

Зміст електронного журналу

«Наукові доповіді НУБіП України»

№ 63 (Листопад), 2016

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 3 від 28 вересня 2016 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Калиновський В. Є., Пустовалов А. С., Гродзюк Г. Я., Андрюшина Н. С., Держинський М. Е. ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СІМ'ЯНИКІВ ЩУРІВ**
- 2. Курта Х. М., Малишева О. О., Спиридонов В. Г. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ВЕСЛОНОСА (*POLYODON SPATHULA*) (ОГЛЯД)**
- 3. Чорна В. І., Вагнер І. В. ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ РУХОМИХ СПОЛУК ЗАЛІЗА У ТЕХНОЗЕМАХ ЗА ПРОФІЛЕМ**
- 4. Алексєєва А. А., Григорюк І. П., Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Оришака А. Ю. МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ У ЛИСТІ ДЕРЕВ ПРИРОДНОГО ЛІСУ ЗА ВПЛИВУ АСОЦІЙОВАНИХ З АЛЬТИТУДОЮ СХИЛУ УМОВ МІКРОКЛІМАТУ ТА ОСВІТЛЕНOSTІ**
- 5. Легостаєва Т. В., Григорюк І. П., Лихолат Ю. В., Бородай Є. С., Трусевич Д. А., Ломига Л. Л. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ РУТОВИХ В УМОВАХ БОТАНІЧНОГО САДУ ДНУ**
- 6. Піковський М. Й. ДІАГНОСТИКА ХВОРОБ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ, СПРИЧИНЕНИХ ГРИБАМИ *BOTRYOTINIA FUSKELIANA* (DE BARY) Whetzel. ТА *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* (LIB.) DE BARY**
- 7. Кукурудзяк К. В., Бригас О. П., Тертична О. В. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА САНІТАРНО-ХІМІЧНОГО СТАНУ ВІДКРИТИХ ВОДОЙМ ПОБЛИЗУ СВИНАРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ**

8. Коломієць Ю. В., Григорюк І. П., Буценко Л.М. ФІТОТОКИСНА ДІЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS*, ВИЛУЧЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ПОМІДОРІВ
9. Бундук Ю. М., Григорюк І. П. ДІАГНОСТИКА ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ ФІТОВІРУСОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Агрономія

- 10.Ворожко С. П. ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДНИХ ПРОТРУЙНИКІВ ПРОТИ ШКІДНИКІВ СХОДІВ
- 11.Лавриненко Ю. О., Балашова Г. С., Юзюк С. М. ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ
- 12.Олійник К. М., Голодна А. В. МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА СУМІСНОГО ВИРОЩУВАННЯ З ЛЮПИНОМ ВУЗЬКОЛИСТИМ
- 13.Стефанюк В. Й. ПОЛІПЛОЇДИЗАЦІЯ СТЕВІЇ В КУЛЬТУРІ IN VITRO
- 14.Васюта В. В. ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТИЧНИХ ПЕРІОДІВ РОСТУ ПОМІДОРА ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ПОЛИВУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ РОСТОВОЇ ФУНКЦІЇ
- 15.Онищенко О. І., Коноваленко К. М. МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНА У ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЯХ
- 16.Коновалов Д. В. ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ЛАНКАХ ПЕРВИННОГО НАСІННИЦТВА
- 17.Вишнівський П. С., Катеринчук І. М. ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ НАСІННЯ ТА ДІЇ ПРЕПАРАТУ «ПІКТОР» НА ОСНОВІ БОСКАЛІДУ ТА ДІМОКСІСТРАБІНУ
- 18.Ратошнюк В. І. ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ ЛЮПИНУ ВУЗЬКОЛИСТОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

19.Voytsekhivskiy V., Tokar A., Smetanska I. FORMATION OF AROMATIC SUBSTANCES IN TABLE APPLE WINE MATERIALS DEPENDING ON STORAGE LENGTH OF FRUIT

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

20.Яковійчук О. В., Бугонько І.Ю., Голубєв М.І., Данченко О.О. СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДЕГІДРОГЕНАЗ ЦИКЛУ КРЕБСА І АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ М'ЯЗОВИХ ТКАНИН ГУСЕЙ В УМОВАХ ГІПО- ТА ГІПЕРОКСІЇ

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

21.Голуб Ю. С. , Недосєков В. В., Жуковський М. О. БЕНЧМАРКІНГ І ФАНДРАЙЗИНГ ЯК ЗАСОБИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ ВЕТЕРИНАРНОЇ НАУКИ

22.Ушаков О. Ф., Таран Т. В. МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ – МЕТОД ВЕТЕРИНАРНО-САНІТАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

23.Василів А.П. ВМІСТ ЦЕРУЛОПЛАЗМІНУ В СИРОВАТЦІ КРОВІ СВИНЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТРЕСУ

24.Мазуркевич А. Й., Ковпак В. В., Ковпак О. С. ГІСТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ У МІОКАРДІ ЩУРІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО СФОРМОВАНОЇ ІШЕМІЇ

25.Ковпак В. В. ЦИТОТОКСИЧНА АКТИВНІСТЬ ЛЕЙКОЦИТІВ І СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ ВІДНОСНО АЛОГЕННИХ КУЛЬТУР КЛІТИН КІСТКОВОГО МОЗКУ ТА ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ

26.Mezhenska N. THE INTERNATIONAL APPROACH OF THE BIORISKS MANAGEMENT IN THE AREA OF LABORATORY BIOSAFETY AND BIOSECURITY

Лісівництво і декоративне садівництво

27.Зібцева О. В. ВИДОВИЙ СКЛАД І СТАН ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ У СКВЕРАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ВИШГОРОДА (КИЇВСЬКА ОБЛ.)

