початку ініціації реплікації, ген *nptII*, ColEI – послідовність, що відповідає за реплікацію плазмід у бактеріях *E. coli*.

Для забезпечення експресії Т-ДНК в геномі трансформантів нами було використано 35S промотор [18]. У ряді інших робіт описано використання сайт-специфічної рекомбіназної системи Cre/*loxP* під контролем тканинспецифічних промоторів та промоторних послідовностей, ідентифікованих у складі генів теплового шоку. Зокрема, для регуляції роботи системи Cre/*loxP* використовують промотор, ідентифікований в зародкових тканинах [10], або індукцйбельний промотор до гена теплового шоку HSP81-1 [11]. Проте недоліком використання таких послідовностей є необхідність створення специфічних умов для проведення трансформації, або ж залучення додаткових агентів для ініціації експресії самої рекомбінази. Застосування ж промотору 35S дозволяє спростити використання запропонованих конструкцій. При цьому послідовності 35S промотора та pos-термінатора є надійною регулюючою системою для контролю експресії Т-ДНК у рослинному геномі. Так, у дослідженнях Kim et al. [9] для трансформації арабідопсису за допомогою векторної конструкції з сайт-специфічною рекомбіназою Cre/*loxP* використовувались регулюючі послідовності промотора 35S та pos-термінатора. Послідовність маркерного гена *gus* розділялась та виносилась за межі сайтів ексцизії *loxP*. Під час події видалення ділянки ДНК, обмеженої сайтами, частини гена з'єднувались. Таким чином, наявність експресії гена *gus* свідчила про роботу ферменту. Однак при застосуванні такого підходу для отримання трансформантів, вільних від СМГ, залишається питання подальшої присутності маркерного гена в рослинному геномі. Також у результаті роз'єднання кодуєчої послідовності ДНК підвищується ймовірність виникнення ефекта мовчання генів. У запропонованому нами підході з використання сайт-специфічної рекомбіназної системи всі СМГ, обмежені сайтами ексцизії, видаляються повністю.

Для визначення трансформаційної ефективності обох сконструйованих векторів була здійснена трансформація рослин арабідопсису за методом квіткового занурення. Завдяки винесенню за межі сайтів ексцизиї гена *hptII* можна було здійснювати селективний добір трансформантів за стійкістю до гігromіцину. Насіння пророщували на селективному середовищі з антибіотиком. За схожістю насінневого матеріалу було виявлено високу частоту подій трансформації для кожної конструкції.

Функціонування T-ДНК у геномі визначали шляхом проведення гістохімічного аналізу на наявність GUS-активності (рис. 2). У результаті проведених експериментів було встановлено, що використання 35S промотора забезпечує експресію маркерного гена на високому рівні. Оскільки послідовності маркера та ферменту знаходяться в межах сайтів ексцизиї, можна припустити, що експресія генів *gus* та *cre* є на одному рівні. При трансформації ДНК-конструкцією pORE-lox1HGC забарвлення за GUS-тестом відбулось у 78% трансгенних рослин. Після трансформації з використанням конструкції pORE-lox2HGC кількість позитивно забарвлених за GUS трансгенних ліній становила 85% від загальної кількості трансформантів. Використовуючи ДНК-конструкції із сайт-специфічною рекомбіназною системою *Cre/loxP* під контролем 35S промотора було отримано рослини із стабільною експресією T-ДНК. Всього проаналізовано насіння від 60 трансформованих рослин (покоління T₀). Для порівняння, у роботі Chong-Pérez et al. [1] для отримання трансформованих рослин банану, вільних від СМГ, у векторних конструкціях використовувалась сайт-специфічна рекомбіназна система *Cre/loxP* під контролем індукцибельних промоторів теплового шоку Gmhsp17.6-L та HSP18.2. Експресія рекомбінази в рослинах, трансформованих тією чи іншою конструкцією, відбувалась після індукції теплового шоку. В результаті частота видалення *loxP*-обмежених ділянок була визначена як 59,7% та 40% відповідно. У роботі Zuo et al. [16] для трансформації рослин арабідопсису використовувалась рекомбіназна система *Cre/loxP* під контролем промотору естрогенового рецептора та в межах спеціально сконструйованої системи XVE.

Ексцизія ділянок ДНК, обмежених сайтами ексцизії, відбувалась в присутності хімічного агента β -естрадіолу. Подія ексцизії була встановлена у 66%.

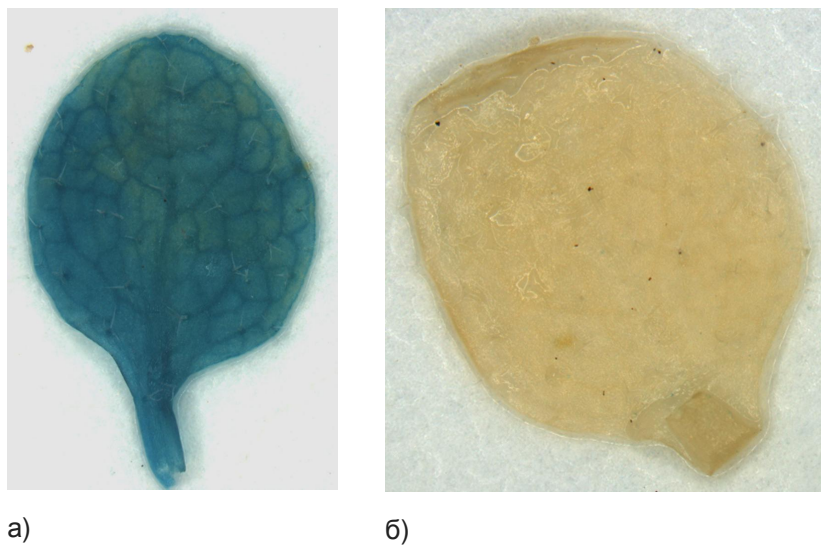


Рис. 2. Експресія гена *gus* у трансформованих рослинах *A. thaliana*: а - зразок з позитивним результатом за GUS-тестом; б - зразок з негативним результатом за GUS-тестом.

Для підтвердження події трансформації проводили ПЛР-аналіз геномної ДНК. У реакції використовували праймери до 35S промотора та гена *hptII*, розміщені поза межами сайтів ексцизії *loxP* та пара праймерів до гена *nptII*. У результаті проведеного аналізу виявлено присутність ділянки Т-ДНК конструкції $\text{pORE-lox}^1\text{HGC}$, обмеженої *loxP* сайтами, у 80% зразків. Кількість рослин, трансформованих з використанням ДНК-конструкції $\text{pORE-lox}^2\text{HGC}$ з продуктами ампліфікації до частин Т-ДНК, обмеженої сайтами ексцизії, становить 87% від загальної кількості. Кількість рослин, трансформованих $\text{pORE-lox}^1\text{HGC}$, в яких відбулась подія ексцизії, становила 10%, а у трансформантів за $\text{pORE-lox}^2\text{HGC}$ - 12% від загальної кількості трансформантів (рис. 3). Різниця між результатами гістохімічного аналізу на GUS-активність та молекулярно-генетичним аналізом вказує на ефект мовчання генів (рис. 4).

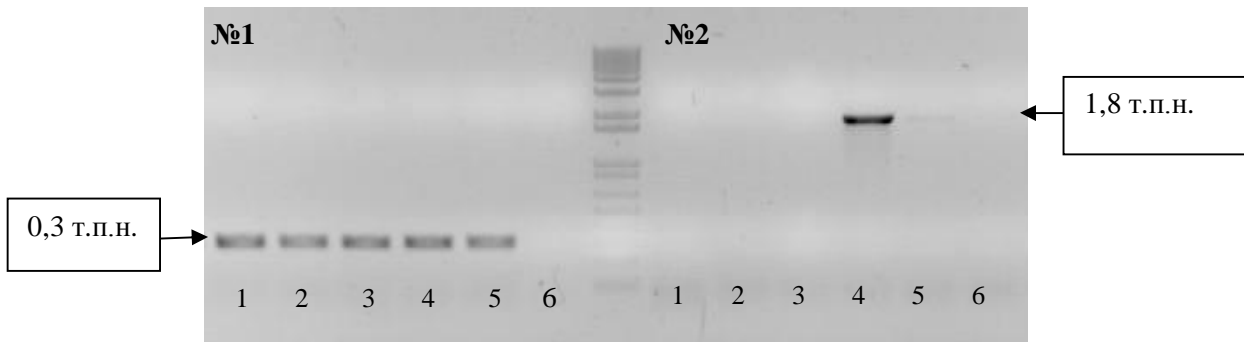


Рис. 3. Результати ПЛР-аналізу видалення маркерних послідовностей рекомбіназою Cre (в 0,8%-ному агарозному гелі) в рослинах, трансформованих вектором pORE-lox2HGC: зразки 1-5 – продукти ампліфікації, що вказують на присутність T-ДНК в геномі, «6» - негативний контроль, H₂O. №1 – перевірка присутності ДНК конструкції в рослинному геномі (праймери до 35S промотору та *nptII*), розмір продукту 0,3 т.п.н., №2 – рослини з видаленими послідовностями ДНК, обмеженими сайтами *loxP* (праймери до гена *nptII* у межах сайтів ексцизії), розмір ампліконів 1,8 т.п.н. (відсутність продукту ампліфікації вказує на те, що подія ексцизії за сайтами *loxP* в геномі зразка відбулась).

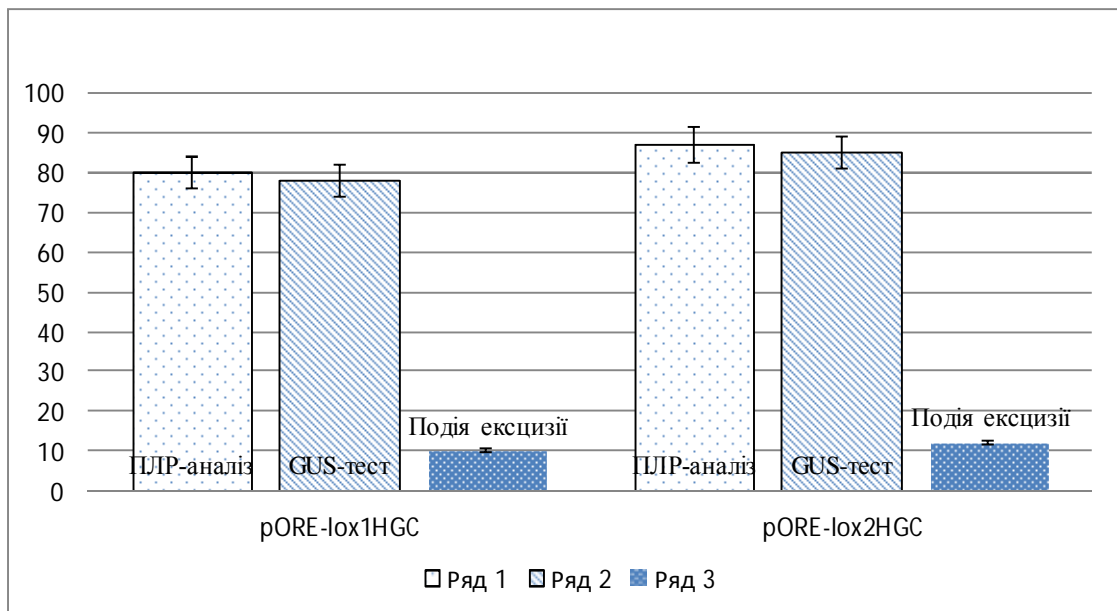


Рис. 4. Порівняння результатів гістохімічного та молекулярно-генетичного аналізів трансформованих рослин арабідопсису за допомогою векторних конструкцій pORE-lox1HGC та pORE-lox2HGC. Схематичне

зображення різниці між детектованою за допомогою ПЛР присутністю Т-ДНК в геномі, експресією гена *gus* та подіями видалення з геному *loxP* обмежених ділянок Т-ДНК за допомогою рекомбінази Cre.

Висновки

1. У результаті проведеної роботи продемонстровано ефективне використання нового підходу для отримання трансгенних ліній рослин.

2. Проаналізовано ефективність використання ДНК-конструкцій, створених для отримання трансформантів, вільних від маркерних послідовностей. За допомогою проведеного гістохімічного та молекулярно-генетичного аналізів геному трансформантів відзначена стабільна експресія Т-ДНК в рослинах трансформованих обома типами ДНК-конструкцій.

3. Виявлено подію ексцизії ділянок ДНК, обмежених сайтами ексцизії *loxP*, що вказує на експресію рекомбінази Cre. Вважається, що в наступних поколіннях трансформантів частота подій видалення ділянок ДНК з селективними маркерними генами буде підвищуватись.

4. Запропонований підхід з використанням розроблених векторних конструкцій дає змогу спростити процес отримання трансформованих рослин, вільних від селективних маркерних послідовностей. Методика отримання трансформантів з використанням сайт-специфічної рекомбіназної системи Cre/*loxP* є простою та не вимагає проходження додаткових етапів для активації роботи рекомбінази. Цей підхід можна ефективно застосовувати для отримання генетично модифікованих рослин, вільних від маркерних послідовностей з метою спрощення подальшого процесу комерціалізації.

Список літератури

1. Chong-Perez B. Heat shock induced excision of selectable marker genes in transgenic banana by the Cre-lox site-specific recombination system./B. Chong-Perez, R.G. Kosky, M. Reyes, [et. al.] // J Biotechnol. – 2012. – Vol.159, No.4. – P. 265 – 273.

2. Clough J. S. Floral dip: simplified method for agrobacterium-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana* / J.S. Clough, F.A. Bent // Plant J. – 1998. – Vol. 16, No. 6. – P. 735–743.
3. Darbani B. Methods to produce marker-free transgenic plants./ B. Darbani, A. Eimanifar, Jr. C.N. Stewart // Biotechnol. J. – 2007. – Vol. 2. – P. 83–90.
4. Dellaporta S. L. A plant DNA miniprep: version II./ S.L. Dellaporta, J.Wood, J.B. Hicks // Plant Mol. Biol. Rep. – 1983. – Vol. 1. – P. 19–21.
5. Goodin J. Transgenic plants: methods and protocols. /J. Goodwin, G. Pastori, M. Davey, H. Jones // Methods Mol. Biol. – 2004. – Vol. 286. – P. 191–202.
6. Grindley N.D. Mechanisms of site specific recombination. / N.D. Grindley, K.L. Whiteson, P.A. Rice // Annu Rev. Biochem. – 2006. – Vol.75. – P. 567–605.
7. Herrera-Estrella L. Chimeric genes as dominant selectable markers in plant cells. /L. Herrera-Estrella, M. De Block, E. Messens [et al.] // EMBO J. – 1983. – Vol. 2. – P. 987–995.
8. Jefferson R.A. Assaying chimeric genes in plants: the GUS gene fusion system./ R. A. Jefferson // Plant Mol. Biol. Rep. – 1987. – Vol. 5. – P. 387–405.
9. Kim H.-B. Development of a simple and efficient system for excision selectable markers in *Arabidopsis* using a minimal promoter::Cre fusion construct./H.-B. Kim, J.-I. Cho, N. Ryoo,[et al.] // Mol Cells. – 2012. – Vol. 33, No.1. – P. 61 – 69.
10. Kopertekh L., Cre-mediated seed-specific transgene excision in tobacco./ L. Kopertekh, K. Schulze, A. Frolov, [et al.] // Plant Mol. Biol. – 2010. – Vol.72. – P. 597–605.
11. Liu H.K. Heat shock-regulated site-specific excision of extraneous DNA in transgenic plants./H.K. Liu, C. Yang, Z.W. Wei // Plant Sci. – 2005. – Vol.168. – P. 997–1003.
12. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures./ T.Murashige, F. Skoog // Phys Pla. – 1962. – Vol.15, N3. – P. 473 – 497.
13. Sambrook J: Molecular cloning: a laboratory manual. / J. Sambrook // Cold Spring Harbor, N.Y.: - Cold Spring Harbor Laboratory 2001. – pp 2100.

14. Wang Y. Recombinase technology: applications and possibilities/ Y. Wang, Y.-Y. Yau, D. Perkins-Balding, J.G. Thompson // *Plant Cell Rep.* – 2011. – Vol.30. – P. 267–285.
15. Yemets A.I. Modified tubulin genes as selectable markers for plant transformation Biotechnology [Eds. Blume Ya.B., Baird W.V., Yemets A.I., Breviario D.] // *The Plant Cytoskeleton: Key Tool for Agro-*. – 2009. – P. 435-454.
16. Zuo J. Chemical-regulated, site-specific DNA excision in transgenic plants./ J., Zuo, Q.W. Niu, S.G.Møller, N.H Chua. // *Nat Biotechnol.* – 2001. – Vol.19, No.2. – P. 157 – 162.
17. Маниатис Т. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. / Т. Маниатис, Е.Ф. Фрич, Дж. Сэмбрук. – М.: Мир, 1984. – 521 с.
18. Секан А.С. Одноетапне отримання трансформантів *Arabidopsis thaliana*, вільних від маркерних послідовностей, за допомогою сайт-специфічної рекомбіназної системи *Cre/loxP* під контролем мінімального 35S промотору/ А.С. Секан, С.В. Ісаєнков // *Доп. НАН України.* – 2014. – Т.3. – С. 158 – 163.

**Development of DNA-Constructions with Site-Specific Recombinase System
Cre/loxP Under the Control of a 35S Promoter for Transformation of
Arabidopsis Thaliana to Produce Marker-Free Plants**

A.S. Sekan, S.V. Isaenkov

The results of the development the vector DNA-constructions with site-specific recombinase system *Cre/loxP* for agrobacterium transformation of *Arabidopsis thaliana* plants. It is showed the efficiency of using this approach for obtaining marker-free transformed plants.

Key words: *site-specific recombinase system Cre/loxP, genetic transformation, molecular genetic analysis, expression of the foreign genes.*

Создание конструкций с сайт-специфической рекомбиназной системой Cre/loxP под контролем 35S промотора, а также их использование для получения трансформантов *Arabidopsis thaliana* без маркерных генов

А.С. Секан, С.В. Исаенков

Представленные результаты использования векторных ДНК-конструкций, содержащих сайт-специфическую рекомбиназную систему Cre/loxP для агробактериальной трансформации *Arabidopsis thaliana*. Показано эффективность использования данного подхода для получения трансформантов, не содержащих маркерные последовательности.

Ключевые слова: сайт-специфическая рекомбиназная система Cre/loxP, генетическая трансформация, молекулярно-генетический анализ, экспрессия привнесенных генов.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАЛЕЖНОСТІ ОБСЯГІВ ВИКИДІВ N₂O ВІД ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

О. О. Ракоїд, кандидат сільськогосподарських наук

В.А. Андріяненко, студентка

Проаналізовано динаміку обсягів прямих викидів закису азоту в результаті внесення мінеральних азотних добрив. Встановлено, що причиною майже третини всього обсягу емісії N₂O від орних ґрунтів в Україні є застосування мінеральних азотних добрив. Показано необхідність розробки комплексу заходів, спрямованих на зменшення викидів закису азоту, як одного з основних парникових газів, шляхом раціонального застосування мінеральних добрив.

Ключові слова: *Парникові гази, зміна клімату, закис азоту, мінеральні азотні добрива, сільськогосподарське виробництво*

Майбутньому людства загрожують економічні, політичні, соціальні та екологічні негаразди, і не в останню чергу – зміна клімату. Залежно від того, вирішить чи не вирішить людство цю проблему, розвиватиметься в подальшому його економічне і політичне життя [1]. Триваюча емісія парникових газів (далі – ПГ) буде причиною подальшого потепління і змін у всіх компонентах кліматичної системи. Обмеження кліматичних змін потребують значного і безперервного зниження викидів парникових газів [4].

Зміна клімату означає, що на всій планеті мінятимуться середні значення температур повітря, підніметься рівень моря, підвищиться частота екстремальних погодних явищ тощо. Для України наслідки цих змін можуть бути не однозначно негативними, але процес адаптації до зміни клімату не буде легким та безкоштовним. Як вважають багато вітчизняних дослідників, глобальні зміни клімату найближчими роками матимуть усе більший вплив на сільське господарство, зокрема, через зміну тривалості вегетаційного періоду, підвищення

ризиком пізніх заморозків та інших несприятливих явищ, просторового перерозподілу та зміни кількості опадів тощо [5, 7].

Достовірною причиною сучасного глобального потепління вважають підсилення природного парникового ефекту викидами в атмосферу парникових газів внаслідок господарської, у тому числі сільськогосподарської діяльності. Підвищення глобальної концентрації вуглекислого газу зумовлене, у першу чергу, використанням викопного палива та змінами землекористування, тоді як зміни у концентрації метану та оксиду азоту, перш за все, пов'язані з сільським господарством. За висновком Міжнародної групи експертів зі зміни клімату (далі – МГЕЗК), сільське господарство є одним із основних джерел надходження в атмосферу газів, що утворюють тепловий ефект: CO_2 , CH_4 , N_xO , NO_x та NH_3 [3].

Отже, сільське господарство також має значний потенціал для ефективного пом'якшення змін клімату. У зв'язку з цим кліматичні аспекти набувають першочергового значення при обґрунтуванні заходів, спрямованих на забезпечення збалансованого використання земель сільськогосподарського призначення та екологічну безпеку аграрного виробництва.

Матеріали та методи досліджень Методи дослідження – теоретичні методи: збору та опису фактів, аналізу, синтезу. Для формалізації результатів дослідження застосовано графічний метод з використанням програми Microsoft Excel.

Джерелами отримання вихідної інформації для проведення досліджень були фондові матеріали за формами звітності Державного комітету статистики України (форма № 9-б-сх), наукові публікації та довідкові джерела.

Результати та їх обговорення Згідно з Національним кадастром антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, інвентаризація охоплює викиди шести ПГ прямої дії: діоксиду вуглецю (CO_2), метану (CH_4), закису азоту (N_2O), гідрофторвуглеців (ГФУ), перфторвуглеців (ПФУ), гексафториду сірки (SF_6). Найбільша частка викидів ПГ припадає на діоксид вуглецю – 76 %. Викиди метану в 1990 р. становили 18 %, а

закису азоту – 7 %. У 2011 р. ця пропорція практично збереглася – відповідно 76 %, 16 % і 8 % [6].

В Україні викиди ПГ відбуваються в таких секторах: енергетика; промислові процеси; використання розчинників та інших продуктів; сільське господарство; землекористування, зміни в землекористуванні та лісове господарство; відходи. Частка сектора «Сільське господарство» у сукупних викидах ПГ становила 9 % у 2011 р. [6].

До основних джерел викидів в аграрному секторі належить кишкова ферментація тварин та сільськогосподарські ґрунти: відповідно 24 та 61 % від загальних викидів у секторі в 2011 р. Порівняно з 1990 р. викиди в цьому секторі знизилися на 65 %.

Основний внесок у загальні викиди в сільськогосподарському секторі країни належить категорії «Кишкова ферментація тварин» (CH_4) і «Прямі викиди закису азоту (N_2O) від сільськогосподарських ґрунтів». Згідно з Керівними принципами МГЕЗК [8], прямі викиди закису азоту з орних ґрунтів розраховуються від таких джерел: 1) внесення азотних добрив; 2) внесення органічних добрив; 3) рослинні залишки, включаючи азотфіксацію; 4) культивування органічних (торф'яних) ґрунтів.

Викиди закису азоту з ґрунтів відбуваються природним шляхом у результаті мікробних процесів амоніфікації, нітрифікації і денітрифікації. Однак внаслідок додаткового надходження добрив, що містять азот (азотні мінеральні добрива, гній, рослинні залишки) у ґрунтах різко збільшується його кількість, що бере участь у процесах амоніфікації, нітрифікації і денітрифікації і, в кінцевому підсумку, обсяги викинутого закису азоту.

Газоподібні втрати азоту в основному залежать від ґрунтово-кліматичних умов, виду добрива, строків внесення і способу посіву культур. Залежно від форми азоту азотні добрива поділяють на нітратні (селітри), аміачні, аміачно-нітратні та амідні. Найбільш поширеними в Україні твердими сипучими азотними добривами є аміачна селітра (NH_4NO_3) і сечовина ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Амідна форма сечовини при внесенні у ґрунт швидко перетворюється на амонійну. При

сприятливій температурі і вологості цей процес відбувається за 1–5 днів. Далі дія амонійного азоту подібна до дії азоту водного і безводного аміаку: при глибокому заорюванні він поглинається ґрунтом і нітрифікується, при поверхневому внесенні або неглибокому заорюванні частина азоту (до 5 %) надходить в атмосферу у вигляді аміаку [6]. Серед рідких добрив найпоширеніші аміачна вода і безводний аміак. Як показують результати досліджень, при внесенні рідких добрив газоподібні втрати азоту становлять до 30 %. При внесенні цих добрив у ґрунт з оптимальною вологістю на глибину не менше 10 см втрати азоту не перевищують 5 %.

При основному застосуванні азотних добрив газоподібні втрати можуть досягати максимальних значень (28–50 %). В Україні для зони достатнього зволоження поширеною практикою є внесення азотних добрив під весняну культивуацію перед посівом у зв'язку з тим, що при внесенні їх восени, азот вимивається в нітратній формі. При внесенні добрив безпосередньо під культури газоподібні втрати коливаються в межах 5–24 % [2].

На рис. 1 показано результати наших досліджень щодо сумарних прямих викидів N_2O від орних ґрунтів в Україні для визначення частки прямих викидів закису азоту від внесення мінеральних азотних добрив.



Рис. 1. Динаміка прямих викидів N_2O з орних ґрунтів в Україні, Gg

З'ясовано, зокрема, що найбільший внесок (38,65 %) у загальні обсяги прямих викидів закису азоту з сільськогосподарських ґрунтів був у 1990 р. і залежав від обсягів внесення мінеральних добрив, найменший – у 2000 р. (11,23 %).

З високою вірогідністю це може бути пов'язано зі спадом сільськогосподарського виробництва після започаткування земельної реформи та впровадження ринкових відносин у аграрному секторі економіки.

Це підтверджується і динамікою застосування мінеральних азотних добрив (рис. 2).

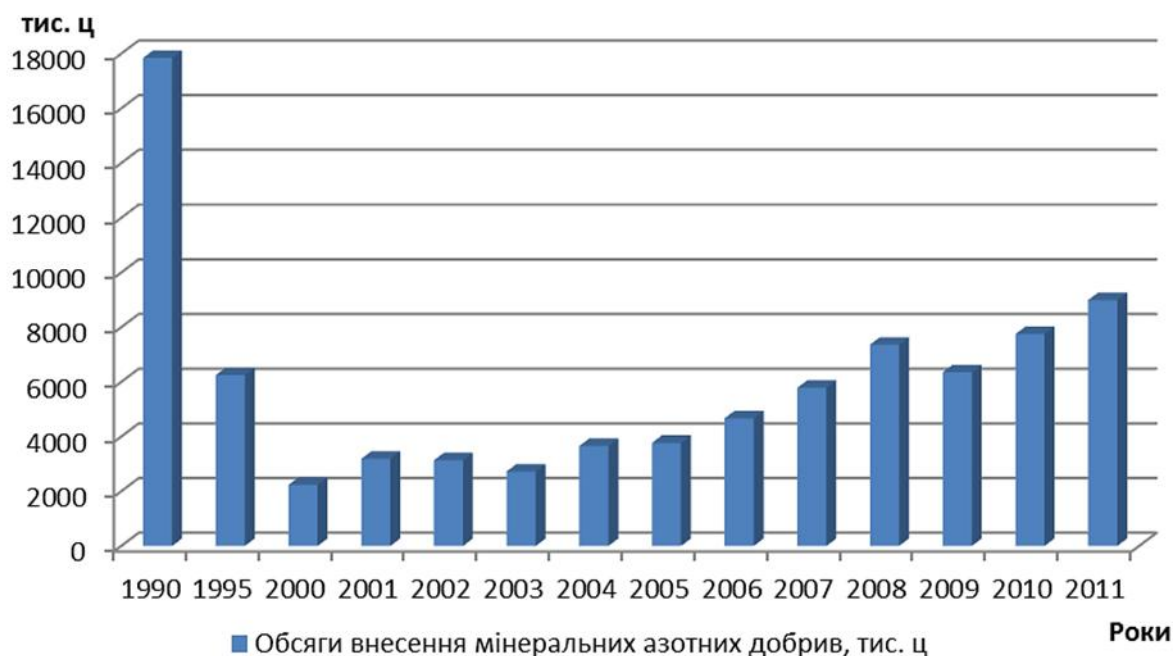


Рис. 2. Динаміка обсягів внесення азотних добрив по Україні, тис. ц

Починаючи з 2001 р., частка прямих викидів закису азоту від азотних добрив неухильно зростає, за винятком незначного зменшення у 2009 р. (як наслідок економічної кризи 2007–2008 рр.).

На сьогодні майже третина (29 %) всього обсягу емісії N_2O з орних ґрунтів походить від застосування мінеральних азотних добрив. Все це свідчить про необхідність розробки комплексу заходів, спрямованих на зменшення викидів

закису азоту, як одного з основних парникових газів, шляхом раціонального застосування мінеральних добрив.

До раціональних методів внесення азотних добрив для зниження викидів закису азоту від сільськогосподарської діяльності належать: локальне та стрічкове внесення азотних добрив під час посіву або підживлення; відмова від внесення азотних добрив з осені; внесення безводного рідкого аміаку, що швидко випаровується, в ґрунт на глибину 10–18 см для уникнення втрат азоту; внесення азотних добрив після попереднього мульчування поверхні ґрунту рослинними рештками.

Для посилення залучення в біологічний цикл атмосферного азоту особливого значення набуває використання бобових культур. За деякими даними, багаторічні бобові трави (конюшина, люцерна) накопичують у біомасі до 200–300 кг/га азоту з повітря, однорічні бобові культури – до 60–100 кг/га. Використання їх у сівозміні (20–30 %) дозволяє зменшити внесення мінерального азоту без суттєвого зниження їх продуктивності на 25–50 %.

Висновки 1. Достовірною причиною сучасного глобального потепління є підсилення природного парникового ефекту викидами в атмосферу парникових газів (вуглекислого газу, метану, оксиду азоту та ін.) внаслідок господарської, у тому числі, сільськогосподарської, діяльності. Домінуючим джерелом викидів закису азоту в Україні є сільськогосподарські ґрунти.

2. Між обсягами внесення мінеральних азотних добрив і обсягами прямих викидів закису азоту існує пряма залежність, тобто, чим більше вноситься азотних добрив, тим більшими є газоподібні втрати азоту з орних ґрунтів. Це свідчить про необхідність запровадження екологічно обґрунтованих методів застосування мінеральних азотних добрив, щоб при зростанні кількості їх внесення викиди закису азоту не збільшувалися. Раціональніше використання азотних добрив досягається, головним чином, зменшенням норм їх внесення на основі диференціації та повнішого використання органічних решток і азоту повітря.

Список літератури

1. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні / За ред. В.Я. Шевчука. – К.: Геопринт, 2005. – 147 с.
2. Екологічні основи використання добрив / [Е.Г. Дегодюк, В.Т. Мамонтов, В.І. Гамалей та ін.]; за ред. Е.Г. Дегодюка. – К.: Урожай, 1988. – 232 с.
3. Зміна клімату 2007: фізична наукова база. Внесок Першої робочої групи до Четвертої доповіді з оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату. Режим доступу: http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/ukrainian/report_ukrainian.pdf
4. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа / Доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Режим доступу: www.climatechange2013.org.
5. Національна система обліку емісії парникових газів землями сільськогосподарського призначення (методичні засади). / [Фурдичко О.І., Макаренко Н.А., Ракоїд О.О. та ін.]. – К.: Логос, 2008. – 55 с.
6. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2011 гг. – Киев, 2013. – 642 с. Режим доступу: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php
7. Country Study on Climate Change in Ukraine. Development of Greenhouse Gas Emissions Inventory / Agency for Rational Energy Use and Ecology. – Kyiv, 1995. - 138 p. - (English). - 144 p. - (Russian).
8. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Режим доступу: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМОВ ВЫБРОСОВ N₂O ОТ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Ракоид Е.А., Андрияненко В.А.

Проанализирована динамика объемов прямых выбросов закиси азота в результате внесения минеральных азотных удобрений. Установлено, что почти треть всего объема эмиссии N₂O от пахотных почв в Украине происходит от

применения минеральных азотных удобрений. Показана необходимость разработки комплекса мер, направленных на уменьшение выбросов закиси азота, как одного из основных парниковых газов, путем рационального применения минеральных удобрений.

Ключевые слова: Парниковые газы, изменение климата, закись азота, минеральные азотные удобрения, сельскохозяйственное производство

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE DEPENDENCE BETWEEN N₂O EMISSIONS AND APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Rakoid O.O., Andriyanenko V.A.

The dynamics of nitrous oxide direct emissions from mineral N fertilizers are analyzed. There were founded that almost one third of the total volume of N₂O emissions from agricultural soils in Ukraine comes from the application of mineral nitrogen fertilizers. It is shown the necessity of the development the set of measures aimed at reducing emissions of nitrous oxide as one of the main greenhouse gases through the rational use of mineral fertilizers.

Key words: Greenhouse gases, climate change, nitrous oxide, mineral nitrogen fertilizers, agricultural production

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ФОСФОРИТІВ РОДОВИЩ УКРАЇНИ ЗА ВМІСТОМ МИШ'ЯКУ

Макаренко Н.А., доктор сільськогосподарських наук

Бондарь В.І., кандидат сільськогосподарських наук

Досліджено фосфорити родовищ України за вмістом рухомих та валових форм миш'яку. Для прогнозу ризику забруднення ґрунту миш'яком при застосуванні фосфоритів як добрив було проведено розрахунки допустимого вмісту миш'яку у фосфоритах.

***Ключові слова:** Фосфорити, екотоксикологічна оцінка, забруднення ґрунту, валові, рухомі форми миш'яку*

За даними геологічних пошукових розвідок поклади фосфоритної сировини знаходяться на території 13 областей України, загальна кількість родовищ фосфоритів становить понад 360, у тому числі виявлено і різною мірою вивчено вісім великих родовищ із запасами 100-120 млн. т P_2O_5 . Перевагою є низька потенційна вартість фосфорних добрив з місцевої сировини, що пов'язано з особливостями розробки родовищ та технологічними схемами переробки фосфоритів, з яких можна отримувати фосфоритове борошно та концентровані фосфоритові добрива [1,3,4,6,7].

Фосфорні добрива, як показано багатьма дослідженнями [1,2,4], мають високий вміст домішок, серед яких першочерговому контролю повинні підлягати речовини 1 класу небезпеки. До таких речовин належить миш'як, сполуки якого можуть негативно впливати на екологічний стан довкілля, а також здоров'я людини.

Матеріали і методи дослідження. Для встановлення ступеня ризику забруднення агроєкосистеми миш'яком внаслідок застосування фосфорних добрив оцінці підлягали фосфорити та продукти їх переробки таких родовищ України: Ново-Амросіївського (вміст P_2O_5 - 25 % та 16 %); Південно-

Осиківського (вміст P_2O_5 - 28 %); Волинського (вміст P_2O_5 - 7,9 %); Здолбунівського (вміст P_2O_5 - 12,6 %); Ратнівського (вміст P_2O_5 - 28 % та 19 %); Маневичсько-Клеванської фосфоритоносної площадки (МКП) (вміст P_2O_5 - 25 %).

Визначення вмісту миш'яку у фосфоритах здійснювали фотоколориметричним методом [ТУ У6-14005076.041-2000], який характеризується високою чутливістю, точністю і відтворюваністю результатів. Суть методу полягає в утворенні миш'якомолібденової сині після попереднього вилучення миш'яку у вигляді Арсену та подальшому окисленні його розчином йоду і вимірюванні оптичної густини цього комплексу відносно розчину порівняння при довжині хвилі $\lambda = 750$ нм. Екстрагування валових форм миш'яку проводили за допомогою концентрованої HCl, рухомих форм – 1NHCl. Достовірність та надійність результатів досліджень підтверджували дисперсійним та регресійним аналізами.

Визначення допустимих рівнів впливу миш'яку на ґрунт у разі застосування фосфоритів, а також встановлення допустимих концентрацій миш'яку у фосфоритах здійснювали відповідно до ДСТУ 4944:2008 Агрохімікати. Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин [2].

Результати дослідження та їх аналіз. Установлено, що вміст валового миш'яку в фосфоритах України коливався від 10,2 до 28,7 мг/кг. Високий його вміст відзначали у фосфоритах родовищ Південно-Осиківського, Ново-Амвросіївського, Ратнівського, де він становив відповідно 28,7 мг/кг, 26,9 і 26,7 мг/кг; дещо нижчий - Ново-Амвросіївського глауконітового концентрату, Здолбунівського фосфоритового концентрату і Волинського жовного фосфориту - відповідно 12,6 мг/кг, 12,7 і 10,2 мг/кг (табл. 1).

1. Валовий вміст миш'яку в фосфоритах родовищ України

Назва фосфориту	Вміст	
	P ₂ O ₅ , % *	As, мг/кг
Ново-Амвросіївський фосфоритовий концентрат	25	26,90±1,27
Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат	16	12,60±1,27
Південно-Осиківський фосфоритовий концентрат	28	28,70±1,27
Здолбунівський фосфоритовий концентрат	13	12,70±0,32
Волинський жовновий фосфорит	8	10,20±0,64
Ратнівський фосфоритовий концентрат	19	20,60±0,64
Ратнівський фосфоритовий концентрат	28	26,70±1,27
Маневичсько-Клеванська фосфоритоносна площадка	25	17,10±0,19

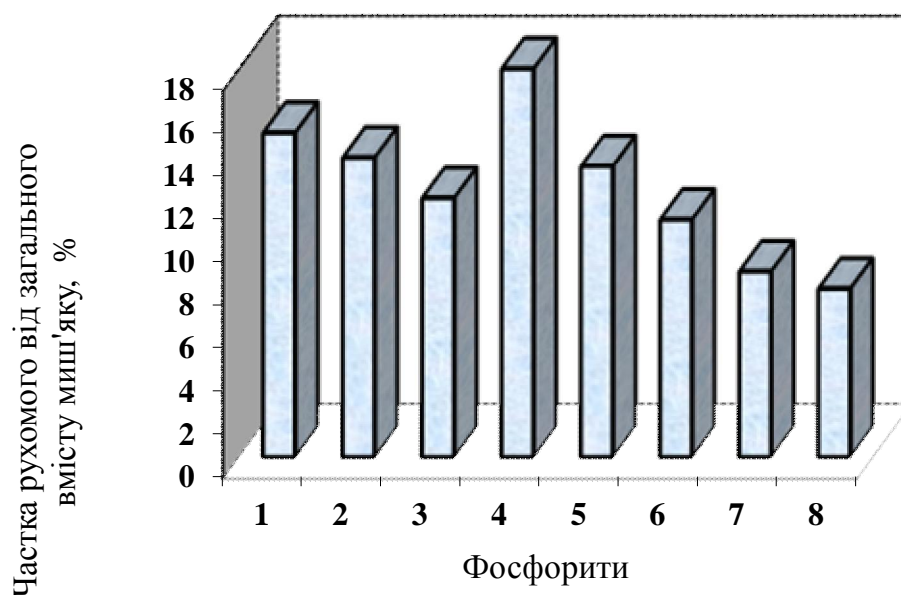
* - За даними геолого-розвідувальних організацій

Дослідженнями встановлено, що вміст рухомих форм миш'яку у фосфоритах коливався від 1,73 до 4,05 мг/кг. Підвищеним вмістом цього елемента характеризувались Ново-Амвросіївський, Південно-Осиківський, Ратнівський фосфоритові концентрати України, де він становив відповідно 4,05 мг/кг, 3,42 і 2,85 мг/кг, невисоким - Волинський жовновий фосфорит - 1,73 мг/кг, Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат – 1,75 мг/кг і Ратнівський фосфоритовий концентрат – 1,78 мг/кг (табл. 2).

2. Вміст рухомого миш'яку в фосфоритах родовищ України

Назва фосфориту	Вміст		
	P ₂ O ₅ ,%	As, мг/кг	As, % від валового вмісту у фосфоритах
Ново-Амвросіївський фосфоритовий концентрат	25	4,05±0,64	15,1
Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат	16	1,75±0,64	13,9
Південно-Осиківський фосфоритовий концентрат	28	3,42±0,95	12,0
Здолбунівський фосфоритовий концентрат	13	2,28±0,32	18,0
Волинський жовновий фосфорит	8	1,73±0,32	7,8
Ратнівський фосфоритовий концентрат	19	1,78±0,95	8,6
Ратнівський фосфоритовий концентрат	28	2,85±1,27	11,0
Маневичсько-Клеванська фосфоритоносна площадка	25	2,30±0,64	13,5

Частка рухомих форм миш'яку від валових у фосфоритах України становила від 7,8 до 18,0 % (рисунок).



Південно-східний регіон видобування

1. Ново-Амвросіївський фосфоритовий концентрат

2. Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат

3. Південно-Осиківський фосфоритовий концентрат

Північно-західний регіон видобування

4. Здолбунівський фосфоритовий концентрат

5. Волинський жовновий фосфорит

6. Ратнівський фосфоритовий концентрат

7. Ратнівський фосфоритовий концентрат

8. Маневичсько-Клеванська фосфоритонасна площадка

Рис. Частка рухомого миш'яку від валового вмісту у фосфоритах родовищ України

Прогноз ризику забруднення ґрунту миш'яком базується на методичних розробках [1,4,5] і здійснюється за показником, який дає можливість визначити час досягнення його критичної концентрації в орному шарі ґрунту (T_k , роки). Він розраховується як відношення можливого додаткового надходження миш'яку у ґрунт з фосфоритом (A) до фактичного (G):

$$T_k = A/G \text{ (роки)}$$

Можливе надходження миш'яку з фосфоритами у ґрунт (A, мг/кг) обчислюється за формулою:

$$A = (\text{ГДК} - F) \cdot 3\,000\,000 \cdot k_t,$$

де ГДК – гранично допустима концентрація миш'яку у ґрунті, яка становить 2 мг/кг; F – фонові концентрація миш'яку у ґрунті - 1,2 мг/кг (для дерново-підзолистого ґрунту); 3 000 000 – маса орного шару ґрунту, кг/га; k_t - коефіцієнт стійкості ґрунту проти забруднення миш'яком - для дерново-підзолистого ґрунту 0,3.

Фактичне надходження миш'яку з фосфоритами у ґрунт (G, мг/кг) обчислюється за формулою:

$$G = d g_2 100 / g_1,$$

де d – доза застосування фосфориту – 90 кг/га за д.р.; g_2 – концентрація миш'яку у фосфориті, мг/кг (табл. 1); 100 – перерахунок на фізичну масу фосфориту,%; g_1 – концентрація діючої речовини в агрохімікаті,%.

Для встановлення ризику забруднення ґрунту миш'яком при застосуванні фосфоритів керувалися такою градацією небезпеки [1,4,5]:

<i>Рівень небезпеки</i>	<i>T_k, роки</i>
Високо небезпечний	< 10
Небезпечний	10-30
Помірно небезпечний	31-100
Мало небезпечний	> 100

Розрахунки показали, що безпечний рівень надходження миш'яку в орний шар ґрунту (A) не повинен перевищувати $720 \cdot 10^3$ мг/кг, подальше збільшення цієї кількості може призвести до небажаних наслідків, у т.ч. перевищення ГДК, і бути небезпечним з екологічної точки зору.

Розрахунок ризику забруднення ґрунту миш'яком при застосуванні фосфоритів у нормі 90 кг/га за д.р. дозволив встановити, що в більшості випадків час досягнення небезпечної концентрації перевищує 60 років, що свідчить про потенційну екотоксикологічну безпечність фосфоритів з родовищ України (табл. 3).

3. Ризик забруднення ґрунту миш'яком при застосуванні фосфоритів родовищ України

Назва фосфориту	Фактичне надходження миш'яку з фосфоритами у ґрунт (G, мг/кг)	Час досягнення критичної концентрації, T _к (роки)	Рівень небезпеки
Ново-Амвросіївський фосфоритовий концентрат	9684	74	Помірно небезпечний
Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат	7088	102	Мало небезпечний
Південно-Осиківський фосфоритовий концентрат	9225	78	Помірно небезпечний
Здолбунівський фосфоритовий концентрат	9071	79	Помірно небезпечний
Волинський жовновий фосфорит	11620	62	Помірно небезпечний
Ратнівський фосфоритовий концентрат	9758	74	Помірно небезпечний
Ратнівський фосфоритовий концентрат	8582	84	Помірно небезпечний
Маневичсько-Клеванська фосфоритонасна площадка	6156	117	Мало небезпечний

Прогноз ризику забруднення ґрунту миш'яком при застосуванні фосфоритів як добрив показав, що найменш небезпечними виявились Ново-Амвросіївський глауконітовий концентрат, фосфорити Маневичсько-Клеванської фосфоритонасної площадки, Ратнівський фосфоритовий концентрат.

Проте хімічні властивості миш'яку, які визначають особливості його поведінки у природному середовищі і зумовлюють високий ступінь екотоксикологічної небезпеки роблять обов'язковим контроль за цим елементом. При впровадженні у сільськогосподарське виробництво нових видів мінеральних добрив рекомендується проводити їх регламентацію за вмістом цього елемента. Допустимий вміст миш'яку у добривах необхідно визначати з урахуванням норми застосування добрива, гранично допустимої та фонової концентрації миш'яку у ґрунті та стійкості ґрунту проти забруднення цим елементом.

Список літератури:

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / [В.П. Патики, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін.] – К.: Основа, 2005. – 300с.
2. ДСТУ 4944:2008 Агрохімікати. Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин / Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь, В.В. Макаренко, та ін. – К.: Держспоживстандарт України, 2008 – 15с.
3. Єфремов М.В. Нетрадиційні види гірничо-хімічної сировини для сільського господарства / М.В. Єфремов // Використання нетрадиційних сировинних ресурсів у сільському господарстві. - Луцьк: Надстир'я, 1997 - С. 20-22– 16с.
4. Макаренко Н.А. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему: дис. ... доктора с.-г. наук: 03.00.16. / Макаренко Наталія Анатоліївна – К., 2002.- 377с.
5. Методичні рекомендації з встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин в агрохімікатах / за ред. д.с.-г.н. Н.А. Макаренко. – К.: Логос, 2007 – 16с.
6. Використання фосфоритів родовищ України на чорноземних ґрунтах / [Носко Б.С., Христенко А.О., Максимова В.П., Копоть Н.П.] // Вісник аграрної науки. –2001. – №1. –С. 34-36.
7. Чумаченко И.Н. Агрохимическая и экологическая оценка фосфатного сырья / И.Н. Чумаченко // Химизация сельского хозяйства. – 1991. - №11.- С. 17-89.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ФОСФОРИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УКРАИНЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ МЫШЬЯКА

Макаренко Н.А., Бондарь В.И.

Исследованы фосфориты месторождений Украины по содержанию подвижных и валовых форм мышьяка. С целью прогноза риска загрязнения почвы мышьяком при применении фосфоритов как удобрений были проведены расчеты допустимого содержания мышьяка в фосфоритах.

Ключевые слова: *Фосфориты, экотоксикологическая оценка, загрязнение почвы, валовые, подвижные формы мышьяка*

ECOTOXICOLOGICAL REGLEMENTATION OF PHOSPHORITES FROM UKRAINIAN DEPOSITS ACCORDING TO ARSENIC CONTENTS

Makarenko N.A., Bondar V.I.,

The phosphorites from Ukrainian deposits according to the contents of movable and gross arsenic forms were studied. With the purpose to forecast the risk of ground pollution by arsenic at using of phosphorites as fertilizers the calculation of accessible contents of arsenic in the phosphorites was made.

Key words: *Phosphorites, ecotoxicologic estimation, ground pollution, gross and movable arsenic forms*

УДК: 602.1:53.082.9

ІМУННИЙ БІОСЕНСОР НА ОСНОВІ ISFETs З ОКСИД ЦЕРІЄВОЮ ЧУТЛИВОЮ ПОВЕРХНЕЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАТУЛІНУ

Н. Ф. Слишик, аспірантка*

М. Ф. Стародуб, доктор біологічних наук, професор

Представлено фізико-хімічні та функціональні характеристики імунного біосенсора на основі оксиду церію ISFET. Пероксидаза хрому (HRP) слугувала міткою, її активність визначалась через основний зсув рН розчину аскорбінової кислоти в присутності H_2O_2 . За аналізу патуліну "конкурентним" способом визначена його концентрація становила до $1,0 \text{ нг/мл}^{-1}$ і лінійність в межах $5\text{-}200 \text{ нг/мл}^{-1}$. При "донасиченні" чутливість збільшувалась до $0,5 \text{ нг/мл}^{-1}$ з лінійністю в діапазоні $1,0\text{-}250 \text{ нг/мл}^{-1}$.

Ключові слова: ISFET, оксид церію, імунний біосенсор, патулін, визначення.

Проблема мікотоксикозів отримала дуже велике значення в світі. Проведення органолептичного аналізу, навіть за наявності плісняви, не завжди означає погану якість продукції, і це не дає жодних гарантій для запобігання загрози отруєння організму, збереження врожаю і отримання високоякісного посадкового матеріалу. Нині вміст ряду мікотоксинів регулюється з використанням традиційних методів, заснованих на різних видах рідкої і газової хроматографії в (LC і GC), у тому числі їх високоефективних варіантів (HPLC і HRGC) з мас-спектроскопією (MS) і мас-спектрометрією з високою роздільною здатністю реєстрації аналітів (HRMS).

*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор М. Ф. Стародуб

Існуючі підходи можуть забезпечити чутливість на максимально допустимих рівнях концентрації мікотоксинів в продуктах харчування, але вони дуже складні і не виконують практичних вимог до простоти і чутливості аналізу.

Але на жаль, їх важко застосовувати на практиці, особливо через термін виконання аналізу і неможливість проводити його в польових умовах. Ці вимоги можуть бути виконані тільки методами, заснованими на сучасних принципах біосенсорики. Нами розроблено ряд імунних біосенсорів на основі поверхневого плазменного резонансу (SPR), повного внутрішнього віддзеркалення еліпсометрії (TIRE), нано-структурованого пористого кремнію з хемілюмінесцентним і біолюмінесцентним підходами для контролю рівня Т2-мікотоксинів, афлатоксину, зеареленону, патуліну та ін. [2, 9-11, 13-15]. Використовуючи іонн-чутливі польові транзистори (ISFETs), як датчики імунного біосенсора, призначеного для реєстрації деяких низькомолекулярних речовин, ми спробували досягти простоти і дешевизни аналізу [12]. За останніми даними [8] ми маємо можливість використовувати оксид церію замість нітриду кремнію, і нами вивчено його особливості в ISFETs на основі імунного біосенсора за контролю рівня *Salmonella Typhimurium*. Установлено, що така модифікація дозволила не тільки підвищити стабільність імунного біосенсора, але й отримати вищу чутливість аналізу.

Патулін має молекулярну масу близько 154 дальтон з емпіричною формулою $C_7H_6O_4$ і продукується грибками роду: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Byssochlamys* і *Raecilomyces*. Овочі, фрукти, особливо яблука часто забруднені цим токсином. Міжнародне агентство з вивчення раку на підставі дослідження токсичності патуліну віднесло його до канцерогенів третьої групи або речовин, для яких є недостатньо даних для достовірної класифікації [1]. Тим не менш, він був класифікований як канцерогенна, мутагенна і цитотоксична речовина [5, 14, 16]. Міжнародні та національні агентства з регулювання рівня патуліну встановили допустиму норму концентрації в межах 20-50 мкг/кг [6]. Метою дослідження було розробити методику створення імунного біосенсора на основі

оксиду церію ISFETs, і провести аналіз результатів та вивчити ефективність роботи за визначення рівня патуліну в модельних розчинах і в деяких реальних зразках.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. А. Отримання специфічних імунних компонентів.