Техніка та енергетика АПК

- 28.Волоха М. П., Дорошенко Ю. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ НАСІННЯ БУРЯКА ЦУКРОВОГО СІВАЛКАМИ ПНЕВМАТИЧНОГО ТИПУ**
- 29.Хайдер Раад Надим Аль-Хазаали, Ковбаса В. П. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ И СПОСОБОВ УКЛАДКИ УВЛАЖНИТЕЛЕЙДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

**ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА НА
МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СІМ'ЯНИКІВ ЩУРІВ**

В. Є. КАЛИНОВСЬКИЙ, аспірант*,

E-mail: squilchuw@gmail.com

А. С. ПУСТОВАЛОВ, кандидат біологічних наук, доцент

*Навчально-науковий центр «Інститут біології» Київського національного
університету імені Тараса Шевченка*

E-mail: aspustovalov@yandex.ua

Г. Я. ГРОДЗЮК, кандидат хімічних наук,

E-mail: nanosvin@meta.ua

Н. С. АНДРЮШИНА, кандидат хімічних наук,

ТОВ «Наномедтех»

E-mail: natashaand9@gmail.com

М. Е. ДЗЕРЖИНСЬКИЙ, доктор біологічних наук,

*Навчально-науковий центр «Інститут біології» Київського національного
університету імені Тараса Шевченка*

E-mail: cytolog@univ.kiev.ua

Анотація. Серед різних наноромірних структур, які використовуються в сучасній промисловості та медицині, наночастинки на основі срібла є одними з найбільш поширених. Незважаючи на високий потенціал застосування даних наноматеріалів, відомостей щодо токсичності нанорозмірного срібла порівняно мало, тому наше дослідження було направлено на виявлення вікових особливостей впливу наночастинок срібла на сім'яники. Було досліджено особливості впливу 10-15 нм наночастинок срібла на морфо-функціональний стан сім'яників молодих, дорослих та старих щурів, які були представлені 1-, 6- та 24-місячними тваринами. Для цього впродовж 10 діб щурам інтраперитонеально вводили розчин наночастинок срібла, стабілізованих поліфосфатом натрію. Встановлено, що введення даних наноматеріалів достовірно пригнічує як ендокринну, так і сперматогенну функції сім'яників 6- та 24-місячних тварин, що проявлялось у зменшенні площ перетину ядер клітин Сертолі і Лейдіга, а також у зменшенні діаметру звивистих сім'яних каналців. У сім'яниках молодих тварин спостерігали пригнічення функціональної активності лише клітин Сертолі, в той час як достовірних змін інших вимірюваних параметрів зафіксовано не було. Таким чином, нами було встановлено, що наночастинки срібла пригнічують функціонування сім'яників щурів на різних етапах онтогенезу, що має бути враховане під час біомедичного застосування даних структур.

Ключові слова: наночастинки, срібло, сім'яник, статева система

* Науковий керівник – професор, доктор біологічних наук М. Е. Держинський

Актуальність. Наночастинки срібла (НЧС) є найбільш широко використовуваними матеріалами сучасної нанотехнології. Завдяки добре відомим антибактеріальним властивостям срібла вони використовуються як компоненти антисептичних засобів, а також для обробки косметичних та харчових продуктів [1, 2]. Окрім того, існують підходи щодо використання НЧС для обробки перев'язувальних матеріалів для пригнічення розвитку патогенної мікрофлори та прискорення загоєння ран [3]. Завдяки особливим фізико-хімічним властивостям, НЧС використовуються також для фототермальної терапії онкологічних захворювань, а також як компоненти біодетекторів [4]. Враховуючи таке широке застосування НЧС питання біологічної сумісності даних матеріалів є вкрай актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більшість досліджень щодо токсичності наноматеріалів проводяться *in vitro*. В той же час дослідження *in vivo* стосуються в першу чергу особливостей фармакокінетики наночастинок [5, 6]. В цих дослідженнях було показано можливість проходження НЧС через гемато-тестикулярний бар'єр та їхнього накопичення в сім'яниках [7]. Але відомостей щодо впливу НЧС на різні компоненти репродуктивної системи порівняно мало. Так, у досліді Сирватки було показано, що НЧС негативно впливають на фолікулярні клітини яєчника, в той час як вплив безпосередньо на ооцити є меншим (переважно через наявність блискучої оболонки) [8]. Дослідження ж статеві системи ссавців обмежені хронічними впливами НЧС. У роботі Gromadzka-Ostrowska було встановлено, що одноразове введення НЧС у дозі 10 мг/кг призводить до порушення сперматогенезу, а в досліді Thakur – що 90-денне введення НЧС призводить до розвитку значних морфологічних та ультраструктурних порушень [9, 10].

Враховуючи, що чутливість статевих органів до дії різних токсикантів сильно змінюється з віком, **метою** нашої роботи було дослідити особливості впливу наночастинок срібла на сім'яники щурів різних вікових груп.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено на білих щурах *Rattus norvegicus* віком 1 (початкова вага 130-150 г), 6 (початкова вага

230-250 г) та 24 місяці (початкова вага 370-400 г). Всього в експерименті були задіяні по 18 тварин кожного віку.