Специфічні IgG отримані з Agrisera (Швеція). Вони були розчинені в 0,5 мМ 5 мМ Na-фосфатному буфері (рН 7,3), що містив 100 мМ NaCl (PBS). Синтез кон'югатів патуліну з пероксидазою хрому (HRP) і бичачим сироватковим альбуміном (BSA) був виконаний у кілька етапів відповідно до схеми, описаної раніше [3]. Специфічні IgG були марковані HRP за стандартами процедури із застосуванням глутаральдегіду (GA) [10]. Усі реагенти були придбані в "Sigma-Aldrich" (США).

Б. Технологія створення ISFETs, деякі характеристики та підготовка імунних біосенсорів.

Технологія створення ISFETs була описана в [10]. Нами використано стандартну електронну технологію. Для отримання рівномірної товщини плівки напилення церію проводилося у два етапи. Після першого етапу планшет нагрівали до температури 180° С. Окислення церію здійснювали в дифузній печі при температурі 300° С в кисневому середовищі. Для стабілізації реакції оксиду церію ISFET плівку покривали тонким шаром оксиду кремнію, який був вирощений на підкладці шляхом термічного окислення.

Зображення поверхні оксиду церію за допомогою атомно-силової мікроскопії показано на рис. 1.

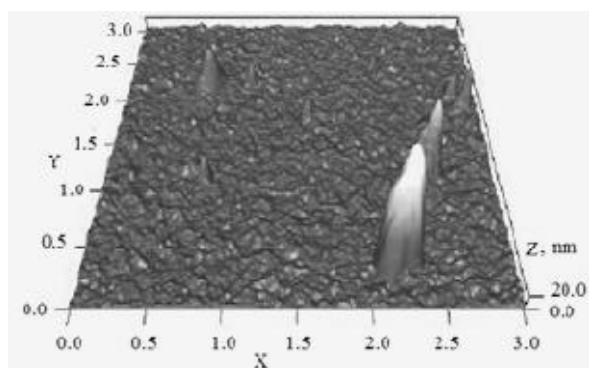


Рис. 1. Поверхня оксиду церію під атомно - силовою мікроскопією, де розміри по осях X і Y в мкм.

С. Виявлення патуліну за допомогою імунного біосенсора на основі ISFET та ELISA-методу. Аналіз на основі ISFET виконували двома способами: "конкурентним" і "донасичення". Перший спосіб був проведений у двох варіантах: а) коли специфічні IgG іммобілізували на поверхні затвора і патулін та його кон'югат з HRP конкурували за місця зв'язування; б) іммобілізований кон'югат патуліну з BSA конкурував за місця зв'язування з вільним токсином за сайти зв'язування специфічного IgG, міченого HRP. "Донасичення" виконували так: специфічні IgG було іммобілізовано на поверхні затвора і вони спочатку реагували з вільною формою патуліну, після цього взаємодіяли з кон'югатом патулін-HRP.

ELISA-метод проводили обома способами ("конкурентним" і "донасичення"), описаними для аналізу імунним біосенсором. Усі процедури для ELISA-методу виконували за стандартним протоколом, рекомендованим для аналізу мікотоксинів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Щоб установити оптимальну концентрацію кон'югату патуліну з HRP його рівень у подальших експериментах змінювали в межах $0,1-0,6 \mu\text{gml}^{-1}$ (з боку HRP). З'ясовано, що максимум виходу біосенсора (близько 98 мВ) відповідає $0,30 \mu\text{gml}^{-1}$ кон'югату. У цих умовах затвор ISFET був насичений сайтами зв'язування специфічних IgG. Коли специфічні IgG іммобілізували безпосередньою

взаємодією з радикалами GA на поверхні затвора рівень необхідного кон'югату патуліну з HRP був приблизно в 1,5 раза менший. Ймовірно, в цьому випадку деяка частина активних центрів IgG блокуються поверхнею. Саме тому, білок дозволяє антигену орієнтуватися на активні центри специфічних IgG і тим самим сприяє підвищенню рівня ферментів на поверхні. Це є ефективним способом для отримання більш високих сигналів.

Зміни ISFET потенціалу імунного біосенсора залежно від концентрації патуліну в модельних розчинах при виконанні аналізу "конкурентним" способом і "донасичення", проказані на рис. 2 (середні значення за 10 вимірів).

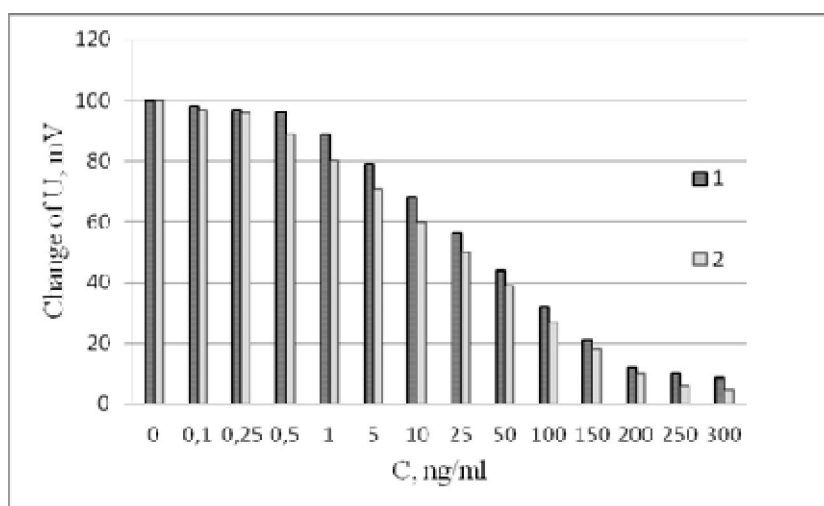


Рис.2 Потенціали імунного біосенсора на основі ISFET залежно від концентрації патуліну в модельних розчинах: 1- "конкурентний" (варіант а) і 2 – (варіант в) спосіб "донасичення"

Для обох способів виконання експерименту достовірно зниження сигналу біосенсора спостерігалось при $0,25 \text{ нг/мл}^{-1}$ патуліну в аналізованій суміші. Але в обох варіантах "конкурентного" способу аналізу лінійність зменшення сигналу спостерігалася при концентрації патуліну в діапазоні від $1,0$ до 200 нг/мл^{-1} (у цьому діапазоні потенціал затвора ISFET змінювався від 9 до 98 mV). Дещо вищу чутливість за трохи розширеного діапазону вимірюваних концентрацій (від $0,5$ до

250 нг / мл) було виявлено при способі «донасичення». Стандартне відхилення становило в середньому близько 5%.

Подібні відмінності щодо чутливості між досліджуваними способами і її підвищення при проведенні аналізу способом "донасичення" спостерігали і за виконання ELISA-методу. Найвища чутливість, досягнута за допомогою цього методу становила 5ng/ml (рис. 3).

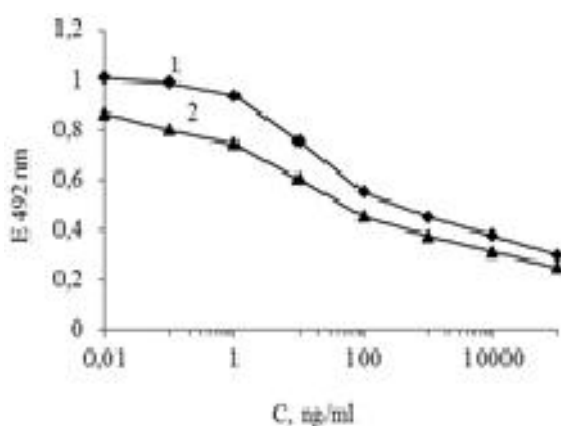


Рис. 3 Визначення вмісту патуліну в модельних розчинах за допомогою ELISA-методу: 1 - "конкурентний" і 2 - "донасичення" способи проведення аналізу.

Як видно, деякі відмінності в чутливості і діапазоні аналізу для двох різних способів за обох підходів (імунний біосенсор та ELISA-метод), можуть бути пов'язані з нерівномірною швидкістю дифузії вільного та кон'югованого патуліну.

Необхідно підкреслити, що ми не спостерігали будь-яких відмінностей у чутливості визначення патуліну в разі виконання обох варіантів "конкурентним" способом. Більше того, цей висновок справедливий для обох підходів аналізу: імунної біосенсорики і ELISA-методу.

Загальна тривалість аналізу, в тому числі й тривалість всіх етапів підготовки не перевищувала 30 хв, якщо специфічні IgG були попередньо іммобілізовані на затворі ISFET. Граничним його етапом є конкуренція між «вільним» і HRP-міченим патуліном за зв'язування з специфічним IgG, що досягає

максимального рівня протягом 20 хв. Якщо останній етап був скорочений до 10 або навіть 5 хв чутливість аналізу зменшувалась відповідно в 3 і в 10 разів. Таким чином, зменшення часу аналізу може призвести до зниження його чутливості.

У наших попередніх дослідженнях (дані не показані) було виявлено, що чутливість біосенсора може бути збільшена шляхом зменшення потужності WB, оскільки відповідно до існуючих даних [7] буферна ємність аналізованого зразка значно впливає на реакцію датчика. Нами проведено спеціальне дослідження залежності імунного сигналу біосенсора від потужності WB. Було проаналізовано рівень відгуку біосенсора за зміни цього індексу в межах від 1 до 20 mM. У таких експериментах під час оцінки оптимальної концентрації H_2O_2 кон'югат патуліну-HRP був пов'язаний з комплексом специфічні IgG - білок, попередньо іммобілізованим на поверхні датчика. Отримані результати показані на рис. 5.

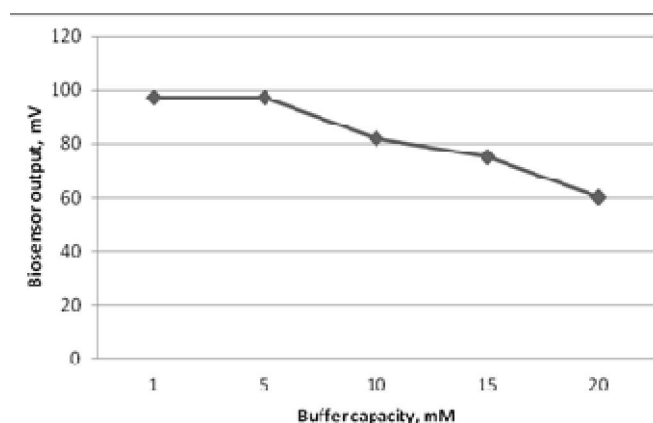


Рис. 5. Залежність відгуку імунного біосенсора від потужності WB.

Так, потужність WB, менша за 5 mM індукувала нестабільну реакцію, та зі збільшенням цього значення відгук імунного біосенсора знижувався, тому теке значення цього параметра має бути прийняте як оптимальне.

Руйнування зв'язків між комплексом антиген-антитіло шляхом обробки чіпів 0,1 M HCl протягом 5 хв дає можливість їх повторного використання для 2-3

вимірювань без зниження сигналу. В період між вимірами чіпи зберігали в сухому стані за температури 4° С. Перед кожним новим аналізом їх промивали в PBS протягом 2 годин.

Висновки.

1. Створено новий тип імунного біосенсора на основі ISFET для визначення патуліну та проведено два способи імуноаналізу – "конкурентний" і "донасичення".
2. Активність зв'язаної пероксидази вимірювали через реєстрацію основного зсуву рН розчину аскорбінової кислоти після додавання H₂O₂. Загальний час аналізу становив близько 30 хв.
3. Виконання дослідження першим способом дозволило виявляти патулін у концентраціях до 1,0 нг/мл⁻¹. Лінійність спостерігалася в діапазоні 5-200 ng/ml⁻¹. Застосування способу «донасичення» збільшує чутливість імунного біосенсора до 0,5 ng/ml⁻¹ з лінійністю в діапазоні 1.0-250 ng/ml⁻¹.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hajslova J., Zachariasova M., and Cajka T., Analysis of Multiple Mycotoxins in Food. J. Zweigenbaum (ed.). // Mass Spectrometry in Food Safety: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology. – 2011. – v. 747, doi 10.1007/978-1-61779-136-9_10.
2. Nabok A. V., Tzargorodskaya A., Mustafa M. K., [et al.]. Detections of low molecular weight toxins using an optical phase method of ellipsometry. // J. Sens. Actuators. – 2011. – В 154. – 232-237.
3. Llovera M., Viladrich R., Torres M. [et al.] Analysis of underivatized patulin by GC-MS technique. // J. Food Prot. – 1999. – 62(2). – 202–205.

4. Marek P., Annamalai T., and Venkitanarayanan K. // *Int. J. Food Microbiol.* 2003. – 89. – 139–144.
5. M. de Champdore, Bazzicalupo P, L. De Napoli, [et al.]. *Anal. Chem.* – 2007. – 79. – 751-757.
6. Rychlik M. and Schieberle P. // *J. Agric. Food Chem.* – 1999. – 47. – 3749–3755.
7. Starodub N. F. and Ogorodnijchuk J. O. Immune Biosensor Based on the ISFETs for the Express Determination of *Salmonella typhimurium*. // *Electroanalysis.* – 2012. – 24, 3. – 600-606.
8. Starodub N. F. and Starodub V. M. Biosensors based on porous silicon photoluminescence. // *Sensors Electronics and Microsystem Technol.* – 2004. – 2. – 63-83.
9. Starodub N.F. and Starodub V. N. // *Ukr. Biochim. J.* – 2002. – 74, 4. – 5-23.
10. Starodub N.F., Rachkov A. E, Petik A.V. [et al.] // *Proc. of Methods of Mol. Biol.* – 1986. – 90-99.
11. Starodub N. F., Dzantiev B. B., Starodub V. M. [et al.]. Immunosensor for the determination of the herbicide simazine based on an ion-selective field-effect transistor. // *Anal. Chim. Acta.* – 2000. – 424. – 37–43.
12. Starodub N. F., Pylypenko I.V., Pylypenko L. N. [et al.] Biosensors for the determination of mycotoxins: development, efficiency at the analysis of model samples and in case of the practical applications. // In book: “Lecture Notes of the ICB”. – 2010. – 86, 81. – 101.
13. Starodub N. F., Ogorodnijchuk Ju.O., N.F. Slisik. Biosensors for the control of some toxins, viral and microbial infections to prevent actions of bioterrorists. // In Proc.: “Portable Sensors for the Rapid Determination of Chemical and Biological Agents and other Weapons of Terrorism”, Ser. B – Physics and Biophysics. 2011.
14. Starodub N.F., Pylypenko L.N., Pylypenko I.V., [et. al] // *Timisoara Medical J.* – 2008. – 58, 1-2. – 9-18.

15. Starodub N.F., Kanju M.I., Ivashkevich S.P., [et al.] // Proc. of OPTO 2009&IRS2, Nuremberg. – 2009. – 151-156.
16. Songül Ü, Unuvar S., and Baydar T. Patulin: its toxicity and possible contamination of products used in baby nutrition. // Turk. Arch. Ped. – 2011. – 46. 266-270. doi: 10.4274/tpa.46.494

ИММУННЫЙ БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ ISFETs С ОКСИД ЦЕРИЕВОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАТУЛИНА

Н. Ф. Слышик, Н. Ф. Стародуб

Представлены физико-химические и функциональные характеристики иммунного биосенсора на основе оксида церия ISFET. Пероксидаза хрена (HRP) служила меткой и ее активность замерялась через основной сдвиг pH раствора аскорбиновой кислоты в присутствии H_2O_2 . При анализе патулина "конкурентным" способом, определенная концентрация была до $1,0 \text{ ng/ml}^{-1}$ и линейность в рамках $5\text{-}200 \text{ ng/ml}^{-1}$. При "насыщении" чувствительность увеличивалась до $0,5 \text{ ng/ml}^{-1}$ с линейностью в диапазоне $1,0\text{-}250 \text{ ng/ml}^{-1}$.

Ключевые слова : *ISFET, оксид церит, иммунный биосенсор, патулин, определения*

THE IMMUNE BIOSENSOR BASED ON THE ISFETs CERIUM OXIDE SURFACE FOR THE PATULIN CONTROL

N. F. Slyshyk, N. F. Starodub

Physical-chemical and functional characteristics of the immune biosensor based on the cerium oxide ISFET will be presented. Horse radish peroxidase (HRP) was used as a label and its activity was measured by basic pH shift of ascorbic acid solution in the presence of H_2O_2 . At the patulin analysis by the "competitive" way the detecting concentrations was up to 1.0 ng ml^{-1} and linearity in frame of $5\text{-}200 \text{ ngml}^{-1}$. In case of the "saturation" way the sensitivity increased to 0.5 ngml^{-1} with the linearity in range of $1,0\text{-}250 \text{ ngml}^{-1}$.

Key words: *ISFET, cerium oxide, immune biosensor, patulin, determination*

ОЦІНКА ПРИРОДНОЇ СТІЙКОСТІ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ВІДПОВІДНО ДО ПРИНЦИПІВ ВОДНОЇ ДИРЕКТИВИ ЄС

Г.Г. Мінічева доктор біологічних наук,
Є.В. Соколов молодший науковий співробітник

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України

Розглянуто поняття природної стійкості лиманів, як властивість екосистем зберігати рівновагу продукційно-деструкційних процесів під дією факторів зовнішнього середовища, пов'язане з габітусом і місцем розташування. Запропоновано кількісно виражати природну стійкість лиманів північно-західного Причорномор'я за допомогою індексу, розрахованого на основі гідролого-морфометричних характеристик, згідно з принципами прийнятими в кваліметрії, кількісній екології, а також у Водній Директиві ЄС. На основі величин індексів природної стійкості побудований ранжований ряд лиманів північно-західного Причорномор'я.

Ключові слова: *лиманні екосистеми, природна стійкість, північно-західне Причорномор'я*

Численні лиманні екосистеми (ЛЕ) північно-західного Причорномор'я (ПЗП), є унікальними природно-антропогенними комплексами, однаково важливими як для природного функціонування перехідних геоекотонів, так і для господарської діяльності. З геоекологічних позицій вони є континентальним різновидом амфібіальних геоекосистем і невід'ємними структурно-функціональними складовими приморської смуги суші – геоекотона Чорноморського узбережжя [9]. Особливості будови і розміру водного ложа і водозбірної площі ЛЕ в сукупності з кліматичними умовами регіону визначають природну інтенсивність протікання в них біогеохімічних процесів. При цьому кожна з лиманних екосистем відчуває специфічний прес антропогенного навантаження, пов'язаний з особливостями господарської діяльності у водоймі і на її басейні. У зв'язку з цим оцінка екологічного статусу

ЛЕ, необхідної для моніторингу, охорони та екологічного менеджменту, повинна включати кількісну оцінку як антропогенної, так і природної складових.

Як інтегральний показник, що відображає властивості природної складової водної екосистеми, пропонується розглядати її природну стійкість (ПС). Цей показник характеризує зв'язок між гідролого-морфометричними параметрами ложа, водозбірної площі, географо-кліматичними умовами і потенційною природною інтенсивністю екологічних процесів, які можуть формуватися в конкретній локальній екосистемі. Відповідно до цього під ПС можна розуміти властивість водної екосистеми зберігати рівновагу продукційно-деструкційних процесів, які пов'язані з особливостями її габітусу та місця розташування. Вочевидь, що чим вище значення показника ПС, тим вища здатність водної екосистеми асимілювати антропогенні або природні аномальні потоки речовини і енергії, які надходять, без ознак екологічної кризи (втрата якості водного середовища, руйнування типової для водойми структури біотичного компонента). Кількісна оцінка «запасу природного здоров'я» водної екосистеми важлива для вирішення прикладних завдань, пов'язаних з можливо допустимим антропогенним пресом і обсягом використання її ресурсів. Можливість співвідносної оцінки двох складових екологічного статусу екосистеми – її природних властивостей (ПС) і реакції на антропогенний вплив може бути корисною для вирішення методологічних питань визначення «Доброго екологічного статусу» (Good Ecological Status – GES), які досі не знайшли остаточного рішення в розробці ідеології Водної Директиви ЄС [12].

Нині, незважаючи на різноманітність численних систем класифікації лімничних водойм та інтегральних індексів оцінки якості води, немає єдиної методики оцінки гідролого-морфометричного індексу, що визначає їх ПС. Публікації останніх років містять окремі аспекти та підходи до оцінки гідролого-морфометричних властивостей ПС водних і зокрема ЛЕ. Так, безпосередній вплив морфометрії водної улоговини на інтенсивність матеріально-енергетичних процесів озер описано в роботі О.Ф. Якушко та А.А.

Новик і отримало визначення «ефекту морфометрії» [8]. Класифікація водойм Азово-Чорноморського узбережжя на основі морфометричних характеристик, а так само їх вплив на водний і тепловий баланси цих екосистем докладно розглянуто в роботі [9]. Оцінка стійкості озерних екосистем на основі інтегрально-індексного методу запропонована В.В. Дмитрієвим та ін. [2]. Там же наводяться основні визначення, пов'язані зі стійкістю водних екосистем проти змін умов природного і антропогенного режимів.

Метою нашого дослідження є розробка методу кількісної оцінки ПС з використанням індексу природної стійкості (ПС) для лиманів ПЗП з дотриманням принципів універсальної, відносної оцінки екологічного статус-класу, прийнятої у Водній Директиві ЄС і Морській Стратегії ЄС.

Матеріал і методи дослідження. Як об'єкт дослідження був обраний 21 лиман ПЗП, з різним природними властивостями. Пропонований метод оцінки ПС заснований на розрахунку ПС, в якому закладені принципи, прийняті в кваліметрії [5], кількісної екології [7]. Використовуваний для розрахунку ПС алгоритм передбачає нормування екологічних оціночних індексів до шкали [1-0] (Ecological Quality Ratio) і п'яти європейських стандартних класів (Bad, Poor, Moderate, Good, High) відповідно до вимог Водної Директиви ЄС [10] і Морської стратегії ЄС [11].

Для можливості порівняння показників з різними розмірностями і діапазонами значень, використовувались нормувальні функції із полярним значенням кожного з показників, що приводять їх у безрозмірний вигляд і інтервал від 0 до 1 [7]. Показники, значення яких при збільшенні призводить до зростання величини ПС, нормувалися функцією виду:

$$q_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

Показники збільшення значень, які призводить до зниження ПС, нормувалися за функцією:

$$q_i = \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

де q_i - нормоване значення i -го показника для кожного з лиманів, x_i - чисельне значення i -го показника оцінюваного лиману, x_{\min} і x_{\max} відповідно мінімальні і максимальні значення i -го показника розглянутих лиманів.

При великому розкиді величин, функції (1) і (2) розраховувалися в логарифмічному вигляді. Така форма нормування забезпечує більш інформативний статистичний розподіл нормованих величин і отже дозволяє ефективніше використовувати вхідні дані оцінюваних показників [7].

Значимість кожного з показників, що входять до ІПС оцінювалася ваговими коефіцієнтами w_i , які розраховувались за допомогою парного зіставлення в матричній формі [5] з урахуванням коефіцієнта кореляції з первинною продукцією фітопланктону. При цьому виконувалася рівність:

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (3)$$

Як математичний вираз ІПС, використовувалась найбільш поширена форма інтегральних індексів у вигляді середньозваженої суми:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \cdot w_i \quad (4)$$

Для нормування розрахованих значень ІПС лиманів північно-західного Причорномор'я до шкали 1 – 0 згідно з вимогами Водної рамкової директиви розраховувався Ecological Quality Ratio (EQR): інтервал значень ІПС був розділений на 21 відрізок з кроком $1/N$, де N кількість лиманів. У результаті апроксимації була отримана залежність для розрахунку Ecological Evaluation Index (EEI).

Як емпіричні дані розрахунку ІПС використовувалися гідролого-морфометричні параметри лиманів ПЗП, розраховані за літературними даними [1, 3, 4, 6], а також за допомогою даних SRTM в програмах Google Earth pro, Global Mapper v14.0, всього було використано 168 значень вихідних параметрів. Гідролого-морфометричні характеристики індексу природної стійкості (ІПС): об'єм води (V), m^3 ; середня глибина (H_{cp}); м; питомий водозбір ($\Delta F = F_{в-ра}/F$); коефіцієнт звивистості берегової лінії ($\mu = L/2\pi\sqrt{F}$); коефіцієнт ємності ($C = H_{макс}/H_{cp}$); коефіцієнт глибинності ($k_H = H_{cp}^3\sqrt{F}$); коефіцієнт подовження ($k_L = L/B_{cp}$); умовний водообмін з морем ($D_m = V/W_m$).

Результати дослідження та їх аналіз. При оцінці ІПС ЛЕ з усього різноманіття гідролого-морфометричних характеристик водойми необхідно виокремити найбільш суттєві, що впливають на швидкість екологічних процесів і кількісно оцінити їх внесок у формування природної інтенсивності продукційно-деструкційних процесів та пов'язаності. До основних показників, що визначають природну стійкість лиманів ПЗП (усередині однієї кліматичної зони) можна віднести:

- водообмін лиманної системи з морем, що зумовлює вимивання евтрофуючих, забруднювальних речовин і стабілізацію гідроекологічних процесів;
- ємність водної маси відносно матеріально-енергетичного потоку, яка визначається особливостями водної улоговини (обсягом води і розподілом глибин);
- вплив водозбірної площі на внутрішньо-водоємні процеси, що характеризують переважання в ЛЕ теригенних або лімнічних процесів, а так само ступінь акумуляції забруднювальних речовин;
- гідродинамічні процеси, від яких залежить речовинно-енергетичний обмін між різними ділянками водної улоговини.

Використовуючи формули (1), (2), (3), (4) для двадцяти одного лиману ПЗП були розраховані ІПС, значення яких знаходяться у межах 0.253 – 0.739:

1. Хаджидер	0.253	12. Шагани	0.476
2. Дофинівський	0.279	13. Тилігульський	0.510
3. Солонець Тузли	0.310	14. Сасик	0.528
4. Малий Сасик	0.338	15. Хаджибеєвський	0.548
5. Куяльницький	0.346	16. Дністровський	0.623
6. Карачаус	0.354	17. Березанський	0.647
7. Джантшейський	0.357	18. Бузький	0.652
8. Кучурганський	0.384	19. Сухий	0.700
9. Бурнас	0.401	20. Дніпровський	0.720
10. Будакський	0.420	21. Григор'євський	0.739
11. Алібей	0.458		

Діапазон отриманих значень ІПС був апроксимований до шкали [1 – 0] для універсалізації кількісної оцінки цього показника і отримання рівняння, за допомогою якого можливий розрахунок показника відносної екологічної якості (Ecological Quality Ratio - EQR) (рис. 1).

На основі коефіцієнтів отриманого рівняння (див. рис. 1) та регіональної експертної оцінки відомого екологічного стану лиманів ПЗП були встановлені межі для п'яти стандартних європейських статус-класів (Status Class):

ІПС	EQR	Status Class
$\text{ІПС} \leq 0.360$	$\text{EQR} \leq 0.300$	Bad
$0.361 \leq \text{ІПС} \leq 0.480$	$0.301 \leq \text{EQR} \leq 0.485$	Poor
$0.481 \leq \text{ІПС} \leq 0.550$	$0.486 \leq \text{EQR} \leq 0.610$	Moderate
$0.551 \leq \text{ІПС} \leq 0.699$	$0.611 \leq \text{EQR} \leq 0.899$	Good
$\text{ІПС} \geq 0.700$	$\text{ІПС} \geq 0.900$	High

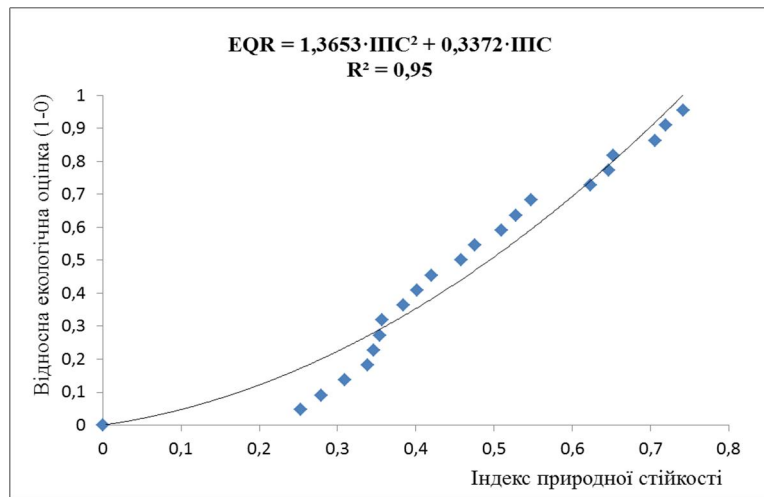


Рис. 1. Рівняння зв'язку показника відносної екологічної якості (EQR) та індексу природної стійкості (ПРС)

Значення ПРС досліджуваних лиманів були проранжовані відповідно до стандартів Водної Директиви ЄС (рис. 2). Структура розподілу 21-го лиману ПЗП згідно з статус-класом нині перебуває в такому співвідношенні: Bad - 33% (7); Poor - 24% (5); Moderate - 14% (3); Good - 14% (3); High - 14% (3).

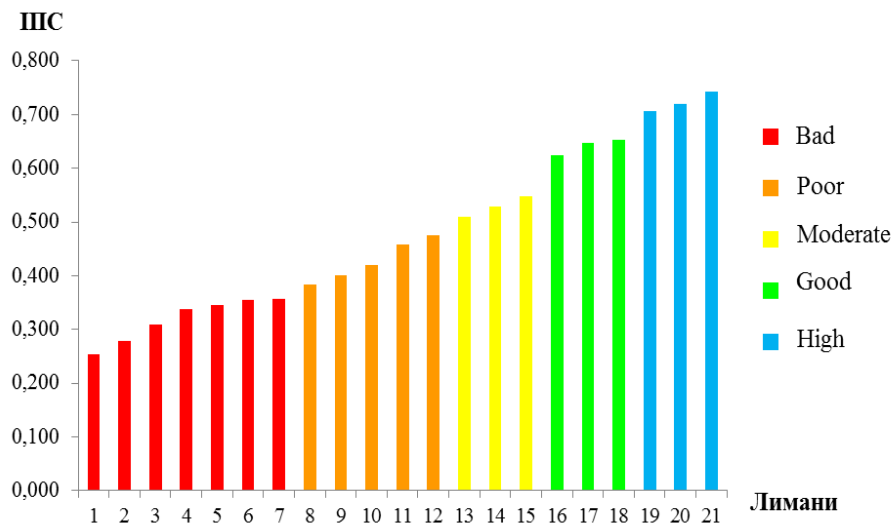


Рис. 2. Ранжируваний ряд лиманів північно-західного Причорномор'я за величинами ПРС: 1 – Хаджидер; 2 – Дофинівський; 3 – Солонець Тузли; 4 – Малий Сасик, 5 – Карачаус; 6 – Куяльницький; 7 – Джаншейський; 8 – Кучурганський; 9 – Бурнас; 10 – Будацький; 11 – Алібей; 12 – Шагани, 13 – Тилігульський; 14 – Сасик; 15 – Хаджибеевський; 16 – Дністровський, 17 – Березанський; 18 – Бузький, 19 – Сухий, 20 – Дніпровський; 21 – Григор'євський

Картографічне ранжування лиманів ПЗП згідно з статус-класом ПРС показано на рис. 3.

Найвищий екологічний статус-клас (High) природної стійкості мають три лимани ПЗП: Григор'євський, Дніпровський і Сухий лимани. Ці водойми досить глибоководні і за типом гідрологічного зв'язку з морем є відкритими лиманами, які володіють вільним водообміном з морем. Григор'євський і Сухий лимани, на акваторіях яких нині розташовуються великі чорноморські порти «Південний» і «Іллічівськ» були перетворені в глибоководні затоки в результаті днопоглиблювальних робіт. Крім цього вони характеризуються незначним впливом водозбірної площі на внутрішні процеси – коефіцієнт умовного водообміну з водозбірної площі у них становить понад 10 років. Однак штучне збільшення обсягу лиманів при незмінному і невеликому значенні площі водного дзеркала призвело до порушення гідродинаміки в придонному шарі і як наслідок можливої температурної стратифікації. Про таку ситуацію свідчать високі значення коефіцієнта глибинності.

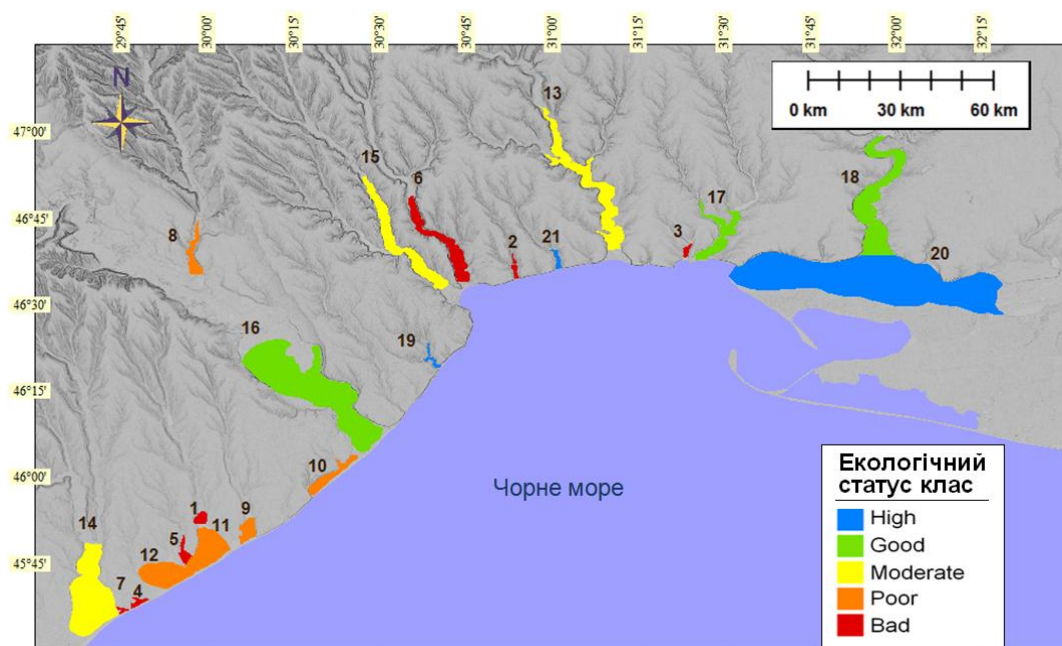


Рис. 3 . Просторовий розподіл статус класів ІПС для лиманів ПЗП:
 14 – Сасик; 7 – Джантшейський; 4 – Малий Сасик; 12 – Шагани, 5 – Карачаус; 1 – Хаджидер;
 11 – Алібей; 9 – Бурнас; 10 – Будацький; 16 – Дністровський ; 8 – Кучурганський;
 19 – Сухий; 15 – Хаджибеєвський; 6 – Куяльницький; 2 – Дофинівський; 21 – Григор'євський;
 13 – Тилігульський, 3 – Солонець Тузли; 17 – Березанський; 18 – Бузький;
 20 – Дніпровський

Дніпровський лиман, на акваторії якого розташований порт Херсон найбільший в регіоні. Він має вільний водообмін з морем через природний канал у Пересипі, великий обсяг і площі водного дзеркала, з відносно

рівномірним розподілом глибин, що зумовлює його високу ємність до речовинно-енергетичного потоку. Підтримання глибини на підхідних каналах Херсонського порту, а також стік Дніпра забезпечують постійний інтенсивний водотік у Дніпровському лимані. До найбільш несприятливих дестабілізуючих чинників Дніпровської лиманної екосистеми можна віднести високе значення показника питомого водозбору, який характеризує значний вплив теригенних процесів на внутріводоємні.

Найнижчим екологічним статус-класом (Bad) природної стійкості характеризуються сім лиманів ПЗП: Хаджидер; Дофинівський; Солонець Тузли; Малий Сасик; Карачаус; Куяльницький; Джаншейський. Водойми цієї групи мілководні і мають фільтраційний тип водообміну з морем через піщаний пересип (або через піщаний пересип іншого лиману: Хаджидер, Карачаус). У літній період маловодної групи років ці лимани можуть значно всихати, і прогріватися, що сприяє погіршенню в них гідроекологічних умов. Про таку ситуацію свідчать низькі значення середньої глибини і коефіцієнта умовного водообміну з морем.

Сильне нагрівання і освітленість водойм стимулюють інтенсивне функціонування коротко циклічних автотрофів з високою екологічною активністю, які значно перевищують функцію детритофагів. При низькому водообміні, розбалансування продукційно-деструкційних процесів призводить до накопичення органічної речовини і виникнення одного з найпоширеніших для цього типу водойм процесів – евтрофікації. У таких умовах стратегічно важливим стають заходи гідрологічного менеджменту, спрямовані на стабілізацію прибуткової складової водного балансу і промивання лиманного ложа морською водою. На Дофинівському лимані (ІПС – 0.279) фермерським господарством «Восход» у 1997 р була здійснена спроба з'єднання лиману з морем через штучні гідротехнічні споруди. В результаті менеджменту водообміну збільшився об'єм води в лимані, та поліпшилися гідроекологічні умови, у водоймі припинилося масове цвітіння синьо-зелених водоростей. Однак постійний екологічний менеджмент, спрямований на компенсацію

низької природної стійкості водойми, потребує законодавчої та фінансової підтримки, що на сьогодні залишається до кінця невирішеним питанням. Незважаючи на це, інформація про критичні значення ІПС водних екосистем конкретного регіону, може використовуватися як інструмент виявлення «гарячих точок» і прийняття державного рішення про першочерговість проведення екстрених заходів для водних екосистем, що характеризуються мінімальним запасом природного «здоров'я».

Решта 11 лиманів ПЗП, які віднесені до середніх статус-класів природної стійкості (Poor, Moderate, Good) (див. рис.2), займають проміжне положення, відносно вже розглянутих майже благополучних та екологічно кризових ЛЕ. При прийнятті конкретних рішень про заходи охорони, використання або управління їх природними ресурсами значення ІПС можуть бути використані як кількісна характеристика небезпеки розбалансування продукційно-деструкційних процесів, які призводять до різного роду екологічно кризових ситуацій.

Висновки

1. Індекси природної стійкості, розраховані на основі інтегрального обліку гідролого-морфометричних характеристик, дозволяють перейти до кількісної оцінки природного потенціалу екосистеми. Нормування цього показника до одиничної шкали і п'яти статус-класів відповідно до правил Водної Директиви ЄС, стандартизує цей показник до європейських вимог оцінки екологічного статусу водних екосистем.
2. Оцінка статус-класу природної стійкості 21 лиманої екосистеми північно-західного Причорномор'я виявила таку структуру процентного та абсолютного розподілу: Bad – 33% (7); Poor – 24% (5); Moderate – 14% (3); Good – 14% (3); High – 14% (3).
3. У групу лиманів з максимальною природною стійкістю (ІПС > 0.700), статус-клас – High увійшли глибоководні екосистеми Григор'євського, Дніпровського та Сухого лиманів, акваторії яких використовуються як портові і мають вільний водообмін з морем. Портовий менеджмент, пов'язаний з днопоглиблювальними

роботами сприяє підвищенню природної стійкості цих лиманів проти антропогенного навантаження.

4. У групу лиманів з мінімальною природною стійкістю ($ІПС \leq 0.350$), статус-клас – *Vad* увійшли невеликі за обсягом і площею водного дзеркала екосистеми лиманів: Хаджидер, Дофінівський, Солонець Тузли, Малий Сасик, Карачаус, Куяльницький, Джаншейській. Низька природна стійкість цих екосистем робить їх найбільш чутливими до антропогенного впливу. Такий клас екосистем у першу чергу потребує заходів екологічного менеджменту, спрямованих на підвищення їх природної стійкості.

Список літератури

1. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения. – Л.: Наука, 1988. – 304 с.
2. *Примак Е.А.* Оценка устойчивости водоемов Европейского Севера к изменению параметров естественного и антропогенного режимов / *Е.А. Примак, В.В. Дмитриев* // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований. – 2006. – Вып. 54. – С. 408 – 417.
3. Северо-западная часть Чёрного моря: (биология и экология); под ред. Ю. П. Зайцев, Б. Г. Александров и др. –К.: Наукова Думка, 2006. – С. 351 – 356.
4. *Серебряков В.В.* Водно-болотные угодья Азово-Черноморского побережья Украины. Библиографический указатель 1970 –1999 гг. / *В.В.Серебряков, В.Р. Алексеенко* – К., 2000. – 202 с.
5. *Хамханова Д.Н.* Основы квалиметрии / *Д.Н. Хамханов* – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 141 с.
6. *Швебс Г.І.* Каталог річок і водойм України / *Г.І. Швебс, М.І. Ігошин, Е.Д. Гобченко.* – Одеса: Астропринт, 2003. – 392 с.
7. *Шитиков В.К.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / *В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко* – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
8. *Якушко О.Ф.* Проблемы экологической устойчивости ледниковых ложбинных озер Белорусского Поозерья / *О.Ф. Якушко, А.А. Новик* //

Вестник Белорусского государственного университета. – 2005. – № 1. – С. 55 – 59.

9. *Ястреб В.П.* К вопросу о классификации водоемов зоны сопряжения суши и моря Азово-Черноморского побережья / *В.П. Ястреб, В.А. Иванов, Т.В. Хмара* // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2007. – Вып. 15. – С. 326 – 346.
10. DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy, 23 October 2000. (WFD, 2000/60/EC).
11. DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).
12. *Mark Everard.* Why does ‘good ecological status’ matter? *Water and Environment Journal.* Volume 26, Issue 2, pages 165–174, June 2012.

Оценка природной устойчивости лиманов северо-западного Причерноморья в соответствии с принципами Водной Директивы ЕС.

Г.Г. Миничева, Е.В. Соколов.

Рассмотрено понятие природной устойчивости лиманов, как свойство экосистем сохранять равновесие продукционно-деструкционных процессов под действием факторов внешней среды, связанное с габитусом и местоположением. Предлагается количественно выражать природную устойчивость лиманов северо-западного Причерноморья, с помощью индекса, рассчитанного на основе гидролого-морфометрических характеристик, согласно принципам принятым в квалиметрии количественной экологии, а также Водной Директивы ЕС. На основе величин индексов природной устойчивости построен ранжированный ряд лиманов северо-западного Причерноморья.

Ключевые слова: лиманные экосистемы, природная устойчивость, северо-западное Причерноморье

Estimation of the Natural Resistance of Northwestern Prichernomorie Region’s Estuaries in Accordance with a Principles of EU WFD.

G.G. Minicheva, E.V. Sokolov.

The concept of natural resistance is considered estuary as property of ecosystems to keep balance production-distracton processes under the action of

external factors of environment, related to the habitus and location. It is suggested to quantitative express the natural resistance of northwestern Prichernomie region's estuaries, by means of index, expected on the basis of hydrology-morphometric parameters, according to principles accepted in the qualimetry of quantitative ecology, and also EU WFD. On the basis of value of Natural Resistance Indexes the ranged row of estuaries of northwestern Prichernomie region's estuaries is built.

Keywords: *estuary ecosystems, natural rresistance, northwestern Prichernomie region's*

ДОМЕСТИКАЦІЯ ДИКОРОСТУЧИХ В УКРАЇНІ ВИДІВ ЛЬОНУ
LINUM HIRSUTUM ТА *LINUM AUSTRIACUM*

І.О. ПОЛЯКОВА, кандидат біологічних наук
Запорізький національний університет

Проведено вивчення ознак декоративності багаторічних дикорослих видів льону. Встановлено, що *L. hirsutum* характеризується великою квіткою бузкового забарвлення і крупним листям з опушенням. *L. austriacum* вирізняється великою кількістю квітконосів, з квітками синьо-блакитного і білого кольору та характерним шилоподібним листям. Ці види легко компонуються з іншими видами рослин, вигідно виділяються, тому мають широкі перспективи використання в декоративному озелененні.

Ключові слова: *Linum hirsutum*, *Linum austriacum*, доместикація, ознаки декоративності, озеленення

Як відомо, процес доместикації нових видів рослин триває і нині. У сучасну епоху збір, збереження, вивчення і використання зародкової плазми рослин у більшості країн світу розглядається як національне завдання і слугує основою успіхів у генетико-селекційній роботі [1]. Введення в культуру нових рослин проводиться особливо інтенсивно на кормових, лікарських, технічних і декоративних рослинах.

Представники роду *Linum*, здебільшого, поширені в помірних і субтропічних областях земної кулі. Рід *Linum* досить великий і містить від 100 до 200 видів. Серед них є як однорічні, так і багаторічні форми. Найбільш повна систематика льону запропонована С.В. Юзепчуком [5]. Незважаючи на таку велику різноманітність видів роду *Linum*, культурним видом льону є тільки *Linum usitatissimum*. Хоча, на нашу думку, ряд видів мають цінні властивості і

цілком могли б доповнити вже існуючу групу культурних рослин. Багато з них успішно ростуть і в Україні [3, 4]. До таких видів належать *Linum hirsutum* L. (льон жорстковолосистий) і *Linum austriacum* L. (льон австрійський).

Вид *Linum hirsutum* L. входить в секцію *Dasylinum* Planch. [4,5]. Згідно з С. Кутузовою, цей вид має хромосоми середньої величини, $2n=16$ [2], а за Гілл – $2n=16,18$ [6]. Екологічна приуроченість: крейдяні та вапнякові відшарування, схили зі змитими ґрунтами, степи, лісові галявини та узлісся, чагарники, схили, а в степовій зоні низини. Цей вид належить до зникаючих видів флори і в багатьох країнах занесений до Червоної Книги (Словацька Республіка, Російська Федерація) [4,5].

Вид *Linum austriacum* L. входить в секцію *Adenolinum* Rehb. у групу *Heteromorpha* Juz.. Ареал цього виду великий і простягається від Середземномор'я до Кавказу, займає Середню Європу і південь європейської частини Росії. Екологічна приуроченість: переважно на вапнякових ґрунтах, відшаруваннях різних порід, кам'янистих схилах, у степах [4, 5]. Хромосомні числа цього виду описані багатьма дослідниками, і всі вони відносять *L. austriacum* L. до групи $n=9$ [2, 3, 4].

За формою і забарвленням квітки види льону дуже різноманітні [3, 4]. Останніми роками у ряду диких видів льону створені високо декоративні сорти [3]. Ще в 40-х роках ХХ століття С.В. Юзепчук вказував на успішне розведення виду *L. perenne* як декоративного і навіть як текстильного, а також закликав до «планомірного вивчення в цьому напрямі інших видів секції» [5]. Завдяки невимогливості до умов вирощування, легкості в культивуванні і рясному тривалому цвітінню вони дуже перспективні для озеленення.

Мета дослідження – вивчити біологічні особливості видів *Linum hirsutum* і *Linum austriacum*, описати їх декоративні властивості з метою domestикації для застосування в декоративному озелененні.

Матеріал і методика досліджень. Об'єктами дослідження були дикі види льону *L. hirsutum* L. (льон жорстковолосистий) і *L. austriacum* L. (льон австрійський). Матеріал для вивчення і розмноження був отриманий нами в

природних умовах Запорізької області. Насіння збирали з дикорослих рослин, також відбирали вегетуючі рослини, які в подальшому були перенесені для вирощування, спостереження та догляду на дослідну ділянку кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин ЗНУ.



а)



б)

Рис. 1. Зовнішній вигляд рослин: а) *Linum hirsutum* L.; б) *Linum austriacum* L.

Спостереження проводили за такими ознаками: схожість насіння, приживання вегетуючих рослин, висота, розгалуженість, тривалість цвітіння, облистяність рослин, розміри листя, квіток, коробочок, насіння та ін. Оцінку ознак проводили від стадії проростання до стадії фізіологічної зрілості рослин 2012-2014 рр. Всі вимірювання, спостереження, математичну обробку проводили відповідно до загальноприйнятих методик з використанням комп'ютерних програм.

Результати досліджень. Для вивчення впливу умов на ріст і розвиток рослин при доместикації, нами було зібрано рослини і насіння в однакових природних умовах. У польових умовах на дослідній ділянці заклали дослід у триразовому повторенні по 100 штук насінин і виявили, що у *L. hirsutum*

схожість насіння була дуже низькою 5-7 %, а у *L. austriacum* цей показник становив 46%. При пересадці вегетуєчих рослин приживання посадкового матеріалу становило 66,67 % у *L. hirsutum* і 73,8 % у *L. austriacum*. Ці дані свідчать про низьку польову схожість цих видів, з чого нами зроблено попередній висновок, що насіннєве розмноження не можна рекомендувати при використанні їх в озелененні для уникнення розріджених сходів.

Ці види належать до трав'янистих полікарпиків. У перший рік формується «молода ялинка», а вже на другий рік, кущ розростається і формуються стебла з квітконосами (рис. 2). Слід відзначити, що рослини *L. hirsutum* у перший рік вирощування розвиваються дуже повільно. А рослини *L. austriacum* проходять стадії розвитку швидше і при культивуванні на дослідних ділянках навіть в перший рік вирощування не рясно цвітуть.



а)



б)

Рис. 2. Другий рік життя, початковий ріст навесні: а) *Linum hirsutum*; б) *Linum austriacum*.

Декоративно-квітучі рослини є основною прикрасою будь-якого пейзажу або композиції. Тому розміри, забарвлення і велика кількість квіток є важливими ознаками при виборі рослин для озеленення. Саме декоративність квітки приваблює і робить акцент в ландшафтному дизайні. Нами були

досліджені такі показники: довжина бутона, довжина забарвленого конуса бутона і діаметр квітки (таблиця).

В обох досліджуваних видів квітка двостатева, п'ятичленна, гетеростильна. *Linum austriacum* має значно менший бутон і квітку (31,0 мм в діаметрі), ніж у *Linum hirsutum* (38,7 мм). На представлених фотографіях видно, що квітка льону жорстковолосистого світло-бузкового кольору і через зрості частини пелюсток має характерну дзвоникоподібну форму (рис.3, б, в). Суцвіття у цього виду пухке, із звивинами. Квітки розташовані на коротких, прямостоячих, розставлених квітконіжках з короткими волосками (рис.3 в).

Ознаки декоративності рослин *L. hirsutum* та *L. austriacum*

Ознака	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. austriacum</i>
Висота, см	74,6 ± 4,31	47,4±0,83
Кількість, шт.:		
квітконосних стебел	7,6 ± 0,75	37,5 ± 2,74
листіків	44,9 ± 3,89	93,5 ± 4,20
квітконосних гілочок	6,0 ± 0,64	3,2 ± 0,13
бутонів	5,1 ± 0,44	19,1±0,63
квіток	3,6 ± 0,59	6,3±0,34
Діаметр квітки, мм	38,7 ± 0,93	31,0±0,37
Загальна довжина бутона, мм	14,6 ± 0,48	8,2±0,21
Забарвлений конус бутона, мм	7,2 ± 0,68	4,3 ± 0,16
Довжина листка, мм	36,2±0,88	22,0±0,33
Ширина листка, мм	10,0±0,11	1,9±0,07
Площа листкової пластинки, мм ²	52,6±0,82	39,9 ± 0,48
Висота коробочки, мм	3,9 ± 0,10	5,0 ± 0,12
Діаметр коробочки, мм	4,0 ± 0,08	6,1 ± 0,09
Довжина насіння, мм	1,9 ± 0,04	4,0 ± 0,07
Ширина насіння, мм	1,1±0,03	2,0 ± 0,10
Маса 1000 шт., г	0,71±0,03	1,73± 0,09



а)



б)



в)

Рис. 3. Квітка *Linum hirsutum*: а) вид зверху; б) вид збоку; в) розміри квітки і пелюсток.