Наночастинки срібла були синтезовані шляхом відновлення нітрату срібла в лужному середовищі. Для цього готували два розчини: перший містив 4 мМ AgNO_3 та 0,5 мМ поліфосфату натрію (у якості стабілізатора); другий – 2 мМ аскорбінову кислоту та 0,02 М NaOH . Обидва розчини змішували в рівних концентраціях та перемішували впродовж 10 хв. В подальшому фізико-хімічні властивості отриманих колоїдів аналізували за допомогою растрової електронної мікроскопії (LRU Mira3 Tescan, Чеська республіка) та енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (Oxford X-MAX 80 mm, США). Було встановлено, що розмір частинок становив 10-15 нм. Розчин зберігали за кімнатної температури без доступу прямих сонячних променів.

Експеримент тривав 10 діб. Кожну вікову групу було випадковим чином розділено на три підгрупи по 6 тварин: «Контроль», «Холостий контроль» та «НЧС». Тваринам контрольної групи вводили 0,9 % ізотонічний розчин NaCl (АТЗТ з виробництва інсуліну Індар, Україна); тваринам групи «Холостий контроль» – 0,25 мМ розчин поліфосфату натрію. Тварини експериментальної групи отримували ін'єкції розчину наночастинок. Всі введення проводили інтраперитонеально. Розчин срібла вводили в дозі 0,1 мг/100 г маси тіла, тваринам контрольних груп – відповідні об'єми фізіологічного та холостого розчинів.

На 10 добу введень тварин знеживлено в атмосфері CO_2 та декапітовано. Для подальших досліджень відбирали лівий сім'яник, фіксували його в суміші Буена впродовж 72 год та заливали в парафін за загальноприйнятою методикою [11]. Для морфометричних досліджень виготовляли зрізи товщиною 5 мкм, які забарвлювали гематоксиліном Бьомера та еозином. У якості морфометричних критеріїв оцінки функціонального стану сім'яника використовували діаметр звивистих сім'яних каналців, а також площу поперечного перерізу клітин Лейдіга та клітин Сертолі.

Отримані дані обробляли методами варіаційної статистики. Нормальність розподілу аналізували за допомогою W-критерію Шапіро-Уїлка, гомогенність дисперсій – за допомогою тесту Левена. Оскільки дані було розподілено нормально, вибіркові середні порівнювали за допомогою t-критерію Стьюдента. Різницю вважали достовірною за $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Під час дослідження гістологічної будови сім'яників щурів контрольної групи було відмічено, що тварини всіх вікових груп мали нормальну будову сім'яників – було виявлено сім'яні каналці на всіх стадіях розвитку, в тому числі були пристуні зрілі сперматозоїди. Клітини Лейдіга мали помірно окисифільну цитоплазму та округле ядро з невеликою кількістю гетерохроматину. Всі ці ознаки свідчать про нормальний рівень функціональної активності. Морфометричні параметри тварин контрольної групи наведено у таблиці 1.

Будова сім'яників тварин, яким вводили розчин поліфосфату натрію не відрізнялась від контрольної групи. Серед досліджених морфометричних показників також не було знайдено достовірних змін в жодній із вікових груп (табл. 1). Отримані дані свідчать, що поліфосфат натрію не впливає на морфо-функціональний стан сім'яників, а тому використання його у якості стабілізатора НЧС для біомедичних досліджень є виправданим.

Загальна будова сім'яника щурів 1-місячного віку, яким вводили розчин НЧС була відповідною до контрольної. В той же час було виявлено достовірне зменшення площі поперечного перерізу ядер клітин Сертолі (до $85,79 \pm 2,09$ мкм), хоча площа перерізу ядер клітин Лейдіга та діаметр звивистих сім'яних каналців не відрізнялись від контрольних значень (відповідно $44,17 \pm 0,50$ мкм² та $232,67 \pm 2,97$ мкм²).

Під час аналізу даних, отриманих в групі «НЧС» 6-місячних щурів було встановлено, що площа перерізу ядер клітин Лейдіга становила $44,77 \pm 0,61$ мкм², а ядер клітин Сертолі – $113,82 \pm 2,14$ мкм². В той же час діаметр звивистих сім'яних каналців становив $271,15 \pm 3,76$ мкм². Всі виміряні нами

показники є достовірно меншими за контрольні значення. Під час морфологічного аналізу не було виявлено патологічних змін будови сім'яників.

1. Морфометричні параметри сім'яників щурів.

Вік тварин	Група	Діаметр звивистих сім'яних канальців, мкм	Площа поперечного перерізу ядер клітин Сертолі, мкм ²	Площа поперечного перерізу ядер клітин Лейдіга, мкм ²
1 місяць	Контроль	234,77 ± 3,06	93,72 ± 2,19	45,69 ± 0,57
	Поліфосфат	233,84 ± 1,88	92,87 ± 1,83	45,81 ± 0,61
	Наносрібло	232,67 ± 2,97	85,79 ± 2,09*	44,17 ± 0,50
6 місяців	Контроль	285,43 ± 4,02	126,61 ± 2,53	52,11 ± 0,75
	Поліфосфат	284,95 ± 3,88	127,42 ± 2,87	53,02 ± 0,81
	Наносрібло	271,15 ± 3,76*	113,82 ± 2,14*	44,77 ± 0,61*
24 місяці	Контроль	247,21 ± 1,62	112,73 ± 2,03	50,27 ± 0,33
	Поліфосфат	248,66 ± 1,84	114,33 ± 1,98	50,49 ± 0,35
	Наносрібло	233,61 ± 1,56*	103,74 ± 2,02*	45,75 ± 0,36*

Примітка: * – відмінності від контрольної групи достовірні за $p < 0,05$.