Льон австрійський має більш характерну для рослин роду *Linum* квітку з п'ятьма незрослими яйцеподібними широкооберними пелюстками (рис. 4). В природніх умовах Запорізької області нами виділено білоквіткову форму *Linum austriacum* L. *lus. albiflorum* (рис. 4 б), дані про яку наводить О.В. Оптасюк [4]. У її дослідженні вказується на те, що у флорі України форм-альбіносів *L. austriacum* незафіксовано. Однак ми протягом кількох років успішно вирощуємо і досліджуємо таку форму в розсаднику диких видів льону. За іншими морфологічними ознаками і біологічними особливостями, білоквіткова не відрізняється від основної форми з блакитними квітками. Ми вважаємо, що

це рецесивна спонтанна мутація, подібна до білоквіткових форм у культурного льону, які мають моногенне рецесивне спадкування [3].



а)



б)

Рис. 4. Квітка *Linum austriacum*: а) синього забарвлення; б) білоквітова форма.

Саме розмір і забарвлення квітки досліджуваних видів були визначальними критеріями для більш поглибленого вивчення цих видів з метою доместикації. Як і більшість видів роду *Linum* ці види починають цвітіння на початку весни, а саме, *Linum austriacum* – на початку, а *Linum hirsutum* – у середині травня. Цвітіння триває близько місяця, а при додатковому поливі навіть довше. Для льону австрійського характерне ремонтантне цвітіння восени, хоча і не таке рясне як навесні.

Отримані нами результати свідчать про те, що рослина льону жорстковолосистого має досить високий кущ (74,6 см) і тому може стати другорядним компонентом композиції, або центром невеликих клумб. Рослина має в середньому 7,6 шт. прямостоячих дугоподібних квітконосних стебел. Ці бічні стебла порівняно негустооблистяні, з середньою кількістю листя 44,9 шт. Крім квітконосних стебел наявні ще стерильні, які досягають половини

довжини перших і більш густооблістяні. Вони роблять рослину візуально густішою і пишнішою.

Рослини *Linum austriacum* мають меншу висоту (47,4 см), однак квітконосних стебел більше (37,5 шт.). Також цей вид відрізняється більшою кількістю бутонів та квіток.

Форма, розмір і колір листової пластинки є одними з привабливіших ознак для декоративного озеленення території. Проведені дослідження ознак листка показали, що *Linum hirsutum* має одну з найбільших листових пластинок серед інших представників роду *Linum*. Розмір пластинки і сріблясте опушення доповнюють ніжне забарвлення великої квітки і допомагають зробити акцент на рослині. Листя у льону жорстковолосистого велике, прямостояче або горизонтально відхилене, сидяче видовжено-оберненояйцеподібне з досить чіткими 3-5 жилками, цільнокрає, з прямими досить густими волосками. Довжина листка становить 36,2 мм, ширина – 10,0 мм, а площа листової пластинки – 52,6 мм². Листки візуально змінюють габітус рослини, надають їй об'ємного виду, а опушеність і яскраво зелений колір - витонченості.

У льону австрійського листки вузько-лінійно-шилоподібні, загострені, із загорнутими краями без опушення. Однак їх кількість на одному стеблі 93,5 шт., що вдвічі більше ніж у *L. hirsutum*.

Таким чином, порівнюючи обидва види льону між собою та з іншими дикорослими видами, наявними в колекції, зроблено висновок, що у льону жорстковолосистого листя значно більше, ніж у інших видів льону.

Розмноження досліджуваних видів відбувається насінням. Як майже у всіх інших диких видів льону вони мають плід - шароподібну розкривну коробочку, а насіння дрібне, плоске, гладеньке, коричневе. На рис. 5 видно, що *Linum hirsutum* має дрібніші коробочки висотою 3,9 мм і діаметром 4,0 мм з вістрям та розсіяним опушенням на верхівці. Цей вид вирізняється і дуже дрібним насінням 1,9 мм завдовжки та 1,1 мм завширшки, маса 1000 шт. 0,71 г.

Льон австрійський має коробочки 5 мм висотою та 6,1 мм у діаметрі, насіння завдовжки 4 мм і завширшки 2,0 мм, з достатньо вираженим носиком.



Рис. 5. Коробочки і насіння *L. hirsutum* та *L. austriacum*.

Глибоке вивчення генетичних ресурсів дикорослих видів льону дає можливість виділити геноджерела великої кількості господарсько цінних ознак, а саме: стійкість проти хвороб, шкідників і екстремальних факторів середовища, біохімічний склад насіння та ін. [1].

Висновки. Проведене детальне дослідження ботанічних і біологічних особливостей дикорослих видів *L. hirsutum* та *L. austriacum*, виявило перспективи їх доместикації як декоративних рослин для застосування в міському озелененні. Встановлено, що *L. hirsutum* та *L. austriacum* можна включати у різноманітні декоративні насадження і використовувати для створення ландшафтних композицій. Вважаємо, що такі цікаві види дикорослої флори України необхідно підтримувати, зберігати та охороняти в природних популяціях та залучати до культивування в ботанічних садах і вирощування в культурі.

Список літератури

1. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах / А.А. Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009. – Т.1. – 816 с.
2. Кутузова С. Н. Генетика льна / С. Н. Кутузова // Генетика культурных растений. – СПб: ВИР, 1998. – С. 6-52.
3. Лях В.А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* и биотехнологические пути работы с ними / В.А. Лях, А.И. Сорока. – Запорожье: ЗНУ, 2008. – 182 с.
4. Оптасюк О.М. Рід *Linum* L. у флорі України / О.М. Оптасюк, М.В. Шевера. – К.: Альтерпрес, 2011. – 276 с.
5. Юзепчук С.В. Флора СССР / С.В. Юзепчук. – 1949. – Т. 14. – С.86-146.
6. Jhala A.J. Potential hybridization of flax with weedy and wild relatives: an avenue for movement of engineered genes? / A.J. Jhala, L.M. Hall, J.C. Hall// Crop science, vol. 48, № 3. – 2008. – p. 825-840.

Доместикация дикорастущих в Украине видов льна *Linum hirsutum* и *Linum austriacum*

И.А. Полякова

Проведено изучение признаков декоративности многолетних дикорастущих видов льна. Установлено, что *L. hirsutum* характеризуется большим цветком сиреневой окраски и крупными листьями с опушением. *L. austriacum* отличается большим количеством цветоносов с цветками синеголубого и белого цвета и характерными шиловидными листьями. Эти виды легко комбинируются с другими видами растений, выгодно выделяются, поэтому имеют широкие перспективы использования в декоративном озеленении.

Ключевые слова: *Linum hirsutum*, *Linum austriacum*, доместикация, признаки декоративности, озеленение

Domestication of Ukrainian wild-growing *Linum hirsutum* and *Linum austriacum* flax species.

I.O. Poliakova

We studied decorative traits of perennial wild species of flax. It was established that *L. hirsutum* is characterized by a large lilac-colored flower and large leaves with pubescence. *L. austriacum* features a large number of stems with flowers of light blue and white color and characteristic awl-like leaves. These species could be easily arranged with other types of plants, they stand out, and therefore they have broad prospects for the use in ornamental gardening.

Key words: *Linum hirsutum*, *Linum austriacum*, domestication, decorative traits, landscaping

УДК 631.95: 546.36

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs В БІОЦЕНОЗАХ ПАСОВИЩ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО СЛІДУ АВАРІЇ НА ЧАЕС

В.А. Проневич, кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інститут агроекології і природокористування НААН України

Найзабрудненіше молоко одержано від корів, яких випасали на пасовищі розташованому на торфовому ґрунті, при цьому пасовищний травостій мав найвищу активність ^{137}Cs . Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко визначено за випасання корів у лісових масивах, де була висока забрудненість пасовищної рослинності. Застосування контрзаходів у господарствах поліського регіону сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції ^{137}Cs за біологічними ланцюгами, але неможливість їх проведення на неугіддях та в лісових масивах, де випасається основна маса корів приватних господарств, підвищує «критичність» цих територій. Повені та розливи річок змінюють концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і сприяють додатковому їх входженню в кормовий та харчовий ланцюги.

Ключові слова: накопичення ^{137}Cs , біоценози пасовищ, аварія на ЧАЕС, молоко.

Екологічне значення радіаційного фактора особливо зросло в зв'язку з найбільшою в історії атомної енергетики аварією на ЧАЕС та викидом великої кількості продуктів радіоактивного розпаду в біосферу. Дослідження радіоекології кормових угідь, виконані в нашій країні та за кордоном, переконливо показали, що сінокоси і пасовища є одними з найбільш «критичних» типів природних комплексів, радіаційне забруднення яких є стійким упродовж тривалого періоду, які найбільше впливають на опромінення населення поліського регіону [1,2,7–10].

На природних лукопасовищних угіддях у кругообіг надходить від 0,01 до 0,2% ^{137}Cs , який присутній в біоценозі [3]. На постійних пасовищах ^{137}Cs , який випав з атмосфери, потрапляє і сорбується в верхньому (1 см) шарі органічного матеріалу, що накопичився в результаті життєдіяльності рослин на поверхні ґрунту. Це перешкоджає фіксації ^{137}Cs в кристалічних гратках мінералів і створює умови для додаткового надходження радіоцезію в рослини, особливо в умовах високої вологості. У цьому випадку відбувається сорбція ^{137}Cs стеблами, вузлами кущіння та поверхнею листків рослин. Крім того, своєрідний мінералогічний склад ґрунтів, у яких відсутні глинясті мінерали в мулистій фракції ґрунтів Українського Полісся, за переваги фульвокислот порівняно з гуміновими, низький вміст муистої фракції, водонасиченість внаслідок надлишкового зволоження – все це забезпечує підвищене надходження ^{137}Cs в пасовищні рослини [3,6].

Основним джерелом накопичення людиною ^{137}Cs нині є молоко і молочна продукція. Залежно від типу харчування значна частина надходження ^{137}Cs до організму людини відбувається з овочами і злаками. У деяких випадках з рослинною їжею до організму людини може надходити до 40–60% всього ^{137}Cs [4].

На особливу увагу заслуговують результати досліджень, що свідчать про надходження значної частини радіонуклідів у молоко. Встановлено, що на другий рік після радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища основними забруднювачами молока стають ^{137}Cs і ^{90}Sr . Воно є основним дозоутворювальним продуктом і тому зниження рівня надходження до нього радіонуклідів за ведення тваринництва в умовах радіоактивного забруднення, є однією з першочергових завдань [5].

Об'єкти і методика досліджень. Дослідження проводили на території західного сліду радіонуклідних випадів аварії на ЧАЕС в КСП «Хлібороб» та «Колос» Дубровицького району Рівненської області. На території господарств підібрали чотири пасовища, які різнилися за ґрунтами та травостоєм, де випасалися молочні корови сільських приватних та колективних господарств.

Для досліджу відібрали корів, яких розділили на чотири групи по 10 голів у кожній. Їх випасали упродовж травня-вересня на відведених для цієї мети дослідних пасовищах. У середньому, як показав облік, кожна корова поїдала до 50–60 кг зеленої маси пасовищного корму за добу. Для проведення аналізів раз у сім днів від кожної групи корів відбирали середній зразок молока об'ємом 1 л. Відбір, підготовка зразків ґрунту і рослин до аналізу при радіологічному обстеженні здійснювали згідно з методичними вказівками з оцінки радіаційної обстановки на забруднених територіях. Для визначення вмісту гамма-випромінюючих радіонуклідів використовували напівпровідниковий гамма-спектрометр з Ge-Li з детектором типу ДГДК-100 та багатоканальним амплітудним аналізатором імпульсів АМ-А-02Ф1. Для математичного аналізу та узагальнення експериментальних даних використовували пакет прикладних програм у складі MS Excel-2003 і «Statistics».

Результати досліджень. Одним з основних «критичних» продуктів харчування є молоко, вплив якого зростає за вживання його дітьми, адже перевищення допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs найчастіше відбувається в молоці великої рогатої худоби приватних господарств. Результати вивчення забруднення молока у індивідуальному секторі поліського регіону Рівненської області за 1989–1995 рр. досліджень показано в табл. 1.

Найвищий рівень забруднення молока радіонуклідами відзначали в 1989р., при цьому 36% проб перевищувало тимчасово ДР-91. У наступні роки частка проб з перевищенням допустимих рівнів зменшувалася і в 1995 р. становила 10,8 %. Але і в подальшому в окремих населених пунктах визначали високі рівні забруднення молока – близько 3000 Бк/л. У селах Переходичі, Дроздинь, Ст. Село, Вежиця Рокитнівського, Лугове, Будимля, Черемель, Переброди Дубровицького, Біле, Журавлине, Березине, Городок Володимирецького, Рудня-Карпилівська, Карпилівка, Карасин Сарненського районів, 90% добових надоїв молока перевищували ТДР-91 протягом 1991–1993 рр.

Це свідчить про те, що через заболочення місцевості та високу залісненість території, профілактичні заходи, спрямовані на зниження рівнів забруднення молока в індивідуальних господарствах вчасно не проводились і саме ці райони найбільше постраждали внаслідок весняної повені. Через затоплення пасовищ населення випасало худобу в лісах, що спричинило зростання рівнів забруднення молока. В Дубровицькому районі з 39 тис. га сільськогосподарських угідь у весняний період під водою перебуває понад 30 тис. га. площ, у т. ч. сінокосів і пасовищ.

1. Рівні забруднення молока ^{137}Cs в особистих підсобних господарствах за даними моніторингу в населених пунктах Рівненської області

Рік	Загальна кількість проб, шт.	У т.ч. вище ТДР-91		Максимальна активність, Бк/л	Кількість населених пунктів, з перевищенням ТДР забруднення молока ^{137}Cs
		кількість, шт.	%		
1989	9339	3362	36,0	3544	154
1990	10566	1885	17,8	9916	151
1991	10242	2412	23,6	3520	157
1992	12233	1989	16,3	3604	133
1993	2538	702	27,7	3050	42
1994	2944	367	12,5	2620	44
1995	3023	325	10,8	1780	39

У колективних господарствах, порівняно з приватними, вже в 1993 р. все молоко відповідало вимогам ТДР-91. Зниженню рівнів забруднення молока сприяло проведення заходів, спрямованих на зменшення накопичення радіонуклідів у кормах – перезалуження пасовищ, внесення мінеральних і органічних добрив, вапнування ґрунту.

В особистих підсобних господарствах тварин випасали на пасовищах, де протягом проведення досліджень спеціальні заходи не проводили і коефіцієнти переходу радіоцезію в трави та молоко в 10–25 разів були вищими, ніж в громадському секторі тваринництва.

За даними досліджу найзабрудненіше молоко одержане від корів, яких випасали на пасовищі, розташованому на торфовому ґрунті – 600 Бк/кг, при цьому пасовищній травостій мав найвищу забрудненість ^{137}Cs – 9,82 кБк/кг (табл.2). На лісовому і лучному пасовищах на дерново-підзолистому ґрунті активність молока була нижчою і більше вирівняна в часі. Питома активність молока корів, яких випасали в урочищі «Заплава», становила 45–93 Бк/кг, в урочищі «Став» 315–920 Бк/кг.

Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко (5,7) визначено за випасання корів у лісових масивах, де відзначена висока забрудненість пасовищної рослинності – 8,37 кБк/кг. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs з пасовищного корму в молоко на всіх пасовищах були у межах 0,7–1,2. Споживання молока від корів за випасання на неполіпшених пасовищах призводило до підвищення внутрішнього опромінення населення.

2. Накопичення ^{137}Cs в молоці корів (n=10) за 1991–1995 рр. КСП «Хлібороб» Дубровицького району Рівненської області

Тип та назва пасовища	Активність ґрунту ділянки, кБк/м ²	Молоко		Травостій	
		^{137}Cs , Бк/кг	КП, (м ² /кг)	^{137}Cs , кБк/кг	КП, (м ² /кг)
Лучне на дерново-підзолистому ґрунті, урочище «Заплава», 7,55 Кі/км ² (279,4 кБк/м ²)	287	70 (45–93)	0,24	0,820	2,8
Лісове на дерново- підзолистому ґрунті с. Міляч, 1,55 Кі/км ² (57,4 кБк/м ²)	70	400 (180–630)	5,7	8,37	120
Лучне на осушеному торфовищі, урочище «Став», 3,31 Кі/км ² (122,5 кБк/м ²)	172	600 (315–920)	3,5	9,82	57
Лучне на торфово-болотному ґрунті, урочище «Озеро», 4,89 Кі/км ² (180,8 кБк/м ²)	112	280 (157–500)	2,5	6,03	54

У колективному господарстві КСП "Хлібороб" Дубровицького району, порівняно з приватними, забрудненість молока ^{137}Cs була значно нижчою. Зміни концентрації радіонукліду в часі показані на рисунку. Починаючи з 1989 р. все молоко господарства відповідало вимогам ТДР-91. На початку 1988 р. середня активність молока в господарстві становила близько 500 Бк/л, навесні 1989р. – 110–160 Бк/л, і на кінець 1993 р. – 50-60 Бк/л. Зниженню рівнів

забруднення молока сприяло проведення заходів, спрямованих на зменшення накопичення радіонуклідів у кормах. У 1988 і 1991 роках на більшості колективних пасовищ проведено глибоку оранку, вапнування та внесено підвищені дози мінеральних добрив.

За пасовищного утримування худоби рівень надходження ^{137}Cs з кормом був вищим, ніж за стійлового, оскільки виникала можливість потрапляння його в ротovu порожнину безпосередньо з поверхні дернини. Крім того, ^{137}Cs , затриманий лучною дерниною, відрізняється значно більшою доступністю з лучною травою [3,6] порівняно із сіяними травами та іншими культурами, з орних ґрунтів, які є основною частиною кормів за стійлового утримування худоби. Вплив характеру утримування молочної худоби на рівень ^{137}Cs в молоці підтверджено й іншими авторами [4].

Рівень забруднення кормів ^{137}Cs , які згодовувались великій рогатій худобі в зимово-стійловий період, вивчали на полях та угіддях КСП "Хлібороб" (табл. 3). Найвище накопичення радіоцезію визначено в сіні та сінажі багаторічних трав, відповідно 1112–1829 та 1036–1630 Бк/кг, найменше – у соломі озимого жита 164–329 Бк/кг.

3. Рівні забруднення кормів ^{137}Cs з полів та угідь КСП "Хлібороб" Дубровицького району

Корм	Активність ^{137}Cs , Бк/кг											
	1993 р.						1994 р.					
	повторення					середнє	повторення					середнє
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Сіно	1112	1150	1720	1829	1141	1390	1243	1119	1618	1243	1257	1296
Солома озимого жита	260	234	228	296	312	266	164	329	234	179	317	244
Сінаж	1134	1056	1630	1124	–	1236	1568	1291	1036	1291	1374	1312
Силос	384	367	342	389	444	385	384	368	374	435	392	390
Буряк кормовий	560	432	546	484	502	504	444	421	368	246	297	355

Дані багатьох авторів свідчать про можливість значного (2,5–50 разів) зниження коефіцієнтів переходу довгоживучих радіонуклідів з ґрунту в рослини за проведення заходів докорінного покращання природних сінокосів та пасовищ, що включають подрібнення та заорювання дернини з подальшим залуженням, або посівом кормових культур.

Результати порівняння концентрації ^{137}Cs в молоці корів колективного і приватних господарств на території КСП "Хлібороб" показано на рисунку. Як видно з даних активність ^{137}Cs в молоці корів колективного господарства знижувалась помітно швидше з 1988 р., коли спеціальні контрзаходи провели на великих масивах.

У приватних господарствах на природних пасовищах, зниження вмісту ^{137}Cs в молоці відбувалось поступово, впродовж 1991–1995 рр., за винятком випадку затоплення частини пасовища урочища «Став» повенежими водами у 1993 р. Тварини в цей період були переведені на стійлове утримання.

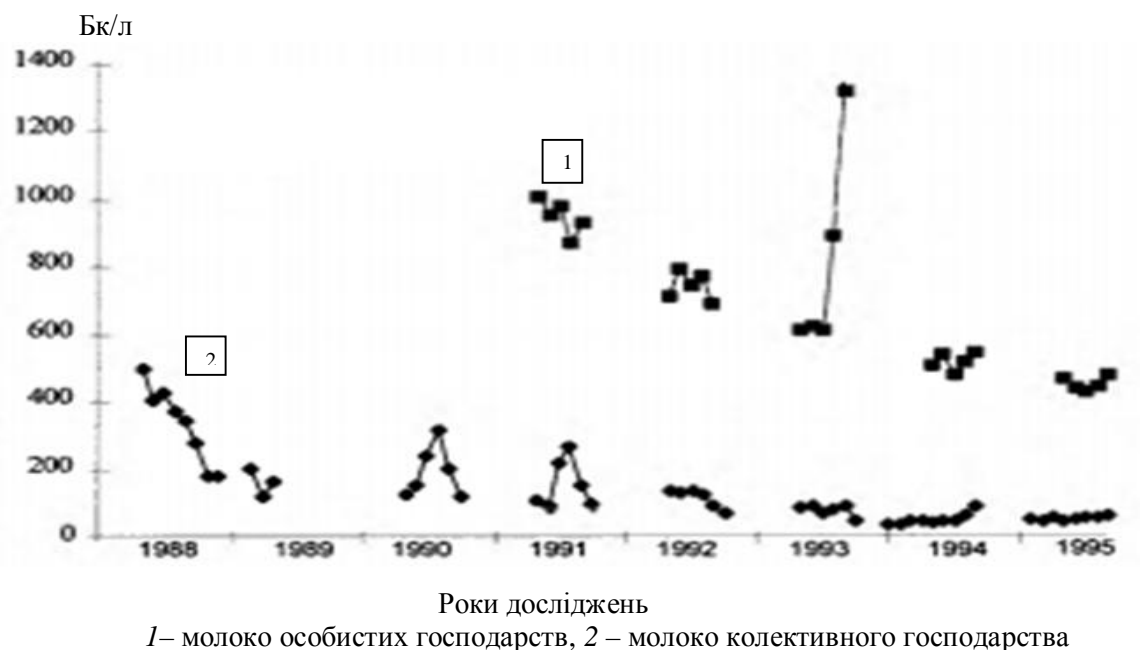


Рис. Порівняння вмісту ^{137}Cs в молоці корів колективного і приватних господарств на території КСП "Хлібороб" Дубровицького району, Бк/л

Після наступного відростанням трав, активність молока при випасанні корів зросла до 1100–1420 Бк/л, або майже удвічі і залишалась високою до

закінчення пасовищного сезону, що свідчить про зв'язок між повенями і рівнями радіоцезію у молоці. Таким чином, повені та розливи річок можуть змінювати концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і призводити до додаткового їх надходження до кормового та харчового ланцюгів.

Застосування контрзаходів у господарствах сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції радіоцезію за біологічними ланцюгами, але їх неможливо було застосовувати на неугіддях та в лісових масивах, де випасалася основна маса корів приватних господарств.

Тому в 1995 р. в приватних господарствах вміст ^{137}Cs в молоці залишався ще порівняно високим – близько 450 Бк/л, тоді як у колективному господарстві він виявився на рівні 50–70 Бк/л. Загалом, індивідуальна мінливість одержаних даних була незначною (коефіцієнт варіації нижче 15%).

Проведення докорінного покращення найзабрудненіших луків та пасовищ Поліських районів Рівненської області сприяло зниженню надходження забрудненого радіоцезієм молока з особистих підсобних господарств. Середня його активність зменшилася з 349 Бк/л у 1990р. до 186 Бк/л у 1995р. (табл. 4).

4. Вплив докорінного поліпшення луків та пасовищ на забруднення молока ^{137}Cs в особистих підсобних господарствах Рівненської області

Район	Перезалужено, га						Середня активність молока, Бк/л					
	всього	у т.ч. за роками					у т.ч. за роками					
		1991	1992	1993	1994	1995	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Володимирецький	15965	4953	3050	3174	2622	2166	209	186	153	236	165	156
Дубровицький	18970	5010	3380	4173	3257	3150	723	283	241	262	225	168
Зарічненський	13447	4464	2500	2540	2224	1719	326	263	245	272	195	182
Рокитнівський	11675	4938	2444	1500	1191	1602	463	398	430	453	416	438
Сарненський	12237	4338	1990	2500	1919	1490	229	171	260	274	260	213
Всього	72294	23703	13364	13887	11213	10127	349	230	219	245	195	186

Результати досліджень активності ^{137}Cs молока корів в особистих підсобних господарствах Рівненської області показано в табл. 5. Протягом 2013

року перевищення допустимих рівнів активності молока спостерігалось в 34 селах з 107 досліджених. При цьому межі максимальної активності були на рівні 100 – 998 Бк/л.

5. Активність ^{137}Cs молока корів особистих підсобних господарств Рівненської області за даними радіологічного контролю АПК, 2013р.

Район	Досліджено проб, всього	Кількість проб з перевищенням ДР-2006*	Межі максимальної активності, Бк/л	Кількість досліджених населених пунктів	
				всього	з перевищенням ДР-2006
Дубровицький	288	32	101- 472	26	7
Зарічненський	186	73	100- 360	26	6
Рокитнівський	495	219	105- 998	26	11
Сарненський	335	47	109- 248	27	10
Всього	1304	371	100- 998	107	34

* - Допустимі рівні активності ^{137}Cs молока – 50 Бк/л

Висновки

1. Найзабрудненіше молоко одержане від корів, яких випасали на пасовищі, розташованому на торфовому ґрунті – 600 Бк/кг, при цьому, пасовищний травостій мав найвищу активність ^{137}Cs – 9,82 кБк/кг. Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко визначено за випасання корів у лісових масивах, де відзначено високу забрудненість пасовищної рослинності – 8,37 кБк/кг.
2. Застосування контрзаходів у господарствах поліського регіону сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції ^{137}Cs за біологічними ланцюгами, але неможливість їх проведення на неугіддях та в лісових масивах, де випасається основна маса корів приватних господарств, підвищує критичний стан цих територій. Проведення докорінного поліпшення найзабрудненіших луків та пасовищ знизило надходження ^{137}Cs у молоко корів в особистих підсобних господарствах, при цьому середня його активність зменшилася з 349 Бк/л у 1990р. до 186 Бк/л у 1995р.
3. Повені та розливи річок змінюють концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і сприяють додатковому їх входженню в кормовий та харчовий ланцюги.

4. На забруднених ^{137}Cs територіях західного сліду аварії на ЧАЕС, необхідно терміново проводити комплекс агроеліоративних заходів щодо зв'язування рухомих форм радіонуклідів з метою недопущення їх міграції в молоко корів.

Список літератури

1. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины. Итоги. Задачи. (2-е пересмотренное и дополненное издание) / *В.В. Медведев* /. – Харьков : КП «Городская типография. – 2012. – 536 с.
2. *Пристер Б.С.* Проблемы сельскохозяйственной радиобиологии и радиозоологии при загрязнении окружающей среды молодой смесью продуктов ядерного деления. Монография / *Б. С. Пристер* / Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, ЗАТ «Книга». – 2008. – 320 с.
3. *Пристер Б.С.* Миграция радионуклидов в почве и переход их в растения в зоне аварии ЧАЭС / *Б.С. Пристер, Н.П. Омеляненко, Л.В. Перепелятников* / Почвоведение. – 1990. – N 10. – С. 51 - 60.
4. Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля. Монография / [*Б.С. Пристер, А. А. Ключников, В. М. Шестопалов, В. П. Кухарь*] / Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины. – К.: ЗАТ «Книга». – 2013. – 200 с.
5. Проблемы применения концентратов в сельском хозяйстве Украины после аварии на Чернобыльской АЭС / [*Б.С. Пристер, Ю.А. Иванов, Л.В. Перепелятникова, В.А. Проневич*] // Вісник аграрної науки. — 1996. — №1. — С. 74-81.
6. *Проневич В.А.* Накоплення та міграція ^{137}Cs в ґрунтах і рослинах природних пасовищ в умовах Волинського Полісся України / *В.А. Проневич, С.Т. Вознюк, С.І. Веремеско* // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. Рівне, 2006. – Вип. 2 (34). – Ч.1. – С.21 – 28.
7. *Vachhuber H. et al.* The migration of cesium-137 and strontium-90 in multilayered soils : results from bathc, column and fallout investigations Nuklear Technolog.– 1982.– vol. 59.– P. 291 – 301

8. *Bunze K., Schimmack W., Kreutzer K., Schiel R.* Interception and retention of Chernobyl derived ^{134}Cs , ^{137}Cs and Ru-106 in Spruce Stand Sci. Total Environ. – 1989. – vol. 78. – P. 77 – 87.
9. *Desmet G.M.* Chemical speciation and bioavailability of elements in the environment and their relevance to radioecology / *G.M.Desmet, L.R Van Loon., B.J. Howard* // The science of total environment, 100 (1991), – P. 105- 124.
10. *Cornell R.V.* Adsorption of cesium on minerals: a review / *R.V. Cornell* // Journ. of Anal, and Nuclear chem. – 1993. – Vol. 171. – N°2, – P.483-500.

Особенности накопления ^{137}Cs в биоценозах пастбищ в условиях западного следа аварии на ЧАЭС

В.А. Проневич

Наиболее загрязненное молоко получено от коров, которых пасли на пастбище расположенном на торфяных почвах, при этом, пастбищный травостой имел высокую активность ^{137}Cs . Максимальные коэффициенты перехода ^{137}Cs из почвы пастбищ в молоко определено при выпасе коров в лесных массивах, где отмечено высокое загрязнение пастбищной растительности. Наводнения и разливы рек изменяют концентрацию радионуклидов в ландшафтах и вызывают дополнительное их вхождение в кормовую и пищевую цепи.

Ключевые слова: накопление ^{137}Cs , биоценозы пастбищ, авария на ЧАЭС, молоко.

Regularity of ^{137}Cs accumulation in pasturesbiocenosis in west toward contamination of Chernobyl incident

V.A. Pronevych

Most contaminated milk obtained from cows which grazed on pasture located on peat soil, while pasture herbage had the highest activity ^{137}Cs . The maximum coefficients of ^{137}Cs transfer from soil to pasture for grazing milk cows identified in the forests, which marked a high contamination pasture vegetation.. Floods and flooding changing the concentration of radionuclides in the landscape and causing them additional entry in the feed and food chain.

Keywords: activity ^{137}Cs , pasture grazing, milk cows.

УДК 57.085.2 :634.71

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ КОЛЕКЦІЇ *IN VITRO* СОРТІВ МАЛИНИ В НУБІП УКРАЇНИ

А.Ф. Ліханов, кандидат біологічних наук,

О.Ю. Чорнобров, А.А. Клюваденко, кандидати
сільськогосподарських наук,

М.Д. Мельничук, доктор біологічних наук

*Установлено умови одержання асептичних життєздатних експлантатів восьми сортів малини. Розроблено біотехнологію мікроклонального розмноження, яка включає добір компонентів живильних середовищ для різних етапів і типів морфогенезу та дає змогу одержувати значну кількість рослин-регенерантів. Створено колекцію цінних сортів малини *in vitro* різного цільового використання в НУБіП України.*

Ключові слова: *культура *in vitro*, експлантати, живильне середовище, мікроклональне розмноження, рослини-регенеранти малини, колекція сортів малини *in vitro**

Селекція ягідних культур передбачає наявність колекції рослин *in vitro*, які в сукупності являють широкий спектр різноманітних комбінацій цінних ознак вихідних форм. Українським селекціонером П. З. Шеренговим із співробітниками кафедри садівництва НУБіП України створено штабкові гібридні форми та сорти малини з високою продуктивністю та стійкістю проти хвороб і шкідників [6]. Серед них вирізняються за смаковими і технологічними властивостями плодів сорти Осіння, Галинка, Благородна, Відбірна, Промінь, Сяйво [6]. Окрім цих сортів значну зацікавленість являють Примара та Херітейдж (іноземна селекція).

Хоча технологія прискореного розмноження для багатьох ягідних культур розроблена достатньо добре, відомості стосовно технології

мікроклонального розмноження малини (*Rubus idaeus* L.) неповні. Одні автори використовують пагони високопродуктивних рослин без ознак захворювання в період активного росту, інші вводять у культуру *in vitro* бруньки етіюльованих підземних пагонів [2, 4, 5]. Ураховуючи видову і сортову специфічність рослин, цей метод потребує ретельного підбору умов стерилізації і культивування, удосконалення окремих етапів біотехнологічного процесу, особливо коли це стосується конкретних генотипів [8].

Саме тому метою дослідження було розроблення біотехнології мікроклонального розмноження сортів малини Осіння, Галинка, Благородна, Відбірна, Промінь, Сяйво, Херітейдж і Примара для створення колекції культур *in vitro* різного цільового використання.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженнях використано пагони завдовжки 15–20 см, які ізольовували з дво-трирічних рослин малини у березні. Експлантати були фрагментами мікропагонів завдовжки 10–15 мм. Стерилізацію рослинного матеріалу проводили 70 %-ним етиловим спиртом (1 хв), 2,5 %-ним NaClO (10–30 хв), 1 %-ним AgNO₃ (10–30 хв), 0,1 %-вим HgCl₂ (5–15 хв), 25 %-ним H₂O₂ (10–30 хв). Асептичні умови створювали за методами, загальноприйнятими у біотехнології [1, 3]. Експлантати малини вводили в культуру *in vitro* на живильне середовище за прописом Мурасіге і Скуга (МС) [7]. Регенераційну здатність мікропагонів *in vitro* досліджували на МС з додаванням регуляторів росту ауксинового (0,1–2,0 мг·л⁻¹ ІМК, 0,1–1,0 мг·л⁻¹ НОК, 0,1–1,0 мг·л⁻¹ ІОК) та цитокінінового (0,1–2,0 мг·л⁻¹ БАП, 0,1–2,0 мг·л⁻¹ кінетину) типів дії. До живильних середовищ вносили 50–100 мг·л⁻¹ мезоінозиту, 15 г·л⁻¹ глюкози чи 30 г·л⁻¹ сахарози та 6,6–6,8 г·л⁻¹ агару. Показник кислотності середовища (рН) доводили до рівня 5,7–5,9. Рослинний матеріал культивували у світловій кімнаті за температури 25 ± 1⁰ С і освітлення 2,0–3,0 клк з 16-годинним фотоперіодом та відносною вологістю повітря 70–75 %.

Статистичне опрацювання експериментальних даних виконували з використанням пакету аналізу MS Excel.

Результати дослідження. Важливою умовою отримання асептичних життєздатних культур сортів малини є правильний добір ефективних способів стерилізації рослинного матеріалу. Для цього нами використано широкий спектр стерилізуючих речовин з різними експозиціями обробки експлантатів (табл. 1).

1. Ефективність стерилізації експлантатів сортів малини (Осілля, Галинка, Благородна, Відбірна, Промінь, Сяйво, Херітейдж і Примара)

Варіант	Стерилізуюча речовина	Концентрація, %	Експозиція, хв	Кількість введених у культуру <i>in vitro</i> експлантатів, шт.	Ефективність стерилізації, %
1	NaClO	2,5	10	30	81 ± 5
2	NaClO	2,5	20	-//-	50 ± 7
3	NaClO	2,5	30	-//-	27 ± 5
4	AgNO ₃	1,0	10	-//-	77 ± 5
5	AgNO ₃	1,0	20	-//-	50 ± 7
6	AgNO ₃	1,0	30	-//-	36 ± 5
7	HgCl ₂	0,1	5	-//-	63 ± 5
8	HgCl ₂	0,1	10	-//-	92 ± 3
9	HgCl ₂	0,1	15	-//-	69 ± 7
10	H ₂ O ₂	25	10	-//-	45 ± 4
11	H ₂ O ₂	25	20	-//-	74 ± 5
12	H ₂ O ₂	25	30	-//-	41 ± 6

За нашими спостереженнями, грибне інфікування експлантатів сортів малини виявилось на 3–10-ту добу, а бактеріальне, дещо пізніше – на 10–15-ту добу культивування. Установлено, що для стерилізації експлантатів недоцільно використовувати 1,0 %-ний AgNO₃ упродовж 30 хв (варіант б) чи 25 %-ний H₂O₂ протягом 10 хв або 30 хв (варіанти 10 й 12), оскільки при цьому ефективність стерилізації була незначною. Надзвичайно низький

відсоток отримання асептичних життєздатних експлантатів фіксували за умови їх витримання у 2,5 %-ному NaClO протягом 30 хв (варіант 3). Застосування 2,5 %-ного розчину NaClO або 1 %-вого AgNO₃ упродовж 10 хв чи 25 %-ного H₂O₂ протягом 20 хв значно збільшувало ефективність стерилізації мікропагонів (понад 74 %). У результаті експериментальних досліджень, нами визначено умови стерилізації експлантатів малини (витримання 10 хв у 0,1 %-ному HgCl₂, варіант 8) з 92 %-вою ефективністю одержання асептичних життєздатних мікропагонів.

Нами встановлено, що інтенсивність активації бічних бруньок малини залежала від сортових особливостей і проявлялася у вигляді їх потовщення у середньому на 16-ту добу культивування (найшвидше активація відбувалася у Галинки на 5-ту добу культивування, а найповільніше – у Примара на 27-му добу) (рис. а).

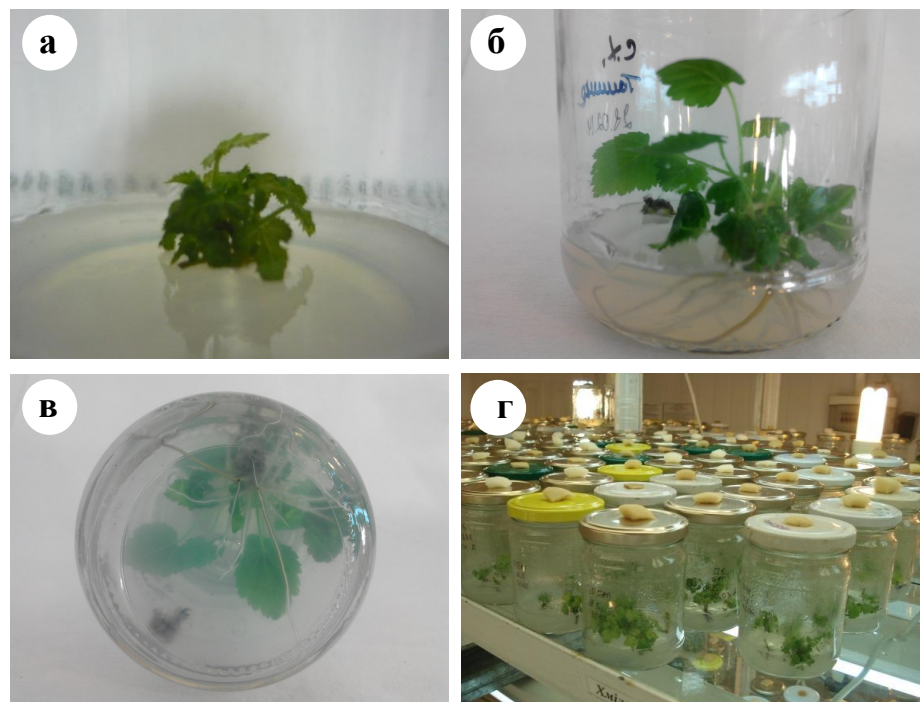


Рис. Послідовність створення колекції *in vitro* сортів малини в НУБіП України: а – асептичні життєздатні мікропагони малини сорту Осіння на безгормональному живильному середовищі, 30 діб у культурі *in vitro*; б – рослини-регенеранти малини сорту Галинка на МС з 1,0 мг·л⁻¹ ІМК й 0,5 мг·л⁻¹ кінетину; в – коренева система малини сорту Благородна на МС з 1,0 мг·л⁻¹ БАП та ІМК й 5 г·л⁻¹ активованого вугілля; г – масове клонування рослин *in vitro* сортів малини

На 10–30-ту добу культивування (залежно від сорту) активовані з бруньок мікропагони завдовжки 1,0–1,5 см відділяли від експлантату і субкультивували на модифіковані регуляторами росту живильні середовища. У наших дослідженнях як індуктори диференціації та морфогенезу в культурі ізольованих тканин і органів сортів малини *in vitro* використовували БАП, кінетин, НОК, ІОК й ІМК та визначали їх вплив на регенерацію мікропагонів, тип мікроклонального розмноження, коефіцієнт розмноження, тривалість циклу культивування й отримання рослин-регенерантів (табл. 2).

2. Мікроклональне розмноження сортів малини

Варіант	Живильне середовище	Морфометричні показники мікропагонів <i>in vitro</i>			Тривалість циклу культивування, дів	Тип мікроклонального розмноження	Призначення живильного середовища
		довжина мікропагона, см,	довжина кореневої системи, см	коефіцієнт розмноження			
1	2	3	4	5	6	7	8
Осінь							
1	МС безгормональне	1,3–1,9	–	–	15–20	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
2	МС з подвійною концент. Fe-хелату, 1,0 мг·л ⁻¹ БАП, 0,1 мг·л ⁻¹ ІМК й 5 г·л ⁻¹ а. в. ¹	3,0–5,0	5,0–15,1	1:8–1:14	80–90	а. р.м. е. ² , п. м. ³	мкр. ⁴ , отримання р.-р. ⁵
Галинка							
3	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й 0,1 мг·л ⁻¹ ІМК	1,5–2,0	–	–	5–10	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
4	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й кінетину	1,0–2,0	–	1:4–1:5	30–35	п. м.	мкр.
5	МС з 1,0 мг·л ⁻¹ ІМК й 0,2 мг·л ⁻¹ НОК	2,0–2,5	–	1:5	35–45	а. р. м. е.	мкр.
6	½ МС з 2,0 мг·л ⁻¹ ІМК	1,8–2,3	2,0–6,0	1:6	50–60	а. р. м. е.	мкр., отримання р.-р.

продж. табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
7	МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, 1,0 мг·л ⁻¹ ІОК й 0,1 мг·л ⁻¹ БАП	2,0–3,5	2,5–10	1:9–1:11	40–45	а. р. м. е.	мкр., отримання р.-р.
8	МС з 1,0 мг·л ⁻¹ ІМК й 0,5 мг·л ⁻¹ кінетину	2,0–4,0	3,0–9,0	1:11–1:15	80–90	а. р. м. е.	мкр., отримання р.-р.
Благородна							
9	МС з 0,25 мг·л ⁻¹ кінетину	1,0–1,5	–	–	15–20	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
10	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й 0,1 мг·л ⁻¹ ІМК	1,2–2,3	–	1:4	20–30	п. м.	мкр.
11	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й кінетину	0,5–1,0	–	1:3	25–35	п. м.	мкр.
12	МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, 1,0 мг·л ⁻¹ ІОК й 0,1 мг·л ⁻¹ БАП	0,5–2,5	1,1–3,2	1:2–1:4	30–40	а. р. м. е., п. м.	мкр., отримання р.-р.
13	МС з подвійною концент. Фе-хелату, 1,0 мг·л ⁻¹ БАП й ІМК й 5 г·л ⁻¹ а. в. ¹	2,0–3,0	1,2–3,3	1:2	30–35	а. р. м. е.	мкр., отримання р.-р.
Херігейдж							
14	МС безгормональне	1,0–1,5	–	–	15–25	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
15	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й кінетину	0,5–1,0	–	1:4	55–60	п. м.	мкр.
16	МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, 1,0 мг·л ⁻¹ ІОК й 0,1 мг·л ⁻¹ БАП	1,0–2,5	3,2–5,1	1:6	30–35	а. р. м. е., п. м.	мкр., отримання р.-р.
Промінь							
17	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й 0,1 мг·л ⁻¹ ІМК	0,8–1,5	–	–	15–20	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>

1	2	3	4	5	6	7	8
18	½ МС з 2,0 мг·л ⁻¹ ІМК	1,8–2,5	1,5–3,0	1:4	25–30	а. р. м. е.	мкр., отримання р.-р.
Відбірна							
19	МС безгормональне	0,5–0,8	–	–	20–30	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
20	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й кінетину	0,6–1,0	–	1:3	30–35	а. р. м. е.	мкр.
Примара							
21	МС з 0,5 мг·л ⁻¹ БАП й 0,1 мг·л ⁻¹ ІМК	0,8–1,1	–	–	27–35	–	Уведення у культуру <i>in vitro</i>
22	МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, 1,0 мг·л ⁻¹ ІОК й 0,1 мг·л ⁻¹ БАП	0,5–1,5	–	1:3	25–30	а. р. м. е.	мкр.
Примітки:							
1. Активоване вугілля (а. в.).							
2. Активація росту меристем експлантату (а. р. м. е.).							
3. Прямий морфогенез (п. м.).							
4. Мікроклональне розмноження (мкр.).							
5. Рослини-регенеранти (р.-р.).							

У результаті проведених досліджень встановлено склад живильного середовища для введення експлантатів досліджуваних сортів малини у культуру *in vitro*. Мікропагони сортів малини Осіння, Херітейдж та Відбірна необхідно упродовж 15–30-ти діб культивувати на безгормональному живильному середовищі МС. Показано, що експлантати таких сортів як Галинка, Благородна, Промінь та Примара уже в перші доби культивування характеризувалися вимогливістю до складу живильного середовища. Вирощування *in vitro* останніх на МС безгормональному призводило до набуття мікропагонами не характерної для сорту пігментації та надзвичайно малого середньомісячного приросту (0,1–0,3 мм).

Досліджувані сорти малини мікроклонально розмножені за використання активації росту меристем експлантата (а. р. м. е.; варіант 5,

Галинка; варіант 13, Благородна), прямого морфогенезу (п. м.; варіант 15, Херітейдж) та змішаного типу морфогенезу (а. р. м. е. і п. м.; варіант 2, Осіння; варіант 16, Херітейдж; варіант 12, Благородна). Для таких сортів малини, як Осіння (варіант 2), Галинка (варіанти 6, 7, 8), Благородна (варіанти 12, 13, рис. в), Херітейдж (варіант 16), Промінь (варіант 18) підібрані компоненти живильного середовища, що забезпечують масове мікроклональне розмноження (рис. б), укорінення мікропагонів (рис. в) та отримання рослин-регенерантів (рис. г). Нами також експериментально встановлено цикли культивування рослин-регенерантів, які залежать від складу живильних середовищ та сортів малини: найкоротший (25–30 діб) фіксували у сорту Промінь на живильному середовищі $\frac{1}{2}$ МС з додаванням $2,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК, а найтриваліший (80–90 діб) – у сортів Осіння та Галинка на МС з подвійною концентрацією Fe-хелату, $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП, $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК й $5 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ активованого вугілля та МС з $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК й $0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ кінетину, відповідно.

Отже, розроблена нами біотехнологія мікроклонального розмноження сортів малини дозволяє отримувати значну кількість рослин-регенерантів та створювати колекцію рослин *in vitro* різного цільового використання.

Висновки. За умов стерилізації експлантатів досліджуваних сортів малини у 0,1 %-ному розчині HgCl_2 протягом 10 хв вихід асептичних життєздатних мікропагонів становить 90 %.

За використання різних типів морфогенезу отримано рослини-регенеранти восьми сортів малини зі значним коефіцієнтом розмноження на таких живильних середовищах: МС з подвійною концентрацією Fe-хелату з додаванням $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП, $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК й $5 \text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ активованого вугілля – для малини сорту Осіння; МС з $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІМК й $0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ кінетину – для сорту Галинка; МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІОК й $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП – для Благородна й Херітейдж.

Підібрано оптимальний склад живильних середовищ для мікроклонального розмноження малини сорту Промінь ($\frac{1}{2}$ МС з $2,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$

ІМК), Відбірна (МС з $0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП й кінетину) й Примара (МС з половинною концентрацією макросолей, інозиту та глюкози, $1,0 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ІОК й $0,1 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ БАП).

З рослин-регенерантів сортів малини Осіння, Галинка, Благородна, Відбірна, Промінь, Сяйво, Херітейдж і Примара створено колекцію *in vitro* для різного цільового використання.

Список літератури

1. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р. Г. Бутенко – М. : Наука, 1964. – 272 с.
2. Высоцкий В. А. Усовершенствование способов получения растений малины из изолированных меристематических верхушек / В. А. Высоцкий // Ягодководство в Нечерноземье. –1984. – № 5. – С. 3–8.
3. Калинин Ф. Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. – К. : Наукова думка, 1980. – 488 с.
4. Мохаммед А. И. Сортвые особенности клонального микроразмножения малины красной / А. И. Мохаммед, Р. Г. Бутенко // Физиология растений. – 1998. – Вип. 45, № 5. – С. 738–740.
5. Туровская Н. И. Микроразмножение малины / Н. И. Туровская, О. В. Стрыгина // Садоводство и виноградарство. – 1990. – №8. – С. 26–29.
6. Шеренговий П. З. Каталог сортів ягідних і плодкових культур селекції Національного аграрного університету / П. З. Шеренговий. – К.: ВЦ НУБіП України, 2004.– 48 с.
7. Murashige T. A revised medium for rapid, growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Scoog // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 3. – P. 473.
8. Welander M. *In vitro* culture of raspberry (*Rubus idaeus*) for mass propagation / M. Welander // *J. Hort. Sci.* – 1985. – Vol. 60, №4. – P. 142– 145.

Биотехнологические аспекты создания коллекции *in vitro* сортов малины в НУБиП Украины

Лиханов А. Ф., Чернобров О. Ю., Клюваденко А. А., Мельничук М. Д.

Установлены условия получения асептических жизнеспособных эксплантов восьми сортов малины. Разработана биотехнология их микроклонального размножения, включающая подбор компонентов питательных сред для различных этапов и типов морфогенеза и позволяющая получать значительное количество растений-регенерантов. Создана коллекция ценных сортов малины *in vitro* различного целевого использования в НУБиП Украины.

Ключевые слова: *культура in vitro, эксплантаты, питательная среда, микроклональное размножение, растения-регенеранты малины, коллекция сортов малины in vitro*

Biotechnological aspects of creation collection *in vitro* of varieties raspberry in NUBiP Ukraine

Likhanov A., Chornobrov O., Kliuvadenko A., Melnychuk M.

The conditions of obtaining viable aseptic explants of varieties of eight raspberry in NUBiP Ukraine. A biotechnology microclonal their reproduction, which includes the selection of the components of culture media for different types and stages of morphogenesis and allows to obtain a large number of plants-regenerants. A collection of varieties of raspberries *in vitro* different intended use.

Key words: *culture in vitro, explants, medium, micropropagation, plant-regenerant of raspberries, collection in vitro of varieties of raspberries*

ДОВГОТРИВАЛА ДИНАМІКА НАДХОДЖЕННЯ ^{90}Sr і ^{137}Cs В ЗЛАКОВІ ТРАВИ З КОНТРАСТНИХ ЗА ВЛАСТИВОСТЯМИ ҐРУНТІВ

Ю. О. ІВАНОВ, доктор біологічних наук,

Ю.В. ХОМУТІНІН, доктор сільськогосподарських наук

Український НДІ сільськогосподарській радіології НУБіП України

В умовах модельно-польового і вегетаційного дослідів оцінено параметри динаміки коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs , внесених у ґрунт у початковій водорозчинній формі, багаторічними злаковими травами з контрастних за фізико-хімічними властивостями і гранулометричним складом ґрунтів за часу депонування радіонуклідів у ґрунтах від 0.5 до 25 років. Виявлено принципові відмінності довготривалої динаміки надходження ^{90}Sr і ^{137}Cs з ґрунту в рослини - значно вищі коефіцієнти накопичення ^{90}Sr та повільніше їх зниження в часі. Обговорюється роль властивостей ґрунтів у формуванні динаміки коефіцієнтів накопичення, порівняння експериментальних і модельних прогнозних оцінок довготривалої динаміки коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs рослинами.

Ключові слова: ^{90}Sr , ^{137}Cs , коефіцієнти накопичення, довготривала динаміка, контрастні ґрунти, модельні прогнозні оцінки.

З часом біологічна доступність радіонуклідів рослинам з ґрунту знижується, при цьому параметри часової залежності залежать від властивостей ґрунту і радіоізотопів різних хімічних елементів. Біологічна доступність рослинам ^{137}Cs знижується з часом швидше, ніж ^{90}Sr . Тому одним з важливих радіоекологічних завдань на пізній фазі аварії є оцінка динаміки надходження радіонуклідів у рослини. Зміна або постійність

параметрів надходження радіонуклідів у ланці ґрунт-рослина зумовлює адекватність прогнозних оцінок їх біологічної доступності.

У зв'язку із специфікою довготривалої динаміки біологічної доступності радіонуклідів, використання кількісних характеристик динаміки перерозподілу радіонуклідів у компонентах фітоценозів, отриманих на ранній і середній фазах аварії, для розрахунку прогнозних оцінок надходження ^{90}Sr і ^{137}Cs у рослини на пізній фазі аварії зумовлює високий ризик одержання некоректних оцінок

Зрозуміло, що для коректного використання експериментальних даних і залежностей, які характеризують довготривалу динаміку біологічної доступності радіонуклідів (у першу чергу, ^{90}Sr) на паливних слідах випадань ЧАЕС [6, 10], винятково важливе значення мають характеристики довготривалої динаміки біологічної доступності радіонуклідів, інтродукованих у ґрунт у початковій водорозчинній формі. Одержання і використання таких оцінок дозволяє: коректне планування й реалізацію реабілітаційних заходів на відселених територіях, а також підтримку прийняття адекватних управлінських рішень з планування й реалізації заходів щодо мінімізації наслідків аварії на ЧАЕС.

Метою статті є узагальнення отриманих авторами результатів вивчення багаторічної динаміки надходження ^{90}Sr і ^{137}Cs , внесених у початковій водорозчинній формі в контрастні за властивостями ґрунти, в злакові лучні трави при початковому розподілі радіонуклідів у верхньому 20-сантиметровому шарі ґрунту.

Матеріали і методи дослідження. Для вивчення і оцінки надходження ^{90}Sr і ^{137}Cs з контрастних за властивостями ґрунтів використано результати модельно-польових експериментів на майданчиках експериментального полігону УкрНДІСГР у Зоні відчуження ЧАЕС [8], а також результати вегетаційних експериментів з свіжовнесеними в ґрунт радіонуклідами. У 1988 році на полігоні був закладений модельно-польовий експеримент з використанням металевих ящиків без дна розміром 100x100x50 см, у які

поміщали ґрунти, завезені з різних регіонів України, нижчі горизонти представлені пухким піском. Повторність чотириразова. Радіонукліди в початковій водорозчинній формі були розподілені у верхньому 20-сантиметровому горизонті ґрунтів. Упродовж 1988-1998 рр. і в 2010 р. ґрунти в ящиках перекопували на глибину 20 см. Характеристика ґрунтів наведена в табл.1. Фізико-хімічні властивості ґрунтів визначали стандартними методами [3, 5], їх гранулометричний склад - методом лазерної гранулометрії з використанням аналізатора FRITSCH Analysette 22 COMFORT.

Міграцію радіонуклідів у системі ґрунт-рослина вивчали з використанням суміші багаторічних злакових трав: тимофіївки лучної (*Phleum pratense L.*), вівсяниці лучної (*Festuca pratensis HUDS.*) і грястиці збірної (*Dactylis glomerata L.*).

Питому активність радіонуклідів у зразках рослин визначали загальноприйнятими методами - ^{137}Cs - гамма-спектрометричним, ^{90}Sr - бета-спектрометричним [2] і радіохімічними методами [9].

Як показник біологічної доступності радіонуклідів рослинам використовували коефіцієнти накопичення радіонуклідів (CR - concentration ratio), рівні відношенню питомої активності радіонуклідів у повітряно-сухий масі рослин до питомої активності радіонуклідів у 20-сантиметровому горизонті ґрунту.

Результати досліджень та їх обговорення. Експериментальні оцінки багаторічної динаміки коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs з контрастних за властивостями ґрунтів у лучні трави наведено в табл. 2 і 3.

Характеристики надходження ^{90}Sr в рослини суттєво відрізняються від таких для ^{137}Cs . В середньому за 25 років депонування радіонуклідів у ґрунтах значення коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами в 77 разів перевищують такі для ^{137}Cs . Для контрастних за властивостями ґрунтів співвідношення коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs в різні роки варіює в межах 10 - 400 разів.

Межі коливань коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами залежно від фізико - хімічних властивостей і гранулометричного складу ґрунтів становлять в середньому за роками 38 разів, при варіюванні від 32 до 46 разів. Максимальні значення коефіцієнтів накопичення виявлені для ґрунтів легкого, а мінімальні - для ґрунтів важкого механічного складу.

1. Фізико-хімічні властивості і механічний склад ґрунтів

№ пп.	Ґрунт	pH _{KCl}	Гумус, %	Ca _{обм} мг-екв/ 100 г	K ₂ O _{рухл} мг/кг	Вміст ф.з. глини, %
П1	Дерново-підзолистий рихлопіщаний	5.1	1.3	1.6	50	4.9
П2	Слабогумусований пісок (рихлопіщаний)	5.2	0.6	1.0	23	3.9
П3	Дерново-підзолистий супіщаний	5.4	1.6	2.2	41	11.6
П4	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	4.8	2.2	6.8	169	31.6
П5	Світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний	6.8	1.0	2.4	51	5.4
П6	Темно-сірий лісовий легкосуглинковий	6.9	2.8	8.0	207	20.8
П7	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	6.8	3.8	6.5	157	8.1
П8	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	4.8	1.1	2.0	71	5.3
П9	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	4.8	2.9	5.7	140	32.9
П10	Чорнозем південний важкосуглинковий	7.0	2.3	10.7	267	42.7
П11	Лугово-чорноземний важкосуглинковий	7.0	4.0	12.4	314	43.4
П12	Чорнозем реградований середньосуглинковий	5.7	3.5	11.2	141	33.6
П13	Темно-сірий лісовий середньосуглинковий	5.2	3.1	12.0	177	37.4
П14	Чорнозем типовий важкосуглинковий	6.2	3.1	13.6	178	42.8
П15	Чорнозем типовий середньосуглинковий	5.2	5.0	12.8	281	32.4

Одночасно, розмах значень коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs рослинами залежно від фізико-хімічних властивостей і гранулометричного складу ґрунтів істотно вищий і становить у середньому за роками 72 рази. Виявлено зниження кратності відмінностей коефіцієнтів накопичення за роками від 144 до 60 разів. Як і для ^{90}Sr максимальні значення коефіцієнтів накопичення були на ґрунтах легкого, а мінімальні - на ґрунтах важкого механічного складу.

Аналіз експериментальних даних багаторічної динаміки надходження ^{90}Sr в злакові трави показує досить повільне його зниження в часі. Коефіцієнти накопичення ^{90}Sr багаторічними травами з ґрунтів змінювалися впродовж 25 років у 1.7 - 6 разів залежно від їх властивостей, або в середньому знижувалися в 3.3 раза. В ґрунтах важкого механічного складу коефіцієнти накопичення знижуються в 3 - 6 разів, в ґрунтах легкого механічного складу – в 1.7 – 2.9 раза.

Аналіз експериментальних даних багаторічної динаміки надходження ^{137}Cs в злакові трави показує більше його зниження в часі. Коефіцієнти накопичення ^{137}Cs багаторічними травами з ґрунтів змінювались протягом 25 років залежно від властивостей ґрунтів у 3 - 62 рази, або в середньому знижувалися в 20 разів. У ґрунтах важкого механічного складу коефіцієнти накопичення ^{137}Cs знижуються в 6 - 62 разів, а в ґрунтах легкого механічного складу - в 3 - 25 разів.

Безумовно важливими є отримані результати відносно невеликого варіювання значень коефіцієнтів накопичення обох радіонуклідів для кожного конкретного ґрунту протягом 22 – 25 років депонування радіонуклідів в ґрунтах. Варіювання коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами становить 5-75 % від його середньої величини за вказаний період для конкретного ґрунту. Аналогічна величина для ^{137}Cs становить 20-75 %. Невелике варіювання значень коефіцієнтів накопичення у цей період (на пізній фазі аварії) можна пояснити відповідним варіюванням метеорологічних умов упродовж вегетаційних періодів у вказані роки.

2. Динаміка коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr багаторічними травами, (Бк/кг пов.-сухої маси)/(Бк/кг ґрунту)

Варіант	Ґрунт	Час знаходження радіонукліда в ґрунті, роки					
		0.5	1.5	22	23	24	25
1-2	Слабогумусований пісок (рихлопіщаний)	59.3±10.5	Не визн.*	16.4±2.5	22.2±4.4	23.0±3.4	17.0±3.4
1-3	Дерново-підзолистий супіщаний	6.6±1.4	6.4±1.1	3.5±0.5	3.4±1.0	2.2±0.3	3.1±0.8
1-4	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	3.2±0.6	4.0±0.6	0.75±0.11	1.4±0.4	1.6±0.2	1.4±0.3
1-5	Світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний	7.4±1.7	5.9±1.0	6.2±0.9	4.6±1.4	3.1±0.5	4.0±1.0
1-6	Темно-сірий лісовий легкосуглинковий	2.4±0.4	2.3±0.3	Не визн.	0.74±0.22	0.49±0.07	0.62±0.15
1-7	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	1.6±0.5	2.0±0.4	0.68±0.10	0.48±0.14	0.45±0.07	0.55±0.13
1-8	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	11.9±2.7	5.5±0.8	4.3±0.6	7.8±2.3	8.4±1.3	6.8±1.5
1-9	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	3.0±0.7	2.1±0.4	1.3±0.2	1.6±0.5	1.0±0.2	1.4±0.4
1-10	Чорнозем південний важкосуглинковий	2.0±0.5	Не визн.	0.66±0.10	0.66±0.20	0.65±0.1	0.59±0.16
1-11	Лугово-чорноземний важкосуглинковий	2.0±0.5	1.6±0.3	0.52±0.08	0.57±0.17	0.50±0.07	0.41±0.09
1-12	Чорнозем реградований середньосуглинковий	2.2±0.5	2.0±0.4	0.83±0.12	0.70±0.21	0.7±0.11	0.68±0.16
1-13	Темно-сірий лісовий середньосуглинковий	3.2±0.8	1.8±0.4	0.77±0.12	0.77±0.23	0.77±0.12	0.57±0.13
1-14	Чорнозем типовий важкосуглинковий	1.7±0.4	Не визн.	0.58±0.09	0.55±0.16	0.53±0.08	0.56±0.13
1-15	Чорнозем типовий середньосуглинковий	3.3±0.8	2.2±0.5	0.42±0.06	0.58±0.17	0.52±0.08	0.550.13

- Не визначали

3. Динаміка коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs багаторічними травами, (Бк/кг пов.-сухої маси)/(Бк/кг ґрунту)

Варіант	Ґрунт	Час знаходження радіонукліда в ґрунті, роки					
		0.5	3	22	23	24	25
2-1	Дерново-підзолистий рихлопіщаний	1.6±0.19	0.96±0.17	0.17±0.22	0.17±0.05	0.19±0.07	Не визн.
2-2	Слабогумусований пісок (рихлопіщаний)	5.9±0.7	1.03±0.17	0.21±0.32	0.22±0.07	0.31±0.11	Не визн.
2-3	Дерново-підзолистий супіщаний	1.2±0.15	0.54±0.09	0.090±0.13	0.072±0.011	0.047±0.019	0.086±0.026
2-4	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	0.50±0.06	0.17±0.07	0.0081±0.004	0.016±0.002	0.0080±0.0024	0.0099±0.004
2-5	Світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний	0.82±0.08	0.37±0.15	0.10±0.06	Не визн.	0.049±0.015	0.096±0.029
2-6	Темно-сірий лісовий легкосуглинковий	0.050±0.02	Не визн.	0.0083±0.004	0.012±0.004	0.017±0.005	0.027±0.006
2-7	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	0.071±0.02	0.024±0.01	0.018±0.005	0.015±0.003	0.011±0.004	0.012±0.004
2-8	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаківий	0.17±0.03	0.22±0.09	0.061±0.018	Не визн.	0.053±0.016	0.076±0.023
2-9	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	0.27±0.03	0.11±0.08	0.0094±0.0028	0.014±0.004	0.005±0.0016	0.018±0.0025
2-10	Чорнозем південний важкосуглинковий	0.041±0.02	0.0091±0.006	0.0087±0.0026	Не визн.	0.0050±0.0017	0.0088±0.0035
1-11	Лугово-чорноземний важкосуглинковий	0.058±0.006	0.0048±0.0024	0.0063±0.0031	0.012±0.003	0.0053±0.0012	0.0071±0.0028
1-14	Чорнозем типовий важкосуглинковий	0.084±0.008	0.0083±0.0050	0.0081±0.0024	Не визн.	0.0077±0.0027	0.0063±0.0025
1-15	Чорнозем типовий середньосуглинковий	0.072±0.007	0.022±0.017	0.0044±0.0018	0.011±0.002	0.0057±0.0023	0.0039±0.0016

- Не визначали

Для отримання прогностичних оцінок переходу радіонуклідів у ланці "грунт - рослина" і оцінки загальних тенденцій динаміки цього процесу можливо використання регресивних залежностей, що описують цю динаміку.

Раніше були опубліковані результати оцінки багаторічної динаміки надходження ^{137}Cs в різні сільськогосподарські рослини на слідах випадань ЧАЕС з використанням 2-експоненціальної моделі виду [7, 11]:

$$y = a \cdot e^{-b \cdot t} + (1-a) \cdot e^{-c \cdot t} \quad (1)$$

де y - коефіцієнт переходу радіонукліду в рослини, що нормований відносно його максимального значення ($\text{КП}_i/\text{КП}_i(\text{макс})$); a , b , c - чисельні параметри; t - час, що минув після аварії.

Використання наведеної моделі має як переваги, так і недоліки. До перших належить можливість виділення декількох часових періодів зміни значень коефіцієнтів переходу радіонукліда в ланці "грунт - рослина". Одночасно, коефіцієнти накопичення радіонукліда рослинами (вміст біологічно доступних форм радіонукліда в ґрунті) не можуть знижуватися до нульових значень, що припускає використання наведеної моделі (1), зрозуміло, окрім випадку повного фізичного розпаду радіонукліда. У зв'язку з цим для опису і оцінки багаторічної динаміки зміни коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr рослинами нами в роботі використана така експоненціальна модель:

$$CR(t) = CR_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} + CR_\infty, \quad (2)$$

де CR_∞ - гранична нижня межа коефіцієнта накопичення при $t \rightarrow \infty$;

$CR_0 + CR_\infty$ - максимальне значення коефіцієнта накопичення в момент $t=0$;

β - інтенсивність зниження коефіцієнта накопичення, 1/рік;

t - час з моменту внесення (випадання) радіонуклідів.

Використання моделі (2) дозволяє оцінити теоретичні значення нижніх граничних значень коефіцієнтів накопичення радіонукліда в конкретному ґрунті при його довготривалому депонуванні.

Для оцінки параметрів цієї моделі були використані наведені вище результати спостережень. Результати обробляли методами статистичного аналізу (відновлення залежностей) [1, 4] з використанням пакету програм "Статистика". Отримані оцінки параметрів моделі (2) для контрастних за властивостями ґрунтів показано в табл. 4 і 5 з вказівкою відповідних похибок на рівні $\pm\sigma$.

Результати дисперсійного аналізу регресії показали, що частина дисперсії, що пояснюється моделлю, суттєво перевищує частину дисперсії, що пов'язана із дією випадкових факторів (див. табл. 4, 5). Отримані оцінки дозволяють зробити висновок щодо достатньо адекватної апроксимації динаміки залежності коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs рослинами використаною залежністю. Приклади відповідності спостережуваних коефіцієнтів накопичення моделі (2) для деяких типів ґрунтів показані на рисунку.

Отримані оцінки параметрів регресійної залежності дозволили оцінити теоретичну кратність зниження значень коефіцієнтів накопичення радіонуклідів злаковими травами з контрастних за властивостями ґрунтів. Як критерій оцінки використали співвідношення максимального значення коефіцієнта накопичення радіонуклідів (CR_0+CR_∞ при $t=0$) і нижнього можливого значення коефіцієнта накопичення радіонуклідів (CR_∞ при $t \rightarrow \infty$). Отримані оцінки підтвердили висновки, які були зроблені для динаміки коефіцієнта накопичення радіонуклідів на підставі експериментальних результатів. Значення теоретичної кратності зниження коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr злаковими травами з контрастних за властивостями ґрунтів становить, в середньому, 4.1 раза при варіюванні для різних ґрунтів - від 2.1 до 8.2 раза. Аналогічні оцінки для ^{137}Cs істотно вищі - у середньому, 24.7 раза при варіюванні для різних ґрунтів від 4.5 до 92 разів.

4. Оцінки параметрів моделі (2), що описує залежність коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами на ґрунтах різних типів

Варіант	Ґрунт	CR_0	β	CR_∞	Пояснена доля дисперсії
1-2	Слабогумусований пісок рихлопіщаний	34.5.1±1.1	0.12±0.03	17.7±1.1	0.721
1-3	Дерново-підзолистий супіщаний	4.74±0.19	0.11±0.02	2.32±0.05	0.792
1-4	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	3.02±0.23	0.14±0.07	0.86±0.19	0.607
1-5	Світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний	3.67±0.42	0.10±0.03	3.43±0.14	0.470
1-6	Темно-сірий лісовий легкосуглинковий	2.20±0.02	0.12±0.03	0.41±0.01	0.956
1-7	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	1.85±0.05	0.10±0.02	0.35±0.01	0.798
1-8	Дерново-підзолистий зв'язнопіщачковий	5.23±1.53	0.13±0.03	5.23±0.32	0.992
1-9	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	2.07±0.18	0.26±0.05	1.16±0.02	0.785
1-10	Чорнозем південний важкосуглинковий	1.52±0.01	0.20±0.03	0.63±0.01	0.991
1-11	Лугово-чорноземний важкосуглинковий	1.69±0.02	0.27±0.03	0.49±0.01	0.973
1-12	Чорнозем реградований середньосуглинковий	1.77±0.02	0.27±0.03	0.75±0.01	0.987
1-13	Темно- сірий лісовий середньосуглинковий	2.91±0.09	0.33±0.02	0.72±0.01	0.922
1-14	Чорнозем типовий важкосуглинковий	1.28±0.01	0.20±0.03	0.54±0.01	0.987
1-15	Чорнозем типовий середньосуглинковий	3.33±0.06	0.24±0.01	0.46±0.01	0.936

5. Оцінки параметрів моделі (2), що описує залежність коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs рослинами на ґрунтах різних типів

Варіант	Ґрунт	CR_0	β	CR_∞	Пояснена доля дисперсії
2-1	Дерново-підзолистий рихлопіщаний	1.61±0.003	0.24±0.01	0.17±0.01	0.998
2-2	Слабогумусований пісок рихлопіщаний	8.46±0.05	0.80±0.01	0.24±0.01	0.993
2-3	Дерново-підзолистий супіщаний	1.35±0.03	0.35±0.01	0.068±0.001	0.978
2-4	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	0.61±0.01	0.45±0.01	0.011±0.001	0.921
2-5	Світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний	0.91±0.03	0.36±0.02	0.061±0.001	0.798
2-6	Темно-сірий лісовий легкосуглинковий	0.056±0.001	0.80±0.02	0.012±0.001	0.645
2-7	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаний	0.081±0.003	0.69±0.03	0.014±0.001	0.783
2-8	Дерново-підзолистий зв'язнопіщаканий	0.161±0.008	0.20±0.04	0.062±0.003	0.897
2-9	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	0.315±0.004	0.37±0.01	0.007±0.001	0.972
2-10	Чорнозем південний важкосуглинковий	0.058±0.003	1.04±0.05	0.0065±0.0001	0.572
1-11	Лугово-чорноземний важкосуглинковий	0.084±0.007	1.0±0.1	0.0063±0.0001	0.985
1-14	Чорнозем типовий важкосуглинковий	0.19±0.01	1.78±0.05	0.0073±0.0001	0.998
1-15	Чорнозем типовий середньосуглинковий	0.088±0.002	0.57±0.04	0.0055±0.0001	0.962

Зіставлення середніх значень експериментально отриманих оцінок коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами для 22 - 25 років депонування радіонукліда в ґрунтах з граничними значеннями коефіцієнтів накопичення (CR_{∞}) показало, що для частини оцінюваних ґрунтів вказані середні значення значимо не відрізняються від нижньої можливої величини коефіцієнта накопичення радіонукліда (CR_{∞}) рослинами. Одночасно, для ряду ґрунтів середні значення експериментальних оцінок коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами перевищують нижню можливу величину коефіцієнта накопичення радіонукліда (CR_{∞}) від 1.3 (дерново-підзолистий супіщаний, світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний, дерново-підзолистий зв'язнопіщаний ґрунти) до 1.5-1.6 раза (дерново-підзолистий легкосуглинковий, темно-сірий лісовий легкосуглинковий та дерново-підзолистий зв'язнопіщаний ґрунти).

Аналогічне зіставлення середніх значень експериментально отриманих оцінок коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs рослинами для 22 - 25 років депонування радіонукліда в ґрунтах з граничними значеннями коефіцієнтів накопичення (CR_{∞}) показало, що з урахуванням погрішностей порівнюваних величин достовірні відмінності відсутні. Це означає, що через 22-25 років депонування радіонукліда в оцінюваних ґрунтах значення коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs рослинами досягають теоретичної мінімальної межі, подальша зміна (варіювання в невеликих межах) може реалізовуватися, в першу чергу, за рахунок варіювання гідрометеорологічних умов. Зрозуміло, що йдеться про відсутність застосування будь-яких контрзаходів.

Таким чином, для частки ґрунтів показана можливість подальшого невеликого зниження в часі (у 1.3 - 1.6 раза) значень коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами, для ^{137}Cs таких можливостей не виявлено.

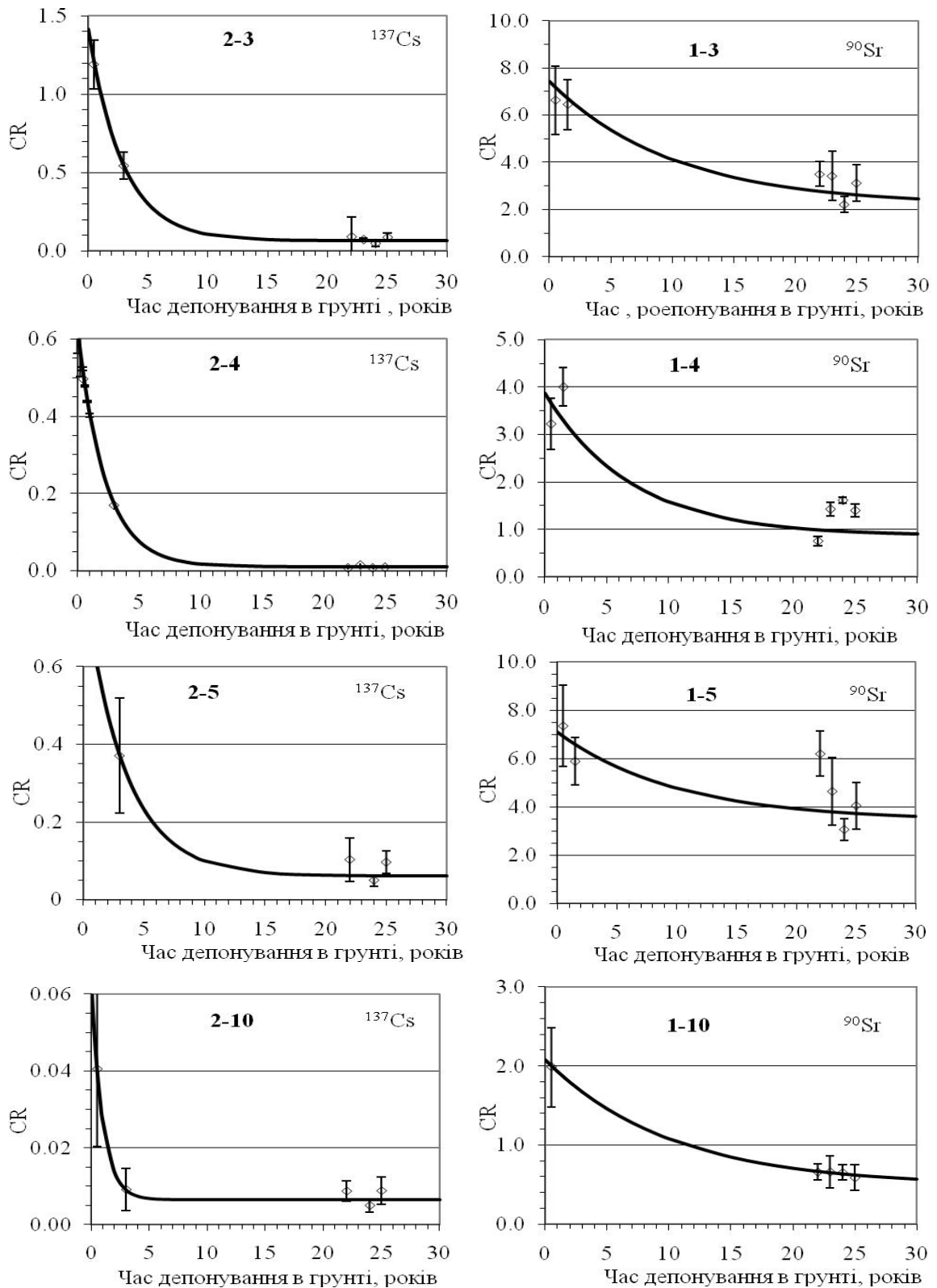


Рис. Апроксимація багаторічної динаміки зміни коефіцієнтів накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr рослинами з контрастних за властивостями ґрунтів з використанням моделі:

$CR(t) = CR_0 \cdot e^{-\beta \cdot t} + CR_\infty$: 1-3, 2-3 - дерново-підзолистий супіщаний; 1-4, 2-4 - дерново-підзолистий легкосуглинковий; 1-5, 2-5 - світло-сірий лісовий зв'язнопіщаний; 1-10, 2-10 - чорнозем південний важкосуглинковий

Висновки

1. В умовах модельно-польового і вегетаційного експериментів оцінено параметри динаміки коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs , внесених у ґрунт в початковій водорозчинній формі, багаторічними злаковими травами з контрастних за фізико-хімічними властивостями і гранулометричним складом ґрунтів при часі депонування радіонуклідів у них від 0.5 року до 25 років.
2. Визначено істотні відмінності накопичення радіонуклідів рослинами - в середньому за 25 років депонування в ґрунтах коефіцієнти накопичення ^{90}Sr в 77 разів перевищують їх для ^{137}Cs . Для контрастних за властивостями ґрунтів співвідношення коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr і ^{137}Cs в різні роки варіює в межах 10 - 400 разів.
3. Залежно від фізико-хімічних властивостей і гранулометричного складу ґрунтів межі коливань коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами становлять в середньому за роками 38 разів, при варіюванні від 32 до 46 разів, ^{137}Cs - у середньому за роками 72 рази, при варіюванні від 144 до 60 разів. Для обох радіонуклідів максимальні значення коефіцієнтів накопичення відзначені для ґрунтів легкого, а мінімальні - для ґрунтів важкого механічного складу.
4. Зниження в часі надходження в рослини ^{90}Sr і ^{137}Cs суттєво відрізняється. Цей процес для ^{90}Sr є досить повільним - коефіцієнти накопичення ^{90}Sr багаторічними травами змінюються протягом 25 років у середньому в 3.3 раза при варіюванні зниження в ґрунтах важкого механічного складу в 3 - 6 разів, а легкого - в 1.7 - 2.9 раза. На відміну від ^{90}Sr коефіцієнти накопичення ^{137}Cs травами з ґрунтів змінюються впродовж 25 років у середньому в 20 разів при варіюванні зниження в ґрунтах важкого механічного складу в 6 - 62 разів, а легкого - в 3 - 25 разів.
5. Зіставлення експериментальних і модельних прогнозних оцінок довготривалої динаміки надходження радіонуклідів у лучні трави з контрастних за властивостями ґрунтів показало, що після 22-25 років депонування в ґрунті у 6 ґрунтах з 15 оцінюваних виявлена можливість

подальшого невеликого зниження в часі (у 1.3 - 1.6 раза) значень коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами, для ^{137}Cs таких можливостей не виявлено.

Список літератури

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей / С.А.Айвазян, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин – М.: Финансы и статистика, 1985.- 488 с.
2. Активность, удельная активность и объемная активность бета- излучающих радионуклидов в счетных образцах объектов технологических и природных сред. Методика выполнения измерений с использованием спектрометра энергий бета-излучения сцинтиляционного типа СЕБ-01.-МИ-12-05-99.- Разработчики: Кравченко Н.И., Коваленко Г.Д., Лихтарев И.А. - ГНПО "Метрология", Украинский НИИ экологических проблем, Институт радиационной защиты АТН Украины. - 69 с..
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Изд. 2-е, перераб. и доп. / Аринушкина Е.В. – М.: Изд. МГУ, 1970– 488 с..
4. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ / А.Афифи, С.Эйзен. – М.: Мир, 1992.– 488с..
5. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв.— 3-е изд., перераб. и доп. / А. Ф.Вадюнина, З. А.Корчагина – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с..
6. Значення паливних частинок у забрудненні зернової продукції ^{90}Sr в Іванківському районі Київської області / [Отрешко Л.М., Кашпаров В.О., Левчук С.Е. та ін.] // Ядерна фізика та енергетика. – 2012, – Т.13, № 1. – С.89-97.
7. Іванов Ю.О. Динаміка перерозподілу радіонуклідів у ґрунтах і рослинності // Чорнобиль. Зона відчуження. (Збірник наукових праць) / Іванов Ю.О. – К.: Наукова думка, 2001. – С.47-76.

8. Общие закономерности загрязнения продукции растениеводства на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС / Бондарь П.Ф., Лошилов Н.А., Дутов А.И. и др. // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. науч. тр.; / под ред Н.А. Лошилова. – К.: – УкрИНТЭИ – 1991. – С. 88 – 105.
9. Павлоцкая Ф.И. Основные принципы радиохимического анализа объектов природной среды и методы определения радионуклидов стронция и трансурановых элементов / Ф.И. Павлоцкая // Журн. аналит. химии. – 1997. – Т 52, № 2. – С. 126–143.
10. Dissolution kinetics of particles of irradiated Chernobyl nuclear fuel: influence of pH and oxidation state on the release of radionuclides in contaminated soil of Chernobyl / Kashparov V.A., Protsak V.P., Ahamdach N. [et al.] // Journal of Nuclear Materials. – 2000. – Vol. 279. – P.225-233.
11. Experimental Substantiation and Parametrization of the Model Describing ^{137}Cs and ^{90}Sr Behavior in a Soil-Plant System / Prister B.S., Barjakhtar V.G., Perepelyatnikova L.V. [et al.]// Environ.Sci.&Pollut.Res.. Spesial Issue. – 2003. – 1. – P.126-136.

Долговременная динамика поступления ^{90}Sr и ^{137}Cs в злаковые травы из контрастных по свойствам почв
Ю.А.Иванов, Ю.В.Хомутигин

В условиях модельно-полевого и вегетационного экспериментов оценены параметры динамики коэффициентов накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs , внесенных в почву в исходной водорастворимой форме, многолетними злаковыми травами из контрастных по физико-химическим свойствам и гранулометрическому составу почв при времени депонирования радионуклидов в почвах от 0.5 до 25 лет. Отмечены принципиальные различия долговременной динамики поступления ^{90}Sr и ^{137}Cs из почв в растения - значительно более высокие значения коэффициентов накопления ^{90}Sr , более медленное их снижение во времени. Обсуждается роль свойств почв в формировании динамики коэффициентов накопления, сравнение экспериментальных и модельных прогнозных оценок долговременной динамики коэффициентов накопления ^{90}Sr и ^{137}Cs растениями.

Ключевые слова: ^{90}Sr , ^{137}Cs , коэффициенты накопления, долговременная динамика, контрастные почвы, модельные прогнозные оценки.

Long-term dynamics of ^{90}Sr and ^{137}Cs intake to cereal grasses from soils, contrasted by properties
Yu.A. Ivanov, Yu.V. Khomutinin

Parameters of dynamics of ^{90}Sr and ^{137}Cs concentration ratio to permanent grasses from soils, contrasted by their physical-and-chemical properties, and granulometric composition, have been analysed as a results of model-field and greenhouse experiments. Radionuclides have been introduced in soils in initial water-soluble form, period of its deposition in soils was from 0.5 to 25 years. Principal differences of long-term dynamics parameters of ^{90}Sr and ^{137}Cs transfer from soil to plants have noted, including significantly higher values of ^{90}Sr concentration ratio as well as much more slow its decreasing in time. Role of soil properties in formation of long-term dynamics of radionuclides concentration ratio as well as comparison of experimental and model forecast assessments of radionuclides concentration ratio dynamics are discussed.

Key words: ^{90}Sr , ^{137}Cs , concentration ratio, long-term dynamics, contrasted soils, model forecast assessments.

**ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ АСЕПТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
*RIBES NIGRUM L.***

А. А. Клюваденко, кандидат сільськогосподарських наук,

С. Ю. Білоус, кандидат біологічних наук,

О. В. Оверченко, молодший науковий співробітник

*Обґрунтована актуальність мікроклонального розмноження *Ribes nigrum L.* Розроблено схему стерилізації з використанням як стериліанта 0,1 %-ного розчину $HgCl_2$, що забезпечує отримання до 100 % стерильних, морфогенно-активних експлантатів *Ribes nigrum L.* сортів Пам'ятна, Лелека та Мрія 5 і створює передумови для дослідження подальшої їх регенерації в культурі *in vitro*.*

Ключові слова: *Ribes nigrum L.*, культура *in vitro*, експлантат, поживне середовище, рослина-регенерант, стерилізація, культивування

Смородина чорна (*Ribes nigrum L.*) – багаторічна кущова рослина родини ломикаменевиx (*Saxifragaceae*), заввишки 1,0–1,5 м. Величина і форма куща залежить від сорту [7]. Чорна смородина найпоширеніша ягідна культура в Україні. Ряд дослідників довели безперечну цінність чорної смородини (*Ribes nigrum L.*) для потреб населення та медицини [3, 5, 7, 11]. Плоди чорної смородини за кількістю вітамінів є найбагатшими серед ягідних культур, ціняться як харчовий і лікувально-профілактичний продукт, що є найдешевшим джерелом вітаміну С, який у поєднанні з вітаміном Р незамінний при лікуванні серцево-судинних захворювань і надмірних доз опромінення. Вміст вітаміну С в ягодах становить від 90 до 300 мг на 100 г сирової маси. Присутні в них вітаміни А (каротин), В₁ (тіамін), К₁, Р (цитрин), РР₁, кумарини, фурукумарини, цукри, азотні кислоти, ефірна олія, ароматичні, а також неорганічні речовини, в тому числі калій, кальцій, магній, кремній, фосфор [3, 9]. У ягодах чорної смородини

відкрито також специфічні речовини антирадіанти, які здатні зв'язувати і виводити із організму елементи радіоактивного розпаду, особливо стронцій (Sr) [11, 12].

У смородини багаті на вітамін С не лише ягоди, але й бруньки, листки, бутони і квітки. Вони є основною сировиною для виготовлення вітамінних лікувальних препаратів [1].

Проблема вирощування якісного садивного матеріалу нових урожайних сортів *Ribes nigrum* L. посідає провідне місце у сучасному садівництві [5, 8].

Метод мікроклонального розмноження, аналогічний вегетативному способу розмноження, дає змогу вирішити проблему, отримання оздоровленого садивного матеріалу та збільшити коефіцієнт розмноження у тисячі разів за рік [2, 4, 6].

Хоча існують технології розмноження деяких сортів смородини [5, 9], та практичний досвід прискореного мікроклонального розмноження важливих плодово-ягідних культур маловивчених, до того ж регенераційна здатність ізольованих тканин чорної смородини залежить від сортової специфіки материнських рослин, складу живильного середовища і концентрації регуляторів росту. Тому актуальним є удосконалення окремих етапів для конкретних генотипів та розробка комплексних технологій прискореного розмноження для нових урожайних сортів *Ribes nigrum* L. на основі біотехнологічних методів.

Найперспективнішими для прискореного розмноження *in vitro* є три сорти чорної смородини: Пам'ятна, Лелека, Мрія 5 селекції кафедри садівництва Національного університету біоресурсів і природокористування України, селекціонера П. З. Шеренгового [10].

Сорт Пам'ятна – новий середньостиглий сорт чорної, отриманий від схрещування сортів Голосіївська і Народна у 1985 році. Він відзначається високою врожайністю (16 т/га), самоплідністю, комплексною стійкістю проти збудників грибних захворювань, невибагливістю до умов вирощування, придатністю до комбайнового збирання врожаю. Ягоди великі, середні масою 1,7 г, великі – до 4,5 г, приємного кисло-солодкого смаку з вираженим

ароматом. Ягоди дозрівають одночасно, не обсіпаються. Кущ середньорослий, слаборозкидистий, у молодому віці компактний, незагущений. Пагони товсті, світло-жовті, з укороченим міжвузлям. Кисті середні і короткі, добре виповнені, густо розміщені майже на всій довжині пагона. Середня урожайність 3,7 кг з куща (18,2 т/га). Перспективний сорт для інтенсивної промислової і аматорської культури в умовах Лісостепу та Полісся України з щільним розміщенням рослин у ряді (0,5–0,75 м) [10].

Сорт Лелека – ранньостиглий, відзначається високою стабільною врожайністю – 18 т/га, характеризується підвищеною зимостійкістю, стійкістю проти борошнистої роси і стеблової іржі, придатний для комбінованого збирання врожаю. Ягоди великі, одномірні, середньою масою 1,5 г, великі – до 3,5 г, приємного кисло-солодкого смаку. Кущ середньорослий, компактний, з вузькою основою. Середня врожайність 4,4 кг з куща (18 т/га). Ягоди дозрівають практично одночасно, придатні для споживання свіжими, заморожування і різних видів техпереробки в соки, желе, джеми, виноматеріали. Рекомендовано для вирощування в промисловому і аматорському ягідництві Степу та Лісостепу України [10].

Сорт Мрія 5 – новий, середнього строку дозрівання. Кущ середньорослий, слаборозкидний, кисті досить щільно розміщені на пагонах. Ягоди великі, одномірні, округлі, чорні, середньою масою 1,9 г, великі – до 4,5 г, приємного кисло-солодкого смаку. Дегустаційна оцінка 4,3–4,7 бала. Шкірочка середньої щільності і міцності з сухим відривом. Плоди дозрівають одночасно, придатні для різних видів техпереробки. Сорт відрізняється стабільною врожайністю, стійкістю проти борошнистої роси та стобчастої іржі [10].

Мета роботи – вивчення особливостей отримання асептичної культури тканин та органів нових урожайних сортів *Ribes nigrum* L. на початковому етапі культивування *in vitro*.

Матеріали і методи дослідження. Для введення в культуру *in vitro* використовували фенотипово-нормальні рослини-донори *Ribes nigrum* L. сортів Пам'ятна (№1), Лелека (№2) та Мрія 5 (№3) [10], вирощені в умовах відкритого

грунту. Як первинний експлантат використовували нерозкриті і розкриті бруньки та частини пагонів із пазушними та апікальними бруньками.

Ведення в культуру проводили в лютому-березні. При всіх способах стерилізації пагони попередньо очищали від листя, нарізали на фрагменти по 1,5-3,0 см і промивали в мильному розчині протягом 15 хв (інтенсивно помішуючи). Зразки відмивали під проточною водою 10-20 хв та переносили у посудину з стерильною дистильованою водою. Всі наступні етапи стерилізації проводили в умовах ламінарного боксу. Як стерилізуючі речовин використовували 70 %-ний розчин етанолу (C_2H_5OH) – 30 с, 1,7, 2,5 % розчини натрію гіпохлориту ($NaClO$) – (10-15 хв), 1,0 %-ний розчин нітрату срібла ($AgNO_3$) – 10 хв та 0,1 %-ний розчин сулеми ($HgCl_2$) з експозицією 8, 12, 15 хв. Після кожної стерилізації, незалежно від типу стериліанта та експозиції, трічі по 10 хв відмивали експлантати у стерильній дистильованій воді.

Після стерилізації бруньки звільняли від покривних лусок і переносили на живильне середовище за прописом Мурасіге і Скуга (МС) [4] без додавання регуляторів росту. Рослинний матеріал культивували у термальній кімнаті за температури $24 \pm 2^\circ C$, відносній вологості повітря (ВВП) 75-80 % -ні, з 16-годинним фотоперіодом за умов освітлення 3–4 тис. Лк.

Усі роботи з культури ізолюваних тканин та органів здійснювали за загальноприйнятими у біотехнології методами [2, 4] у трикратній повторності. Всі результати статистично обробляли за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення. Невід'ємною частиною на перших етапах мікронального розмноження є стерилізація рослинного матеріалу. Якість її значною мірою залежить від стериліанта, його концентрації та експозиції. При доборі стерилізуючої речовини найвагомішими факторами є те, щоб вона знешкоджувала патогенну мікрофлору і якомога менше шкодила перебігу фізіологічних процесів всередині рослинних тканин.

У процесі дослідження підбирали стерилізуючий розчин, який легко вимивався з тканин дистильованою водою або розкладався, та не отруював тканини рослин. За основний показник ефективності стерилізуючої речовини

було прийнято кількість асептичних та життєздатних експлантів, що нормально розвивались в культурі *in vitro*.

У дослідженнях були апробовані різні концентрації розчинів натрію гіпохлориту (NaClO), срібла нітрату (AgNO₃) та сулеми (HgCl₂). Для досягнення поставленої мети ці стериланти використовували у різних співвідношеннях. Кожен стерилант проявляв різну дію на експлантати (таблиця).

Способи стерилізації експлантатів *Ribes nigrum* L.

№ з.п.	Розчин стериланта	Сорт	Експозиція, хв	Кількість експлантів, шт.	Кількість асептичних, життєздатних експлантів, (14 доба), %
I	1,7%-ний розчин NaClO;	№1	15	10	10
		№2	15	10	17
		№3	15	10	20
II	2,5%-ний розчин NaClO;	№1	10	10	33
		№2	10	10	14
		№3	10	10	17
III	1%-ний розчин AgNO ₃	№1	10	10	14
		№2	10	10	11
		№3	10	10	0
IV	0,1%-ний розчин HgCl ₂	№1	8	10	47
			12	10	60
			15	10	100
		№2	8	10	40
			12	10	65
			15	10	70
		№3	8	10	55
			12	10	67
			15	10	80

Примітка: №1 – сорт Пам'ятна, №2 – сорт Лелека, №3 – сорт Мрія 5

Дослідження показали, що за умов використання як стериланта 2,5 %-ний NaClO з експозицією 10 хв для сорту №1 ефективність стерилізації становила 33 %, для сорту №2 – 14 %, для сорту №3 – 17 %. При використанні 1,7 %-ний розчину NaClO протягом 15 хв для сорту №1 ефективність стерилізації становила 10 %, для сорту №2 – 17 %, для сорту №3 – 20 %. При стерилізації 1 %-ним розчином AgNO₃ з часом експозиції 10 хв у всіх варіантах відзначали найнижчий відсоток асептичних експлантатів, нездатних до регенерації повноцінних асептичних мікропагонів: для сорту №1 – 14 %, №2 – 11 %, №3 –

0 %. З проведених експериментів видно, що спроби використання як стерилізуючих розчинів NaClO та AgNO₃ не призвели до позитивного результату, оскільки при м'яких умовах стерилізації загибель експлантів відбувалася через зараження культури (рис. а), а більш жорстких – через окислення рослинних тканин.

У зв'язку з цим були проведені дослідження на можливість використання 0,1 %-ного розчину сулеми як стерилізуючого агента. У результаті при використанні цього стерилізанта всі експлантати проявляли морфогенетичну активність. Найефективнішим для експлантів тканин *Ribes nigrum* L. сортів Пам'ятна, Лелека та Мрія 5 виявилось використання 0,1 %-ного розчину HgCl₂ з часом експозиції 15 хв. За таких умов вже на 7-10-ту добу культивування *in vitro*, отримано 100 % регенераційно-здатних експлантатів для сорту №1 (рис. б), 70 % – №2, та 80 % – №3. За експозиції 8-12 хв експланти характеризувались схильністю до зараження грибними та бактеріальними патогенами. Також після 5-7-ої доби в умовах ізолюваної культури тканин та органів *Ribes nigrum* L. у 10 % регенераційно-здатних експлантатів зафіксовано прояв бактеріального ураження, що може бути зумовлене внутрішньою інфекцією в рослинних тканинах, яке вкрай ускладнює процес отримання асептичної культури (рис. в). Для уникнення небажаного ефекту до складу ЖС вносили комплексний антибіотик цифотаксим (200 мг·л⁻¹) [8].

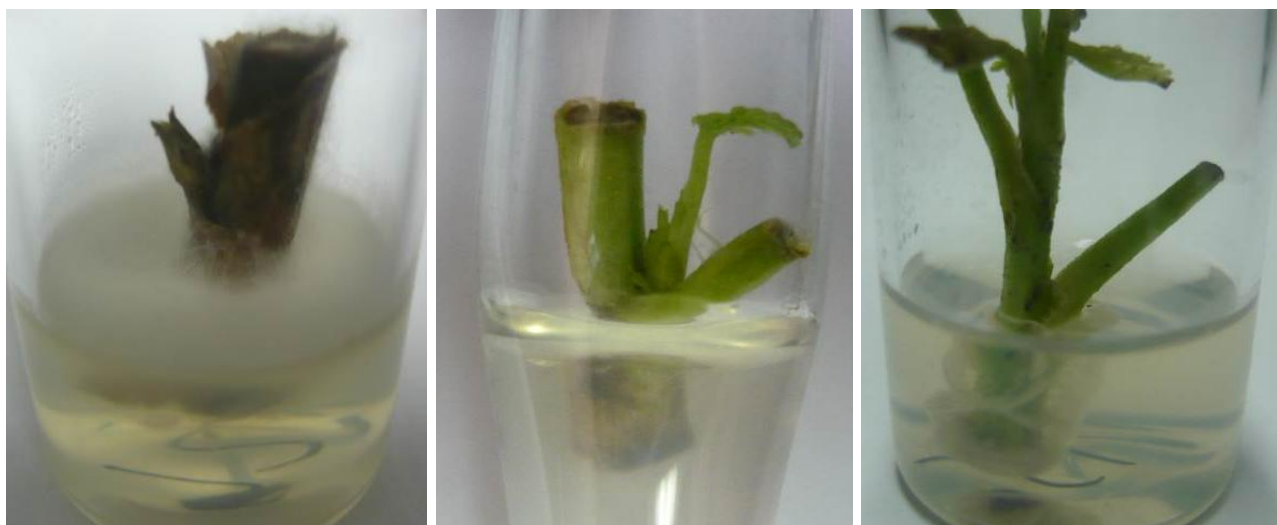


Рис. *Ribes nigrum* L. на етапі введення в культуру *in vitro*:

а – грибне ураження (5-та доба); б – проростання сплячої бруньки (7-ма доба); в – бактеріальне ураження (7-ма доба);

Ріст і розвиток первинних експлантатів варіював залежно від стерилізуючої речовини, що використовували на початку введення та типу експлантату. Найкраще проявляли себе фрагменти молодих пагонів з брунькою.

Висновки. У результаті проведених досліджень було встановлено, що оптимальними експлантатами для введення в культуру *in vitro* є молоді пагони з брунькою *Ribes nigrum* L. сортів Пам'ятна, Лелека та Мрія 5, відібрані з рослин-донорів у березні. Розроблена схема стерилізації з використанням 70%-ного розчину етанолу протягом 30 с, 0,1%-ного розчину HgCl₂, з експозицією 15 хв, відмиванням тричі по 10 хв, що дозволила отримати максимальну кількість (до 100 %) стерильних, морфогенно-активних експлантатів *Ribes nigrum* L.

Таким чином, успішне отримання асептичних первинних експлантатів *Ribes nigrum* L. сортів Пам'ятна, Лелека та Мрія 5 створюють передумови для дослідження подальшої їх регенерації в культурі *in vitro*, здійснення підбору складових живильного середовища для накопичення вегетативної маси, ризогенезу *in vitro* та адаптації оздоровлених рослин *ex vitro*.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В. Ф. Питомниководство ягодных культур / В. Ф. Белов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 152 с.
2. Калинин Ф. Л. Технология микрклонального размножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушнир, В. В. Сарнацкая. – К.: Наукова думка, 1992. – 232 с.
3. Кондратенко Т. Є. Селекція та виробництво плодів смородини чорної / Т. Є. Кондратенко, П. З. Шеренговий // Садівництво. – 2007. – № 60. – С. 159–168.
4. Кушнір Г. П. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика / Г. П. Кушнір, В. В. Сарнацька. – К.: Наукова думка, 2005. – 270 с.
5. Матушкина О. В. Особенности размножения смородины *in vitro* / О. В. Матушкина, И. Н. Пронина // Современное состояние культур смородины и крыжовника: Сборн. науч. труд. Мичуринск: Мичуринск, 2007.– С. 285–289.

6. Клональное размножение растений черной смородины (*Ribes nigrum* L.) *in vitro* / Г. К. Оразбаева, В. Т. Хасанов, А. Р. Исаков [др.] // Вестник науки КазАТУ им. С. Сейфуллина. – 2012. – № 1. – С. 245-257.

7. Позняков В. Д. Смородина и крыжовник / В. Д. Позняков, А. Г. Вазюля. – М.: Россельхозиздат, 1990. – 261 с.

8. Поликарпова Ф. Я. Методические указания по клональному микроразмножению черной и красной смородины. / Ф. Я. Поликарпова, В. А. Высоцкий, З. Т. Тарашвили. – М.: Наука, 1986. – 16 с.

9. Сіленко В. О. Придатність сортів смородини (*Ribes nigrum* L.) селекції НУБіП України до механізованого збирання ягід / В. О. Сіленко, П. М. Гав'юк / Сортовивчення та сортознавство. – 2013.– №3. – С. 13-17.

10. Титаренко Т. Е. Оптимизация методов введения в культуру *in vitro* некоторых ягодных культур смородины черной (*Ribes nigrum* L.) смородины красной (*Ribes rubrum* L.) и крыжовника (*Ribes uvacrispa* L.) / Т. Е. Титаренко // Біотехнологія. Наука. Освіта. Практика: тез. доп. IV Міжнарод. науч.-практ. конф. (Днепропетровск, 11–13 ноября 2008 р.).– Днепропетровск, 2008.– С. 174–175.

11. Шеренговий П. З. Моє життя в моїх сортах / П. З. Шеренговий. – Вінниця, 2011. – 168 с.

12. Ягудина С. И. Смородина / С. И. Ягудина. – Ташкент: Фан, 1976. – 120 с.

13. Ярославцев Е. И. Ягодные культуры / Е. И. Ярославцев // Справочник. М.: Агропромиздат, 1988. – 239 с.

Особенности получения асептической культуры *Ribes nigrum* L.

А. А. Клюваденко, С. Ю. Белоус, О. В. Оверченко

Обоснована актуальность микроклонального размножения *Ribes nigrum* L. Разработана схема стерилизации с использованием в качестве стерилизанта 0,1 %-ного раствора HgCl₂, что обеспечивает получение до 100 % стерильных, морфогенно-активных эксплантатов *Ribes nigrum* L. сортов Пямьятна, Лелека и Мрия 5 создают предпосылки для исследования дальнейшей их регенерации в культуре *in vitro*.

Ключевые слова: *Ribes nigrum* L., культура *in vitro*, эксплантат, питательная среда, растение-регенерант, стерилизация, культивирование

Features of aseptic culture of *Ribes nigrum* L.