Зміни в сім'яниках щурів 24-місячного віку були аналогічними до групи 6-місячних тварин. Також було виявлено достовірне зменшення всіх вимірюваних нами морфометричних параметрів за збереження нормальної загальної будови органу (табл. 1).

Пригнічення функціональної активності сім'яника за дії НЧС спостерігали також і в інших дослідженнях, але ці дослідження носили хронічний характер. У цих експериментах було показано різке порушення нормальної будови органу, що пов'язують із безпосереднім токсичним впливом НЧС на клітини сперматогенного епітелію, а також порушення гемато-тестикулярного бар'єру [12]. Відсутність таких змін у нашому дослідженні може бути наслідком короткого терміну введення наноматеріалів. Слід зауважити, що у всіх досліджених нами вікових групах ми спостерігали достовірні зміни лише щодо клітин Сертолі. Даний тип клітин є дуже чутливим до дії токсикантів, а також до коливань рівня тестостерону, тому зміни в цих клітинах спостерігаються на найбільш ранніх етапах. Відсутність достовірних морфометричних змін в клітинах Лейдіга, а також у діаметрі звивистих сім'яних канальців за дії НЧС на молодих тварин можуть бути пояснені загальним невисоким рівнем активності

репродуктивної системи у молодих щурів, а тому на ранніх етапах токсичної дії НЧС морфологічні зміни не спостерігаються.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В ході нашої роботи було встановлено, що наночастинки срібла пригнічують як ендокринну, так і сперматогенну функції сім'яника дорослих та старих тварин. В той же час морфометричні зміни в сім'яниках молодих тварин були обмежені клітинами Сертолі. Не зважаючи на те, що для встановлення конкретного механізму впливу нанорозмірного срібла на морфо-функціональний стан сім'яників необхідні подальші дослідження, отримані нами дані мають бути прийняті до уваги у разі біомедичного застосування даних наноматеріалів.

Список літератури.

1. Yildirimer, J. Toxicology and clinical potential of nanoparticles [Text] / L. Yildirimer, N.T.K. Thanh, M. Loizidou, A.M. Seifalian // *Nano Today*. – 2011. – Vol. 6, Issue 6. – P. 585-607.
2. Santos, C. A. Silver nanoparticles: therapeutical uses, toxicity, and safety issues [Text] / C. A. Santos, M. M. Seckler, A. P. Ingle, I. Gupta, S. Galdiero, M. Galdiero, A. Gade, M. Rai // *J. Pharm. Sci.* – 2014. – Vol. 103, Issue 7. – P. 1931–1944.
3. Liu, X. Silver nanoparticles mediate differential responses in keratinocytes and fibroblasts during skin wound healing [Text] / X Liu, P. Y. Lee C. M. Ho, V. C. Lui, Y. Chen, C M. Che, P. K. Tam, K. K. Wong // *Chem. Med. Chem.* – 2010. – Vol. 5, Issue 3. – P. 468-475.
4. Mishra, M. Nanosilver and its medical implications [Text] / M. Mishra, P. Chauhan // *J. Nanomed. Res.* – 2015. – Vol. 2, Issue 5. – P. 1-10.
5. Lee, J. H. Biopersistence of silver nanoparticles in tissues from Sprague–Dawley rats [Text] / J. H. Lee, Y. S. Kim, K. S. Song, H. R. Ryu, J. H. Sung, J. D. Park, H. M. Park, N. W. Song, B. S. Shin, D. Marshak, K. Ahn, J. E. Lee, I. J. You // *Particle and Fibre Toxicology*. – 2013. – Vol. 10, Issue 1. – P. 36.
6. Lu, X. Nanotoxicity: a growing need for study in the endocrine system [Text] / X. Lu, Y. Liu, X. Kong, P. Lobie, C. Cheb, T. Zhu // *Small*. – 2013. – Vol. 9, Issue 9. –P. 1654-1671.-10, 1654-1671 (2013).
7. Huppertz, B. Nanoparticles: barrier thickness matters / B. Huppertz // *Nature nanotechnology*. - 2012– - Vol. 6 – P. 758-759.
8. Сирватка, В. Я. Вплив наночастинок срібла на дозрівання яйцеклітин кролів під час кокультивування з клітинами гранульози *in vitro* / В. Я. Сирватка, Ю. І. Сливчук, І. І. Розгоні, І. І. Гевкан, О. В. Штапенко // *Біологічні Студії*. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 57-66.
9. Gromadzka-Ostrowska, J. Silver nanoparticles effects on epididymal sperm in rats [Text] / J. Gromadzka-Ostrowska, K. Dziendzikowska, A. Lankoff, M.

Dobrzyńska, C. Instanes, G. Brunborg, A. Gajowik, J. Radzikowska, M. Wojewodzka, M. Kruszewski. // *Toxicology Letters*. – 2012. – Vol. 214, № 3. – P. 251–258.