A. Klyuvadenko, S. Bilous, O. Overchenko

Actuality of micropropagation of *Ribes nigrum* L. was proved. The scheme of sterilisation with using 0,1 % solution of HgCl₂, gives 100% clean, morphogenic explants of *Ribes nigrum* L. sorts of Pamatna, Leleka and Mria5 create preconditions for further studies of regeneration in vitro.

Key words: *Ribes nigrum* L., culture in vitro, explants, nutrient medium, plant-regenerants, sterilization, cultivation

УДК 638.1:577. 115.118:574

**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ТКАНИНАХ ОРГАНІЗМУ
МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ І ПРОДУКЦІЇ ЗА УМОВ ОРГАНІЧНОГО ТА
ТРАДИЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

І. І. Ковальчук, кандидат ветеринарних наук, докторант

Р. С. Федорук, доктор ветеринарних наук, професор, член-кор. НААН
Інститут біології тварин Національної академії аграрних наук України

Подано дані про вміст важких металів у тканинах організму і продукції медоносних бджіл за умов органічного та традиційного виробництва. З'ясовано, що утримання бджіл за агроекологічних умов органічного виробництва на пасіці в Чернігівській області сприяє зменшенню вмісту більшості досліджених важких металів у тканинах їхнього організму, а також у перзі та стільниках.

Ключові слова: медоносні бджоли, важкі метали, органічне виробництво, перга, стільники.

Дотримання безпеки та якості харчових продуктів є актуальною проблемою в багатьох країнах світу. У сучасних умовах якість продукції, пов'язується з її екологічною безпекою, що відповідає найкраще чинним вимогам за умов органічного виробництва. У зв'язку з цим, в Україні розвивається як екологічне, так і органічне с.-г. виробництво, які забезпечують одержання високоцінних органічних продуктів харчування, до яких належить і продукція бджільництва, що характеризується лікувально-профілактичною дією [2-4].

Вимоги до органічного сільського господарства включають не тільки дотримання екологічних норм чистоти продуктів, але й питання базової нормативної оцінки та збереження навколишнього середовища за встановленими стандартами. Поряд з іншими біологічними індикаторами такої оцінки є медоносні бджоли та якість їхньої продукції, оскільки вони

забезпечують швидке тестування збалансованості стану екосистеми. Одним із таких тестів є вміст важких металів у тканинах і продукції бджіл, що є запорукою раннього виявлення негативного впливу агроекологічних умов на аграрне виробництво [7].

Мета дослідження – порівняльне визначення впливу агроекологічних умов традиційного та органічного сільськогосподарського виробництва на вміст окремих важких металів в організмі і перзі та стільниках, як продукції медоносних бджіл.

Методика дослідження. Дослідження проведені на виробничих базах суміжних пасічних господарств, які розміщені в с. Травневе Городнянського району Чернігівської області (І група, контрольна) та сертифікованої пасіки щодо органічного виробництва в умовах с. Ясенівка цього ж району (ІІ група, дослідна). Для дослідження брали зразки тканин цілого організму робочих бджіл, а також зразки перги та стільників «язиків» з вуликів цих пасік. У зразках біологічного матеріалу визначали вміст окремих важких металів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі СФ-115 ПК. Одержані дані опрацьовано статистично з визначенням середніх величин (M), їх відхилень ($\pm m$) і ступеня достовірності (p) за коефіцієнтом Стьюдента.

Результати досліджень. Інтенсивність нагромадження важких металів в організмі медоносних бджіл залежить від їх віку, фізіологічного стану, екологічної характеристики регіону, часток використання білкового, ліпідного і вуглеводного кормів. Вміст важких металів в організмі медоносних бджіл може бути вищим або нижчим, ніж у нектарі медоносних рослин, а також залежати від агроекологічних умов розміщення пасік. Доведено, що у процесі переробки нектару в організмі бджіл вміст важких металів у меді зменшується, що пов'язано з різною проникністю для важких металів стінок медового зобика [8].

За результатами дослідження вмісту окремих важких металів встановлено нижчі концентрації Fe та Zn ($p < 0,05$) у тканинах організму медоносних бджіл другої групи, яких утримувалися в умовах органічного виробництва порівняно з першою (контрольною) групою (табл.1). Очевидно, такі міжгрупові різниці

вмісту досліджуваних елементів пов'язані з відмінним впливом традиційних агроекологічних умов і зони органічного виробництва на фоновий рівень їх у воді, ґрунтах і рослинах цих регіонів, можливою кумуляцією окремих елементів в організмі бджіл.

1. Вміст окремих важких металів у тканинах організму медоносних бджіл, мг/кг натуральної маси, $M \pm m$, $n=3$

Важкий метал	Група медоносних бджіл і розміщення пасік	
	Контрольна традиційні агроекологічні умови	Дослідна умови органічного сільськогосподарського виробництва
Fe	43,57±1,25	40,26±0,02*
Cu	4,58±0,4	3,84±0,52
Zn	20,46±0,05	20,12±0,01*
Ni	0,79±0,08	0,74±0,07
Pb	0,24±0,03	0,19±0,01
Cd	<i>Сліди</i>	<i>Сліди</i>

*Примітка: в цій і наступних таблицях *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$; ***- $p < 0,001$ достовірно порівняно з контрольною групою*

Нижчі показники відзначено також для вмісту Cu, Ni та Pb у тканинах медоносних бджіл дослідної групи, проте різниця між піддослідними групами недостовірні. Зважаючи, що міграція елементів в окремих ланцюгах екосистеми — регуляторний процес, який відбувається за рахунок виведення або поглинання окремих речовин, можливо по трофічному ланцюгу бджіл проходить очищення їх продукції від токсичних елементів, тоді як самі бджолині сім'ї відіграють роль організмів — очисників екосистеми. Отже, враховуючи нижчий вміст важких металів у гомогенаті тканин організму в умовах органічного виробництва, можна стверджувати, що агроекологічні чинники розміщення пасік, зокрема органічного виробництва мають

визначальний вплив на метаболізм важких металів і мінеральний обмін в цілому у медоносних бджіл і зумовлюють зміни концентрації цих елементів у тканинах їхнього організму.

Як відомо, перга відіграє роль фізіологічного регулятора біологічної повноцінності живлення організму бджіл. Відповідно й наявність перги у вулику є невід'ємною умовою для вирощування якісного розплоду, живлення дорослих бджіл, росту і розвитку бджолосімей, їхньої продуктивності, а за вмістом ксенобіотиків - показником екологічного стану навколишнього середовища [1]. Такі зміни підтверджують і результати наших досліджень, у яких встановлено, що вміст усіх важких металів у перзі медоносних бджіл дослідної групи за умов органічного виробництва був нижчим, ніж у перзі бджіл контрольної, які утримувалися за традиційних агроекологічних умов (табл. 2). Характерно, що достовірні зміни, на відміну від тканин, спостерігали щодо вмісту більшості елементів - Fe, Zn, Ni, Pb.

**2. Вміст окремих важких металів у перзі, мг/кг натуральної маси,
M±m, n=3**

Важкий метал	Група медоносних бджіл	
	Контрольна, традиційні агроекологічні умови	Дослідна, умови органічного сільськогосподарського виробництва
Fe	42,50±0,05	38,29±0,03***
Cu	4,89±0,24	4,50±1,67
Zn	25,46±0,58	22,30±0,91*
Ni	0,98±0,05	0,75±0,01*
Pb	0,59±0,05	Сліди
Cd	Сліди	Сліди

Зокрема, у зразках перги з вуликів дослідної групи вміст Fe, Zn, Ni був відповідно у 1,1; 1,1 і 1,3 раза нижчим, ніж у перзі з вуликів контрольної групи

($p < 0,001; 0,05$). Варто відзначити залишкові кількості Pb та Cd у зразках перги з пасіки, що перебувала в умовах органічного виробництва порівняно з контрольною групою, у зразках якої рівень цього металу становив 0,59 мг/кг.

Встановлені різниці вмісту важких металів у перзі, очевидно, пов'язані з вираженим впливом агроекологічних чинників на надходження їх у репродуктивну частину медоносних рослин і можливу кумуляцію у пилку, що підвищувало рівень важких металів у продукції бджільництва, зокрема перзі. Отже можна вважати, що рівень нагромадження мікроелементів, у т.ч. важких металів у пилку медоносних рослин у зонах Полісся з традиційним і органічним бджільництвом є різним, що вплинуло на показники вмісту важких металів у перзі, одержаній з вуликів контрольної та дослідної групи бджіл.

Бджолині стільники — важливий об'єкт для виготовлення і збереження бджолами меду та перги, підтримання життєдіяльності гнізда, а також відкладення яєць маткою і вирощування приплоду. Відомо, що рівень шкідливих і токсичних речовин у стільниках змінюється залежно від терміну їх використання, екологічних умов утримання та живлення бджіл, особливостей адаптації бджолиних сімей до природних умов і вмісту цих елементів у кормах [5, 6]. За результатами дослідження вмісту окремих важких металів у стільниках ("язиках") медоносних бджіл спостерігали вірогідно нижчий рівень Fe ($p < 0,05$) і тенденцію до зниження вмісту Cu, Zn, Ni у зразках з вуликів дослідної групи порівняно до контрольної на тлі залишкових кількостей Pb та Cd (табл. 3).

Очевидно, різний вміст металів у зразках стільників із пасік досліджуваного агроекологічного регіону зумовлений неоднаковим фоновим рівнем їх у воді, ґрунтах і рослинах з цих агроландшафтних зон з органічним і традиційним с.-г. виробництвом, а також можливою кумуляцією в організмі медоносних бджіл і трансформацією окремих елементів у стільники. Це підтверджується одержаними результатами щодо вищого вмісту Fe та Cu у тканинах бджіл за умов традиційного бджільництва.

3. Вміст окремих важких металів у стільниках, мг/кг натуральної маси, $M \pm m$, $n=3$

Важкий метал	Група медоносних бджіл	
	Контрольна традиційні агроекологічні умови	Дослідна умови органічного сільськогосподарського виробництва
Fe	55,45±1,34	50,31±1,54*
Cu	1,05±0,22	0,86±0,05
Zn	1,38±0,08	1,15±0,05
Ni	0,91±0,18	0,59±0,16
Pb	<i>Сліди</i>	<i>Сліди</i>
Cd	<i>Сліди</i>	<i>Сліди</i>

У результаті проведених досліджень встановлено, що утримання бджіл за агроекологічних умов органічного виробництва на пасіці в Чернігівській області супроводжується нижчим вмістом більшості досліджуваних важких металів у тканинах їхнього організму, а також бджолиній продукції, перзі та стільниках. Відзначено прямий зв'язок щодо нижчого вмісту більшості досліджуваних важких металів у тканинах і продукції бджіл, одержаній за умов органічного виробництва в Чернігівській області порівняно з традиційними умовами. Отже, агроекологічні умови розміщення пасік, зокрема, чинників органічного виробництва впливають на мінеральне живлення бджіл, що значною мірою визначає їх життєдіяльність. Дотримання умов сертифікованого за міжнародними вимогами органічного виробництва забезпечує рівень живлення бджіл, який сприяє оптимізації показників мінерального обміну в їх організмі.

Висновки

Агроекологічні умови сертифікованого за міжнародними вимогами органічного сільськогосподарського виробництва забезпечують зниження

вмісту важких металів у тканинах і продукції бджіл порівняно з їх рівнем при традиційному виробництві.

Дослідженнями продукції медоносних бджіл, які утримувалися на пасіках розміщених в умовах традиційного і органічного виробництва, встановлені вірогідно виражені відмінності у вмісті окремих елементів. Нижчий вміст Fe, Cu, Zn, Ni і Pb за умов розміщення пасік в агроекологічній зоні органічного виробництва вказує на визначальний вплив антропогенно-техногенних чинників на вміст важких металів у продукції бджільництва, що значною мірою визначають її якість. Вміст Fe, Cu, Zn, Ni і Pb у тканинах організму і продукції бджіл залежить від умов утримання.

Список літератури

1. Ковальчук І.І. Вміст важких металів у тканинах бджіл та їх продукції залежно від агроекологічних умов Карпатського регіону / І.І. Ковальчук, Р.С. Федорук // Біологія тварин. — 2013. — Том.15, №1. — С. 54-65.
2. Ковальчук І.І. Медоносні бджоли – біоіндикатори вмісту важких металів у біологічних об'єктах довкілля / І.І. Ковальчук // Методичні рекомендації. – Львів: ФОП Корпан, 2013. – 42с.
3. Лебедев В. И. Экологическая чистота продуктов пчеловодства / В. И. Лебедев, Е. А. Мурашова // Пчеловодство. — 2003. — №4. — С. 21–24.
4. Пашаян С. А. Пчелы и охрана окружающей среды / С. А. Пашаян // Налоги. Инвестиции. Капитал. — 2003. — №5-6. — С. 240–244.
5. Пшеславський А. Перга / А. Пшеславський. — К., 2010. — 80с.
6. Разанов С. Накопичення важких металів у бджолиних стільниках. // Тваринництво України. — 2007. — №3. — С. 38-40
7. Федорук Р.С. Формування органічного виробництва продукції бджільництва та його наукове і нормативне забезпечення / Р.С. Федорук, І.І. Ковальчук // Аграрний тиждень. — 2013. — №8-9(262). — С.24-25
8. Porrini C. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination / C. Porrini, A. G. Sabatini, S. Girotti // Apiacta. — 2003. — Vol.38. — P. 63–70.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ ОРГАНИЗМА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ И ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЧЕСКОГО И ТРАДИЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ковальчук И.И., Федорук Р.С.

Представлены данные о содержании тяжелых металлов в тканях организма и продукции медоносных пчел в условиях органического и традиционного производства. Выяснено, что содержание пчел при агроэкологических условиях органического производства на пасеке в Черниговской области способствует уменьшению содержания большинства исследованных тяжелых металлов в тканях их организма, а также в перге и сотах.

Ключевые слова: медоносные пчелы, тяжелые металлы, органическое производство, перга, соты.

HEAVY METALS IN BODY TISSUES HONEY BEES AND PRODUCTS IN THE ORGANIC PRODUCTION AND TRADITIONAL

Kovalchuk I.I., Fedoruk R.S.

The data on the content of heavy metals in the tissues of the body and the production of honey bees in terms of organic and traditional production. It was found that the content of the bees in agro-ecological conditions of organic production in the apiary in the Chernigov's region helps to reduce the content of most of the investigated heavy metals in the tissues of the body, as well as bee bread and honeycomb.

Keywords: honey bees, heavy metals, organic production, bee bread, honeycomb.

**НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ
УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН
В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ УКРАЇНИ**

Н.А. Макаренко, доктор сільськогосподарських наук, професор

А.В. Мала, аспірантка*

В.І. Бондарь, кандидат сільськогосподарських наук,

Наведено науково – методичні підходи щодо оцінювання пестицидів і агрохімікатів щодо їх відповідності вимогам органічного виробництва продукції рослинництва. Сформовано перелік препаратів для удобрення та захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві.

***Ключові слова:** органічне виробництво, система удобрення та захисту, сільськогосподарські рослини, препарати*

Законом України “Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини” [1] заборонено використання хімічно синтезованих речовин для удобрення і захисту сільськогосподарських рослин.

Аналіз міжнародної нормативної бази свідчить, що у нормативних документах Європейського союзу [2, 3], Постанові ЄС №889/2008 визначено перелік дозволених до застосування добрив, покращувачів ґрунту та засобів захисту рослин. Нормативи США (NOP) [4] обмежують застосування мінеральних добрив, натомість дозволяють використовувати препарати, затверджені Департаментом сільського господарства. При цьому обов’язковою є перевірка відповідності препаратів (у т.ч. органічних добрив) вимогам органічного виробництва. Японські стандарти органічного виробництва (Постанова № 1605) [5] містять перелік дозволених до використання речовин, а також визначають дози застосування препаратів.

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор Н.А. Макаренко

Українська нормативна база з питань органічного виробництва сільськогосподарської продукції нині знаходиться на етапі формування, тому надзвичайно важливим є розроблення науково-методичних підходів до оцінювання пестицидів і агрохімікатів з позиції їх подальшого використання в органічному виробництві. Саме це визначило *мету дослідження*, яка полягає в обґрунтуванні і розробленні науково-методичних основ оцінювання безпечності препаратів і формуванні на цій основі переліку пестицидів і агрохімікатів, придатних для розроблення систем удобрення та захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві.

Матеріали і методи дослідження. Вихідними матеріалами дослідження були міжнародні та національні нормативно-правові документи (постанови, закони, укази, тощо), наукові звіти, технічна документація та наукова література. Для досягнення поставленої мети застосовували методи узагальнення, систематизації, аналізу та синтезування груп показників, що зумовлюють безпечність агрохімікатів.

Для розроблення наукових основ оцінювання пестицидів і агрохімікатів, що застосовуються в органічному виробництві, використовували такі нормативні документи: Постанови Ради (ЄЕС) №2092/91 та (ЄС) 834/2007, 889/2008; вимоги Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР); Митного Союзу до регламентації застосування пестицидів і агрохімікатів; ФАО/ВООЗ до оцінки небезпечності хімічних речовин; Агентства з охорони навколишнього середовища США (ЕРА) до оцінки небезпечності пестицидів і агрохімікатів.

Алгоритм оцінювання пестицидів і агрохімікатів для органічного виробництва передбачав такі кроки: оцінювання сировини для виготовлення препаратів з позицій її походження, хімічного складу, потенційної небезпечності складових, які можуть переходити у препарат як супутні речовини; токсикологічна характеристика компонентів препаративної форми (наповнювачі, емульгатори, стабілізатори, розчинники і т.д.) із зазначенням

діючих стандартів, номерів CAS, IUPAC, реєстрації у системі REACH; оцінювання препаратів з позицій детального аналізу їх небезпечних властивостей і потенційного впливу на природне середовище на різних стадіях життєвого циклу; оцінювання ризиків для ідентифікації їх природи, встановлення рівня, виходячи з характеристик препаратів і можливих варіантів застосування; оцінювання варіантів управління ризиками. За його результатами обираються варіанти управління ними, які можуть включати заміну препарату, зміну технології його виготовлення або модифікацію складу чи процесу отримання [6].

Основою роботи був чинний в Україні "Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні", який містить інформацію щодо препаратів, які пройшли державні випробування і реєстрацію, в т.ч. регламенти їх застосування та гігієнічні нормативи. Оцінювалися препарати, які станом на 01.01.2013 року були внесені до цього переліку, загальна кількість їх становила понад 2200 найменувань [7, 8].

Аналізувалася вся наявна інформація про препарат, а саме: склад препарату, його походження та спосіб отримання, безпечність діючої речовини та інших складових для людини і нецільових об'єктів природних екосистем.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами проведеної роботи було окреслено групу препаратів, які відповідають як міжнародним так і національним вимогам щодо виробництва органічної продукції рослинництва та сировини.

Препарати, які увійшли до окресленої групи, належать до IV класу, що, відповідно до Державних санітарних правил і гігієнічних норм "Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності" (ДСП 8.8.1.2.002-98), яка визначає їх як мало небезпечні. Загальна кількість таких препаратів, станом на 01.01.2014 р. становила 116 найменувань, в т.ч.:

- регулятори росту рослин та добрива (60 найменувань),
- біопрепарати (37 найменувань),

– пестициди природного походження (19 найменувань).

До регуляторів росту рослин та добрив, які можна використовувати в органічному виробництві сільськогосподарської продукції та сировини було віднесено такі препарати:

Агрозин (дріжджовий екстракт бурякової меляси), що виготовляється з буряку цукрового шляхом ферментації патоки;

Альга (альга 300 /альга 600 /альга K/ альга Fe) (N, P₂O₅, K₂O, Fe, Mg, Ca, Cu, S, альгінова кислота, органічні речовини) одержують з морських видів водоростей: саргасум (*Sargassum*); ламінарія (*Laminaria*); фукус бульбашковий (*Ascophyllum Nodosum*) шляхом екстракції;

Аміл (амінокислоти, органічна речовина, N, CaO, мікроелементи Cu, Fe, Mn, Zn), амілін (амінокислоти, N, P₂O₅, K₂O, Fe (ЕДТА), Zn (ЕДТА), Mn (ЕДТА), Cu (ЕДТА), B, S) препарати отримують шляхом біосинтезу амінокислот (ферментації або іммобілізації ферментів клітин);

Аміно (аміно макс/ аміно вікс) (комплекс L-амінокислот, Fe, Zn, Cu, Mn) отримують внаслідок мікробіологічного синтезу спеціально підібраними і відселектованими штамами мікроорганізмів;

Біоглобін (поліпептиди) одержують з тканин плаценти людини і тварин;

Біолан (емістим С, мікроелементи), радостим (емістим С, калієва сіль альфанафтил-оцтової кислоти та мікроелементи), радостим (емістим С, калієва сіль альфанафтил-оцтової кислоти та мікроелементи) є продуктом метаболізму грибів-мікроміцетів з кореневої системи лікарських рослин, зокрема, женьшеню;

Біомакс (емістим С, комплекс 2,6-диметил - піридин-1-оксиду з щавелевою кислотою, мікроелементи), біосил (2,6 – диметил – піридин 1 оксид (івін), емістим С, мікроелементи), вегестим (емістим С, 2,6 диметилпіридин-1-оксид (івін), ПЕГ-200, ПЕГ-400, ПЕГ-600, мікроелементи у хелатній формі: B, Co, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Mg), зеастимулін (комплекс 2,6-диметилпіридин-1 оксиду з мурашиною кислотою, емістим С), трептолем (комплекс 2,6 – диметилпіридин 1 оксид у з бурштиновою кислотою, емістим

С), чаркор (комплекс 2,6 – диметилпіридин 1 оксид у з α – нафтилоцтовою кислотою, емістим С) – отримуються внаслідок сухої перегонки з кам'яно – вугільної смоли, дерева, торфу чи кісток, а також метаболізму грибів – мікроміцетів з кореневої системи лікарських рослин, зокрема, женьшеню;

Біонур (амінокислоти, вітамін, вітамін В12, фолієва кислота) – отримують шляхом природного процесу бродіння, до його складу входять корисні анабіотичні форми бактерій: фотосинтетичні, молочнокислі бактерії та дріжджі;

Біоцин – Ф (N, P₂O₅, K₂O, Fe, NaCl, Mn, Zn, Ca, Mg, Cu) отримується шляхом екстрагування із рослин, овочів і зелені;

Брексіл (Лігнін, В, Zn, S, Mn, MgO, Fe, Мо, Са) є комплексом мікроелементів, хелатизованих новим видом сполуки LPGА – лігнінполікарбоксіловою кислотою, що виділяється з деревини обробкою гідролізуючими агентами або розчиненням самого лігніну;

Вермийодіс (N, P₂O₅, K₂O, СаО, Fe, MgO, В, Cu, Zn, Mn, Мо, фітогормони, гумінові і сульфокислоти, вітаміни, амінокислоти, специфічні білкові речовини, мікроорганізми, водний розчин іонів водню), вермистим (фітогормони, гумінові і фульвокислоти, вітаміни, амінокислоти, специфічні білкові кислоти), гулівер (гумати, бурштинова кислота, гібереліни, ауксини, мікроелементи), гумісол (гумінові речовини, N, P₂O₅, K₂O, мікроелементи), стимовіт (гумінові речовини, P₂O₅, K₂O, СаО, Mg, Mn, Cu, Со) – препарати, що одержується з біогумусу (вермикомпосту) методом екстрагування;

Вимпел (агролайт) (ПЕГ- 400, ПЕГ-1500, гумат натрію), вимпел – К (агролайт – У) (ПЕГ 400, ПЕГ 1500, гумат натрію, бурштинова кислота), дорсай (ПЕГ-400, ПЕГ-1500, гумат натрію, діамантовий зелений), марс – ELVi (ПЕГ-400, ПЕГ-1500, гумат натрію, ендofіт L1), марс – EI (Террастим) (ПЕГ-400; ПЕГ-1500, гумат натрію, ендofіт L1) препарати одержують шляхом переробки бурого вугілля, а також поліконденсованих полімерів етиленгліколю або полімеризованих полімерів окису етилену і води;

Вермистим Д (фітогормони, гумінові і фульвокислоти, вітаміни, амінокислоти, специфічні білкові кислоти, мікроорганізми: молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, фототрофні бактерії *Rhodopseudomonas palustris*, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*) одержується з біогумусу методом екстрагування із додаванням грам-позитивних факультативно анаеробних молочних бактерій, фототрофних пурпурових грам-негативних анаеробних сіркобактерій та дріжджів;

Віва (K_2O , комплекс вітамінів, фолієвої кислоти, іносітолу, гумінових кислот, протеїну, пептидів, амінокислот, полісахаридів) отримується біосинтезом з мікроорганізмів та вермикомпосту, сапропелю або тваринницьких відходів, а оксид калію (K_2O) в результаті збагачення пероксиду калію або нагріванням нітрату калію металічним калієм;

Вітамін (солі металів у вигляді аквалігандних комплексонів Mg, Cu, Co, Mo, B, Ti, Mn, Zn; гумінові кислоти, карбоксилатна матриця) отримують з гірських порід методом екстрагування, а гумінові кислоти біосинтезом з вермикомпосту, сапропелю, відходів тваринницьких комплексів;

Гарден – антистрес (L – лізин моногідрохлорид) підсилювач смаку і запаху, що отримується амінуванням α -галогенкапролактами та мікробіологічного синтезу, а також лізин із м'яса, риби, зародків пшениці, молочних продуктів, овочів, фруктів, жита;

Гроус (екстракт водоростей, органічна речовина, амінокислоти, альгінова кислота, N, P_2O_5 , K_2O , мікроелементи: Mg, Ca, Fe та інші, цитокініни, GA₃, IAA), кендал (Te, Cu, Mn, Zn, органічний вуглець C_{орг}) в яких цитокініни одержують із рослинних гормонів. Альгінову кислоту – з водоростей родів ламінарія (зокрема японської ламінарії) і *Macrocystis* (класу Бурі водорості *Phaeophyceae*). Гіперболінова кислота (GA₃) є природним гормоном росту, IAA (індолооцтова кислота) синтезується практично всіма рослинами;

Гуміам (гумат амонію) одержують із торфу або аміачної витяжки кам'яного чи бурого вугілля;

Гумат калію рідкий торф'яний марок А, Б, В, Г, Д (калійна сіль гумінових, фульво- та низькомолекулярних органічних кислот) – отримують з торфу або кам'яного (бурого) вугілля обробкою їх водним розчином їдкою калію;

Гуміпрім (калійні солі гумінових, фульвових та низькомолекулярних органічних кислот), гумістар (гумінові кислоти, фульвокислоти), гуміфілд Вр-18 (калієва сіль гумінових кислот), гуміфілд (калієва сіль гумінових кислот), гумін (гумінові кислоти, фульвокислоти, K_2O , CaO), хьюмік тотал (фульвікс) (K_2O , гумінова та фульво кислоти) – складна суміш природних органічних сполук, які утворюються у результаті переробки ґрунту, торфу, бурого вугілля, деревини, сапропелю тощо;

Домінант (розчин культуральної рідини з продуктами метаболізму мікроміцету *Cilindrocarpon magnesianum*, N – оксид 2,6 - диметилпіридин; 2-амінобутанова кислота) отримується культивуванням гриба *Cilindrocarpon magnesianum*;

Екостим (водно – спиртовий розчин метаболітів штаму симбіотичного гриба – ендوفіта *Panax Ginseng* M., виділеного із кореня женьшеню, емістим С (комплекс фізіологічно активних сполук у 60%-ному етиловому спирті), отримання розчину здійснюється із кореня женьшеню без використання хімічних речовин;

Ендوفіт L1 (ауксини, гібереліни, цитокініни, біологічно – активні речовини), келпак (ауксини, цитокініни) синтезуються бактеріями і грибами, знаходиться у вигляді неактивних сполук з амінокислотами і цурками;

Івін (N – оксид 2,6 – диметилпіридин) виділяють шляхом сухої перегонки з кам'яно – вугільної смоли, дерева, торфу чи кісток;

Лігногумат (натрієві та калієві солі гумінових, фульво- та низькомолекулярних органічних кислот), сапрогум (солі гумінових кислот: Na, K, NH_4^+) одержують природною переробкою рослинних відходів різного походження з отриманням широкої гами гумінових речовин;

Максікроп (МС N, K₂O, P₂O₅) отримується із морських водоростей, зокрема, фукусу бульбашкового (*Ascophyllum nodosum*). є сумішшю фітоінгредієнтів в активній формі, збагачених мікроелементами;

Мегафол (N, K₂O, амінокислоти) виробляється із рослинних амінокислот з вмістом гормональних сполук, який отримується шляхом ензимного гідролізу із високо-протеїнових рослинних субстратів;

Нано – Гро (ізольовані молекули сахарози, сульфати Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni, Ag) отримується із сахарози цукрового буряка та цукрової тростини біометодами;

Нива (прополіс бджолиний) виробляється із прополісу без використання хімічних речовин;

Оптімайз пульс (ліпо-хітоолігосахарид – 1 x10⁷) препарат отримується із *Rhizobium Leguminosarum*;

Радіофарм (N, K₂O, амінокислоти, Fe, Zn, білкові поліпептиди, полісахариди), суппортер (комплекс амінокислот, вітамінів та ферментів рослинного походження) є комплексом витяжок рослинного походження, що містить полісахариди, глюкозиди, амінокислоти і бетаїни, збагачені вітамінами і мінералами в хелатній формі;

Потейтін (комплекс 2,6 – диметилпіридин – 1 – оксиду з бурштиною кислотою) виділяють шляхом сухої перегонки з кам'яно-вугільної смоли, дерева, торфу чи кісток;

Світ (Моно-ди-трисахариди, сечові кислоти, Mg і Ca, B, Co, Zn) синтезують із сечовини і гліцерину;

Стіمول А (амінокислоти, N, K₂O, органічна речовина) синтезуються бактеріями: *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis* тощо;

Біопроферм (N, P₂O₅, K₂O, мікроелементи B, Co, Cu, Zn, Mg, Mo) отримується методом термофільної біоферментації суміші курячого посліду, гною великої рогатої худоби, торфу та тирси.

Біопрепарати, які згідно з нашими дослідженнями можна рекомендувати для використання в органічному виробництві продукції й сировини мають

різне походження та є фунгіцидами, інсектицидами, а також стимуляторами росту рослин. Їх можна розділити на такі групи:

1) препарати, одержані з ґрунтових бактерій: *Pseudomonas aureofaciens* (агат 25 – К, бізар, гуапсин, Псевдобактерін – 2, сезар), *Pseudomonas fluorescens* (планриз БТ), *Azotobacter chroococcum* (азотофіт, азотофіт-т), *Streptomyces avermectilis* (актофіт), *Achromobacter album* (альбобактерин), *Bacillus subtilis* (біодобриво агробак плюс), *Bacillus magaterium* (біокомплекс АТ), *Paenibacillus polymyxa* (біополіцид (БСП)), *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (лепідодид, лепідодид – БТУ, бітоксібацилін – БТУ), *Bacillus subtilis* (фітодоктор);

2) препарати, отримані з бульбочкових бактерій: *Bradurhizobium japonicum*, *Rhizobium leguminosarum* (амерікас бестінокулянт, біодобриво легум фікс (преміум інокулянт), біомаг – соя, біопрепарат ескалібр, графекс, біоінокулянт-БТУ-р, біоінокулянт-БТУ-т, нітродар, преноктін А (нітрофікс), ризобофіт, ризостим);

3) препарати, отримані із молочнокислих бактерій *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Saccharomyces cerevisiae* (біодобриво ембіко (ембробіо));

4) комплексні препарати, одержані поєднанням культивованих груп штамів бактерій, зокрема ґрунтових (*Azotobacter*, *Rhodopseudomonas palustris*), молочних роду *Lactobacillus* та дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (біокомплекс-БТУ, ЕМ – 1 ефективні мікроорганізми);

5) препарати, одержувані внаслідок культивування грибів *Streptomyces kasugaensis* (казумін), *Fomes fomentarius* (мікосан В та Н), *Trichoderma lignorum* (сабрекс, трихофіт);

б) препарати рослинного походження, одержані методом екстрагування та водних витяжок (мітігейт, натугард).

До пестицидів належать препарати, діючі речовини яких є дозволеними до використання в органічному виробництві, згідно з Постановами ЄС № 834/2007 та 889/2008, а саме:

– хлор окис міді (АБІГА – ПШК);

- гідроксид міді (аккорд, альфа – мідь, блу голд, гарт, дебют, косайд 2000, кулон, купер, метеор, патруль, чемп);
- сульфат міді (блу бордо, бордо ізагро 20, купросил);
- сірка (голд ефект, кумулус ДФ, мікротіол спеціаль);
- спіносад (спінтор 240 SC).

Варто зауважити, що із 19 обраних пестицидів – 1 інсектицид, 3 – препарати комплексної дії та 15 фунгіцидів.

Висновки. Формування переліку препаратів для удобрення та захисту сільськогосподарських рослин в органічному виробництві України повинно базуватися на принципах безпечності діючих речовин та інших складових як для здоров'я людини, так і для довкілля.

Оцінювання безпечності препаратів необхідно здійснювати за результатами екотоксикологічного аналізу всіх складових препаратів, сировини для їх виготовлення, а також технологій виробництва.

Формування переліку препаратів, які можна рекомендувати для органічного виробництва продукції рослинництва, доцільно здійснювати на основі чинного "Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні", враховуючі щорічні зміни, пов'язані як з закінченням терміну державної реєстрації, так і реєстрацією нових препаратів.

Список літератури

1. Закон України від 03.09.2013 № 425-VII Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/425-18>
2. Постанова ЄС № 834/2007 від 28 червня 2007 року “Стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: humana.ua/ес_komisiya_834_2007.pdf
3. Постанова ЄС № 889/2008 від 5 вересня 2008 року “Детальні правила щодо органічного виробництва і контролю для впровадження постанови

834/2007” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://organic-food.com.ua/organicheskoezaknodatelstvo-es/>

4. Electronic code of federal regulations. Regulations of the department of agriculture (continued), part 205 – National organic program [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=3f34f4c22f9aa8e6d9864cc2683cea02&tpl=/ecfrbrowse/Title07/7cfr205_main_02.tpl

5. Japanese Agricultural Standard for Organic Plants (Notification No. 1605 of 2005) (the last revision March, 2012) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.maff.go.jp/e/jas/specific/organic.html>

6. Макаренко Н.А. Органічна сільськогосподарська продукція: основні вимоги до якості та умов виробництва / М.Д. Мельничук, Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь, А.В. Мала та ін. // Науково-методичні рекомендації; за ред. проф. Н.А. Макаренко. – К.: НУБіП України, 2013. – 93 с.

7. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: офіційне видання / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К.: Юніфест Медіа, 2012. – 832 с.

8. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: офіційне видання / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К.: Юніфест Медіа, 2013. – 400 с.

**Научные основы формирования перечня препаратов для
удобрения и защиты сельскохозяйственных растений в органическом
производстве Украины**

Н.А. Макаренко, А.В. Мала, В.И. Бондарь

Приведены научно-методические подходы по оценке пестицидов и агрохимикатов на предмет их соответствия требованиям органического производства продукции растениеводства. Сформирован перечень препаратов для удобрения и защиты сельскохозяйственных растений в органическом производстве.

Ключевые слова: Органическое производство, система удобрения и защиты, сельскохозяйственные растения, препараты

Scientific basis of forming agrichemicals list for fertilization and protection of agricultural plants in organic production Ukraine

N. Makarenko, A Mala, V. Bondar

Shows the scientific-methodological approaches to the assessment of pesticides and agrochemicals in terms of their compliance with organic crop production. Formed the list of agrichemicals for fertilization and protection of crops in organic production.

Key words: *Organic production system of fertilization and protection, crops agrichemical*

ЗАЛЕЖНІСТЬ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЗАПАСІВ ГУМУСУ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ВІД ВМІСТУ ОБМІННОГО КАЛЬЦІЮ

М.А. ТКАЧЕНКО, Т.І. ГРИГОРА, кандидати сільськогосподарських наук,
В.М. ШКЛЯР, аспірант

Національний науковий центр «Інститут землеробства НААНУ»

Науково обґрунтоване застосування вапна в поєднанні з органічними та мінеральними добривами, висвітлені питання щодо залежності стабілізації вмісту гумусу в сірих лісових ґрунтах від частки кальцію в структурі обмінних катіонів; розроблена математична модель зв'язку цих показників.

Ключові слова: *гумус, обмінний кальцій, хімічна меліорація, сірий лісовий ґрунт, гуміфікація.*

Одним із найактуальніших питань сучасного ґрунтознавства та землеробства є створення умов для збереження та новоутворення запасів гумусу в ґрунтах, що задіяні в інтенсивному сільськогосподарському виробництві. Характер і швидкість утворення гумусу залежить від ряду взаємопов'язаних факторів ґрунтоутворення, що знаходяться у тісному зв'язку з системою удобрення та вапнування культур у сівозміні. Агрохімічні чинники істотно впливають на стан органічної речовини, змінюючи в ній запаси загального С та N, вміст рухомих фракцій та стійкість проти мінералізації.

Мета дослідження. Аналіз зв'язку процесів насичення органо-мінеральних колоїдів кальцієм та його вплив на вміст гумусу, поєднання агрозаходів для призупинення мінералізації гумусових сполук, стабілізації та зростання запасів гумусу сірих орних ґрунтів.

Об'єкти, методи та умови дослідження. Дослідження проводили в багаторічному стаціонарному досліді ННЦ «ІЗ НААН» на сірому лісовому крупнопиловатому легкосуглинковому ґрунті у 1992 – 2012 роках. Вихідні параметри ґрунту (0-20см): загальний гумус - 1,44 %, pH_{kcl} - 4,6, гідролітична кислотність -3,6 мг-екв/100 г ґрунту, обмінні кальцій і магній - відповідно 3,9 та 0,58 мг-екв/100 г ґрунту. Система удобрення передбачала:одинарну – 160 та подвійну дози 320 кг/га NPK в поєднанні з 10,0 т/га гною у першій ротації, побічною продукцією (ПП), сидератом конюшини у другій і третій ротаціях та вапнуванням повною дозою за гідролітичною кислотністю (5 т/га $CaCO_3$). Застосовано такі методики визначення: загальний вміст гумусу за методом Тюріна в модифікації Сімакова і Нікітіна; обмінні основи - атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі AAS-3, статистичний аналіз - за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу за Б.А. Доспєховим.

Результати досліджень. Сірі лісові ґрунти належать до елювіальних з різним ступенем кислотності. Однією з головних причин підкислення ґрунтів є вилуговування сполук кальцію і магнію атмосферними опадами, що посилюється внаслідок інтенсивного агрохімічного навантаження. В орних ґрунтах цей процес набуває систематичного й безперервного характеру, що посилює рухомість і мінералізацію гумусових кислот та зменшує запаси гумусу.

Наші дослідження сірого лісового ґрунту показали, що на процес стабілізації і накопичення гумусу надзвичайно активно впливає вміст обмінних основ (Ca та Mg) та показники кислотності ґрунту, а також заходи, що регулюють їх стан. Одним із важливих показників, що розкриває пов'язані з цим ґрунтові процеси та явища є структура обмінних катіонів вбирного комплексу (ГВК). Оптимальні умови ґрунтового стану і живлення рослин формуються тоді, коли поглинутий кальцій становить понад 60 % ємності поглинання, а частка інших елементів – менші величини. Вапнування активно впливає на цей показник (табл. 1.). Так, уже на 3-й рік після хімічної

меліорації ґрунт наблизився до оптимального стану за фізико-хімічними показниками (частка Ca^{2+} і Mg^{2+} становила 82%), і до середини другої ротації сівозміни (10-й рік післядії) у ГВК зберігався позитивний баланс катіонів лужно-земельних металів. На 14-й рік після вапнування ґрунт втратив стільки кальцію, що його вміст не відрізнявся від контролю – 27% проти 49% у вихідному ґрунті. При цьому частка водню у ГВК становила близько 68%. Збільшення доз мінеральних добрив (2 дози NPK) призвело до підвищення кислотності та елювіальних втрат ґрунтом кальцію – його вміст на 14-й рік післядії вапнування зменшився від 55 до 32%.

Спостереженнями багатьох дослідників виявлено пряму залежність між кількістю внесених мінеральних добрив і втратами кальцію ґрунтами [3,4]. У нашому досліді поєднання одинарної дози мінеральних добрив з гноєм у першій ротації зумовило значне зниження питомої ваги водню на 13-20% і збільшення кальцію на 15-19%. Менші зміни у структурі обмінних катіонів відбулися на варіантах, де вапно вносили на фоні подвійної дози мінеральних добрив. Вміст водню зменшився на 9,9%, а кількість обмінного кальцію зростає на 10,8%, що зумовлено посиленням підкислюючої дії високих доз мінеральних добрив навіть на вапнованому фоні.

Актуальним для кислих ґрунтів є визначення оптимальних антропогенних навантажень, зокрема системи удобрення, що створює сприятливі умови для отримання високої і стабільної врожайності без деградації родючості, стабілізації вмісту гумусу. Адже створення врожаю рослинами супроводжується посиленням мінералізації органічних сполук та втратами гумусу з кореневмісного шару ґрунту. У нашому досліді про це свідчать показники втрат гумусу до вихідного стану ґрунту та варіанті підвищеного мінерального удобрення (2 NPK) навіть на фоні вапнування (табл. 2).

Без удобрення та меліорації ґрунтом за три ротації досліді втрачено майже 10% вихідного вмісту гумусу. У досліді систематичне застосування мінеральних добрив без попереднього вапнування погіршувало практично всі фізико-хімічні параметри ґрунту. Ефективність нейтралізуючої дії внесених

меліорантів залежала від системи удобрення, доз і форм внесеного вапна та технологічних способів його застосування. Тому зрозуміло, що різні системи удобрення неоднаково впливали на зміну властивостей ґрунту, і зокрема на синтез і закріплення в ґрунті гумусових сполук.

Встановлено, що найефективнішим заходом для відтворення родючості сірого ґрунту залишається вапнування повною дозою за гідролітичною кислотністю, яке забезпечує достатнє підвищення вмісту кальцію в ГВК орного шару навіть за внесення 320 кг/га NPK. Результати досліджень свідчать, що внесений карбонат кальцію на фоні мінеральної системи удобрення (вар.7,4) поліпшує умови гумусоутворення в орному шарі ґрунту. Одночасно із зростанням продуктивності культур відтворення гумусу спостерігалось уже на кінець першої ротації сівозміни і поступово збільшувалось протягом другої ротації.

2. Динаміка вмісту загального гумусу сірого лісового ґрунту залежно від вапнування та системи удобрення.

Варіант	Перша ротація (1992-1998 р.р.)		Друга ротація (1999-2005 р.р.)		Третя ротація (2006-2012 р.р.)	
	Вміст гумусу					
	%	± до вихід- ного вмісту	%	± до вихід- ного вмісту	%	± до вихід- ного вмісту
Контроль, без добрив	1,30	-9,7	1,31	-9,0	1,30	-9,7
ПП + сидерат	1,45	0,7	1,60	11,1	1,60	11,1
NPK	1,49	3,5	1,60	11,1	1,63	13,2
NPK+ CaCO ₃ (1,0Нг)	1,53	6,3	1,72	19,4	1,55	7,6
2 NPK + CaCO ₃	1,37	- 4,9	1,70	18,0	1,88	30,6
NPK + сидерат +ПП (фон)	1,49	3,5	1,73	20,1	1,70	18,0
Фон + CaCO ₃ (1,0Нг)	1,46	1,4	1,65	14,6	1,58	9,7
НіР ₀₅	0,08		0,10		0,09	

Наші дослідження [1,2] показали, що на вапнованих ділянках процес гуміфікації посилюється, в результаті чого у фракційному складі гумусу частка найціннішої фракції ГК-2 зростає, а вміст фракцій ГК-3 та ФК-3

зв'язаних із глинистими мінералами та малорухомими формами півтора окислами залишався відносно стабільним, що характеризує міцність закріплення гумусових сполук у ґрунті.

На основі одержаних даних проведено кореляційно-регресійний аналіз динаміки загального гумусу та кількості кальцію у 0-20-сантиметровому шарі ґрунту на кінець третьої ротації сівозміни, в результаті якого розроблена математична модель, яка відтворює зв'язок між зазначеними показниками. Модель є достовірною на 95%-ному рівні ймовірності за критеріями Фішера та Стьюдента, а розрахована за рівнянням регресії кількість загального гумусу близька до фактичної (рисунок).

Виявлений зв'язок загального гумусу з кількістю кальцію у ґрунті описується таким рівнянням регресії:

$$Y = -0,1150 + 0,5840X - 0,0398X^2, \quad R = 0,798, \quad D = 63,7\%,$$

де Y – загальний гумус, %; X – кількість кальцію, мг-екв/ 100 г ґрунту.

Оптимальні точки для рівняння становлять:

$$Y_{\text{опт}} = 2,03 \%, \quad X_{\text{опт}} = 7,34 \text{ мг-екв/100 г ґрунту.}$$

Досить високою була величина коефіцієнта множинної кореляції ($R=0,798$), який вказує на тісноту зв'язку між показниками та коефіцієнтом детермінації ($D=63,7\%$), який є критерієм оцінки впливу фактора, у цьому випадку кількості кальцію на зміну показників загального гумусу.

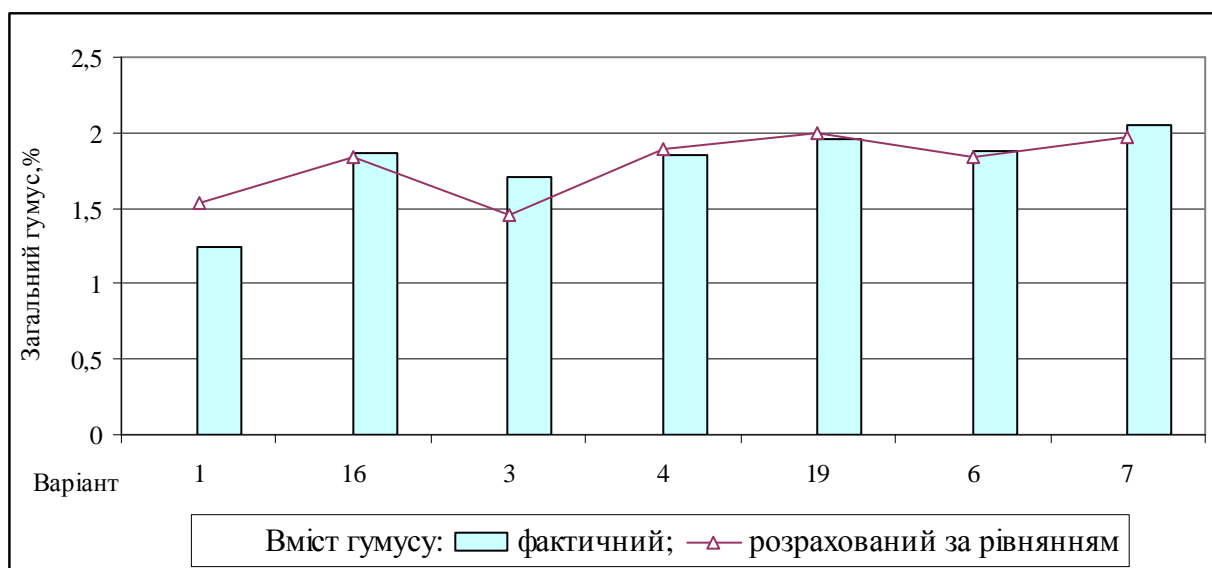


Рисунок. Фактична та розрахована за рівнянням регресії кількість загального гумусу

Отже, результати математичного аналізу свідчать про істотний зв'язок загального гумусу з кількістю кальцію у ґрунті.

Поєднання системи удобрення з вапнуванням сприяє уповільненню процесів підкислення ґрунту, зменшенню втрат кальцію. А за рахунок коагуляції водорозчинних і колоїднодисперсних органічних сполук утворюються складніші нерозчинні гумусові сполуки, пов'язані з кальцієм, що закріплюються в ґрунті. Встановлено, що довготривале використання помірних доз мінеральних та органічних добрив на фоні вапнування покращує гумусовий стан ґрунтів, впливаючи не тільки на загальний вміст, а й на якісний склад гумусу.

Висновок. Для кислих ґрунтів, якими є сірі лісові ґрунти, вапнування має бути першочерговим технологічним заходом, оскільки кальцій вапна нейтралізує кислотність ґрунту, посилює утворення гумінових сполук у формі нерозчинних гуматів кальцію та сприяє їх закріпленню у ґрунті. Вапнування повною дозою за Нг один раз на 10 років забезпечує процеси трансформації органічної речовини у напрямі посилення гуміфікації, збереження продуктів розкладу органічних сполук від мінералізації та вимивання і сприяє закріпленню гумусових речовин у ґрунтового профілі.

Список літератури:

1. Гумусний стан сірого лісового ґрунту залежно від хімічної меліорації та системи удобрення/ Мазур Г.А., Григора Т.І., Ткаченко М.А. // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН», 2009.- Вип.1-2.- С.3-8.
2. Баланс кальция и магния в пахотных землях Белорусии / Кулаковская Т.Н., Детковская Л.П. // “Химия в сельском хозяйстве”, 1972, №12.
3. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів / Г.А. Мазур: монографія. – К.: Аграрна наука. – 2008. – 308 с.

4. Небольсин А.Н. Роль органического вещества в формировании кислотности и изменение гумусового состояния дерново-подзолистых почв при известковании / А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина // Агрехимия. – 1998. – № 8. – С. 14-20.

ЗАВИСИМОСТЬ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗАПАСОВ ГУМУСА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО КАЛЬЦИЯ

Н. А. ТКАЧЕНКО, Т. И. ГРИГОРА, В. Н. ШКЛЯР

Научно обосновано применения известии в сочетании с органическими и минеральными удобрениями, освещены вопросы зависимости стабилизации содержания гумуса в серых лесных почвах от доли кальция в структуре обменных катионов; разработана математическая модель связи этих показателей.

Ключевые слова: гумус, обменный кальций, химическая мелиорация, серая лесная почва, гумификация.

DEPENDENCE OF STABILIZATION OF HUMUS RESERVES OF GRAY FOREST SOIL FROM CONTENT OF EXCHANGE CALCIUM

TKACHENKO M.A., GRIGORA T.I., SHKLIAR V.M.

In the present article is contained scientific justification of using the lime in combination with organic and mineral fertilizers, highlights issues concerning depending stabilizing the content of humus in gray forest soils from the proportion of calcium in structure of the exchange cations; developed the mathematical model of relationships of this indicators.

Key words: humus, exchange cations, chemical melioration, grey forest soil, humification.

1. Структура обмінних катіонів у вбирному комплексі сірого лісового ґрунту, % до ємності вбирання, 0-20см

Варіант	До вапнування				На 10-й рік післядії вапна				На 14-й рік післядії вапна			
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$
Без добрив	49	7	44	6,8	45	4	51	11,3	27	5	68	5,1
Побічна продукція +сидерат	49	7	44	6,7	48	7	45	7,4	36	6	58	6,1
НРК	49	8	43	6,1	44	5	51	7,9	28	5	67	5,5
НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	56	10	34	5,4	52	6	42	8,2	37	6	57	6,4
2 НРК + CaCO ₃ (1,0 Нг)	55	8	37	7,0	53	7	40	7,6	32	6	62	5,3
Гній + CaCO ₃ (1,0 Нг)	53	9	38	5,8	63	7	30	9,1	46	7	47	6,3
Гній + НРК – фон	53	11	36	4,8	54	7	39	7,8	30	6	64	5,0
Фон + CaCO ₃ (1,0 Нг)	52	6	42	8,3	55	6	39	8,9	37	7	56	5,6

Примітка: гній (10т/га) вносився у першій ротації сівозміни; у другій та третій ротаціях - побічна продукція (ПП) та сидерат конюши

**100-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ВИДАТНОГО ФІТОПАТОЛОГА –
АКАДЕМІКА ВОЛОДИМИРА ФЕДОРОВИЧА ПЕРЕСИПКІНА**

М.М. Кирик, доктор біологічних наук, академік НААН України, професор,

М.Й. Піковський, кандидат біологічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Висвітлено життєвий шлях видатного вченого-фітопатолога, лауреата Державних премій, доктора біологічних наук, професора, заслуженого діяча науки України, академіка НААН Володимира Федоровича Пересипкіна (1914-2004 рр.). Охарактеризовано створену ним наукову школу, напрямком роботи якої було вивчення хвороб сільськогосподарських культур, створення вихідних форм пшениці озимої і ріпаку, стійких проти хвороб, а також розробка комплексних систем захисту рослин. Розкрито результати організаторської та наукової роботи В.Ф. Пересипкіна: підготовлено п'ять дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора і понад 70 кандидатів наук; впроваджені у виробництво комплексні системи захисту основних сільськогосподарських культур від шкідливих організмів; виведено та районовано сім сортів ріпаку озимого і шість – ярого, два пшениці озимої; опубліковано понад 350 наукових праць.