10. Thakur, M. Histopathological and ultra structural effects of nanoparticles on rat testis following 90 days (Chronic study) of repeated oral administration / M. Thakur, H. Gupta, D. Singh, I. R. Mohanti, U. Maheswari, G. Vanage, D. S. Joshi // *Journal of Nanobiotechnology*. – 2014. – Vol. 12, No 1. – P. 42

11. Лилли Р.Д. Патогистологическая техника и практическая гистохимия [Текст] / Р.Д. Лилли. – М.: Мир, 1969. – 624 с.

12. Lan, Z. Nanoparticles and spermatogenesis: how do nanoparticles affect spermatogenesis and penetrate the blood–testis barrier / Z. Lan, W.-X. Yang // *Nanomedicine-UK*. – 2012. – Vol. 7, No 4. – P. 579–596.

References

1. Yildirim, L., Thanh, N., Loizidou, M., & Seifalian, A. (2011). Toxicology and clinical potential of nanoparticles. *Nano Today*, 6(6), 585–607.

2. Dos Santos, C. A., Seckler, M. M., Ingle, A. P., Gupta, I., Galdiero, S., Galdiero, M., & Rai, M. (2014). Silver nanoparticles: therapeutical uses, toxicity, and safety issues. *Journal of pharmaceutical sciences*, 103(7), 1931-1944. doi:10.1002/jps.24001.

3. Liu, X., Lee, P., Ho, C., Lui, V. C., Chen, Y., Che, C., ... Wong, K. K. (2010). Silver nanoparticles mediate differential responses in keratinocytes and fibroblasts during skin wound healing. *ChemMedChem*, 5(3), 468-475. doi:10.1002/cmdc.200900502.

4. Mishra, M., Chauhan, P. (2015). Nanosilver and its medical implications. *J Nanomed Res* 2015, 2(5): 1-10.

5. Lee, J., Kim, Y., Song, K., Ryu, H., Sung, J., Park, J., Park, H. (2013). Biopersistence of silver nanoparticles in tissues from Sprague–Dawley rats. *Particle and Fibre Toxicology*, 10(1), 36.

6. Lu, X., Liu, Y., Kong, X., Lobie, P., Chen, C., & Zhu, T. (2013). Nanotoxicity: A Growing Need for Study in the Endocrine System. *Small*, 9(9-10), 1654–1671.

7. Huppertz, B. (2011). Nanoparticles: Barrier thickness matters. *Nature nanotechnology*, 6(12), 758–9.

8. Syrvatka, V. J., Slyvchuk, Y. I., Rozgoni, I. I., Gevkan, I. I., Shtapenko, O. V. (2015). Effect of silver nanoparticles on maturation of rabbit's oocytes co-cultured with granulosa cells in vitro. *Studia Biologica*, 9(1), 57-66.

9. Gromadzka-Ostrowska, J., Dziendzikowska, K., Lankoff, A., Dobrzyńska, M., Instanes, C., Brunborg, G., Gajowik, A., et al. (2012). Silver nanoparticles effects on epididymal sperm in rats. *Toxicology Letters*, 214(3), 251–258.

10. Thakur, M., Gupta, H., Singh, D., Mohanty, I., Maheswari, U., Vanage, G., & Joshi, D. (2014). Histopathological and ultra structural effects of nanoparticles

on rat testis following 90 days (Chronic study) of repeated oral administration. Journal of Nanobiotechnology, 12(1), 42.

11. Lilli, R. D. (1969). Patologicheskaya tekhnika i prakticheskaya gistokhimiya [Pathological techniques and practical histochemistry]. Mir, 645.

12. Lan, Z., & Yang, W.-X. (2012). Nanoparticles and spermatogenesis: how do nanoparticles affect spermatogenesis and penetrate the blood–testis barrier. Nanomedicine, 7(4), 579–596.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕМЕННИКОВ КРЫС

**В. Е. Калиновский, А. С. Пустовалов, Г. Я. Гродзюк, Н. С. Андриюшина,
Н. Э. Держинский**

***Аннотация.** Среди разных наноразмерных структур, которые используются в современной промышленности и медицине, наночастицы на основе серебра являются одними из наиболее распространённых. Несмотря на высокий потенциал использования наноматериалов, сравнительно мало данных о токсичности наноразмерного серебра. Поэтому наше исследование было направлено на изучение возрастных особенностей влияния наночастиц серебра на семенники. Были исследованы особенности влияния 10-15 нм наночастиц серебра на морфо-функциональное состояние семенников молодых, взрослых и старых крыс, представленных 1-, 6- и 24-месячными животными. Для этого в течении 10 дней интраперитонеально вводили раствор наночастиц серебра, стабилизированных полифосфатом натрия. Показано, что введение этих наноматериалов достоверно подавляет как эндокринную, так и сперматогенную функции семенника 6- и 24-месячных животных, что проявлялось в уменьшении площади сечения ядер клеток Лейдига и Сертоли, а также в уменьшении диаметра извитых семенных канальцев. В семенниках молодых животных наблюдали подавление функциональной активности только клеток Сертоли, в то время как достоверных изменений других измеренных параметров выявлено не было. Таким образом, нами было показано, что наночастицы серебра подавляют функционирование семенников крыс на разных этапах онтогенеза, что должно быть принято во внимание при биомедицинском использовании этих структур.*

***Ключевые слова:** наночастицы, серебро, семенник, половая система*

AGE-DEPENDENT EFFECTS OF SILVER NANOPARTICLES ON THE MORPHO-FUNCTIONAL STATE OF RAT TESTES

**V. Ye. Kalynovskyi, A. S. Pustovalov, G. Ya. Grodzyuk, N. S. Andriushyna,
M. E. Dzerzhynsky**

***Abstract.** Silver nanoparticles are among the most widely used nanomaterials, used in medicine and industry. Although their practical application is promising, not*

much is currently known about the toxicity of silver nanosized particles. That's why our investigation was aimed to describe the effect of nanosilver on rat testicles, regarding age effects. We investigated influence of 10-15 nm particles on the testes of young, adult and old rats, represented by 1-, 6- and 24-month-old animals respectively. The colloidal solution of silver, stabilized by sodium polyphosphate, was injected intraperitoneally for 10 days. As a result, both endocrine and spermatogenic testicular function in adult and old animals were reduced. This was observed as reduction in seminiferous tubules' diameter and shrinkage of Sertoli and Leydig cells' nuclei. At the same time we observed the decrease of Sertoli cells' nuclear cross-section only in young animals. To sum up, we showed that silver nanoparticles downregulate testicular functions in every age group, which must be taken into account in case of biomedical application of these structures.

Keywords: nanoparticles, silver, testis, reproductive system

УДК 606:62:639.3:639.212

**СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЕНЕТИЧНОЇ
СТРУКТУРИ ВЕСЛОНОСА (*POLYODON SPATHULA*)
(ОГЛЯД)**

Х. М. КУРТА, молодший науковий співробітник,

О. О. МАЛИШЕВА, кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

В. Г. СПИРИДОНОВ, доктор сільськогосподарських наук, завідувач
відділу молекулярно-біологічних досліджень

Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК

E-mail: khrystyna.kurta@gmail.com

***Анотація.** В огляді розглянуто стан та перспективи сучасних способів досліджень генетичної структури веслоноса (*Polyodon spathula*, Walbaum, 1792). Надано характеристику організації структури геному його популяцій, показано особливості генетики визначення статі у веслоноса. Узагальнено результати використання новітніх методів моніторингу генетичного біорізноманіття даного об'єкта. Розглянуто найбільш загальновживані мікросателітні ДНК-маркери та переваги їх застосування для оцінки генетичної мінливості веслоноса. Наведено та проаналізовано результати попередніх досліджень популяційно-генетичних параметрів природних та штучних популяцій даного виду із застосуванням ДНК-маркерів. Визначено, що на сучасному етапі розвитку молекулярно-генетичних досліджень для контролю ефективності відтворення та збереження популяцій веслоноса застосовують наступні мікросателітні ДНК-маркери: Psp12, Psp18, Psp20, Psp21, Psp26, Psp28, Psp29 та Psp32. В результаті використання запропонованих ДНК-маркерів можна оцінити внутрішньовидовий генетичний поліморфізм, здійснити паспортизацію ремонтно-маточних стад та подальше формування батьківських пар плідників за альтернативними генотипами з метою підвищення якості генетичного матеріалу племінних ресурсів веслоноса для контролю ефективності відтворення в умовах вітчизняних рибницьких господарств.*

***Ключові слова:** веслоніс, мікросателітні ДНК-маркери, генотип, алелі, генетична структура, генетичне біорізноманіття, поліморфізм, аквакультура*

Актуальність. Різке зниження чисельності популяцій осетрових риб, традиційного джерела чорної харчової ікри та делікатесного м'яса, призвело до збільшення тиску на природні популяції веслоноса, як альтернативного

продуцента цінної осетрової продукції. Одним із шляхів збільшення обсягів виробництва такої делікатесної та дороговартісної продукції є наросування прісноводної аквакультури за рахунок культивування веслоноса (*Polyodon spathula*) [1].

Веслоніс (*Polyodon spathula*, англ. *Paddlefish*) – прісноводний вид, представник родини веслоносих (*Polyodontidae*), ряду осетроподібних (*Acipenseriformes*). Веслоніс, як і всі осетроподібні види, є джерелом дороговартісної рибної продукції на вітчизняному та світовому ринках. Погіршення екологічних умов природних місць нагулу та нересту, неконтрольований вилов та незаконна торгівля спричинили різке скорочення природних запасів веслоноса до майже повного зникнення. Такий стан природних популяцій даного виду потребує всебічного моніторингу, управління та застосовування заходів контролю вилову, що було основою для включення веслоноса у Додаток II Конвенції CITES та Червоної книги Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів. Висока економічна цінність та комерційне значення всіх осетроподібних, зокрема й веслоноса, сприяє зростанню глобального наукового інтересу в дослідженнях цих видів. Існує багато міжнародних організацій (World Sturgeon Conservation Society, Wildlife Conservation Society, Natural Resources Defence Council) та науково-дослідних інститутів, які інтенсивно займаються вивченням, збереженням та відновленням цих важливих представників сучасної іхтіофауни [2].

З метою збереження і відновлення природних запасів веслоноса активно проводяться роботи зі штучного відтворення даного виду в умовах рибницьких господарств у США. На теперішній час практика культивування веслоноса в умовах аквакультури розповсюджена в країнах Східної Європи, в тому числі і в Україні [3].

Важливою умовою за штучного відтворення та формування репродуктивних маточних стад веслоноса є застосування таких методів, які

забезпечать збереження максимального генетичного різноманіття як у природних, так і штучних популяціях даного виду риб [4].