Ключові слова: В.Ф. Пересипкін, академік, наукова школа, фітопатолог, стійкість рослин

Виповнюється 100 років з дня народження видатного ученого-фітопатолога, академіка УААН (нині Національної академії аграрних наук України), члена-кореспондента ВАСГНІЛ (Всесоюзної академії сільськогосподарських наук імені Леніна, пізніше – Російської академії сільськогосподарських наук), доктора біологічних наук, професора,

заслуженого діяча науки України, лауреата Державної премії України і премії Ради Міністрів СРСР Володимира Федоровича Пересипкіна (1914-2004 рр.).

Народився В.Ф. Пересипкін 22 серпня 1914р. в с. Лихачеве Олексіївського (тепер Першотравневого) району Харківської області. Протягом 1929-1932 рр. навчався в Олексіївському агрономічному технікумі, який закінчив з відзнакою. З 1932р. – студент факультету захисту рослин Харківського сільськогосподарського інституту, який закінчив у 1936 р. В період 1936-1940 рр. Володимир Федорович під керівництвом професора Т.Д. Страхова займався проблемою дезінфекції насіння льону з використанням десорбційно-газового методу, результатом якої був захист кандидатської дисертації.

Подальшу наукову роботу перериває Велика Вітчизняна війна. В діючих військах Радянської Армії В.Ф. Пересипкін знаходився з перших днів війни. Брав участь у звільненні міст Болхов, Орел, Глухов, Мена, Чернігів. Після форсування річки Дніпро воював у районах Брагіна, Хойникова, Клинковичів, Мозиря, звільняв Варшаву, брав участь у взятті Берліна. Мав бойові нагороди: орден “Отечественной войны II степени“, медаль “За освобождение Варшавы”, медаль “За взятие Берлина”, медаль ”За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.” Під час бойових дій отримав поранення. Закінчив війну у званні майора [6].

Надалі Володимир Федорович працює в Уманському сільськогосподарському інституті: спочатку заступником директора з наукової і навчальної роботи (1946-1947 рр.), а в період 1947-1952 рр. – директором. Одночасно завідував кафедрою захисту рослин.

У 1952 р. В.Ф. Пересипкін переїздить до Києва, де працює директором Київського сільськогосподарського інституту та завідувачем кафедрою фітопатології. У цей період він виступає одним з ініціаторів об'єднання Київського сільськогосподарського інституту з Київським лісогосподарським, на базі яких була створена Українська сільськогосподарська академія (УСГА). У 1954 р. Володимир Федорович виконує обов'язки ректора УСГА, потім тимчасово залишає керівництво вузом і йде в докторантуру при кафедрі

фітопатології Харківського сільськогосподарського інституту. У 1956 р. захищає докторську дисертацію на тему "Бактеріози коріння озимого ріпаку". Науковим консультантом був відомий фітопатолог, заслужений діяч науки УРСР, член-кореспондент АН УРСР, професор Д.Т. Страхов [2].

У 1956 р. В.Ф. Пересипкін отримав звання професора по кафедрі фітопатології Харківського сільськогосподарського інституту. Далі вся його трудова діяльність пов'язана з Українською сільськогосподарською академією (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України): в період 1956-1960 рр. – проректор з наукової роботи і завідувач кафедрою фітопатології; 1962-1968 – ректор; 1972-1987 – завідувач кафедрою фітопатології; 1987-1999 рр. – професор кафедри фітопатології [3].



**Володимир Федорович Пересипкін – ректор Української
сільськогосподарської академії (1967 р.)**

Протягом 1961 до 1962 рр. В.Ф. Пересипкін був заступником міністра сільського господарства України і за сумісництвом зав. кафедрою фітопатології Української сільськогосподарської академії.

Володимир Федорович займав відповідальні посади у Всесоюзній академії сільськогосподарських наук ім. В.І. Леніна: був головним вченим секретарем (1968-1972 рр.), а в 1969-1972 рр. – головою Південного відділення ВАСГНІЛ. У 1966 році обраний членом-кореспондентом ВАСГНІЛ [5].

В.Ф. Пересипкін проводив активну громадську роботу. Зокрема вибирався депутатом Київського міської та обласної Ради народних депутатів, членом республіканського товариства «Знання», головою правління Київського обласного товариства «Знання» та ін. [1].

Вагомі здобутки В.Ф. Пересипкіна у науковій та педагогічній діяльності. Зокрема, його наукова школа почала діяти з 1963 р. Напрямок її роботи було вивчення хвороб сільськогосподарських культур, створення вихідних форм пшениці озимої і ріпаку з подальшим їх використанням у селекційному процесі як джерел стійкості, розробка комплексних систем захисту рослин.



В.Ф. Пересипкін із співробітниками та аспірантами кафедри фітопатології на дослідному полі (Агрономічна дослідна станція УСГА, Київська область, с. Пшеничне, 1985 р.)

У фітопатологічних дослідженнях професор В.Ф. Пересипкін спільно зі своїми учнями підтвердив можливість існування фітопатогенних бактерій у фільтруючій формі [1] і з'ясував їх регенерації у візуальній формі, розпочав роботу з вивчення імунітету культурних рослин.

Пересипкін В.Ф. багато зробив у галузі імунітету рослин. Зокрема, створено сорти рослин з підвищеною стійкістю проти хвороб. До вітчизняної

наукової скарбниці увійшли такі досягнення: сім сортів ріпаку озимого та шість ярого, два сорти пшениці озимої, які були районовані в Україні та країнах СНД. Під його керівництвом розроблені і широко впроваджені у виробництво комплексні системи захисту основних сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. За участь в циклі робіт “Розробка методів експериментального одержання та практичного використання індукованих мутацій у рослин” В.Ф. Пересипкін був удостоєний лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки (1982 р.) і премії Ради Міністрів СРСР (1989 р.) [7], а також звання та гранту Соросівського професора (1994 р.).

За період функціонування школи В.Ф. Пересипкіна співробітниками кафедри одержано 20 авторських свідоцтв, у тому числі 11 за сорти сільськогосподарських культур. За участь у ВДНГ СРСР співробітники кафедри нагороджені чотирма золотими, трьома срібними і однією бронзовою медалями. Вченим опубліковано понад 350 наукових праць, у тому числі 28 книг. Серед них неодноразово перевидавалися оригінальні навчальні посібники і монографії: "Болезни сельскохозяйственных культур" (1989, 1990, 1991), підручник "Сільськогосподарська фітопатологія" (1969, 1973, 1982, 1989, 2000) і книга "Атлас болезней полевых культур" (1981, 1987).

У Володимира Федоровича гармонійно поєднувалися риси талановитого педагога, вченого і організатора. Заснована ним школа фітопатологів плідно працювала. Під його керівництвом захищено понад 70 кандидатських і 5 докторських дисертацій. Багато наукових кадрів підготовлено ним для країн далекого і ближнього зарубіжжя. Послідовниками його наукової школи є доктори наук М.П. Лісовий, М.М. Кирик, О.М. Слюсаренко, М.С. Корнійчук, О.Ф. Антоненко та ін.

В.Ф. Пересипкін приділяв багато уваги організації створення факультету захисту рослин (1962 р.) в Українській сільськогосподарській академії та зробив вагомий внесок у його становлення та подальший розвиток, покращення матеріальної бази, а також підготовки кадрів для виробництва та наукової сфери.

Володимир Федорович був дуже уважним і доброзичливим до людей. Він охоче допомагав кожному хто до нього звертався. Ці якості завжди поєднувалися з його принциповістю і вимогливістю.

Держава високо оцінила працю В.Ф. Пересипкіна: він нагороджений 6 орденами і численними медалями; лауреат Державної премії в галузі науки і техніки [4]. Враховуючи внесок Володимира Федоровича в розвиток кафедри фітопатології і підготовку висококваліфікованих кадрів рішенням вченої ради Національного аграрного університету (нині Національного університету біоресурсів і природокористування України) і наказом ректора (2005 р.) кафедрі фітопатології присвоєно ім'я акад. В.Ф. Пересипкіна [2].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гольшин Н.М., Кирюхина Р.И. К 70-летию члена-корреспондента ВАСХНИЛ Владимира Федоровича Пересыпкина // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1984. – № 8. – С. 146.
2. Кирик М.М., Піковський М.Й. Кафедра фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна. Історія та сучасність. – К.: Вид. центр НАУ, 2008. – 23 с.
3. Кирик Н.Н., Пиковский М.И. К 95-летию со дня рождения В.Ф. Пересыпкина // Защита и карантин растений. – 2009. – №. 9. – С. 49.
4. Лауреат Государственной премии УССР // Защита растений. – 1983. – № 4. – С. 20.
5. Новые члены-корреспонденты // Защита растений. – 1967. – № 6. – С. 59.
6. Пересипкін Володимир Федорович: Біобібліогр. покажч. наук. праць за 1938-1998 р. / УААН. Центр. наук. с.-г. б-ка; Нац. аграр. ун-т; Упоряд.: Т.Ф. Дерлеменко та ін. – К.: Аграрна наука, 1999. – 85 с.
7. Пересыпкин В.Ф. : [Биограф. справка] // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – № 6. – С. 26.

100-ЛЕТИЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНОГО ФИТОПАТОЛОГА – АКАДЕМИКА ВЛАДИМИРА ФЕДОРОВИЧА ПЕРЕСЫПКИНА

Н.Н. Кирик, М.И. Пиковський

Освещен жизненный путь выдающегося ученого-фитопатолога, лауреата Государственных премий, доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Украины, академика НААН Владимира Федоровича Пересыпкина (1914-2004 гг.). Охарактеризовано созданную им научную школу, направлением работы которой было изучение болезней сельскохозяйственных культур, создание исходных форм озимой пшеницы и рапса, устойчивых к болезням и разработка комплексных систем защиты растений. Раскрыты результаты организаторской и научной работы В.Ф. Пересыпкина: подготовлено 5 диссертаций на соискание ученой степени доктора и более 70 кандидатов наук; внедрены в производство комплексные системы защиты основных сельскохозяйственных культур от вредных организмов; выведено и районированы 7 сортов рапса озимого и 6 – ярового, 2 сорта пшеницы озимой; опубликовано более 350 научных трудов.

Ключевые слова: *В.Ф. Пересыпкин, академик, научная школа, фитопатолог, устойчивость растений*

100-ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF THE OUTSTANDING PLANT PATHOLOGIST ACADEMICIAN VOLODYMYR PERESYPKIN

М.М. Kyryk, M.Y. Pikovskyyi

Deals with the life path of the outstanding scientist – plant pathologist, laureate of State Prize, Doctor of Sciences, Professor, Honored Scientist of Ukraine, academician NAAS Volodymyr Fedorovych Peresyypkin (1914-2004 years). Characterized it created a scientific school, whose area of work was to study diseases of agricultural crops, creating original forms of winter wheat and canola resistant to diseases and the development of integrated systems of plant protection. Results revealed organizational and research of V.F. Peresyypkin: under his direction 5 prepared theses for the degree of doctor and over candidates; implemented in the production of integrated systems of protection of major crops from harmful organisms created 8 varieties of winter and 6 – spring rape, 2 varieties of winter wheat; published over 350 scientific works, included 28 books (20 monographs and textbooks, 3 educational appliances and others).

Keywords: *V.F. Peresyypkin, academician, scientific school, plant pathologist, plant resistance*

УДК 636.4.033.083

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІДГОДІВЛІ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА РІЗНОЇ КРАТНОСТІ ГОДІВЛІ

Н. П. Грищенко, аспірантка*

Викладено результати досліджень з вивчення впливу кратності годівлі відгодівельного молодняку свиней на інтенсивність його росту та скороспілість. З'ясовано, що годівля свиней шість, вісім і дванадцять разів на добу рідкими комбікормами сприяє збільшенню живої маси, середньодобових приростів та скороспілості.

Ключові слова: продуктивність, відгодівля, молодняк свиней, кратність годівлі, жива маса, середньодобовий приріст, скороспілість.

Світовий та вітчизняний досвід ефективного ведення галузі свинарства показує, що реалізація генетичного потенціалу сучасних порід свиней можлива лише за умови вдосконалення існуючих та розробки нових технологій виробництва продукції свинарства.

За даними Держкомстату [6], станом на 1 січня 2014 року поголів'я свиней в Україні становило 7890,4 тис. голів, більшість якого знаходиться у фермерських господарствах населення. За даними різних джерел [2,3,5], країни з передовими технологіями виробництва свинини - Данія, Сполучені Штати Америки, Німеччина, Франція порівняно з нашою країною від ведення галузі свинарства отримують на 70 % більший прибуток. Беручи до уваги показники ефективності виробництва свинини в Україні, нині, постає питання недосконалого використання наявних ресурсів. Так, за 2013 рік Україна виробила близько 3 % загальносвітового обсягу зернових культур, близький до цього показник має Бразилія і Канада, проте свинини наша країна виробила

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. М. Волощук

0,5 % світового виробництва, в той час як Канада - 2, а Бразилія – 3 %. Така ситуація є наслідком використання застарілих технологій годівлі та утримання свиней. Тому, питання вивчення шляхів вдосконалення технологічних прийомів виробництва свинини в умовах вітчизняного ресурсного потенціалу є актуальним.

Метою науково господарського досліджу було визначення оптимальної кратності годівлі відгодівельного молодняку свиней при споживанні ним рідких мішанок-комбікормів.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проводили в умовах ТОВ «Ярос-Агро» Городоцького району Хмельницької області у 2013 р.

Матеріалом для досліджу слугували помісні свині німецької селекції (¼ велика біла ¼ ландрас ¼ дюрок ¼ п'єтрен), вирощувані в господарстві.

Для цього відібрали 150 поросят 2-місячного віку, з яких за принципом аналогів сформовано п'ять груп, по 30 голів у кожній (табл. 1).

1. Схема науково-господарського досліджу

Група	Кількість тварин у групі, гол	Періоди досліджу				
		зрівняльний (14 діб)			основний (98 діб)	
		вік на початок періоду, діб	жива маса, кг	тип та умови годівлі	вік на початок періоду, діб	тип та умови годівлі (досліджуваний фактор)
1-контрольна	30	63	19,1±0,17	Рідкий корм, два рази на добу	77	Рідкий корм, два рази на добу
2-дослідна	30	63	19,4±0,13	Рідкий корм, два рази на добу	77	Рідкий корм, чотири рази на добу
3-дослідна	30	63	19,3±0,15	Рідкий корм, два рази на добу	77	Рідкий корм, шість разів на добу
4-дослідна	30	63	19,2±0,11	Рідкий корм, два рази на добу	77	Рідкий корм, вісім разів на добу
5-дослідна	30	63	19,1±0,14	Рідкий корм, два рази на добу	77	Рідкий корм, дванадцять разів на добу

Умови утримання для всіх піддослідних тварин були однаковими. Площа станків, в яких утримували відгодівельний молодняк була однаковою, і з розрахунку на 1 голову становила 0,65 м². У зрівняльний період досліду, який тривав два тижні, усі піддослідні тварини отримували рідкий корм два рази на добу, тоді як у основний період тривалістю 14 тижнів, молодняк дослідних груп отримував корм відповідно чотири, шість, вісім та дванадцять разів на добу. Годівля усіх піддослідних тварин відповідала встановленим нормам [1], корм роздавали за допомогою змонтованої на комплексі лінії технологічного обладнання для рідкого корму німецької компанії Weda.

Параметри мікроклімату приміщення підтримувалися за допомогою спеціальних пристроїв і відповідали встановленим гігієнічним нормативам. Ваговий ріст піддослідних тварин оцінювали щотижня за результатами індивідуальних зважувань.

Результати досліджень опрацьовані методом варіаційної статистики [4] з використанням персонального комп'ютера та програми Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені дослідження свідчать про нерівномірність росту молодняку свиней залежно від кратності годівлі у різні вікові періоди життя (табл. 2). Так, якщо піддослідні поросята на початку і у кінці зрівняльного періоду (63–77 діб) мали майже однакову живу масу, то у основний період (78–175 діб) вони помітно різнилися. Зокрема, починаючи з 91-добового віку свині, які отримували корм чотири, шість, вісім і дванадцять разів на добу переважали своїх ровесників, які споживали його два рази на добу відповідно на 0,9; 3,0 ($p < 0,01$); 4,2 ($p < 0,01$) і 5,1 % ($p < 0,001$).

У наступні вікові періоди ця перевага зростала і, наприклад, у 140- та 161-добовому віці становила відповідно (за схемою досліду) 1,0; 3,7 ($p < 0,01$); 6,0 ($p < 0,001$) і 9,8 ($p < 0,001$) та 0,6; 3,1; 5,7 ($p < 0,001$) і 10,1 % ($p < 0,001$).

Аналогічна картина змін у живій масі характерна для відгодівельного молодняку і при знятті з відгодівлі у 175-добовому віці. Зокрема, свині 3-ї групи за живою масою переважали контрольних на 2,6 %, тоді як перевага у аналогів 4- і 5-ї груп становила відповідно 5,1 ($p < 0,01$) і 9,9 % ($p < 0,001$).

2. Жива маса піддослідного молодняку, кг

Вік, діб	Група				
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна	5-дослідна
63	19,1±0,17	19,4±0,13	19,3±0,15	19,2±0,11	19,1±0,14
70	21,7±0,21	22,1±0,17	21,9±0,19	21,9±0,16	21,7±0,19
77	25,1±0,26	25,5±0,22	25,4±0,17	25,3±0,19	25,0±0,23
84	29,0±0,29	29,2±0,19	29,4±0,16	29,2±0,27	29,1±0,26
91	33,1±0,28	33,4±0,36	34,1±0,25**	34,5±0,33**	34,8±0,35***
98	37,8±0,35	37,9±0,42	39,0±0,39*	40,2±0,37***	40,9±0,43***
105	42,6±0,43	43,4±0,35	44,6±0,41**	46,0±0,49***	47,1±0,54***
112	49,3±0,50	50,1±0,46	51,2±0,52**	52,5±0,47***	53,9±0,60***
119	56,2±0,58	56,9±0,55	58,3±0,50**	59,8±0,61***	61,8±0,68***
126	63,4±0,72	63,9±0,62	65,5±0,57*	66,9±0,66***	69,2±0,63***
133	69,8±0,77	70,4±0,75	72,2±0,63*	73,7±0,78***	76,3±0,71***
140	76,5±0,84	77,3±0,71	79,3±0,76*	81,1±0,82***	84,0±0,85***
147	83,7±0,81	84,6±0,84	86,8±0,91*	89,0±0,93***	92,5±0,89***
154	90,8±0,93	91,5±0,89	93,9±0,87*	96,2±0,99***	100,1±1,15***
161	97,7±1,12	98,3±0,94	100,7±1,04	103,3±1,02***	107,6±1,29***
168	104,4±1,20	104,8±1,08	107,3±1,23	110,0±1,14***	114,9±1,24***
175	110,8±1,26	110,9±1,16	113,7±1,37	116,5±1,19**	121,8±1,32***

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з контрольною групою

У відгодівельного молодняку за різної кратності годівлі відповідно до зміни живої маси змінювалися і середньодобові прирости живої маси (табл. 3). Так, якщо у зрівняльний період досліду середньодобові прирости у піддослідних поросят майже не відрізнялись, то у подальшому за впливу умов годівлі вони змінювались по-різному. Зокрема встановлено, що майже в усі періоди відгодівлі тварини, які споживали частіше рідкі мішанки-комбікори переважали за середньодобовими приростами аналогів, яких відгодовували при двохразовому споживанні корму.

3. Середньодобовий приріст живої маси молодняку свиней, г

Тиж- день відго- дівлі	Вік, діб	Група				
		1- контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна	5-дослідна
1	63-69	371±4,2	386±6,3	371±6,1	386±7,4	371±6,8
2	70-77	486±6,9	480±6,9	497±7,5	486±8,1	474±7,2
3	78-84	557±7,4	529±8,5*	571±8,9	557±8,7	586±9,4*
4	85-91	586±9,6	600±8,2	671±7,4***	757±9,6***	814±10,3***
5	92-98	671±8,9	643±9,1*	700±8,5*	814±10,3***	871±12,1***
6	99-105	686±11,2	786±8,9** *	800±14,3** *	829±9,8***	886±11,5***
7	106-112	957±13,1	957±15,6	943±13,7	929±12,7	971±12,4
8	113-119	986±12,9	971±13,5	1014±15,1	1043±15,6**	1129±18,2***
9	120-126	1029±13,6	1000±14,4	1029±14,9	1014±16,1	1057±16,4
10	127-133	914±11,3	929±12,3	957±16,0*	971±13,2**	1014±16,8***
11	134-140	957±10,8	986±13,8	1014±18,2* *	1057±19,1** *	1100±18,7***
12	141-147	1029±17,4	1043±12,7	1071±17,6	1129±15,4** *	1214±19,5***
13	148-154	1014±14,5	986±13,0	1014±13,5	1029±15,0	1086±14,3***
14	155-161	986±12,2	971±12,8	971±12,0	1014±16,8	1071±17,8***
15	162-168	957±11,7	929±14,6	943±11,7	957±13,7	1043±16,2***
16	169-175	914±13,5	871±12,9*	914±13,0	929±14,2**	986±13,6***
У серед- ньому	78-175	874±12,0	870±12,2	901±13,6	931±13,2**	988±14,9***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою

Так, на 6- та 11-му тижні відгодівлі перевага тварин 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп за середньодобовим приростом над контрольними ровесниками становила відповідно 14,6; 16,6; 20,8 і 29,2 ($p_{1-4} < 0,001$) та 3,0; 6,0; 10,4 і 14,9 % ($p_2 < 0,01$, $p_{3,4} < 0,001$).

Загалом за основний період дослідів свині 3-, 4- і 5-ї дослідних груп мали більші середньодобові прирости порівняно з аналогами контрольної групи відповідно на 3,1; 6,5 ($p<0,01$) і 13,0 % ($p<0,001$).

Характеризуючи скороспілість відгодівельного молодняку можна стверджувати, що тварини контрольної групи досягали живої маси 100 кг за 163,4 діб, а відгодівельний молодняк 2-, 3-, 4- і 5-ї дослідних груп відповідно на 0,6; 3,1; 5,7 ($p<0,05$) і 9,5 ($p<0,001$) діб швидше.

Висновки

У молодняку свиней, який споживає рідкі мішанки-комбікорми шість, вісім і дванадцять разів на добу порівняно з двохразовою годівлею жива маса при знятті з відгодівлі у 175-добовому віці збільшується на 2,6–9,9 %, середньодобові прирости – на 3,1–13,0 %, при цьому вік досягнення живої маси 100 кг зменшується на 3,1–9,5 доби.

Список літератури

1. Дурст Л. Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Виттман. – Пер. с нем. под ред. И. И. Ибатуллина, Г. В. Проваторова. – Винница : Новая книга, 2003. – 384 с.
2. Кабанов В. Д. Интенсивное производство свинины / В. Д. Кабанов. – М.: Колос, 2003. – 400 с.
3. Походня Г. С. Промышленное свиноводство / Г. С. Походня. – Белгород : Крестьянское дело, 2011. – 483 с.
4. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – М. : Колос, 1969. – 246 с.
5. Современное свиноводство. Актуальные статьи из немецкого специализированного журнала / [сост. М. Нойнабер]. – Фастов : Юнивест Медиа, 2010. – 112 с.
6. В Україні зросло поголів'я всіх видів сільськогосподарських тварин. Режим доступу: <http://www.info-kmu.com.ua/2014-01-16-000000pm/article/17816270.html>.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТКОРМА МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ ПРИ
РАЗЛИЧНОЙ КРАТНОСТИ КОРМЛЕНИЯ
Н. П. ГРИЩЕНКО**

Изложены результаты исследований по изучению влияния кратности кормления откормочного молодняка свиней на его интенсивность роста и скороспелость. Выяснено, что кормление свиней шесть, восемь и двенадцать раз в сутки жидкими комбикормами способствует увеличению живой массы, среднесуточных приростов и скороспелости.

Ключевые слова: производительность, откорм, молодняк свиней, кратность кормления, живая масса, среднесуточный прирост, скороспелость.

**EFFICIENCY FATTENING PIGS UNDER DIFFERENT MULTIPLICITY
FEEDING
N. P. GRISHCHENKO**

The results of studies on the impact of the multiplicity of feeding young pigs feeding on its rate of growth and precocity. It was found that feeding pigs six, eight and twelve times a day with liquid animal feed increases in body weight, average daily growth and precocity.

Key words: productivity, feeding, young pigs, frequency of feeding, live weight, average daily gain, precocity.

**ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ КОРІВ
ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ ЗА БЕЗПРИВ'ЯЗНОГО БОКСОВОГО УТРИМАННЯ В
СТОВ «АГРОСВІТ»**

С.А. Лесь, аспірант

В.І. Костенко, доктор сільськогосподарських наук, професор

Викладено показники відтворювальної здатності високопродуктивних корів голштинської породи при безприв'язному боксовому утриманні. Встановлено, що за більшістю показників відтворювальної здатності (вік першого осіменіння, маса тіла, коефіцієнт відтворювальної здатності, індекс осіменіння та ін.). Високопродуктивні корови голштинської породи показують високу пристосованість до безприв'язного боксового утримання в умовах Лісостепу України.

Ключові слова: голштинська порода, безприв'язне боксове утримання, однотипна годівля, відтворна здатність.

Відтворна здатність корів є одним із найвагоміших факторів ефективності виробництва молока, оскільки він впливає як на розширення відтворення стада, так і на рентабельність галузі молочного скотарства. Водночас показники відтворення, у свою чергу, значною мірою залежать від адаптивних можливостей організму, які зумовлюють ступінь пристосованості тварини до певних умов годівлі, утримання і експлуатації. Якщо ці умови є технологічно оптимальними і комфортними, тварини успішно акліматизуються та, як наслідок, проявляють високу продуктивність і добре розмножуються [1, 2].

Мета дослідження полягала у вивченні відтворної здатності високопродуктивних корів голштинської породи за умов однотипної цілорічної годівлі та безприв'язного боксового утримання.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2010-2013 рр. на високопродуктивних коровах голштинської породи вітчизняної і зарубіжної селекції. Стадо формувалось із завезених нетелей угорського, датського і німецького походження – як зарубіжного, так і вітчизняного (Івано-Франківська область і СТОВ «Агросвіт»). Проте вирішальним етапом створення стада було використання висококрівних і чистопородних голштинських бугаїв-плідників для поглинального схрещування з коровами і телицями української чорно-рябої молочної породи.

Починаючи з 2006 року, корів на фермі утримували безприв'язно в боксах, без вигулів на майданчиках за цілорічної однотипної годівлі збалансованими повнораціонними кормо сумішами, доїли в доїльній залі на установці “Паралель” фірми “De Laval” з використанням доїльного обладнання “Дуовак – 300”. Відтворну здатність поголів'я оцінювали за існуючими зоотехнічними методиками.

Результати досліджень. Аналіз матеріалів досліджень засвідчив, що у високопродуктивних корів голштинської породи з надоями 6700–7144 кг молока за 305 днів I і 7477–8038 кг – III лактацій і старших отелення протікали без особливих ускладнень. Середній вік отелень корів-первісток коливався у межах 750–855 днів, що свідчить про відносну скороспілість голштинізованої худоби, яка залежала від рівня вирощування ремонтного молодняка (табл. 1).

1. Зміни відтворної здатності корів СТОВ «Агросвіт» за роками

Показник	Рік			
	2010	2011	2012	2013
Кількість корів, гол.	479	599	616	580
Вік першого отелення, дні	810±16,9	855±18,7	780±15,8	750±17,2
Маса тіла на 2–3-й міс, кг:				
I лактації	580±28	496±31	518±49	510±60
II лактації	580±26	576±44	610±51	619±19
III лактації	610±19	624±17	590±26	664±48
Надій за 305 днів, кг :				
I лактації	6999±318	6907±344	6700±410	7144±626
III і старших лактацій	7477±354	7635±816	7642±464	8038±710
Тривалість сервіс-періоду, дні	153±5,5	166±4,5	162±9,5	157±4,6
Тривалість міжотельного періоду, дні	444±24	428±18	440±10	418±29
Тривалість сухостійного періоду, дні	70±3,5	67±4,1	72±4,3	71±2,1
Тривалість тільності, дні	283,2±9,3	285,4±6,1	280,7±8,2	284,2±7,3
Коефіцієнт відтворної здатності	0,82±0,20	0,85±0,19	0,82±0,15	0,87±0,21
Заплідненість від першого осіменіння, %	41,2	36,8	49,4	54,1
Індекс осіменіння	2,01±0,22	1,65±0,12	1,80±0,10	1,46±0,10
Період від отелення до першого осіменіння, дні	94,2±12,2	86,0±9,3	84,2±8,2	71,0±4,5
Вихід телят на 100 корів,%	79,5	81,3	79,7	80,5

Про можливості відтворної здатності корів свідчать показники їх маси тіла в перші місяці після отелення, оскільки високопродуктивні корови в перші 2–3 місяці лактації можуть втрачати до 10 % і більше своєї маси [3], що дуже негативно впливає на показники відтворення.

Показники маси тіла корів-первісток у 2010 році, були вищими, ніж у 2011, 2012 і 2013 роках, відповідно на 16,9 % ($P>0,95$), 12,0 % ($P<0,95$) і 13,7 % ($P<0,95$). Маса тіла корів-первісток у 2011–2013 рр. істотно не відрізнялася.

Показники маси тіла корів II лактації у досліджувані роки були достатньо високими. Найбільша маса тіла була в корів у 2013 році – вища за показник 2010 року на 6,7, а 2011 – на 7,5 %.

Маса тіла корів трьох отелень і старших у 2010–2012 рр. суттєво не відрізнялася. Проте у 2013 році відзначено суттєве зростання маси тіла корів, що вище, порівняно з 2010, 2011 і 2012 роками відповідно на 8,8; 6,4 і 12,5 % (для всіх трьох показників – $P > 0,95$).

Загалом можна відзначити, що маса високопродуктивних корів I–III отелень у критичний період лактації (2–3-й міс.) була оптимальною.

Серед показників відтворення стада дуже важливим є тривалість сервіс-періоду корів, від якої, з одного боку, залежить загальний надій молока від корови за лактацію, а з другого – вихід телят. Чим довший сервіс-період, тим подовженіші цикли відтворення стада і, як результат, низький вихід телят на 100 корів. Як стверджують науковці [4, 5], для отримання від корови кожного року теляти та високого надою за лактацію сервіс-період не повинен перевищувати 80–85 днів, хоча коливання його у межах 80–120 днів вважають цілком прийнятними.

Аналіз матеріалів дослідження засвідчив, що у корів стада СТОВ «Агросвіт» тривалість сервіс-періоду була високою і практично стабільною. Найменше значення цього показника ($153 \pm 5,5$ днів) було у 2010 році, а найвище ($166 \pm 4,5$ днів) – у 2011 році. Таке перевищення оптимального рівня тривалості сервіс-періоду негативно позначалося на показниках виходу телят, який у 2010, 2011, 2012 і 2013 роках становив відповідно 79; 81; 79 і 80 % зі збереженістю 95–99 %.

Проте як свідчить практика забезпечити оптимальні показники тривалості сервіс-періоду (80-85 днів) дуже важко. Так, Р. В. Ставецька повідомляє, що у племзаводі ТОВ АФ «Матюші» і племрепродукторі ТОВ АФ «Глушки» Київської області тривалість сервіс-періоду у корів становить, відповідно – 155 і 177 днів, а міжотельного – 436 і 459 днів, що практично збігається з даними наших досліджень [6]. У дослідженнях Н.П. Сударева з проаналізованих 2488 сервіс-періодів корів тільки 7,5 % не перевищували 60 днів, а 8,9 % – були довшими 250 днів [7].

Вказана стабільно незмінна динаміка тривалості сервіс-періоду у корів досліджуваного стада за роками зумовлювала також ідентичність їх

міжотельних періодів (МОП). Так, найбільшу тривалість МОП у корів спостерігали у 2010 і 2012 роках, відповідно – 444 і 440 днів, а найменша – у 2013 і 2011 роках – 418 і 428 днів. Різниця між найвищим і найнижчим значеннями становила 26 днів, або 6,2 %.

Як відомо, висока продуктивність і відтворна здатність корів великою мірою залежать від тривалості сухостійного періоду, протягом якого в організмі тварин створюються необхідні резерви поживних і біологічно активних речовин для майбутнього продукування молока і відтворення.

Аналіз досліджуваних показників показав, що, аналогічно міжотельному і сервіс-періодам, сухостійний період у корів у середньому за 2010–2013 рр. був оптимальним і коливався у межах 67–72 дні.

Поряд з припиненням лактації у корів, не менш важливим є забезпечення оптимального формування і росту у них ембріона, а пізніше плоду, на який може впливати ціла низка зовнішніх чинників, у тому числі умови годівлі і утримання [8].

Як свідчать результати досліджень, за 2010–2013 роки значимої різниці показника тривалості плодоношення у корів не спостерігали.

Нашими дослідженнями встановлено, що у корів стада з роками зменшується індекс осіменіння. Так, якщо у 2010 році на одно запліднення корови необхідно було здійснити 2,01 осіменіння, то у 2011 році – 1,65, або на 21,8 %, у 2012 – 1,80, або на 11,7 %, а в 2013 році – 1,46, або на 37,7 % ($P > 0,95$), менше.

Це підтверджується також показником заплідненості корів від першого осіменіння, які у 2010, 2011, 2012 і 2013 роках становив, відповідно 41,2; 36,8; 49,4 і 54,1 %, та тривалістю періоду від отелення до першого осіменіння. Так, у 2010 році вона становила 94,2 дня, 2011 – 86,0, 2012 – 84,2 і 2013 – 71,0 день, що порівняно з 2010 роком менше, відповідно, на 9,5; 11,9 і 32,7 % ($P > 0,95$).

Серед численних показників, які характеризують відтворну здатність високопродуктивних корів, важливе місце займає коефіцієнт відтворної здатності (КВЗ), визначення якого здійснюють за відповідною залежністю [9]. За ідеальної відтворної здатності корів КВЗ дорівнює 1.

За матеріалами наших досліджень коефіцієнт відтворної здатності корів стада у 2010–2013 рр. був високим, але нижчим оптимального рівня і коливалися в межах 0,82–0,87.

До вагомих показників, що характеризують рівень відтворної здатності великої рогатої худоби належить маса тіла ремонтного молодняку у різні вікові періоди (табл. 2).

2. Маса тіла ремонтних телиць, вирощених від піддослідних корів, $M \pm m$

Показник	Вік, міс					
	новонароджені	3	6	9	12	18
	2010 рік					
Кількість тварин, голів	109	102	96	93	91	74
Середня маса тіла, кг	36,2 ±0,46	106,6 ± 2,19	174,7 ± 1,43	239,2 ± 2,85	286,4 ± 3,43	403,8 ± 13,12
2011 рік						
Кількість тварин, голів	104	104	104	104	104	81
Середня маса тіла, кг	34,6 ±0,18	107,2 ±0,41	170,8 ±1,14	242,6 ±1,3 3	291,2 ±4,14	418,3 ±24,2
2012 рік						
Кількість тварин, голів	164	134	116	112	109	64
Середня маса тіла, кг	39,0 ±0,40	110,7 ±0,48	181,3 ±2,01	249,6 ±2,16	289,3± 3,43	410,2 ±9,06
2013 рік						
Кількість тварин, голів	183	130	126	126	116	86
Середня маса тіла, кг	41,1± 0,35	109,4 ±0,63	179,4 ±1,63	248,9 ±2,6	284,5 ±6,40	394,7 ±0,16
Вимоги стандарту, кг	–	103	175	234	288	385

Як бачимо, за масою тіла у 3, 9 і 18 міс телички у 2010–2013 рр. однозначно перевищували стандарт для породи на 2,2–8,6 %, а в 6 і 12 міс – незначно відрізнялися від стандарту, що свідчить про порушення умов вирощування молодняку у різні вікові періоди.

Висновки. Встановлено, що за більшістю показників відтворної здатності (вік першого осіменіння, маса тіла, індекс осіменіння, коефіцієнт відтворної здатності, вихід телят тощо) високопродуктивні корови голштинської породи проявляють достатньо високу пристосованість до умов

однотипної цілорічної годівлі та безприв'язного боксового утримання. У подальшому необхідно спрямувати роботу зі стадом корів на скорочення тривалості сервіс-періоду до рекомендованих 80–120 днів.

Список літератури

1. Хайбуллин А. Адаптация и воспроизводительные способности /А. Хайбуллин, А. Ахмедеев, О. Преображенский // Молочное и мясное скотоводство. – 1993. – №1. – С. 18-20.

2. Гуськов А.М. Влияние стресс-факторов на репродуктивную функцию животных А.М. Гуськов, Г.И. Пузына // Зоотехния. – 1994. – №4. – С. 22-25.

3. Годівля сільськогосподарських тварин / [І.І. Ібатуллін, Д.О. Мельничук, Г.О. Богданов та ін.]; за ред. І.І. Ібатулліна. – Вінниця: Нова Книга, 2007. – 616 с.

4. Федорович Є. Вплив тривалості сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів на молочну продуктивність корів західного внутрішньопородного типу чорно-рябої породи / Є. Федорович, Й. Сірацький // Тваринництво України. – 2005. – №1. – С.16-18.

5. Крылова Г.Н. Взаимосвязь молочной продуктивности и плодовитости коров / Г.Н. Крылова, Е.В. Щеглов // Повышение эффективности селекционно-племенной работы в животноводстве. – М.: МВА, 1996. – С. 46–53.

6. Ставецька Р.В. Вплив різних факторів на кількість дійних днів корів / Р.В. Ставецька // Зб. наук. праць Білоцерківського НАУ. – 2012. – Вип. 8 (98). – С. 32–36.

7. Сударев Н.П. Зависимость продолжительности сервис-периода от уровня удоя у высокопродуктивных коров / Н.П. Сударев, Д.А. Абылкасымов, А.А. Вахонева, Е.А. Воронина // Зоотехния. – 2011. – № 11. – С. 20–21.

8. Свечин К.Б. Индивидуальное развитие сельскохозяйственных животных / К. Б. Свечин. – К.: Урожай, 1976. – 288 с.

9. Басовский Н.З. Селекция скота по воспроизводительной способности / Н.З. Басовский, Б.П. Завертяев. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 145 с.

**Воспроизводительная способность высокопродуктивных коров
голландской породы при беспривязном боксовом содержании в СООО
«Агросвит»**

С.А. Лесь, В.И. Костенко

Изложены показатели воспроизводительной способности высокопродуктивных коров голландской породы при беспривязном боксовом содержании. Установлено, что по большинству показателей воспроизводительной способности (возраст первого осеменения, масса тела, коэффициент воспроизводительной способности, индекс осеменения и др.) высокопродуктивные коровы голландской породы показывают высокую приспособленность к беспривязному боксовому содержанию в условиях Лесостепи Украины.

Ключевые слова: голландская порода, беспривязное боксовое содержание, однотипное кормление, воспроизводительная способность.

**Reproductability of highly productive Holstein breed cows under loose
boxed farming conditions in "Agrosvit" Ltd.**

S. Les', V. Kostenko

The paper deals with the indices of reproductive capacity of highly productive Holstein breed cows under loose boxed farming conditions. It has been found out that by most indices of reproductive capacity (1st insemination age, body weight, insemination index, etc.) highly productive Holstein breed cows show their high adaptability to loose boxed farming in the Forest Steppe of Ukraine.

Key words: Holstein breed, loose boxed farming, monotype feeding, reproductive capacity.

Генотипні фактори, що призводять до дистоції у м'ясної худоби

А.М. Угнівенко, доктор сільськогосподарських наук, професор
Г.П. Бондаренко, Н.В. Кос, кандидати сільськогосподарських наук

Встановлено фактори, які впливають на характер отелень самиць м'ясних порід та методи зниження дистоції

Ключові слова: *дистоція, відтворювальна здатність самиць, м'ясна худоба*

Внаслідок тяжких родів (дистоції) у самиць м'ясної худоби народжується від 40 до 60% мертвих телят, або новонароджені гинуть протягом 24-48 годин. Однією з причин їх загибелі є дистоція. Перинатальна смертність зростає в міру ускладнення родів. Перебіг родів у корів м'ясних порід впливає також на їх молочну продуктивність і відтворну здатність (призводить до погіршення запліднення), швидкість росту телят на підсисі.

Тяжкі роди і пов'язані з ними ускладнення актуальні у зв'язку з використанням плідників великорослих порід (шароле, симентальська) та їх помісей, що дають великий приплід. Дистоція – найважливіша ознака під час розведення м'ясної худоби, коли прагнуть підвищити її плодючість.

Мета дослідження. Вивчити фактори, що впливають на тяжкість отелень у корів м'ясних порід і запропонувати заходи, які допоможуть знизити їх частку до оптимального рівня.

Матеріал і методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проводили на тваринах української м'ясної породи СТОВ "Воля" Черкаської області з 1983 до 2013 року. Перебіг отелень оцінювали відповідно до існуючої в Україні методики [2], за 5-бальною системою відповідно до вимог ICAR [9].

Результати досліджень та їх обговорення. Перебіг родів пов'язаний або з приплодом, або із матір'ю, а в багатьох випадках з їх поєднанням. *Материнські фактори:* анатомічні чи патологічні дефекти в тазовому каналі (зміни у проході таза, його недорозвиненість, фіброз репродуктивного тракту); недостатня підготовка до родів чи слабкі скорочування матки. *Плідні фактори:* великий розмір теляти; неправильне положення; мертве теля; народження двійнят. Є значні відмінності між породами за величиною тазового проходу корови і загальними розмірами теляти. Близько 70 % ускладнень під час родів пов'язані з більшими широтними розмірами голови теляти під час народження, порівняно з величиною передньотазового звуження (тазового кільця) самиці (рисунок).

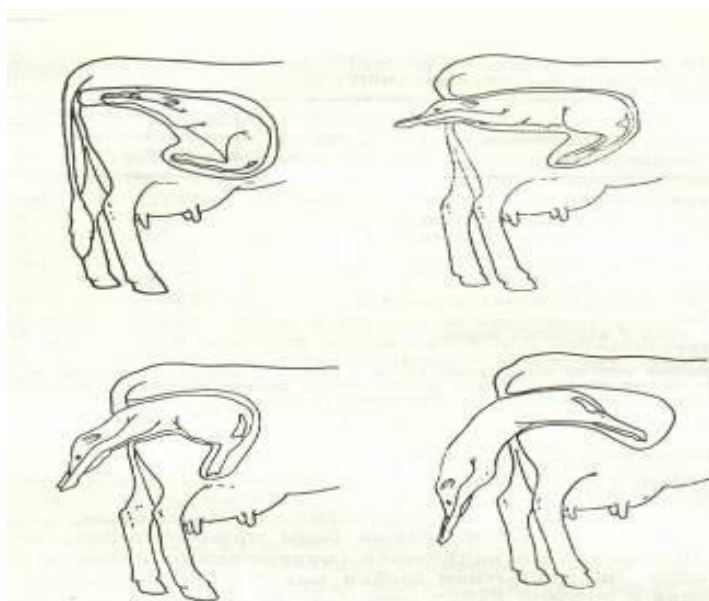


Рис. Рух теляти під час другої стадії отелення [5]

За нормального протікання родів передні ніжки теляти витягнуті і на путовому суглобі лежить голова. Під час проходження через піхву голови та плечового і тазового поясу теляти – найоб'ємніших частин – породілля затрачає найбільше зусиль. Після того, як голова пройде і звиситься до підлоги, хребет теляти вигинається доверху. Таким чином приплід наче розтягується і стає довшим і тоншим, що полегшує проходження плечового поясу. З виходом голови і плечового поясу схватки та потуги стають

сильнішими, у результаті чого теля швидко виштовхується. Несприятливим фактором для перебігу родів у корів є і те, що череп у плоду на час народження цілком костеніє, тоді як плечовий пояс звужується за рахунок піддатливості грудної клітки і переміщення осі між плечовими суглобами. Тазовий пояс може звужуватися за рахунок не окостенілих швів тазу [4]. Найбільше проблем під час отелень чи патологічних родів є у нетелей.

Найбільші позитивні коефіцієнти кореляції в наших дослідженнях встановлено між важкими отеленнями первісток і шириною голови та грудей новонароджених телят: ширина голови приплоду – 0,212, ширина грудей приплоду – 0,184, низькі – з глибиною грудей приплоду – 0,020 та його шириною в маклаках – 0,041.

Обернений зв'язок існує між важкими отеленнями первісток та шириною їх в маклаках і довжиною плоду: довжина приплоду – -0,185 і ширина в маклаках матері – -0,235.

Проміри таза вертикальний і горизонтальний діаметр (см), його розраховану площу (см²) у річному віці телиць використовують для їх добору.

Якщо різниця між площею таза у корів породи шароле і плече-лопаткового поясу їх телят становить до 150 см², ймовірність важких родів практично зникає [1]. Дистоція виникає тоді, коли площа плече-лопаткового поясу телят перевищує 365, а таза у дорослих корів – менша 410 см². У нетелей із площею тазового отвору від 207 до 236 см² тільки 30% отелень відбувається сприятливо, з розміром понад 267 см² – 75% (табл. 1). Найбільше ускладнень під час отелень трапляється у корів і нетелей, жива маса яких низька, а розміри тазового отвору мінімальні.

Частка важких отелень під час народження бичків перевищує частку важких отелень під час народження теличок. Вплив статевих відмінностей на характер отелення є наслідком більшої живої маси новонароджених бичків порівняно з теличками.

1. Величина тазового отвору і перебіг родів у первісток породи шароле 2,5-річного віку [6]

Показник	Площа тазового отвору (см ²)		
	207-236	237-266,9	267 і >
Кількість первісток	6	11	12
% від загальної кількості	20,7	37,9	41,4
Жива маса новонароджених телят, кг	26,0	34,5	35,5
Отелень без сторонньої допомоги, %	33,3	63,6	75,0
Отелень, що супроводжувались загибеллю телят, %	66,7	36,4	25,0

За двійньової тільності період ембріонального розвитку скорочується в середньому на 7 днів, а жива маса новонароджених зменшується приблизно на 20 %, що призводить до росту їх перинатальної смертності [12]. Недорозвиток до народження є однією з основних причин перинатальної смертності телят. Частка випадків смертності приплоду в м'ясних стадах більша від 1,5 до 2 разів у первісток, ніж у повновікових матерів.

Плідники з різним типом будови тіла неоднаково впливають на легкість отелень у спарованих з ними корів під час чистопородного розведення і схрещування (табл. 2).

Так, отелення корів української м'ясної (УМ) і симентальської (С) порід, запліднених спермою бугаїв великорослого типу, проходять легше на 9,1 та 12,5 % порівняно з самицями, заплідненими спермою плідників компактного типу. Приплід від бугаїв компактного типу має ширшу на 2,5 та 0,8 % і глибшу голову на 2,2 та 1,5, більшу ширину в плече-лопатковому зчленуванні – на 2,1 та 0,5, а довжину тулуба на 0,9 та 2,2 % меншу порівняно з відповідними показниками приплоду від бугаїв великорослого типу.

2. Характер отелень корів, запліднених спермою бугаїв різного типу, $M \pm m$

Показник	♀УМ×♂УМ		♀С×♂УМ	
	велико-рослий	компактний	велико-рослий	компактний
Кількість отелень	37	28	13	12
Жива маса новонароджених, кг	40,1±1,4	41,1±1,1	32,1±2,2	36,2±1,3
Оцінка отелень, балів	1,1±0,08	1,2±0,13	1,2±0,2	1,5±0,2
Ширина лоба теляти, см	12,0±0,1	12,3±0,16	12,1±0,2	12,2±0,2
Глибина голови теляти, см	13,5±0,1	13,8±0,14	13,6±0,2	13,8±0,3
Ширина в плече-лопатковому зчленуванні теляти, см	19,3±0,3	19,7±0,41	18,6±0,5	18,7±1,3
Ширина в тазо-стегновому зчленуванні теляти, см	20,0±0,3	19,7±0,34	19,5±0,6	20,0±0,4
Довжина тулуба теляти, см	66,1±0,5	65,5±1,03	65,1±1,2	63,7±0,3
Глибина грудей теляти, см	27,3±0,3	27,2±0,37	26,4±0,5	27,6±0,3

Вдалі роди характерні для худоби абердин-ангуської, герефордської і лімузинської порід, а тяжкі – для шаролезької та симентальської (табл. 3).

3. Характер отелень повновікових корів різних порід [3]

Порода	Кількість отелень	Легких, без сторонньої допомоги, %	Важких, з допомогою, %	В тому числі втрата теляти, %
Абердин-ангус	70	93	7	3
Симентал	504	38,3	61,7	7,6
Герефорд	63	98	2	-
Лімузин	-	97,9	2,1	-
Шароле	1851	45,3	54,7	4,1

Найбільша кількість (31,9%) отелень, що супроводжуються кесаревим розтином, у віці двох років у первісток породи мен-анжу [12]. Порівняно з породою шароле це більше в 2,2 раза, лімузин – у 4,4 раза. У великорослої кіанської породи роди проходять легко, незважаючи на велику живу масу новонароджених телят. Породи цей недолік передають помісям. У корів української м'ясної породи зі збільшенням частки крові шароле до 75 % підвищується затрудненість отелень на 6,6 %, у т.ч. з паталогією – на 1,8 %

[8]. Зі зниженням частки шаролецької породи до рівнозначної з кіанською (3/8К3/8Ш1/8С1/8СУ) спостерігається зменшення кількості випадків дистоції до 5,66 % за відсутності патологічних пологів.

У корів породи шароле та їх помісей під час отелень виключають передчасну рододопомогу. У них роди перебігають довше, ніж у аналогів молочних і інших м'ясних порід. Фізіологічною нормою вважають від 4 до 6 годин, що пов'язано з великоплідністю і добрим розвитком таза. Поспішне втручання під час родів призводить до стресу, травм, післяродових ускладнень і перинатальної загибелі телят. Допомогу надає ветеринарний лікар у випадку, коли тяжкі роди затягуються (за закінчення процесу розкриття шийки матки і виштовхування плоду) у другій їх стадії.

Вважають [7], що може бути два шляхи зниження тяжких отелень: зменшення живої маси новонародженого теляти і збільшення тазового отвору у корів, як через самиць, так і через бугаїв до початку їх племінного використання. Вимірювання тазу проводять у віці від 320 до 410 днів та остаточно корегують проміри на вік 365 днів [9]. Однак ці шляхи є проблематичними. Зі збільшенням живої маси корови на 1 % розмір її тазового отвору збільшується на 0,099 %, а жива маса новонародженого теляти – на 0,292 % [11]. Зі збільшенням живої маси новонародженого приплоду на 1 кг збільшується маса тварин у віці 15 місяців від 3,22 до 3,66 кг [9]. Наявність таких зв'язків зумовлює корельований ефект селекції. Це означає: якщо зменшиться кількість тяжких отелень, то одночасно знизиться жива маса новонароджених телят, що призведе до спаду швидкості їх росту.