На теперішній час одним із найбільш ефективних методів контролю генетичних процесів у штучно відтворюваних популяціях є молекулярно-генетичні дослідження з використанням мікросателітних ДНК-маркерів [2].

Мікросателіти – поліморфні послідовності ДНК у геномах еукаріот, які через високий рівень алельних варіацій дозволяють оцінити внутрішньовидовий генетичний поліморфізм та дослідити генетичну структуру популяцій. Дослідження поліморфізму мікросателітних ДНК-маркерів необхідні для вивчення генетичної різноманітності маточних стад та розуміння причин змін, які в них відбуваються, з метою моніторингу ефективності відтворення та збереження популяцій веслоноса [5, 6].

Основана частина огляду включає аналіз особливостей організації геному веслоноса та порівняльний аналіз результатів досліджень генетичної структури його природних та штучних популяцій із використанням мікросателітних ДНК-маркерів.

Біологічна унікальність та промислово-господарська цінність веслоноса

Веслоніс – представник північноамериканської іхтіофауни, інтродуцент у штучні водойми України з 1991 рр. [3], який є об'єктом штучного розведення та вирощування у таких провідних рибницьких господарствах України, як: ДУ «Виробничо-експериментальний Дніпровський осетровий рибовідтворювальний завод ім. академіка С. Т. Артющика (Херсонська обл.), ВАТ «Сумирибгосп» (Сумська обл.), ПРАТ «Чернігіврибгосп» (Чернігівська обл.), ВАТ "Білгород-Дністровський рибокомбінат" (Одеська обл.) та «Гірський Тікіч» (ПАТ «Черкасирибгосп», Черкаська обл.), дослідне господарство "Нивка" Інституту рибного господарства НААН України, м. Київ тощо. Це швидкоростучий, високопродуктивний вид: приріст маси веслоноса складає близько 2-3 кг/рік, вихід м'яса становить більше 60 %. За спектром живлення – планктофаг, а за рахунок специфічної будови фільтрувального апарату

живлення є біомеліоратором водойм та перспективним об'єктом полікультури з коропом, буфало, канальним сомом та осетровими видами риб. Веслонос є продуцентом делікатесного, ніжного, без дрібних кісточок м'яса та чорної ікри, які за своїми якостями не поступаються продукції інших видів осетрових. За умов штучного вирощування самки веслоноса у віці 10 років досягають маси близько 30-40 кг і можуть давати до 4 кг ікри. Веслонос є альтернативною заміною традиційних представників прісноводної аквакультури – планктофагів, таких як білий та строкатий товстолоби [1, 7].

Одним із основних завдань успішного ведення аквакультури веслоноса в умовах рибницьких господарств України є нарощування чисельності та підвищення якості генетичного матеріалу його ремонтно-маточних стад. В межах вітчизняних рибницьких господарствах племінні стада веслоноса формувалися з обмеженої кількості завезеного зі США іхтіологічного матеріалу. За таких умов у штучних популяціях веслоноса може спостерігатися низький рівень генетичної мінливості, що призводить до високої ймовірності схрещування близькоспоріднених особин (явище інбридингу) [8]. Результатом близькоспорідненого розведення та відсутності вільного схрещування є поява у отриманого потомства аномалій розвитку та зниження виживаності і продуктивності [4]. Проведення спеціальних досліджень із вивчення генетичної структури веслоноса за ДНК-маркерами обумовлено необхідністю встановлення походження плідників, генеалогічних зв'язків між племінними стадами різних господарств та визначення рівня інбридингу. Доцільність подібних досліджень полягає в оптимізації робіт зі штучного відтворення веслоноса шляхом моніторингу генетичної структури популяцій для формування репродуктивних маточних стад та отримання високопродуктивного життестійкого потомства за рахунок збереження і відновлення унікальних генотипів та підтримання видового різноманіття під контролем ДНК-маркерів. Тому, проведення досліджень із вивчення геномної варіабельності веслоноса є важливим питанням сучасного робіт з відтворення та збереження популяцій даного виду риб [9].

Особливості організації структури геному веслоноса.

Вивчення і моніторинг генетичних процесів, що відбуваються у геномі осетроподібних, у тому числі й веслоноса, має ряд характерних особливостей, що зумовлено виникненням перебудов каріотипів у процесі їх еволюції, які призвели до збільшення числа хромосом – поліплоїдії [10].

Поліплоїдизація – важливий еволюційний механізм, який є наслідком пристосувань осетроподібних видів до специфічних умов існування протягом їх тривалого розвитку. Вважається, що поліплоїдія у риб ряду *Acipenseriformes* відбувалася двома шляхами: в результаті збільшення числа хромосом, кратного гаплоїдному, з подальшими вторинними дуплікаціями геному або за рахунок утворення одно- чи двостатевих комплексів різної плоїдності з періодичною міжвидовою гібридизацією. Основним доказом поліплоїдизації геному є наявність кратних за числом хромосом у риб близьких систематичних груп. Так, більшість осетроподібних риб мають по $\approx 118-120$ хромосом, а російський і сибірський осетри $\approx 248-250$ хромосом [11]. На даний час автори припускають, що всі осетроподібні види являються тетраплоїдними за відношенням до своїх вимерлих диплоїдних предків, в яких число хромосом становило близько 60, а за період їх тривалого розвитку відбулося навіть дві послідовні диплоїдизації [12].