Зменшення випадків дистоції і смертності приплоду можна досягти використанням великорослих бугаїв, які сприяють народженню відносно довгих та з великим тулубом телят. Цей показник можна збільшити тільки в тому випадку, якщо у новонароджених збільшується довжина тулуба. Корегування екстер'єру телят сприяє полегшенню перебігу отелень корів, що дозволить вдосконалювати породи, які будуть характеризуватися підвищеною швидкістю і росту видовженим тулубом телят. За рахунок цього

у корів зростає частка легких отелень. Селекція на підвищення довжини тулуба новонародженого, що сприяє легкості отелень, порівняно з селекцією за промірами тазового отвору корів м'ясних порід ефективніша і не призводить до зниження середньодобових приростів приплоду. Зменшення частки важких отелень можна досягнути також при подовженні терміну використання високопродуктивних корів у стаді: у повновікових самиць відносна великоплідність зменшується, а число вдалих отелень збільшується.

Для порід, характерними ознаками яких є підвищена частка тяжких отелень, Д.О. Смирнов рекомендує парування телиць із розмірами тазового отвору нижче середньої величини для стада з бугаями, у потомків яких спостерігали порівняно мало тяжких отелень, і навпаки. Тварини різних порід різняться за цією ознакою [6]. Бугаї породи шароле за найбільшої живої маси мають найменший розмір тазового отвору, потім ідуть лімузинської. За найменшої живої маси плідники породи салерс мають найбільший розмір тазового отвору. Урахування співвідношення цих ознак важливе під час вибору напряму використання тієї чи іншої породи для схрещування. Плідників породи шароле рекомендують використовувати в кінцевих його варіантах, коли всіх помісних потомків вирощують на м'ясо, а порід лімузин та салерс – на початкових етапах схрещування, коли планують вирощувати помісних телиць для розведення.

Висновки

1. Тяжкі отелення у корів відбуваються із-за невідповідності розмірів тазового проходу матері розмірам голови приплоду.
2. Найбільше утруднених отелень зустрічається у корів і нетелей, жива маса яких низька і розміри тазового отвору мінімальні.
3. За оптимального розвитку тазового отвору у самиць скорочення випадків дистоції можна досягти використанням великорослих бугаїв, які сприяють народженню відносно довгих та з великим тулубом телят.

Список літератури

1. Доротюк Э.Н. Улучшение воспроизводства стада в мясном скотоводстве / Э.Н. Доротюк, А.В. Горин // Животноводство. – 1983. – № 9. – С. 57-58.
2. Інструкція з бонітування великої рогатої худоби м'ясних порід. Інструкція з ведення племінного обліку в м'ясному скотарстві / [Мельник Ю.Ф., Пищолка В.А., Литовченко А.М. та ін.] – К.: Арістей, 2007. – 64 с.
3. Левантин Д.Л. Генетические основы селекции мясного скота / Давид Левантин; под общ. ред. В.Л. Петухова / Д.Л. Левантин. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 170 – 187.
4. Логвинов Д.Д. Беременность и роды у коров / Д.Д. Логвинов. – К.: Урожай, 1975. – 238 с.
5. Мينيш Г. Производство говядины в США: мясное скотоводство / Г. Мينيш, Д. Фокс; перевод с английского О.В. Мищихи; под. ред. А.В. Черкаева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 478 с.
6. Смирнов Д.О. Проблема отелов в скотоводстве / Д.О. Смирнов // Сельское хозяйство за рубежом. – 1971. – № 7. – С. 49 – 56.
7. Смирнов Д. Измерение тазового отверстия у скота и возможности селекции по этому признаку / Д. Смирнов, И. Осокин // Молочное и мясное скотоводство. – 1977. – № 5. – С. 42 – 43.
8. Ткачук В.Н. Характер отела мясных коров и факторы, обуславливающие его осложнения / В.Н. Ткачук, Ц.В. Димитров Каталог внутрипородных типов мясного скота // Под. ред. В.Н. Лукиянчука, В.Е. Плахотнюка. – К.: Урожай, 1988. – С. 18 – 32.
9. Угнивенко А.Н. Основные факторы, влияющие на энергию роста абердин-ангусского скота: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.02.04 – "Частная зоотехния" / А.Н. Угнивенко. – К., 1981. – 16 с.

10. International Committee for Animal Recording (ICAR), 2009. INTERNATIONAL AGREEMENT OF RECORDING PRACTICES / Approved by the General Assembly held in Niagara Falls, USA, on 18 June 2008. – P. 91 – 189.

11. Lederer J. Sire evaluation standards and breeding strategies for limiting dystocia and stillbirth / J. Lederer, J. Philipsson, J. Foulley et al // Livestock Prod. Sci. – 1979. – Т.6, № 2. – S. 111 – 127.

12. Menissier F. The Calving Ability of the Charolais. Breed in France, and Possibility for its Genetik Improvement. 2. Genetic Improvement of Calving Ability of the Charolais as a Sire Breed / F. Menissier, J. Foulley, W. Pattit // Irish Veterinary Journal. – 1981. – Т. 35, № 5. – S. 100 – 105.

Генотипические факторы, вызывающие дистоцию у мясного скота

Угнивенко А.Н., Бондаренко Г.П., Кос Н.В.

Установлено факторы влияющие на характер отелов самок мясных пород и методы снижения дистоции.

Ключевые слова: дистоция, воспроизводительная способность самок, мясной скот

Genetic factors that cause distocia in beef cattle

Ugnivenko A.M., Bondarenko G.P., Kos N.V.

Factors that influence calving process in beef cattle females have been determined, methods of distocia reduction have been proposed.

Key words: distocia, reproductive ability of femails, beef cattle.

ФАУНА КИШКОВИХ ПАРАЗИТОЦЕНОЗІВ СВИНЕЙ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Н. М. Сорока, доктор ветеринарних наук, професор,

Ю. В. Кичилюк, кандидат ветеринарних наук,

Р. О. Слободян, асистент,

Національний Університет біоресурсів і природокористування України,

С. І. Пономар, доктор ветеринарних наук,

Білоцерківський національний аграрний Університет

*Встановлено, що паразитофауна кишкового каналу свиней в умовах господарств північно-західного регіону України представлена гельмінтами та найпростішими мікроорганізмами. Виявлено п'ять видів нематод (*A. suum*, *O. dentatum*, *T. suis*, *S. ransomi*, *M. elongatus*) та дев'ять видів паразитичних найпростіших (*E. deblicki*, *E. suis*, *E. scabra*, *E. perminuta*, *E. polita*, *E. neodeblicki*, *E. guevarai*, *I. suis*, *B. suis*). Ідентифіковані збудники інвазійних хвороб реєструються в різних комбінаціях, що необхідно враховувати при організації та проведенні лікувально-профілактичних заходів.*

Ключові слова: *свині, фауна, змішана інвазія, інвазійна хвороба, паразитоценоз.*

Свинарство, за своїм господарським значенням, посідає важливе місце серед інших галузей тваринництва, а в кризових ситуаціях – вирощування свиней є одним з головних джерел швидкого нарощування виробництва м'яса [5]. Тому розвиток цієї галузі аграрного сектору є надзвичайно важливим і перспективним [2].

Одним із найважливіших аспектів функціонування свинарства є здоров'я тварин, насамперед молодняку та новонароджених поросят. Водночас, серед причин, що стримують його розвиток є інвазійні хвороби. На території України до основних паразитозів свиней відносять 15 інвазійних хвороб, які спричиняють окремі види нематод, цестод, найпростіші мікроорганізми, акариформні кліщі та безкрилі комахи [1, 4]. Вони можуть проявлятися як у вигляді моноінвазій, так і в комбінаціях з декількома видами паразитів [3]. Серед них чимале значення мають кишкові нематодози та протозоози, екстенсивність інвазії яких в окремих випадках може досягати 90–100 % [4, 8].

Водночас, інвазійні хвороби шлунково-кишкового каналу завдають свинарству значних економічних збитків. Вони зумовлені зниженням продуктивності тварин, відставанням їх у рості та розвитку, зниженням резистентності, високим рівнем захворюваності та загибеллю, насамперед, молодняку. Летальність різко зростає при одночасному зараженні поросят декількома видами паразитів [6, 7, 8].

Мета дослідження: встановити видовий склад кишкових паразитоценозів свиней в умовах господарств північно-західного регіону України.

Матеріали та методи дослідження. Копроскопічні дослідження та ідентифікацію видового складу паразитів свиней проводили на базі наукової лабораторії кафедри паразитології та тропічної ветеринарії Національного університету біоресурсів і природокористування України протягом 2009–2012 рр. Всього обстежено 550 тварин різного віку та статі з 15 господарств різних форм власності, розташованих у 13 районах Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської та Чернігівської областей північно-західного регіону України. Відбір проб фекалій та лабораторні дослідження проводили загальноприйнятими паразитологічними методами.

Ідентифікацію яєць гельмінтів здійснювали за допомогою атласів диференційної діагностики гельмінтів тварин А. А. Черепанова (1999), І. С. Дахна (2001) та В. Ф. Галата (2009).

Видовий склад еймерій та ізоспор встановлювали за визначниками Р. L. Pellerdy (1974), N. D. Levine (1985), Т. В. Арнастауткене (1985) та М. В. Крилова (1996). Враховували форму ооцист, спороцист і спорозоїтів, їх колір, розміри (довжину та ширину), індекс форми ооцист, характеристику зовнішньої оболонки та наявність таких морфологічних структур: мікропіле, полярної шапочки, полярної гранули, залишкового тіла ооцисти та спороцист. Враховували тривалість споруляції.

Накопичення біомаси ооцист проводили за методикою В. Л. Якімова (1931). Отриманий матеріал поміщали в чашки Петрі у 2,5 %-ний розчин калію

біхромату і культивували у термостаті за температури 30 ° С. Процес споруляції контролювали під мікроскопом (ок. 10 х об. 20).

Біометрію збудників проводили за допомогою мікроскопа «Біолам» з біокулярною насадкою АУ–12 при збільшенні х400–600. Розміри ооцист та яєць гельмінтів визначали за допомогою окуляр-мікрометра з попереднім визначенням ціни поділки. Мікрофотографування збудників здійснювали за допомогою фототубуса та цифрової фотокамери Canon PowerShot A1100IS із застосуванням оптичного та цифрового зуму. Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програми Microsoft Excel, 2007.

Результати дослідження. У господарствах північно-західного регіону України паразитують п'ять видів гельмінтів свиней класу Nematoda, вісім видів паразитичних найпростіших класу Sporozoa та один вид паразитів із класу Ciliata. Фауна нематод представлена такими збудниками інвазійних хвороб свиней, як *Ascaris suum* (Goeze, 1782), *Oesophagostomum dentatum* (Rudolphi, 1803), *Trichuris suis* (Schrank, 1788), *Srongyloides ransomi* (Schwartz et Alicata, 1930) та *Metastrongylus elongatus* (Dujardin, 1845), а фауна кокцидій – найпростішими з родів *Eimeria* (*E. debliciecki* (Douwes, 1921), *E. suis* (Nöller, 1921), *E. scabra* (Henry, 1931), *E. perminuta* (Henry, 1931), *E. polita* (Pellerdy, 1949), *E. neodebliciecki* (Vetterling, 1965), *E. guevarai* (Rodriguez, Herrera, 1971) та *Isospora* (*I. suis* (Biester et Murray, 1934). Також нами було ідентифіковано збудник *Balantidium suis* (Stein, 1863) родини Burcharidae ряду Spirotricha.

Нижче наведена характеристика окремих збудників інвазійних хвороб свиней, заснована на вивченні морфо-біологічних особливостей паразитів, ідентифікованих в умовах господарств північно-західного регіону України.

Ascaris suum (Goeze, 1782), родина Ascaridae, підряд Ascaridata. Яйця паразитів цього виду овальної, рідко – овально-видовженої, або округлої форми, коричневого кольору з варіаціями відтінків від світло-жовтого до темно-коричневого (рис. 1). Яйця незрілі, вкриті товстою, багат шаровою та непрозорою оболонкою, зовнішній шар якої горбистий. У свіжовиділених яєць зародкова маса дрібнозерниста, рівномірно розподілена всередині яйця.

Розміри яєць $67,5 \pm 1,9 \times 51,0 \pm 0,8$ мкм, максимальний – $78,3\text{--}54,0$ мкм, мінімальний – $54,0\text{--}48,6$ мкм.

Oesophagostomum dentatum (Rudolphi, 1803), родина Trichonematidae, підряд Strongilata. Яйця паразитів цього виду безколірні, овально-видовженої форми, незрілі, вкриті тонкою, прозорою, двошаровою оболонкою (рис. 2). У свіжовиділених яєць зародкова маса дрібнозерниста. Розміри яєць $73,5 \pm 1,6 \times 42,7 \pm 0,8$ мкм, максимальний – $81,0\text{--}45,9$ мкм, мінімальний – $64,8\text{--}37,8$ мкм.

Trichuris suis (Schrank, 1788), родина Trichuridae, підряд Trichurata. Яйця паразитів цього виду характерної бочкоподібної форми, з прозорими пробками на полюсах, жовтого кольору, з варіаціями відтінків від світло-жовтого до темно-жовтого та світло-коричневого (рис. 3). Яйця незрілі, вкриті товстою багатошаровою оболонкою, зовнішній шар якої гладкий. У свіжовиділених яєць зародкова маса дрібнозерниста. Розміри яєць $59,4 \pm 1,6 \times 27,8 \pm 0,6$ мкм, максимальний – $67,5\text{--}29,7$ мкм, мінімальний – $54,0\text{--}24,3$ мкм.

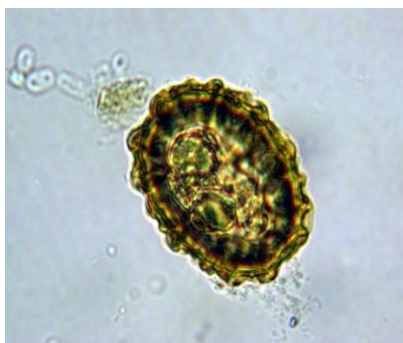


Рис. 1. Незріле яйце
A. suum



Рис. 2. Незрілі яйця
O. dentatum



Рис. 3. Незріле яйце
T. suis

Strongyloides ransomi (Schwartz et Alicata, 1930), родина Strongyloididae, підряд Rhabditata. Яйця паразитів цього виду овальної або овально-видовженої форми, прозорі, з тонкою двошаровою зовнішньою оболонкою (рис. 4). Свіжовиділені яйця зрілі, містять уже сформовану личинку. Розміри яєць $50,2 \pm 2,3 \times 30,5 \pm 1,3$ мкм, максимальний – $59,4\text{--}40,5$ мкм, мінімальний – $37,8\text{--}27,0$ мкм.

Metastrongylus elongatus (Dujardin, 1845), родина Metastrongylidae, підряд Strongylata. Яйця паразитів цього виду овальної, іноді – овально-видовженої форми, з прозорою та безколірною зовнішньою оболонкою (рис. 5). Свіжовиділені яйця зрілі, містять уже сформовану личинку, складену за довжиною у 2,5–3,0 рази. Вона рухлива і майже повністю заповнює внутрішній простір яйця. Розміри яєць $71,8 \pm 1,5 \times 37,3 \pm 1,3$ мкм, максимальний – $81,0-43,2$ мкм, мінімальний – $64,8-32,4$ мкм.

Eimeria deblickei (Douwes, 1921), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду мали різну форму та колір (рис. 6). Нами зареєстровано овальну, овально-видовжену, широкоовальну, яйцеподібну та еліпсоїдну форми. Колір переважно жовтий, іноді з коричневим відтінком. Спорувовані ооцисти зеленкуватого кольору з гладенькою, двохшаровою та безколірною зовнішньою оболонкою. Мікропіле та полярна шапочка відсутні. Розмір ооцист $28,4 \pm 1,2 \times 19,7 \pm 1,3$ мкм, мінімальний – $21,6-16,2$ мкм, максимальний – $35,1-27,0$ мкм. Індекс форми $1,47 \pm 0,07$ свідчить, що типовою для цього виду ооцист є широкоовальна форма.



Рис. 4. Зріле яйце
S. ransomi



Рис. 5. Зріле яйце
M. elongatus



Рис. 6. Спорувована
ооциста *E. deblickei*

У свіжовиділених ооцист внутрішній простір повністю заповнений цитоплазмою. У спорувованих ооцист іноді виявляли одну-дві світлозаломлюючі гранули. Залишкове тіло ооцисти не виявлено. Спорозисти овальні, овально-видовжені, а спорозоїти – круглої, овальної або видовженої форми, мають залишкові тільця. Час споруючі ооцист становив $138 \pm 7,2$ год, мінімум – 105 год, максимум – 168 год.

Eimeria suis (Noller, 1921), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду безколірні, овальної, овально-видовженої форми з гладкою, двохконтурною оболонкою (рис. 7). Зародкова маса дрібнозерниста, рівномірно розподілена на всій ооцисті. Залишкове тіло ооцисти та мікропіле відсутні. Наявні одне-два світлозаломлюючі тільця. Спороцисти овально-видовжені, містять залишкове тіло. Спорозоїти видовжені або овально-видовжені. Розмір ооцист $17,8 \pm 0,6 \times 13,2 \pm 0,5$ мкм, мінімальний – 16,2–10,8 мкм, максимальний – 21,6–16,2 мкм. Індекс форми $1,35 \pm 0,04$ свідчить, що типовою для цього виду ооцист є широкоовальна форма. Споруляція тривала $270 \pm 5,1$ год, мінімум – 240 год, максимум – 290 год.

Eimeria perminuta (Henry, 1931), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду жовто-коричневого кольору, кулястої, овальної, іноді овально-видовженої форми з щільною, двохшаровою зовнішньою оболонкою (рис. 8). Зародкова маса крупнозерниста. У деяких ооцист були наявні одна-дві світлозаломлюючі гранули. Спороцисти видовжено-овальної форми. У них присутні залишкові тільця. Розмір ооцист $15,7 \pm 0,8 \times 12,4 \pm 0,7$ мкм, мінімальний – 10,8–8,1 мкм, максимальний – 18,9–16,2 мкм. Індекс форми $1,27 \pm 0,03$ свідчить, що типовою для цього виду ооцист є овальна форма наближена до кулястої. Споруляція тривала $244 \pm 5,2$ год, мінімум – 220 год, максимум – 272 год.



Рис. 7. Неспорувана ооциста
E. suis



Рис. 8. Неспорувана ооциста
E. perminuta

Eimeria polita (Pellerdy, 1949), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду овальної, овально-видовженої та яйцеподібної форми, безколірні, іноді з жовтуватим відтінком (рис. 9 а, 9 б, 9 с). Мають гладку, двохшарову

зовнішню оболонку жовто-коричневого кольору, яка, зазвичай, на одному з полюсів потоншена, що складає враження наявності слабо вираженого мікропіле. В деяких ооцист зафіксовано наявність полярної шапочки. Зародкова маса дрібнозерниста. У більшості ооцист під час споруляції виявляли добре виражені світлозаломлюючі гранули. Спороцисти еліпсоїдні, мають залишкові та штидівські тільця. Розмір ооцист $31,3 \pm 1,9 \times 19,7 \pm 1,1$ мкм, мінімальний – $21,6$ – $16,2$ мкм, максимальний – $37,8$ – $24,3$ мкм. Індекс форми $1,59 \pm 0,08$ свідчить, що типовою для цього виду ооцист є форма наближена до овально-видовженої. Споруюляція триває $209 \pm 3,1$ год, мінімум – 200 год, максимум – 222 год.



Рис. 9 а.
Неспорульована
ооциста *E. polita*



Рис. 9 б. Ооциста
E. polita на стадії
формування спорозоїтів



Рис. 9 с. Споруюльована
ооциста *E. polita*

Eimeria scabra (Henry, 1931), родина Eimeriidae, рід *Eimeria*. Ооцисти цього виду овальної, яйцеподібної або овально-видовженої форми, світло-коричневого або жовто-зеленого кольору з шорсткою, двоконтурною зовнішньою оболонкою (рис. 10). На одному з полюсів вона потоншується, утворюючи добре виражене мікропіле, що є важливою діагностичною ознакою. Його розміри $3,5$ – $4,5$ мкм. Зародкова маса дрібнозерниста. Більшість ооцист мали одну-дві світлозаломлюючі гранули. Спороцисти овально-видовженої форми, мають залишкові тільця. Спорозоїти черв'якоподібної форми. Розмір ооцист $31,1 \pm 1,8 \times 23,2 \pm 0,8$ мкм, максимальний – $43,2$ – $27,0$ мкм, мінімальний – $24,3$ – $18,9$ мкм. Індекс форми $1,33 \pm 0,04$ свідчить, що типовою для цього виду

ооцист є форма наближена до овальної. Споруляція тривала $252 \pm 5,8$ год, мінімум – 220 год, максимум – 290 год.

Eimeria neodebliecki (Vetterling, 1965), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду еліпсоїдної, іноді яйцеподібної форми з двохшаровою, безколірною та гладкою зовнішньою оболонкою (рис. 11). Зародкова маса дрібнозерниста, на краях зернистість підвищена. Мікропіле та залишкове тіло відсутні. Іноді присутні одна-дві світлозаломлюючі гранули. Спороцисти продовгувато-овальної, іноді яйцеподібної форми. Наявні добре виражені залишкове та штидівське тільця. Спорозоїти овально-видовженої форми. Розміри ооцист $21,3 \pm 1,1 \times 16,5 \pm 0,9$ мкм, максимальний – 27,0–21,6 мкм, мінімальний – 16,2–13,5 мкм. Індекс форми $1,30 \pm 0,03$. Споруляція тривала $320 \pm 1,9$ год, мінімум – 310 год, максимум – 328 год.

Eimeria guevarai (Rodriguez, Herrera, 1971), родина Eimeriidae, рід Eimeria. Ооцисти цього виду грушоподібної форми із гладкою, двоконтурною зовнішньою оболонкою жовтуватого відтінку (рис. 12). Мікропіле та залишкове тільце відсутні. У деяких ооцист наявні світлозаломлюючі гранули. Спороцисти продовгувато-овальної форми. На одному із кінців кожної спороцисти наявне штидівське тільце. Наявні залишкові тільця спороцист. Розміри ооцист $28,4 \pm 0,8 \times 18,6 \pm 0,8$ мкм, максимальний – 32,4–21,6 мкм, мінімальний – 24,3–16,2 мкм. Індекс форми $1,54 \pm 0,06$. Споруляція тривала $245 \pm 3,6$ год, мінімум – 221 год, максимум – 260 год.



Рис. 10.
Неспорульована
ооциста *E. scabra*

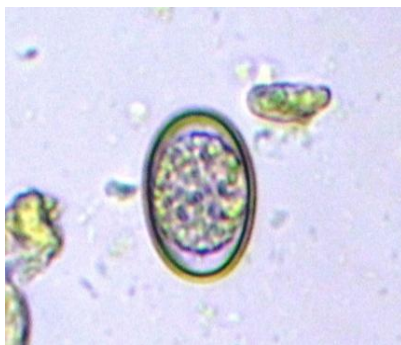


Рис. 11.
Неспорульована
ооциста *E. neodebliecki*



Рис. 12.
Неспорульована
ооциста *E. guevarai*

Isospora suis (Biester et Murray, 1934), родина Eimeriidae, рід Isospora. Ооцисти цього виду округлої або злегка овальної форми, мають гладку зовнішню оболонку, безколірні, іноді з блідо-рожевим або жовтуватим відтінком (рис. 13). Зародкова маса дрібнозерниста, рівномірно розподілена по всій ооцисті. Спороцисти овальні, злегка видовжені, містять залишкові тільця. Спорозоїти більш видовжені, ніж спороцисти. Розміри ооцист $21,9 \pm 0,5 \times 18,6 \pm 0,6$ мкм, максимальний – $24,3-21,6$ мкм, мінімальний – $18,9-16,2$ мкм. Індекс форми $1,18 \pm 0,03$ свідчить, що ооцисти цього виду мають форму наближену до округлої. Споруляція тривала $87,2 \pm 3,3$ год, мінімум – 72 год, максимум – 104 год.

Balantidium suis (Stein, 1863), родина Burcharidae, підряд Spirotricha. Цисти балантидій круглої форми, сірого кольору, мають гладку, двохарову зовнішню оболонку (рис. 14). В середині цисти заповнені дрібнозернистою зародковою масою, яка містить прозорі шароподібні включення. Розміри цист $76,1 \pm 2,5$ мкм, максимальний – 91,8 мкм, мінімальний – 64,8 мкм.



Рис. 13. Ооцисти *I. suis* на різних етапах споруляції



Рис. 14. Цисти *B. suis*

Висновки

Фауна кишкових паразитоценозів свиней в умовах господарств північно-західного регіону України представлена гельмінтами та найпростішими мікроорганізмами. Ідентифіковано п'ять видів нематод (*A. suum*, *O. dentatum*, *T. suis*, *S. ransomi*, *M. elongatus*) та дев'ять видів найпростіших мікроорганізмів (*E. deblickei*, *E. suis*, *E. scabra*, *E. perminuta*, *E. polita*, *E. neodeblickei*, *E. guevarai*, *I. suis*, *B. suis*). Найбільш поширеними паразитами у складі асоціацій змішаних

інвазій свиней були збудники *A. suum*, *O. dentatum* та *E. debliecki*. Водночас, кокцидії *E. neodebliecki* та *E. guevarai* на території України були ідентифіковані вперше.

Список літератури

1. Березовський А. В. Основні паразитози свиней, особливості хіміотерапії та профілактики / А. В. Березовський // Ветеринарна медицина: Міжвід. темат. наук. зб. – 2006. – Вип. 86. – С. 40–49.

2. Гірняк К. М. Функціонування та розвиток підприємств з виробництва свинини : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04 «Екон. та упр. підприємствами (за видами)» / К. М. Гірняк. – Львів, 2011. – 20 с.

3. Григорьев А. Г. Паразитарные болезни свиней в Западном регионе Нечерноземной зоны России : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. вет. наук : спец. 03.00.19 «Паразитология, гельминтология» / А. Г. Григорьев. – М., 1999. – 17 с.

4. Євстаф'єва В. О. Поширення паразитозів свиней у господарствах Полтавської області / В. О. Євстаф'єва // Ветеринарна медицина: Міжвід. темат. наук. зб. – 2008. – Вип. 89. – С. 171–173.

5. Опара Н. М. Історія наукових здобутків у галузі свинарства на Полтавщині / Н. М. Опара // Вісник Полтавської ДАА. – 2007. – № 3 – С. 130.

6. Приходько Ю. О. Кишкові гельмінтози свиней і собак та експериментальне обґрунтування застосування вітчизняного антгельмінтика «Альбендазолу» : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. вет. наук : спец. 16.00.11 «Паразитологія, гельмінтологія» / Ю. О. Приходько. – Х., 2002. – 32 с.

7. Стибель В. В. Асоціативні інвазії у свиней (епізоотологія, розробка, фармако-токсикологічне та терапевтичне обґрунтування щодо застосування бровермектину-грануляту) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. вет. наук : спец. 16.00.11 «Паразитологія, гельмінтологія»; 16.00.04. «Ветеринарна фармакологія та токсикологія» / В. В. Стибель. – Х., 2007. – 42 с.

8. Ятусевич А. И. Эймериозы и изоспороз свиней: монография / А. И. Ятусевич. – Витебск: УО «ВГАВМ», 2006. – 530 с.

ФАУНА КИШЕЧНЫХ ПАРАЗИТОЦЕНОЗОВ СВИНЕЙ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

*Установлено, что паразитофауна кишечного тракта свиней в условиях хозяйств северо-западного региона Украины представлена гельминтами и простейшими микроорганизмами. Обнаружено пять видов нематод (*A. suum*, *O. dentatum*, *T. suis*, *S. ransomi*, *M. elongatus*) и девять видов паразитических простейших (*E. debliccki*, *E. suis*, *E. scabra*, *E. perminuta*, *E. polita*, *E. neodebliccki*, *E. guevarai*, *I. suis*, *B. suis*). Идентифицированные возбудители инвазионных болезней регистрируются в различных комбинациях, что необходимо учитывать при организации и проведении лечебно-профилактических мероприятий.*

Ключевые слова: *свиньи, фауна, смешанная инвазия, инвазионная болезнь, паразитоценоз.*

FAUNA INTESTINE PARASITOTSENOSES OF SWINE AT FARMS OF THE NORTH-WEST OF UKRAINE

*The parasite fauna of the intestine of swine at the animal farms in the North-West region of Ukraine is represented by helminthes and protozoans was established. It was found five species of nematodes (*A. suum*, *O. dentatum*, *T. suis*, *S. ransomi*, *M. elongatus*) and nine species of parasitic protozoa (*E. debliccki*, *E. suis*, *E. scabra*, *E. perminuta*, *E. polita*, *E. neodebliccki*, *E. guevarai*, *I. suis*, *B. suis*). Pathogens of invasive disease of swine were identified and registered in different combinations. It must be considered in the organization and conduct medical and preventive activities.*

Key words: *swine, fauna, mixed invasion, invasive disease, parasitosenosis.*

УДК 630*[561.24+413.2]

**РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ ФЕНОФОРМ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В
ОСЕРЕДКАХ МАСОВОГО РАЗМНОЖЕННЯ П'ЯДУНА ЗИМОВОГО
(*OPEROPHTEA BRUMATA* L.) У ЛІСАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ**

Р.О. Андрущенко, здобувач*

Житомирський національний агроекологічний університет

І. М. Коваль, кандидат сільськогосподарських наук

УкрНДІЛГА

Дендрохронологічними методами встановлено, що в умовах Центрального Полісся пізня феноформа дуба звичайного менше пошкоджується гусінню, ніж рання феноформа під час спалахів масових розмножень п'ядуна зимового. Рання феноформа дуба виявилася більш чутливою до погодних умов, ніж пізня. Радіальний приріст дерев ранньої та пізньої феноформ дуба звичайного обмежують посухи протягом вегетаційного періоду, низькі та високі зимові та ранньовесняні температури.

Ключові слова: п'ядун зимовий, спалахи масового розмноження, дендрохронологічні методи

Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) зустрічається у трьох феноформах: ранній (*var. praesox*), проміжній і пізній (*var. rardiflora*), які вперше були описані В. М. Черняєвим у 1858 р. [22]. Він відзначив, що різниця термінів розпускання листя та цвітіння у цих форм дуба досягає 20-30 днів. Встановлено, що феноформи дуба відрізняються за різними ознаками, зокрема часом розпускання листя і цвітіння, фізико-механічними властивостями деревини, посухостійкістю тощо [7].

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор А.І. Гузій

Встановлено, що для початку вегетації пізньої феноформи дуба потрібна у 2-2,5 рази більша сума позитивних (після переходу через 0°) або ефективних (+5 ° і вище) температур, ніж для ранньої [8]. Деякі вчені виділяють не лише ранню та пізню феноформи, але й проміжну [8, 27].

Інші стверджують, що дерева пізньої феноформи дуба мають більшу енергію росту [8, 9]. Феноформи дуба відрізняються також за фізико-механічними властивостями деревини, посухостійкістю тощо. У насаджень ранньої феноформи дуба виявлене зниження біологічної стійкості [3]. Пізня форма дуба стійкіша проти впливу негативних факторів, ніж рання. Це пов'язано з меншою пошкодженістю молодого листя весняними приморозками та комахами-листогризами [17].

Рання феноформа у переважній більшості домінує на підвищених елементах рельєфу, пізня – тяжіє до знижених [12, 14]. У Білорусі пізня феноформа дуба зустрічається на підвищених місцях [23]. У заплавах річок переважає рання феноформа [18]. Однак ці фенологічні форми часто ростуть разом.

Періодично значні площі твердолистяних лісів Центрального Полісся зазнають дефоліації від гусениць п'ядуна зимового (*Operophtera brumata* L.) та п'ядуна-обдирала (*Epirrita autumnata*) [1, 2, 16]. Встановлено, що порівняно з іншими комахами-листогризами, п'ядун зимовий найбільше впливає на твердолистяні лісостани Житомирського Полісся.

Питання про роль зимового п'ядуна у зниженні приросту дубових насаджень обґрунтоване недостатньо. Відзначається, що навіть одноразове понад 50%-не ушкодження листя, може згубно вплинути на стан крони, оскільки листя, що відростає після ушкодження, не досягає параметрів (маси і площі) весняного листя, що негативно позначається на прирості [13].

Радіальний приріст – це інтегральний показник, який відображає вплив абіотичних (клімат, рельєф тощо), біотичних (конкуренція в насадженні, пошкодження шкідниками тощо) та антропогенних факторів (рекреація, забруднення, рубки тощо) [4, 25].

Вплив погодних умов на приріст фенологічних різновидів дуба звичайного вивчали С.І. Костін, Ю.П. Єфімов, S.Y. Zhang, В.В. Рубцов, І.А. Уткіна, А.В.

Дунаєв та ін. [6, 8, 11, 19, 20, 29]. Багато наукових робіт присвячено дослідженню впливу комах-листогризів на приріст дуба, що можна пояснити господарською важливістю цього питання. На наявність прямої залежності між ступенем пошкодження крон та втратами приросту пошкоджених комахами-листогризами дерев вказують більшість із них [15, 20, 21].

Н.І. Лямцев доводить, що однократне сильне ушкодження нагірних судібров 55-85-річного віку II-V-го бонітетів (близько 60%) зеленою дубовою листовійкою із наступним помірним ушкодженням вторинного листа непарним шовкопрядом знижує приріст на 26-54% [13]. Також він вказує, що більш ніж дворазове ушкодження крон дуба середньої та високої інтенсивності є критичним і втрати приросту сягають 80%. Крім того, його відновлення відбувається із запізненням, що веде до масового всихання дерев [13].

В.В. Рубцов, І.А. Уткіна у Теллерманівському лісництві Воронежської області встановили, що коефіцієнт кореляції між величиною втрат річного радіального приросту деревини стовбура і величиною ушкодження крон дуба для нагірних знітевоосокових дібров дорівнює 0,48-0,92, а втрати приросту за умов одноразового суцільного об'їдання листя становлять 40%, при дворазовому — 60% [20].

Спостереження Ю.П. Єфімова підтвердили дані інших вчених про те, що пізня феноформа значно рідше, порівняно з ранньою, піддається впливу пізніх весняних приморозків і комах-листогризів [8]. Дослідженнями іранських вчених [26] з'ясовано, що *E. defoliaria* і *O. brumata* зменшували радіальний приріст бука, клена і граба у північних лісах Ірану в 1998-1999 рр. Сильне зниження приросту дерев, ушкоджених *O. brumata*, виявлене у Східній Фенноскандії [28].

Передчасна дефоліація дерев призводить до зменшення фотосинтезу, внаслідок чого погіршується радіальний приріст дерев [10]. Вплив дефоліації на структуру річних кілець можна класифікувати як опосередкований, що впливає на приріст через рівень асимілятів та гормонів росту [5]. Радіальний приріст дуба звичайного можна використовувати як біоіндикатор, який виявляє вплив життєдіяльності п'ядунів зимового і обдирало на розвиток дерев.

Не зважаючи на велику кількість робіт, присвячених впливу п'ядуна зимового на приріст деревостанів, до цього часу його вивчали в умовах Центрального Полісся.

Метою дослідження є вивчення впливу спалахів масового розмноження п'ядуна зимового на радіальний приріст ранньої та пізньої форм дуба звичайного в Центральному Поліссі.

Об'єкти та методика. Дослідження проводили у 2006-2014 рр. у деревостанах ДП «Житомирське лісове господарство». Для відбору об'єктів було використано базу даних, створену співробітниками кафедри експлуатації лісових ресурсів Житомирського національного агроекологічного університету. Джерелами інформації при їх створенні були публікації у наукових виданнях, офіційні звіти лісогосподарських та лісозахисних підприємств Житомирського обласного управління лісового і мисливського господарства (ЖОУЛМГ), книги обліку шкідників і хвороб, а також дані, отримані працівниками кафедри експлуатації лісових ресурсів за нашої участі під час наукових досліджень.

Об'єктами досліджень слугували три середньовікові деревостани дуба звичайного Богунського та Корабельного лісництв ДП «Житомирське ЛГ», які зростають в умовах C_2 - C_3 та зазнавали різного ступеню пошкодження крон (15, 25 та 50% дефоліації) під час спалаху масового розмноження п'ядуна зимового (2002-2003 рр.). У кожному деревостані заклали по одній рівномірній прямокутній пробній площі (ПП), згідно із ГОСТ 16128-70, ОСТ 56-69-83.

Для вивчення радіального приросту дерев дуба в осередках масового розмноження п'ядуна зимового використовували стандартні дендрохронологічні методики [4, 25]. Буравом Преслера брали по одному керну із 20 дерев дуба основного діаметра I-II класів Крафту, що ростуть у різних частинах відповідної ПП [4, 24].

Вимірювання кернів проведено мікрометром МБС-2 з точністю до 0,1 мм. Середні значення величин радіального приросту усереднено для створення деревно-кільцевих хронологій кожної ПП. Проведено перехресне датування для встановлення дати формування кожного шару річної деревини [4, 24]. Зроблено графічне порівняння кривих радіального приросту дуба ранньої та пізньої форм з

кліматичними даними Житомирської метеостанції. Визначено реперні роки (мінімального та максимального радіального приросту дерев). Проведено статистичне порівняння середніх значень радіального приросту до пошкодження (1996-2001 рр.) і після нього (2002-2007 рр.) Проведена індексація (стандартизація) абсолютних значень радіального приросту дуба з метою вилучення біологічного (вікового) тренду за допомогою 3-річних ковзних [4] для кожної ПП. Кореляційним аналізом виявлено зв'язки між індексами радіального приросту ранньої та пізньої феноформ дуба з одного боку та кліматичними чинниками – з другого.

Результати дослідження та їх обговорення. Динаміку радіального приросту ранньої та пізньої форм дуба звичайного за період 1992 – 2007 рр. в насадженнях з різним породним складом та з різним рівнем пошкодження крон п'ядуном зимовим (2002 – 2004 рр.) наведено на рис. 1 – 3. До початку пошкодження динаміка радіального приросту була подібною як за абсолютними значеннями, так і коливаннями. Після пошкодження п'ядуном зимовим у 2002-2003 рр. спостерігали відмінності в абсолютних значеннях шарів річної деревини ранньої та пізньої форм. Пізніше ця різниця підтвердиться статистично.

Виявлено роки мінімального приросту: 1995-1996, 2000, 2002-2003 та 2007 рр. У 1995 році радіальний приріст дуба обмежували опади, яких випало на 15% менше, порівняно із середніми значеннями. До того ж зима та рання весна 1996 року виявилися надзвичайно холодними: зимові температури були на 58%, а березневі – на 62% нижчі від середніх відповідних значень.

У 2000 році радіальний приріст дуба обмежувала посуха (опадів випало майже на 13% менше, порівняно з середніми значеннями).

У 2002-2003 рр. відбулося пошкодження насаджень п'ядуном зимовим, яке у 2002 році спровокували вищі на 15% температури (порівняно з відповідними середніми значеннями) упродовж вегетаційного періоду, а у 2003 році кількість опадів за квітень-серпень була на 37% меншою від середніх відповідних значень. У 2007 році радіальний приріст обмежували посухи упродовж вегетаційного періоду (температури були вищими за середні на 12%) та надзвичайно високі зимові температури. Деревя були ослабленими впливом погодних умов зими та

ранньовесняних температур, які перевищили поріг для сприятливих умов росту (рис. 1-5).

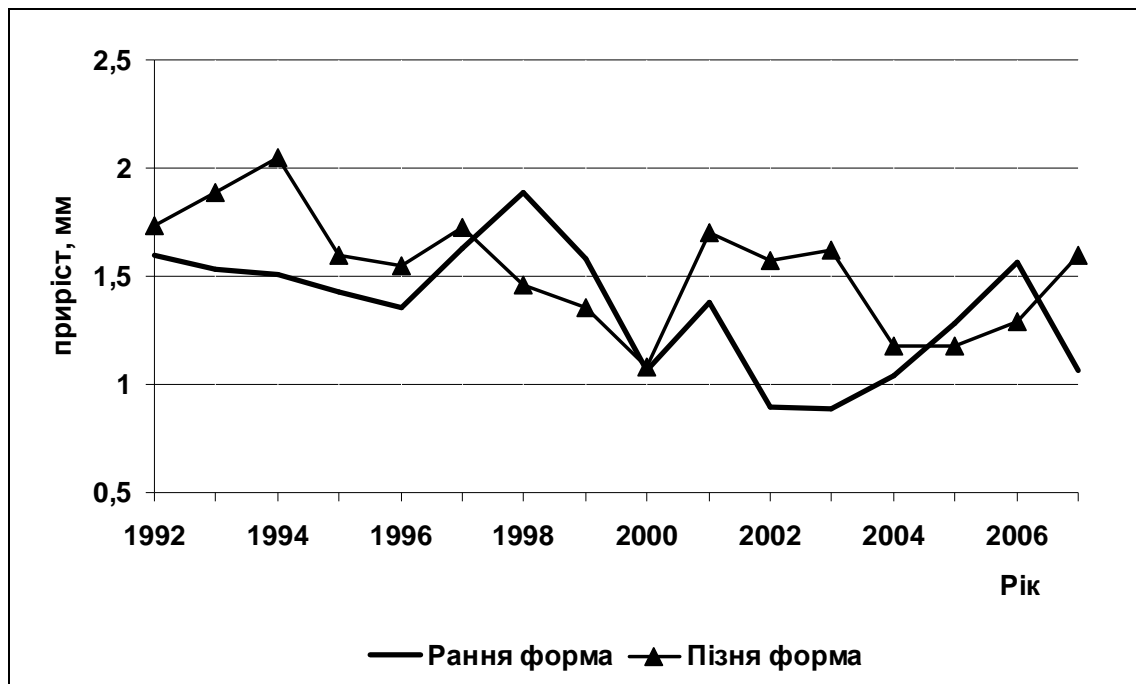


Рис. 1. Динаміка радіального приросту ранньої та пізньої форм дуба звичайного в насадженні, пошкодженому в 2002-2003 рр. п'ядуном зимовим (дефоліація крон 15%).

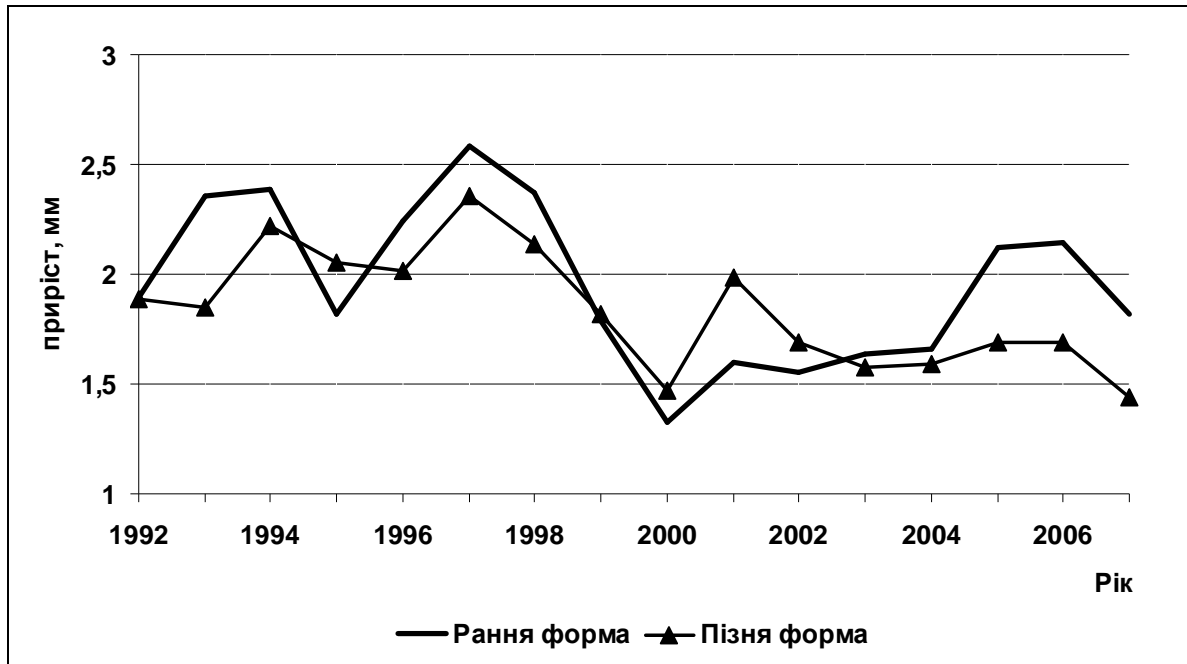


Рис. 2. Динаміка радіального приросту ранньої та пізньої форм дуба звичайного в насадженні, пошкодженому в 2002-2003 рр. п'ядуном зимовим (дефоліація крон 25%).

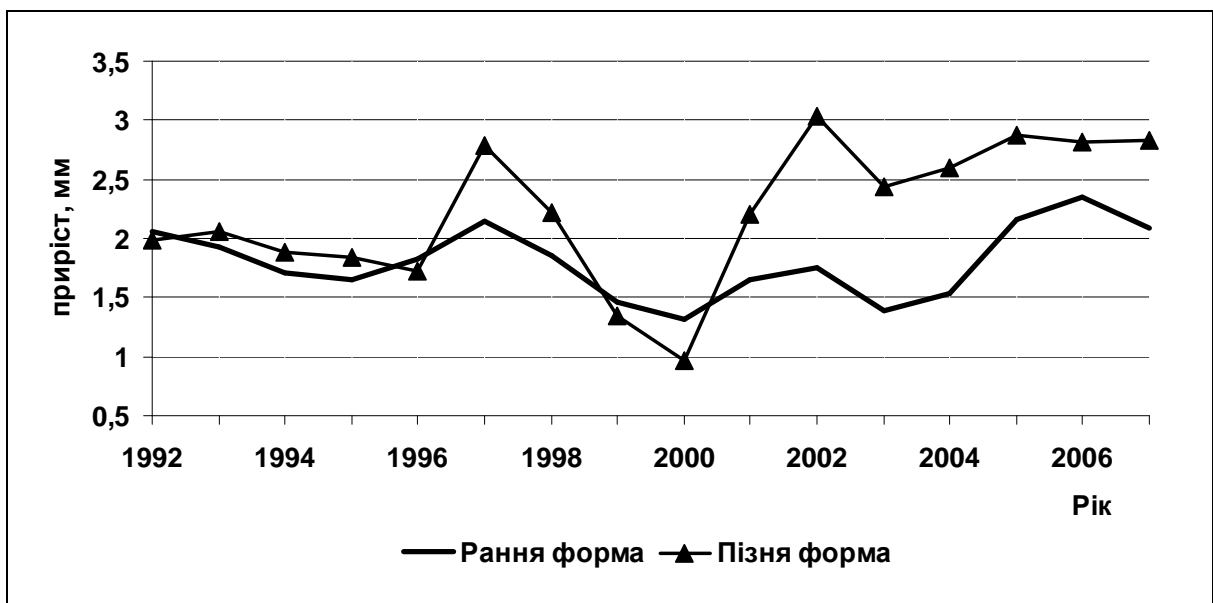


Рис. 3. Динаміка радіального приросту ранньої та пізньої форм дуба звичайного в насадженні, пошкодженому в 2002-2003 рр. п'ядуном зимовим (дефоліація крон 50%).

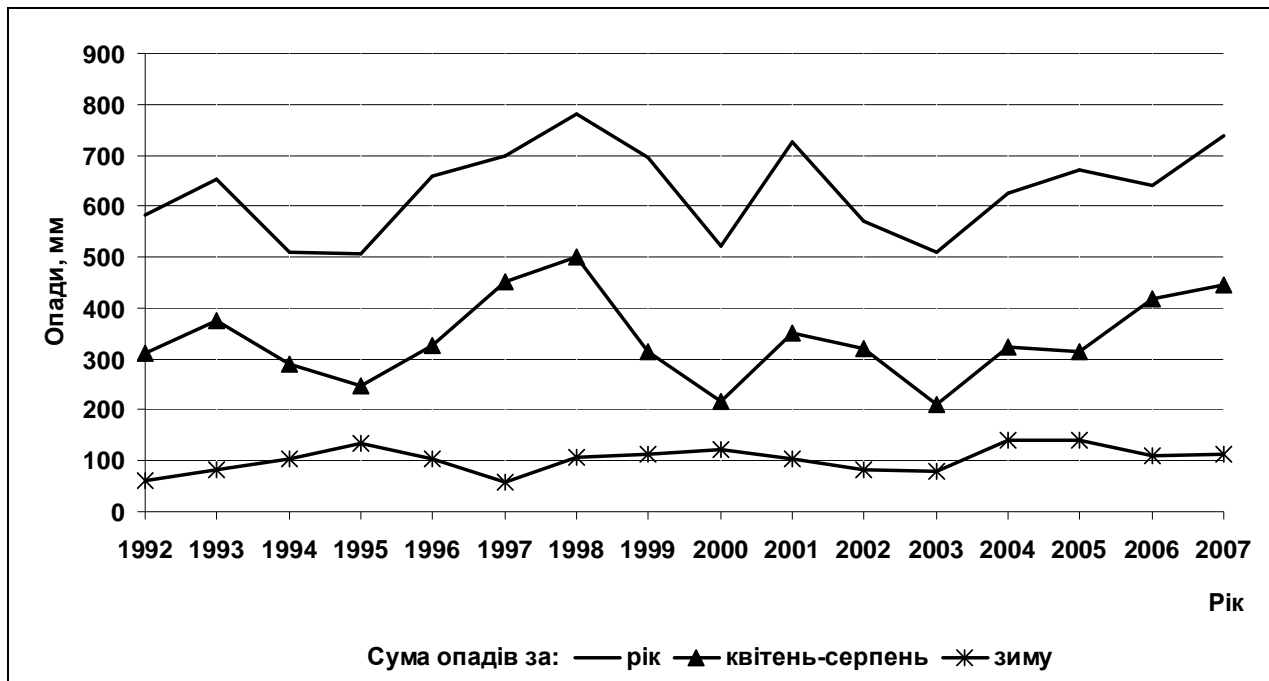


Рис. 4. Динаміка опадів за даними Житомирської метеостанції

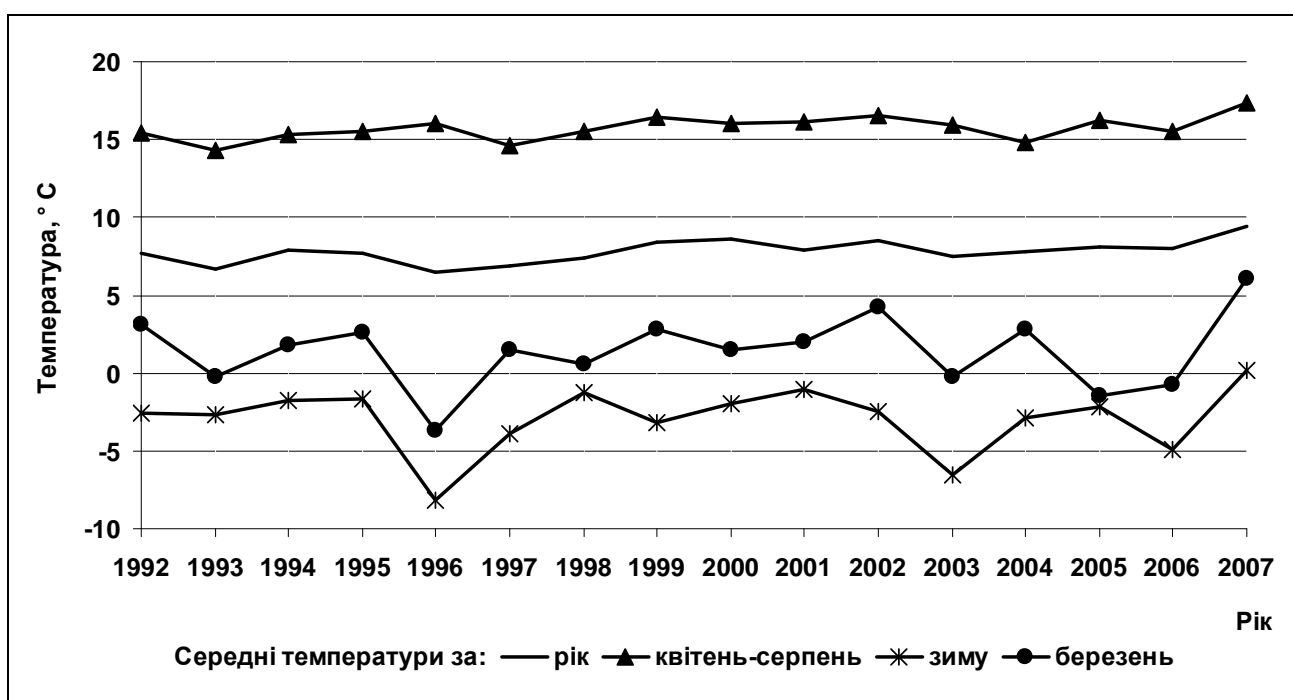


Рис. 5. Динаміка температур за даними Житомирської метеостанції

У роки максимального приросту (2001 рік – для насадження з 15%-ним рівнем дефоліації, 1994, 1997 та 2001 – з 25%-ним рівнем дефоліації та 1997, 2002 – з 50%-ним рівнем дефоліації) спостерігалось сприятливе співвідношення тепла та вологи (див. рис. 1-5).

При порівнянні середніх значень річних кілець дуба ранньої та пізньої форм у насадженні з 15%-ним рівнем дефоліації для 1997-2001 рр. (до спалаху п'ядуна зимового) і для 2001-2007 рр. (після спалаху шкідника) суттєвої різниці не виявлено.

Після пошкодження насаджень шари річної деревини ранньої форми дуба зменшилися на 24%, а радіальний приріст пізньої форми дуба – лише на 5%.

Між середніми значеннями радіального приросту ранньої та пізньої форм дуба за період до пошкодження насаджень п'ядуном зимовим (1996-2001 рр.) достовірної різниці не виявлено, як і для періоду після пошкодження деревостану (2002-2007 рр.). У 2002-2007 рр. середня величина радіального приросту ранньої форми дуба була на 11% меншою за приріст пізньої форми (табл. 1).

1. Порівняння середніх величин шарів ранньої та пізньої форм дуба звичайного до і після пошкодження насаджень п'ядуном зимовим у 2002-2003 рр.

1996-2001 (до спалаху)				2002-2007 (після спалаху)		
Феноформа	Середнє, мм	Достовірність різниці між середніми значеннями річного приросту деревини ранньої та пізньої форм дуба		Середнє, мм	Достовірність різниці між середніми значеннями річного приросту деревини ранньої та пізньої форм дуба	
		t _{факт.}	t _{теор.}		t _{факт.}	t _{теор.}
ПП № 1 (15%-ний рівень дефоліації крон)						
Рання	1,48±0,11	0,03	2,78 _{0,05}	1,12±0,11	2,05	2,78 _{0,05}
Пізня	1,47±0,10			1,40±0,09		
ПП № 2 (25%-ний рівень дефоліації крон)						
Рання	1,99±0,20	0,09	2,78 _{0,05}	1,82±0,10	1,84	2,78 _{0,05}
Пізня	1,96±0,12			1,61±0,04		
ПП № 3 (50%-ний рівень дефоліації крон)						
Рання	1,74±0,12	0,56	2,78 _{0,05}	1,88±0,15	4,99	4,60 _{0,01}
Пізня	1,88±0,27			2,77±0,09		

Для насадження з 50%-ним рівнем дефоліації в період до пошкодження п'ядуном зимовим суттєвої різниці між ранньою та пізньою формами не було виявлено, однак після пошкодження ця різниця виявилася достовірною. При цьому приріст у пізньої форми дуба виявився на 31% вищим, ніж приріст у ранньої форми, що свідчить про вищу стійкість пізньої форми дуба проти пошкодження крон п'ядуном зимовим.

Кореляційним аналізом виявлено достовірні зв'язки між індексами ранньої форми дуба з одного боку і сумами опадів за рік та вегетаційний період – з іншого. Також відносна вологість, яка є інтегральним показником температури і опадів, достовірно впливає на радіальний приріст дуба ранньої форми в періоди з квітня до серпня та з червня до липня. не було виявлено достовірних зв'язків з температурами ні для ранньої, ні для пізньої форм (табл. 2).

Тобто виявлено, що рання феноформа дуба чутливіша до погодних умов, ніж пізня.

2. Кореляційні зв'язки між індексами ранньої та пізньої форм дуба і кліматичними чинниками для 1993-2006 рр.

Кліматичні чинники	Рання форма дуба	Пізня форма дуба
Сума опадів за рік, мм	0,65*	0,42
Сума опадів за квітень-серпень, мм	0,72**	0,54
Середня відносна вологість за квітень-серпень	0,57*	0,46
Середня відносна вологість за червень-липень	0,57*	0,57*

* $p \leq 0,05$;

$p \leq 0,01$.

Висновки:

1. В умовах Центрального Полісся пізня феноформа дуба звичайного виявилася стійкішою проти об'їдання крон п'ядуном зимовим, порівняно з ранньою. Виявлено достовірну різницю (31%) між величинами шарів річної деревини ранньої та пізньої феноформ дуба для насадження з 50%-ним рівнем дефоліації п'ядуном зимовим у 2002-2003 рр.

2. Низькі і високі зимові та ранньовесняні температури, та, особливо, посухи упродовж вегетаційного періоду обмежували радіальний приріст пізньої та ранньої форм дуба у роки мінімального приросту (1995-1996, 2000, 2002-2003 та 2007).

3. В умовах Центрального Полісся рання феноформа дуба виявилася чутливішою до змін погодних умов, порівняно з пізньою.

Список літератури

- 1 Андрущенко Р.О. Вплив породного складу лісостанів на амплітуду осередків масового розмноження п'ядуна зимового (*Operophtera brumata* L.) в умовах Центрального Полісся /Р.О. Андрущенко// Наук. вісн. НЛТУ: збірн. наук.-тех. праць. – Львів: НЛТУ, 2013. Вип. 23.7. – С. 38-44.
- 2 Андрущенко Р.О. Особливості динаміки осередків масового розмноження комах-листогризів у лісах Центрального Полісся /Р.О. Андрущенко, О.Г. Болюх // Наук. вісн. НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво» – К.: ВЦ НУБіП України, 2013. – Вип. 187, ч. 2. – 232 с.
- 3 Ащеулов Д.И. Состояние дубра в Хоперского государственного заповедника /Д.И. Ащеулов, В.И. Таранков// Изв. вузов. Лесн. ж-р. – 1994. – №4.– С. 120-123.
- 4 Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинскас. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 170 с.
- 5 Ваганов Е.А. Рост и структура годичных колец хвойных / Е.А. Ваганов, А.В. Шашкин. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 2000. – 232 с.

- 6 Дунаев А.В. Влияние насекомых-филлофагов ранневесеннего комплекса на годичный радиальный прирост кленово-липовых дубрав 80-90-летнего возраста Харьковской области /А.В. Дунаев// Изв. Харьк. энтомол. об-ва, 1998. – Т. VI, вып.1. – С.127-129.
- 7 Енькова Е.И. Влияние температуры воздуха на набухание и раскрытие листовых почек черешчатого дуба /Е.И. Енькова // Науч. зап. ВЛТИ – 1960.– Т. – С.71–85.
- 8 Ефимов, Ю.П. Фенологические формы дуба черешчатого в условиях Центральной лесостепи и их лесохозяйственное значение: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. с/х. наук : 06.03.01 /Ю. П. Ефимов, 1966. – 24 с.
- 9 Кобранов, Н.П. Селекция дуба текст. / Н.П. Кобранов. – М., 1925.
- 10 Коваль І.М. Дендрохронологічні дослідження кінського каштана звичайного, пошкодженого каштановою мінуючою міллю в Лісостепу /І.М. Коваль, І.М. Мікуліна // Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць – Львів : РВВ НЛТУ України, 2012. – Вип. 22.10. – С. 40-45.
- 11 Костин С.И. Влияние осадков на прирост раннего и позднего дуба / С.И. Костин // Лесовед. – 1968. – № 2 – С. 80-84.
- 12 Лукьянец В.Б. Устойчивость насаждений фенологических разновидностей дуба. - В ин.: Состояние и пути улучшения дубрав РСФСР / В.Б. Лукьянец. - Воронеж, 1975. – С.64-69.
- 13 Лямцев, Н.И. Влияние листогрызущих насекомых на прирост дуба в порослевых насаждениях / Н. И. Лямцев // Лесоведение. – 1995. – №6. – С. 39-42.
- 14 Мачинский А.С. О расах дуба Лесоведение и лесоводство, 1927. – Вып. 4.
- 15 Мешкова В.Л. Радіальний приріст дерев сосни в осередках соснових пильщиків у Луганській області / В. Л. Мешкова, М. С. Коленкіна, О. В. Зінченко // Біологічне різноманіття і сучасна стратегія захисту рослин: матеріали міжнарод. наук.-практ. конференції до 90-річчя з дня народження д.б.н. проф. Б. М. Літвінова. – Х.: ХНАУ, 2011. – С. 83 – 84.

- 16 Мешкова В.Л. Динаміка осередків масового розмноження зимового п'ядуна як основа прогнозування його спалахів / В.Л. Мешкова // Сучасний стан і перспективи захисту плодово-ягідних культур і винограду від шкідливих організмів: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Харків, 21–25 травня 2001 р.). – Х.: РВП “Оригінал”, 2001. – С. 108-111.
- 17 Молчанов А.Г. Интенсивность фотосинтеза рано- и позднораспускающихся форм дуба черешчатого в условиях нестаточного увлажнения /А.Г. Молчанов// Структурные и функциональные отклонения от нормального роста и развития растений под воздействием факторов среды: Материалы Международной конференции. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. – С. 204-209.
- 18 Пятницкий С.С. Селекция дуба / С.С. Пятницкий. – М.: Гослесбумиздат, 1954. – 148 с.
- 19 Рубцов В.В. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию / В.В. Рубцов, И.А. Уткина. – М.: Ин-т лесоведения, 2008. – 302 с.
- 20 Рубцов В.В. Влияние метеофакторов на прирост древесины дуба черешчатого / В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Лесоведение. – 1995. – № 1. – С. 24-34.
- 21 Турчинская И.Я. Влияние объедания листьев непарным шелкопрядом и другими листогрызущими вредителями на рост дуба / И.Я. Турчинская // Зоологический журнал, – 1963. – Вып.42. – С.258–255.
- 22 Черняев В.М. О лесах Украины / В. М. Черняев. – М., 1858. – 54 с.
- 23 Юркевич И.Д. Дубравы Белорусской ССР и их восстановление / И.Д. Юркевич. – Мн.: Госиздат БССР, 1951. – 217 с.
- 24 Cook Edward R. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences Author: [edited by Edward R. and Leonardas A. Kairiukstis]. – Dordrecht: the Netherlands: Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. – 394 p.
- 25 Fritts H.C. Tree rings and climate / H.C. Fritts // Fritts Academic Press. – New York. – 1976. – 567 p.

- 26 Kia Daliri H. The effect of leaf feeder moth (*Erannis defoliaria* & *Operophtera brumata*) on radial growth of 3 tree species in north of Iran (case study: Mashalak, Nowshahr) / H. Kia Daliri, S. Kazemi Najafi, Y. Ahangaran// Archive of SID Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 2007 – Vol. 15, №3. – 309 p.
- 27 Stojkovic M. Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta luznjaka (*Quercus robur* L.) / M. Stojkovic // Glas. Sumske pokuse, 1991. – Vol.27. – P.227 – 259.
- 28 Tikkanen O.-P. Spatial pattern of outbreaks of *Operophtera brumata* in eastern Fennoscandia and their effects on radial growth of trees /O.-P. Tikkanen, H. Roininen// Forest Ecology and Management, 2001 – Vol. 146, Issues 1–3, – P. 45-54.
- 29 Zhang S.Y. Intratree and intertree variation in selected wood quality characteristics of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) / S.Y. Zhang, G. Nepveu, R. Eyono Owoundi// Canadian Journal of Forest Research, 1994, – Vol. 24(9) – P.1818-1823.

Радиальный прирост фенотипов дуба обыкновенного в очагах массового размножения зимней пяденицы (*Operophtera brumata* L.) в лесах

Центрального Полесья

Р.О. Андрущенко, И. М. Коваль

Дендрохронологическими методами установлено, что в условиях Центрального Полесья поздняя фенотип дуба обычного меньше повреждается гусеницами, чем ранняя фенотип во время вспышек массовых размножений зимней пяденицы. Ранняя фенотип дуба оказалась более чувствительной к погодным условиям, чем поздняя. Радиальный прирост деревьев ранней и поздней фенотип дуба обычного ограничивают засухи на протяжении вегетационного периода, низкие и высокие зимние и ранневесенние температуры.

Ключевые слова: зимняя пяденица, вспышки массового размножения, дендрохронологические методы

Radial growth of oak (*Quercus robur* L.) phenofoms in places of winter moth (*Operophtera brumata* L.) mass reproduction in Cenral Woodland Forests

R.O. Andrushchenko, I.M. Koval

Dendrochronological methods helped to establish that in Central Woodland region late form of oak was less damaged by winter moth (*Operophtera brumata* L). in comparison with the early form during pest outbreak in 2002-2003. Early oak form turned out to be more sensitive to weather conditions than the late one. Radial growth of early and late oak forms is restricted with droughts during vegetation period, low and high winter and early spring temperatures.

Key words: *winter moth, outbreaks, dendrochronological methods.*

УДК 631.3.02: 004.358.001.891.57

НОВА КОНЦЕПЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ І МЕТОДИ СТВОРЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

В.П. ДАВИДЮК, кандидат технічних наук.

Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. виробництва ім. Л. Погорілого (УкрНДІПВТ)

Подано принципово нову концепцію взаємодії елементів механічної системи. Сформульовано принцип мінімуму взаємодії та закон збереження потужності. Наведено методи створення аналітичних моделей.

Ключові слова: концепція, принцип мінімуму взаємодії, методи.

Створення та удосконалення робочих елементів машин можливе за результатами науково-дослідних робіт, під час проведення яких визначаються необхідні кінематичні та конструктивні параметри.

До нинішнього часу широко відома концепція, що переміщення об'єктів сировини малих розмірів по робочому елементі машини можна представити аналітичними моделями руху матеріальної точки. Але створені моделі не є досконалими, оскільки нехтуються геометричні параметри, що позбавляє об'єкт сировини займати певний простір. А це засвідчує, що відповідні елементи реальної механічної системи не відображаються у моделях образами геометричного простору видозміненої перспективи.

Відсутність належної формалізації взаємодії робочих елементів сільськогосподарських машин та об'єктів рослинної сировини певною мірою впливає на технічний рівень машин та на ефективність виконання ними технологічних операцій. Тому розроблення фундаментальних положень для визначення необхідних параметрів робочих елементів машин є актуальною проблемою.

Мета дослідження. Розроблення фундаментальних аспектів для визначення необхідних параметрів робочих елементів машин, які підвищували б ефективність виконання технологічних операцій.

Матеріал і методика досліджень. Результати спостережень взаємодії робочих елементів сільськогосподарських машин та об'єктів рослинної сировини свідчать, що під час виконання технологічних операцій чинником зовнішньої дії на об'єкти сировини є рухома маса робочого елемента машини і навпаки, чинником дії на робочий елемент є маса об'єктів сировини, при цьому на них також впливає земне тяжіння. Тому розроблення аналітичних положень взаємодії елементів механічної системи створюватимемо не за другим законом Ньютона, в якому прискорення матеріальної точки здійснюється силовою компонентою метафізичного характеру, а за принципово новою концепцією, суть якої полягає в тому, що:

- під час взаємодії елементів механічної системи передається кількість руху (імпульс) одного елемента іншому і навпаки, при цьому передача кількості руху та деформація відображається системою рівнянь кінематичного зв'язку;

- характер взаємодії елементів механічної системи досліджується чисельними методами за програмним забезпеченням комп'ютерної системи MATLAB, у яке змінні величини заносяться за списком, визначеним функцією `varargin`, а результати обчислень виводяться функцією `varargout`;

- кінематичні та конструктивні параметри робочого елемента машини визначаються за аналітичними моделями під час порівняння теоретичного значення деформації з граничною величиною, визначеною експериментально.

Нову концепцію взаємодії елементів механічної системи сформуємо за поняттями та визначеннями, частково наведеними в роботах [3, 4, 5, 6, 8, 9], сутність яких подамо в аксіоматичній формі:

- за об'єкт рослинної сировини приймаємо дискретний елемент сільськогосподарського виробництва: зерно, коренеплід, бульбоплід, гранулу мінеральних добрив, а також ґрунтовий агрегат певної конфігурації,

сформований частинками ґрунту, поєднаними органічними та хімічними речовинами тощо;

– сукупність робочого елемента машини та об'єкта рослинної сировини з властивостями реальних тіл, що безпосередньо взаємодіють в полі земного тяжіння, приймаємо за механічну систему;

– за конфігурацію механічної системи приймаємо сукупність взаємних положень її елементів, аналітично описаних квазі чи узагальненими координатами, значення яких співвідносяться з однозначними положеннями системи;

– невраховані маси елементів механічної системи, які взаємодіють між собою, за Г. Герцем, можуть вважатись "прихованими", при цьому конкретні властивості їх взаємодії відображаються чисельними значеннями, визначеними за емпіричними дослідженнями (прискорення вільного падіння, значення магнітної індукції тощо);

– координатна система з певним масштабом осей та часом, яка пов'язана з центром інерції одного із елементів механічної системи, що рухається відносно абсолютної системи поступально, прямолінійно і рівномірно, є інерційна; якщо рух центра інерції елемента з координатною системою прискорений, то така система приймається за неінерційну [2, 6];

– система аналітичних моделей, є сукупністю нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку із змінними коефіцієнтами, в якій час незалежний змінний параметр, а квазі та узагальнені координати елементів механічної системи – залежними змінними, які за сукупністю із крайовими умовами однозначно визначають попередній, теперішній та майбутній стан системи за будь-який проміжок часу;

– система рівнянь кінематичного зв'язку елементів механічної системи є поєднана математичними операторами символна сукупність не лише геометричних та кінематичних, але й фізико-механічних та інших параметрів, доданих окремою умовою;

– якщо рівняння зв'язку обмежує тільки положення елементів механічної системи, то такий аналітичний зв'язок, за Г. Герцем, вважається голономним

$$df_i = \sum \frac{\partial f_i}{\partial q_i} dq_i ,$$

при цьому наявність принаймні одного диференціального співвідношення між ними

$$\sum_{i=1}^k a_{ij} dq_i + a_j dt = 0, \quad (i=1,2,3,\dots,n),$$

де коефіцієнти a_{ij} та a_j є неперервними функціями координат, швидкостей та часу, зумовлює неголономність системи;

– дотик елементів механічної системи, який допускає матеріальну або іншу взаємодію фізичної природи виражається в тому, що одній чи декільком парам значень індексів i та j узагальнених координат q_i і q_j їх диференціали у протилежних напрямках будуть рівні $dq_i + dq_j = 0$, при цьому різниця відносних переміщень точок елементів механічної системи з плином часу є *деформація*;

– квазікоординати, є змінні величини, представлені кінематичними рівняннями Ейлера, які відрізняються від кутових швидкостей $\dot{\theta}$, $\dot{\phi}$, $\dot{\psi}$ тим, що вони не є повними похідними від узагальнених координат.

Оскільки взаємодія елементів механічної системи характеризується передачею кількості руху одного елемента іншому і навпаки, то за методом А. Ейнштейна [2], закон збереження імпульсу $m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$ представимо у формі:

$$m_i \vec{a}_i = 0, \quad (i=1,2,3,\dots,n), \quad (1)$$

де по i – му індексу проводиться підсумок від 1 до n ;

m_i, \vec{a}_i – маса та прискорення елементів механічної системи.

Характерною особливістю аналітичного представлення взаємодії елементів механічної системи полягає в тому, що передача кількості руху та їх деформація відображається системою рівнянь кінематичного зв'язку [5]:

$$dq_i = a_{ij} dq_j + a_i dt, \quad (i=1,2,3,\dots,n; j=1,2,3,\dots,m), \quad (2)$$

де a_{ij}, a_i – коефіцієнти, залежні від конфігурації механічної системи та часу.

За розділенням на dt та повторним диференціюванням рівняння (2) запишемо:

$$\ddot{q}_i = a_{ij} \ddot{q}_j. \quad (3)$$

При цьому варіації прискорень $\delta \ddot{q}_i$, сумісні із аналогічними варіаціями прискорень $\delta \ddot{q}_j$ в момент часу ($\delta t = 0$) набувають вигляду:

$$\delta \ddot{q}_i = a_{ij} \delta \ddot{q}_j, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m). \quad (4)$$

Помноживши за методом К. Гаусса [3] співвідношення (1) на варіацію прискорень $\delta \ddot{q}_i$ запишемо:

$$m_i \vec{a}_i \cdot \delta \ddot{q}_i = 0 \quad (5)$$

Підставивши рівняння (4) у співвідношення (5) запишемо:

$$m_i \vec{a}_i \cdot a_{ij} \delta \ddot{q}_j = 0. \quad (6)$$

Частинну похідну рівняння (3) представимо в такій формі:

$$\frac{\partial \vec{a}_i}{\partial \ddot{q}_j} = a_{ij}. \quad (7)$$

Тоді за підстановкою рівняння (7) у співвідношення (6) маємо:

$$m_i \vec{a}_i \frac{\partial \vec{a}_i}{\partial \ddot{q}_j} \cdot \delta \ddot{q}_j = 0. \quad (8)$$

Трансформували вираз $m_i \vec{a}_i \frac{\partial \vec{a}_i}{\partial \ddot{q}_j}$ у частинну похідну $\frac{\partial}{\partial \ddot{q}_j} \left(\frac{m_i \vec{a}_i^2}{2} \right)$

співвідношення (8) представимо у такому вигляді:

$$\frac{\partial}{\partial \ddot{q}_j} \left(\frac{m_i \vec{a}_i^2}{2} \right) \cdot \delta \ddot{q}_j = 0 \quad (9)$$

Позначивши $\left(\frac{m_i \vec{a}_i^2}{2} \right)$ символом N співвідношення (9) набуває конфігурації:

$$\frac{\partial N}{\partial \ddot{q}_j} \cdot \delta \ddot{q}_j = 0, \quad (10)$$

де N – аналітична модель зміни потужності взаємодії елементів механічної системи, яка здійснюється за плином часу, $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-4}$ або $\text{Вт} \cdot \text{с}^{-1}$;

\ddot{q}_j – вторинні похідні узагальнених координат.

Із співвідношення (10) випливає формулювання *принципу мінімуму взаємодії*, суть якого полягає в тому, що за будь – який проміжок часу істинна взаємодія елементів механічної системи, відрізняється від усіх можливих взаємодій, сумісних із зв'язками, здійснених за початковою конфігурацією та початковими швидкостями, тією властивістю, що при дійсній взаємодії варіація зміни потужності дорівнює нулю.

(11)

Принцип (11) має диференціальний характер, який показує на ознаку, що реальна взаємодія відрізняється від можливих взаємодій тим, що модель зміни потужності дає екстремум порівняно з іншими взаємодіями елементів механічної системи. Аналітично принцип (11) представимо у вигляді:

$$\delta N = 0. \quad (12)$$

Оскільки вторинні похідні узагальнених координат (10) незалежні, то варіації прискорень $\delta \ddot{q}_j$ можуть мати довільні значення. Прирівнюючи перший член (10) до нуля, в якому варіації прискорень $\delta \ddot{q}_j \neq 0$, метод створення системи диференціальних рівнянь представимо у формі:

$$\frac{\partial N}{\partial \ddot{q}_j} = 0 \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (13)$$

де \ddot{q}_j – вторинні похідні узагальнених координат.

За методом (13) формується стільки диференціальних рівнянь другого порядку скільки ступенів вільності у механічній системі.

Для механічних систем, функціонування яких описується моделлю зміни потужності N , створеною квазікоординатами, що характерно для гіроскопів або тіл з нерухомою точкою, метод (13) набуває вигляду:

$$\frac{\partial N}{\partial \dot{q}_j} = 0, \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (14)$$

де \dot{q}_j – первинні похідні квазікоординат.

Створення диференціальних рівнянь за моделлю зміни потужності N , утвореною первинними похідними квазі та вторинними похідними

узагальнених координат може здійснюватись за методом, який об'єднує (13, 14):

$$\frac{\partial N}{\partial f_j} = 0, \quad (j=1, 2, 3, \dots, n), \quad (15)$$

де f_j – первинні похідні \dot{q}_j квазі та вторинні похідні \ddot{q}_j узагальнених координат конфігурації механічної системи.

За аналогією із теоремою С. Кьоніга про кінематичну енергію [3], модель зміни потужності N взаємодії елементів механічної системи представимо сукупністю поступальної і відносної компонент:

$$N = N_i + N_{i\omega}, \quad (16)$$

де N_i – поступальна компонента, $Bm \cdot c^{-1}$;

$N_{i\omega}$ – відносна компонента, $Bm \cdot c^{-1}$.

Поступальну компоненту моделі зміни потужності представимо у вигляді:

$$N_i = \frac{1}{2} m_i (\ddot{\xi}_i^2 + \ddot{\eta}_i^2 + \ddot{\zeta}_i^2), \quad (17)$$

де m_i ; $\ddot{\xi}_i$, $\ddot{\eta}_i$, $\ddot{\zeta}_i$ – відповідно маса та компоненти поступального прискорення елементів механічної системи.

Співвідношення (16) відображає закон зміни потужності взаємодії елементів механічної системи, суть якого полягає в тому, що загальна зміна потужності взаємодії елементів механічної системи дорівнює сумі змін потужностей кожного із її елементів.

(18)

Результати досліджень. Формулювання принципу мінімуму взаємодії (11) є найбільш загальним положенням, оскільки охоплює принципи П. Мопертюї, Л. Ейлера, Ж. Лагранжа, К. Якобі, У. Гамільтона, К. Гауса, Г. Герца та ін., які поширюються не на взаємодію елементів механічної системи, а на одиничний об'єкт. Вони впливають із наведеного принципу при сталому стані механічної системи, тобто за відсутності прискорень.

Крім того, відмінність принципу (11) від принципу Г. Герца полягає в тому, що за Г. Герцем, вільна система знаходиться в стані спокою або рівномірно рухається за інерцією по траєкторії найменшої кривини. При цьому зміна руху вільної системи проходить за дією явних чи прихованих зв'язків елементів механічної системи, повнота обґрунтування якого не наведена при формулюванні принципу. Отже, принцип Г. Герца охоплює рух вільних систем, елементи яких за посередництвом кінематичного зв'язку об'єднані в об'єкт одиничних мас, що знаходиться в стані спокою або рівномірному русі.

За принципом У. Гамільтона кінетичний потенціал L на інтервалі часу $t - t_0$ має стаціонарне значення, який може бути застосований лише для голономних систем [3]. Він частково є аналогом формальної дії рухомого об'єкта, сформульованої Г. Лейбніцем, яка в подальшому узагальнена П. Мопертюї як принцип найменшої дії [10].

Наведені аналітичні положення засвідчують, що принцип мінімуму взаємодії елементів механічної системи (11), поєднує в єдиному твердженні відомі принципи механіки, основні принципи термодинаміки тощо. Розбіжність наведеного принципу з відомими положеннями полягає в тому, що в ньому час, параметри простору і маса елементів механічної системи поєднані у моделі зміни потужності (16). Сформульовані положення за своєю сутністю ґрунтуються на загальній теорії відносності [6], суттєва відмінність яких полягає в тому, що за їх посередництвом аналітично зображуються і досліджуються не переміщення об'єктів зі швидкістю світлового променя, а процеси і явища, що протікають в полі земного тяжіння. Це дає можливість розглядати будь-яку взаємодію як взаємодію системи тіл, представлену векторним рівнянням (1) та усуває штучне розділення механіки точки та механіки системи тіл.

Оскільки робота і теплота – це дві форми передачі енергії, а процес виконання роботи зводиться до передачі енергії від одного тіла іншому [11], то за наведеним принципом різниця між формами передачі кінетичної,

потенційної, теплової та ін. енергій зникає, про що завбачував Г. Герц [5] і на що орієнтували Л. Больцман, М. Планк та ін. [10]. У принципі (11) вони представлені не тільки функціями початкового та кінцевого положень, тобто роботою, а функцією стану системи – прискореною роботою. За вищенаведеним відкривається можливість пояснення наявних у природі різноманітних макро – та мікрофізичних процесів і спонукає до певної корекції наявних домінант у частині зміни їх стану тощо.

Крім того, за принципом (11) сформульовано нові методи створення аналітичних моделей за моделлю зміни потужності взаємодії елементів механічної системи. Методи (13, 14, 15) мають простий і компактний вигляд, а їх використання суттєво зменшує математичні викладки, оскільки зникає необхідність визначати узагальнені сили за принципом можливих переміщень, при цьому створення аналітичних моделей здійснюється тільки за операцією взяття частинної похідної, що є суттєвою перевагою цих методів. Крім того, вони відкривають

можливість створення аналітичних моделей просторової взаємодії елементів довільної механічної системи, оскільки сам принцип ґрунтується на концепції взаємодії рухомих мас, для яких справедливий закон збереження кількості руху системи тіл (1). Методи (13, 14, 15) частково збігаються із методом П. Аппеля, суттєва відмінність якого полягає в тому, що він виведений з принципу Даламбера–Лагранжа, в основі якого покладено другий закон І. Ньютона, який передбачає використання силової компоненти скалярного характеру, чіткого трактування механічної суті якої до цього часу не з'ясовано.

ВИСНОВКИ

Нова концепція відкриває широкі можливості формалізації взаємодії елементів довільних механічних систем і усуває штучне розділення механіки точки та механіки системи тіл, оскільки в основу її покладено закон збереження кількості руху системи тіл,

Принцип мінімуму взаємодії елементів механічної системи є подальшим розвитком у частині дослідження просторової взаємодії елементів механічної

системи, обмеженої кінематичним зв'язком. Сформульовані на його основі методи є необхідними і достатніми умовами створення аналітичних моделей.

Для їх практичного використання теоретичне значення деформації конкретного об'єкта рослинної сировини порівняти з граничним значенням деформації, визначеним експериментально. За пакетом прикладних програм та комп'ютерною системою MATLAB встановити необхідні кінематичні і конструктивні параметри робочого елемента машини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аппель П. Теоретическая механика / П. Аппель – М.: Физматгиз., 1960. – Т. 2. – 487 с.
2. Акивис М.А. Тензорное исчисление / М.А. Акивис, В.В., Гольдберг – М.: Наука, 1969.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики / Н.Н. Бухгольц – М.: Наука, 1969. – 331 с.
4. Василенко П.М. Введение в земледельчес кую механику / П.М. Василенко – К.: Сільгоспосвіта, 1966. – 251 с.
5. Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи / Г. Герц – М.: Изд – во АН СССР, 1959. – 386 с.
6. Эйнштейн А. Собрание научных трудов / А. Эйнштейн – М.: Наука, 1966. – Т.2. – 873 с.
7. Зверев Г.Я. Физика без механики Ньютона без теории Эйнштейна без принципа наименьшего действия / Г.Я. Зверев – М.: Из – во науч. и уч. лит – ри, 2006. – 131 с.
8. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики / Л.Г. Лойцянский, А. И. Лурье – М.: Наука, 1983. – Т. 2. – 640 с.
9. Неймарк Ю.И. Динамика неголономных систем / Ю.И. Неймарк, Н.А. Фуфаев – М.: Наука, 1967. – 519 с.

10. Полак Л.С. Вариационные принципы механики их развитие и применение в физике / Л.С. Полак – М.: Гос. из-во физ-мат. лит, 1960. – 599 с.

11. Термодинамика / К.А. Путилов – М.: Наука, 1971. 374 с.

**Новая концепция взаимодействия элементов механической системы и
методы создания аналитических моделей**

В. Давыдюк

Представлена принципиально новая концепция взаимодействия элементов механической системы. Сформулированы принцип минимума взаимодействия и закон сохранения мощности. Приведены методы создания аналитических моделей.

Ключевые слова: концепция, принцип минимума взаимодействия, методы.

**New conception interaction of elements mechanical a system and methods crea-
tion of analytical models**

V. Davidjuk

Formed new a conception interaction the elements of the mechanical system. Formulated a principle minimum interaction, a law saving of a power and methods creation of analytical models.

Keywords: conception, a principle minimum interaction, methods.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СІВАЛОК

В.Й. Лобов, Л.І. Єфименко, кандидати технічних наук,

І.І. Дубовик, аспірант

*Державний вищий навчальний заклад
«Криворізький національний університет»*

Запропоновано автоматизований інтелектуальний випробувальний стенд для моделювання різних технологій сівби просапних культур і внесення добрив, режимів роботи машинно-тракторних агрегатів з урахуванням реального стану орного поля і посівної борозни, вологості, температури, гумусу й інших фізико-хімічних параметрів ґрунту.

***Ключові слова:** стенд, агрегат, сівалка, блок-схема, автоматизація, програмні модулі, моделювання.*

При виконанні посівних робіт потрібно враховувати цілу низку параметрів, що впливають на точність висіву: розміщення насіння в борозні, зменшення технологічних втрат і підвищення врожайності просапних культур, врахування фізико-механічних параметрів ґрунту та закономірності руху МТА в реальному часі у процесі посіву насіння. Все це впливає на схожість насіння та майбутній врожай взагалі, а для досягнення певних позитивних результатів, необхідно вдосконалювати та інтегрувати новітні способи ведення технологічних операцій при роботі МТА. Тому, для моделювання різних технологічних операцій МТА, оснащених сучасними системами керування СГС і визначення їх роботи із максимальною продуктивністю, необхідною якістю висіву насіння у посівне ложе, виникає необхідність у використанні інтелектуального випробувального стенду (ІВС).

Як відомо для комплексної діагностики різного типу обладнання та систем керування використовують випробувальні стенди, які включають комплексне

об'єднання, що слугує для збору та аналізу інформації для випробувальних систем і об'єктів. У більшості випадків ІВС використовують для з'ясування реакції об'єкта в нестандартних умовах за максимальних навантажень і зміні параметрів об'єкта керування. Так, НВП «МІКС Інжиніринг» пропонує повний цикл послуг виробникам при поставці випробувальних стендів: проектування, розробку конструкторської документації, програмного забезпечення, постачання, монтаж та налагодження обладнання, навчання і сервісне обслуговування [1]. Інший відомий виробник Bose-ElectroForce Systems Group [2] постачає випробувальні стенди для тестування різних матеріалів, і, завдяки модульним принципам побудови системи, утворилися широкі можливості для досліджень. Розробники пропонують також стенди для: вібраційної діагностики роторних систем [3], випробувань систем автоматичного управління і контролю газотурбінних двигунів [4], або вимірників кутових швидкостей [5], випробування динамічного навантаження [6], випробувальних систем для перевірки лічильників, виконаних відповідно до особливих вимог клієнтів [7], тощо.

Автоматизована серійна сівалка [8,9] призначена для висіву насіння просапних культур і внесення добрив та має у своєму складі: висівний апарат, пристрій на незалежній підвісці, який відводить грудки, сошник, передній та задній котки, що накочуються, і пристрій, який виштовхує насіння.

Окрім цього, за допомогою прецизійного землеробства [10,11] можна оптимізувати прийняття рішень щодо внесення добрив і отрутохімікатів у ґрунт для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Однак як показали дослідження, нині немає ІВС для моделювання роботи систем керування посівних агрегатів, які б дозволяли імітувати роботу випробуваної технології висіву насіння, перевіряти як технічні засоби автоматизації, так і програмні.

Мета дослідження полягає в усуненні існуючих недоліків і забезпеченні на стендовому обладнанні ІВС моделювання сучасних автоматичних систем керування МТА з оптимізацію режиму їх роботи при виконанні посівних робіт,

забезпечуючи максимальну продуктивність при відносно невеликій вартості обладнання. Це дозволить виробникам при виборі технології висіву насіння попередньо виконати дослідження комплексних систем автоматизованого керування та використовуючи спеціальні методики, визначити шляхом моделювання на ЕОМ оптимальні параметри та режими роботи МТА. Тому виникає необхідність у розробці документації на стенд, включаючи математичну модель для моделювання роботи МТА, що дозволить виявити всі неточності проектування та зменшити обсяг налагоджувальних робіт.

Виклад основного матеріалу. В життєвому циклі МТА з погляду діагностики можна виділити три основних етапи: проектування і дослідження дослідних зразків, виготовлення або ремонт серійної продукції, її монтаж і налагодження на місці експлуатації, контроль стану в процесі експлуатації між ремонтами. Кожен етап супроводжується безліччю випробувань, які, зазвичай, проводяться за однією і тією самою методикою. Після реалізації алгоритму перевірки СГС в ІВС можливо автоматизувати процес проведення випробувань. Це підвищить не тільки продуктивність роботи СГС, оскільки на ІВС у автоматичному режимі вимірювання проводяться в багато разів швидше, але і точність, оскільки віртуальні прилади дозволяють проводити вимірювання за декількома каналами одночасно, гарантуючи ідентичність сигналів при відносних вимірах і дослідженнях, проведених методом порівняння зі зразком. Крім того, математична обробка результатів вимірювань також може здійснюватися автоматично – після закінчення випробувань на екран виводяться значення вимірюваних параметрів та їх відхилень від номінального значення. Запропонований ІВС складається із модулів: управління сільськогосподарським виробництвом, за допомогою якого можна виконати поточний і ретроспективний моніторинг об'єктів сільськогосподарського призначення; моніторингу агроекологічних характеристик ґрунтів, технічних та економічних можливостей господарства, що дозволяє на основі моніторингу і наукових знань виконувати дослідження роботи МТА та їх планування.

Обробляючи і аналізуючи задані в ІВС плановані і фактичні заходи, відбувається аналіз виробничої діяльності та прийняття оперативних рішень.

Для вирішення сформульованих задач пропонується ІВС для моделювання режимів роботи СГС при виконанні сільськогосподарських робіт, які виконуються за висіву насіння. На рис.1 показана структурна схема ІВС, яка є комплексним об'єднанням (блоків) різних типів обладнання, що слугують для збору і аналізу інформації для випробування сучасних автоматизованих систем керування СГС.

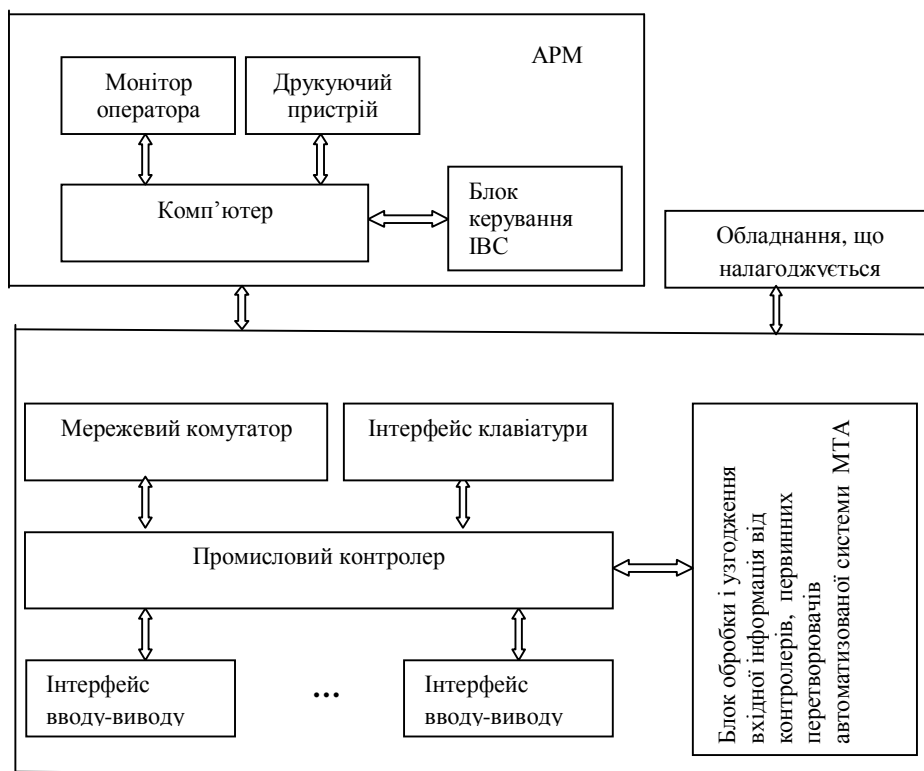


Рис 1. Структурна схема ІВС для моделювання роботи СГС

Основне призначення ІВС зводиться до імітації вхідних сигналів, що подаються на вхід автоматизованих засобів (промисловий контролер, інтерфейси для підключення периферійних пристроїв та інструментальна частина) вимірювань і викликають відповідну реакцію «вбудованого» програмного забезпечення. До складу промислового контролера ІВС (рис. 2) входять такі програмні модулі: ММ системи – програмний модуль моделювання системи; МР системи керування – програмний модуль реальної (стандартизованої) системи керування МТА; МБД програмних продуктів –

програмний модуль бази даних стандартних програмних продуктів; МКТ моделі системи ПН - модуль конфігурації технологічної моделі системи висіву насіння, що здійснює реєстрацію і динамічне включення програмних модулів реальної системи керування МТА; МФ даних загроз – модуль формування даних загроз – для накопичення і модифікації аварійних режимів, представлених у формалізованому вигляді; МФВВ - модуль формування вхідних керуючих впливів з обмеженням вхідної інформації; МФЗВ - модуль формування завдання впливів, необхідних для імітації змін досліджуваних процесів; МАР тестування - модуль аналізу результатів тестування та формування вихідної інформації, необхідної для програмування контролерів і оформлення звітів за результатами дослідження.

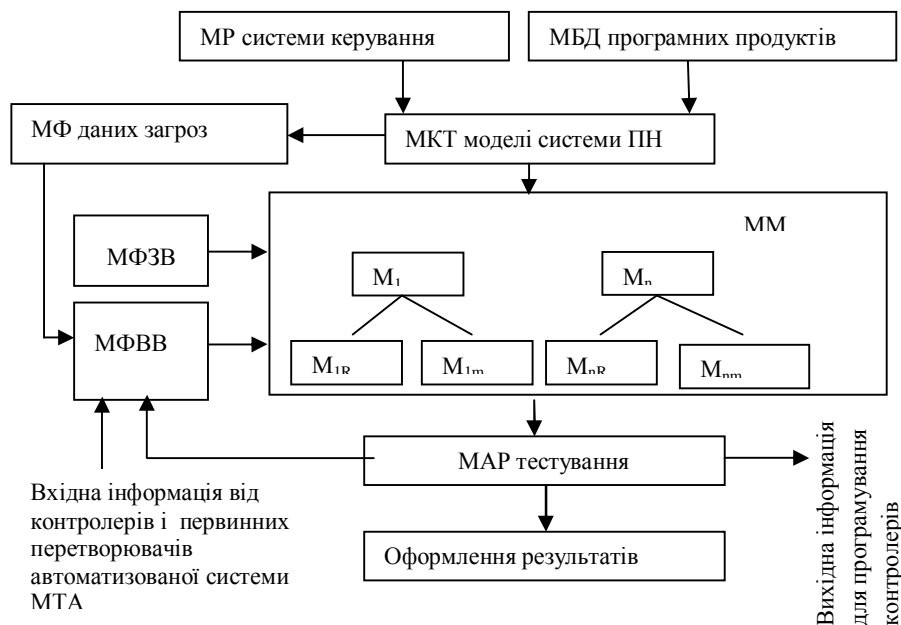


Рис 2. Структурна схема програмних модулів ІВС

ММ системи складається з набору програмних модулів, позначених відповідно, як $M_1 \dots M_n$, кожний з яких складається з еталонних (стандартних) математичних $M_{1m} \dots M_{nm}$ і реальних програмних модулів $M_{1r} \dots M_{nr}$. Програмні модулі ІВС для моделювання роботи СГС найменш складні і складаються з тестованих програм та кодів, генеруючих тестову послідовність, а складніші – з програмного забезпечення, розрахованого на реалізацію відомих технологій посіву насіння, але описаних на різних рівнях абстракції.

У багатьох системах управління МТА безпосередній доступ до програмного забезпечення, як правило, відсутній або ускладнений. Тому дослідження здійснюються з використанням тестової програми, вихідні сигнали яких формуються дослідником і порівнюються з результатами обробки таких самих сигналів, здійснюваних так званою реальною (стандартизованою) системою керування МТА. У тестовому програмному забезпеченні відтворюються основні функції тестового програмного продукту з необхідною похибкою. На підставі такого порівняння робляться остаточні висновки про використання у сільськогосподарському виробництві розробленого програмного забезпечення. При моделюванні технологічних процесів, з визначенням найкращого, враховується дійсний стан орного поля і посівної борозни, їх вологості, температури та щільності ґрунту у посівній борозні. Все це забезпечує визначення рівномірності розподілу насіння в рядку за довжиною гону, зменшуючи пропуски висіву насіння, забезпечуючи внесення добрив і отрутохімікатів у ґрунт і створення найкращих умов для проростання та схожості насіння.

При використанні ІВС є можливості автоматичного підрахунку просторових характеристик (довжина, площа, ухил місцевості, тощо); ведення поточного та ретроспективного моніторингу сільськогосподарських угідь; прогнозування врожайності залежно від удобрення і розрахунку потреби культури в поживних елементах на величину запланованого врожаю; аналізу потреби в засобах хімічної меліорації; автоматизованого створення технологічних карт; отримання зведеної інформації щодо сівозмін і господарств у цілому; розрахунку балансу гумусу і поживних речовин; створення автоматизованого облікового листа механізатора з розрахунком витрат; автоматизованого обліку техніки і сільськогосподарського інвентаря з розрахунком економічних показників; розрахунку економічних показників агротехнічних заходів, висіву культури в сільськогосподарських угіддях, ведення просторово-розподіленої бази даних, тобто узгодження об'єкта на карті, отримання об'ємних моделей, в

т.ч. рельєфу, розподілу азоту, фосфору, калію й інших елементів ґрунту для визначення агроекологічного потенціалу.

Одним з найефективніших шляхів виявлення закладок і помилок у розроблюваних програмних засобах забезпечується за допомогою ІВС. Він дозволяє аналізувати програмні засоби шляхом подачі багаторазових вхідних впливів на підставі зміни зовнішніх факторів, за допомогою яких імітується вплив можливих закладок. Таким чином, ІВС може розглядатися як детальна імітаційна модель розроблюваної системи, яка дозволяє забезпечити всебічний аналіз функціонування програмного засобу в умовах впливу закладок.

ІВС має відповідати таким вимогам: побудований як відкрита система, яка припускає модернізацію і нарощування можливостей; забезпечує адекватність результатів моделювання та реальної автоматизованої системи керування; підтримує взаємозамінність програмних модулів і реальних систем; дозволяє проводити як автономні випробування окремих простих, так і складних технологічних процесів висіву насіння.

Висновки

Для моделювання різних технологічних процесів висіву насіння і визначення найкращих режимів роботи машино-тракторного агрегату запропоновано інтелектуальний випробувальний стенд. Моделювання режимів керування сільськогосподарською сівалкою може здійснюватися з достовірною інформацією про стан посівного поля і параметрів машино-тракторного агрегату. При цьому забезпечуються оптимальні показники врожайності просапних культур. Стенд має математичну модель роботи сівалки, яка дозволить досліджувати різні технологічні режими її роботи, в тому числі і для систем точного землеробства з урахуванням рівня і характеру місцевизначених фізико-механічних параметрів ґрунту сільськогосподарського поля, а також динамічних характеристик робочих органів сівалки та машино-тракторного агрегату, тощо. Моделюючи параметри ґрунту після їх введення, аналізу та параметричної інтерпретації визначається закон керування щільністю потоків

води, добрив і стимуляторів росту, насіння та визначення глибини ложе посівної борозни, зусилля для загортання насіння та ущільнення борозен після висіву в них насіння.

Список літератури

1. Испытательное оборудование [Электронный ресурс] / НПП «МИКС Инжиниринг». - Режим доступа: mix-eng.ru. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
2. Испытательные стенды - все мировые производители [Электронный ресурс] / Produzon: зона промышленной продукции. – Режим доступа: www.produzon.ru/испытательные-стенды. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Стенд для вибрационной диагностики роторных систем: патент 2340882 РФ: МПК G01M13/00. / Захезин А.М., Малышева Т.В.; заявл. 18.06.2007, опубл. 10.12.2008.
4. Способ полунатурных испытаний систем автоматического управления и контроля газотурбинных двигателей: патент 2340882 РФ: МПК G01M15/14. / Куликов Г.Г., Погорелов Г.И., Арьков В.Ю., Фатиков В.С., Азанов М.Р., Епифанов С.В., Абдулнагимов А.И.; заявл. 18.05.2007, опубл. 10.12.2008.
5. Стенд для контроля измерителей угловых скоростей: патент 2115128 РФ: МПК G01P21/00. / Калихман Д.М., Калихман Л.Я., Пестунов А.Н., Андрейченко К.П., Улыбин В.И.; заявл. 05.12.1995, опубл. 10.07.1998.
6. Стенд для испытания динамической нагрузки: патент 2487332 РФ: МПК G01M13/02. / Росси Ринальдо Жан Костантино; заявл. 08.06.2010; опубл. 10.07.2013.
7. Испытательные стенды для испытательных систем электросчетчиков [Электронный ресурс] / B2B Expro. – Режим доступа: www.b2bexpro.ru/223/. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
8. Пристрій для висіву насіння просапних культур і внесення добрив: патент 84931: МПК A01C 7/00. / Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; власник

- патенту ДВНЗ "Криворізький національний університет". – № u201303743; заявл. 26.03.2013; опубл. 11.11.2013; Бюл. № 21/2013.
9. Спосіб сівби просапних культур і внесення добрив: патент 84925: МПК А01С 7/00. / Лобов В.Й., Назаренко В.М., Дубовик І.І.; власник патенту ДВНЗ "Криворізький національний університет". – №u201303692; заявл. 26.03.2013; опубл.11.11.2013; Бюл. № 21/2013.
- 10.Лобов В.Й., Дубовик І.І. Перспективи впровадження систем презиційного землеробства в АПК України / В.Й. Лобов, І.І. Дубовик // Вісник Криворізького технічного університету. – 2012. – № 32. – С. 199-202.
- 11.Кобец Н.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли в системах точного земледелия. / Н.И. Кобец // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. – 2002. – № 15. – С. 67-75.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ СЕЯЛОК

В.И. Лобов, Л.И. Ефименко, И.И. Дубовик

Предложен автоматизированный интеллектуальный испытательный стенд для моделирования различных технологии сева пропашных культур и внесение удобрений, режимов работы машинно-тракторных агрегатов с учетом состояния пахотного поля и посевной борозды, влажности, температуры, гумуса и других физико-химических параметров почв.

Ключевые слова: стенд, агрегат, сеялка, блок-схема, автоматизация, программные модули, моделирование.

AUTOMATED MODEL FOR THE SIMULATION OF THE SEEDERS

V.I. Lobov, L.I. Efimenko, I.I. Dubovik

An automated intelligent test bench for the simulation of different technology for sowing cultivated crops and fertilizers, operating modes of the machine-tractor units

taking into account the state of the arable fields and seed furrows, humidity, temperature, humus and other physical and chemical soil parameters.

Keywords: *the stand unit, planter, block diagram, automation, software modules for modeling.*