Згідно результатів досліджень закордонних і вітчизняних авторів, таких як Ludwig (2001), Fontana (2008), Vasil'ev (2009, 2010), Rajkov (2014) та інші, за каріотипом осетроподібних розподіляють на багатохромосомні та малохромосомні групи. Хромосомний набір різних видів *Acipenseriformes* може коливатися від $4n$ до $12n$, так, наприклад, у стерляді *Acipenser ruthenus*, шипа *A. nudiventris*, персидського осетра *A. persicus*, білуги *Huso huso* – набір хромосом становить $4n$, у російського *A. gueldenstaedtii*, сибірського *A. baerii*, адріатичного *A. naccarii* та інших осетрів – $8n$, а у тупорилого осетра *A. brevirostrum* – $12n$. Аналіз плоїдності осетроподібних показав, що в результаті диплоїдизації поліплоїдні види мають дуплікований геном, але рівень експресії генів у них такий, як і у диплоїдів. Тому, поліплоїдні види з каріотипом $4n$, $8n$

та 12n з урахуванням диплоїдизації визначаються функціональними ди-, тетра- та гексаплоїдами. Загалом вважається, що осетроподібні риби на сучасному етапі їх розвитку досягнули різних рівнів функціональної та структурної диплоїдизації [11, 12].

Веслоніс, зокрема, належить до малохромосомних осетроподібних риб, його диплоїдний набір хромосом становить 120. Каріотип складається з 48 макрохромосом та 72 мікрохромосом. Той факт, що 120 хромосом можна організувати у дві групи по 30 гомологів в кожній, вказує на ймовірність тетраплоїдного походження веслоноса [13, 14].

Поліплоїдний геном осетроподібних зумовлює виникнення ускладнень у разі статистичного аналізу генетичних даних, оскільки більшість сучасних комп'ютерних програм (GenAlEx 6.5, Microsatellite Toolkit for Microsoft Excel, PowerStats V12 (Promega), Cervus v. 3.0.3 та інші) за даними Marshall (1998), King (2000), Peakall (2006), Kalinowski (2007) базуються на диплоїдному характері успадкування та частотах гаплотипів, що відповідають рівнянню Харді-Вайнберга [15, 16]. Тому, дослідники активно ведуть пошуки методичних прийомів щодо спрощення статистичної обробки результатів та ядерних маркерів із диплоїдним характером успадкування у поліплоїдних видів риб [10].

Отже, представники ряду осетроподібних, зокрема й веслоніс, мають складну геномну організацію. Вони є поліплоїдними багато хромосомними видами, за рахунок чого становлять собою унікальну модель для досліджень еволюційних процесів, які проходили через дублювання геному в результаті поліплоїдизації. Поліплоїдія в осетроподібних була проаналізована рядом дослідників: Peng Z. (2007), Crow K. D. (2012), Fontana F. (1994, 2008), Vasil'ev V. (2010), Billard R. (2001) та інші, які вважали це явище головною рушійною силою в процесі тривалого розвитку даних видів риб.

Вивчення хромосомних наборів широко використовується в еволюційних та таксономічних дослідженнях риб, а також під час робіт з віддаленими гібридами та розробок спеціальних генетичних методів селекції. Крім того,

дослідження хромосом дозволяють визначити механізми регуляції співвідношення статі у риб, у яких наявні статеві хромосоми [8].

Детермінація статі у веслоноса.

Статева приналежність роздільностатевих організмів регулюється балансом генів, які відповідають за розвиток чоловічої або жіночої статі, за рахунок чого забезпечують чітку статеву диференціацію особин. У більшості організмів такий баланс генів підтримується системою статевих хромосом. Водночас із функцією детермінації статі, статеві хромосоми регулюють співвідношення статей у потомстві за рахунок наявності гомо- та гетерогаметних різностатевих особин. Дослідження генетики визначення статі у риб показали наявність у них таких генетичних моделей: гомогаметні самки (XX) і гетерогаметні самці (XY) або гомогаметні самці (ZZ) і гетерогаметні самки (WZ) [17].

Для визначення наявності статевих хромосом та їх генетичної моделі у об'єктів промислової аквакультури застосовують метод індукованого гіногенезу – отримання одностатевих-жіночого потомства, шляхом інактивації чоловічих хромосом та уникнення редукції жіночого хромосомного комплексу. Приналежність гіногенетичного потомства виключно до жіночої статі вказує на жіночу гомогаметність, наявність у гіногенетичному потомстві самців і самок – на жіночу гетерогаметність [8].

На відміну від осетрових видів риб, у більшості з яких відсутні статеві хромосоми, диференціація за статтю відбувається епігамно, тобто під впливом факторів зовнішнього середовища, у веслоноса детермінація статі визначається статевими хромосомами. Дослідження генетичної моделі визначення статі у веслоноса були проведені Mims S.D. та Shelton W.L. (1997) під час розробки методу отримання гіногенетичного потомства даного виду у 1994-1995 рр. На основі отриманих результатів було визначено приналежність отриманого гіногенетичного потомства до жіночої статі та висунуто припущення, що визначення статі веслоноса засновано на жіночій гомогаметності. Первинна оцінка статевої приналежності проводилася за допомогою гістологічних

досліджень 70-тижневого потомства на ранніх етапах процесу диференціації за статтю, і все потомство було ідентифіковано як жіноче [18]. Проте через 10 років авторами було повторно здійснено ідентифікацію гіногенетичного потомства з використанням мікросателітного аналізу ДНК і виявлено, що серед досліджуваних особин частка самців і самок становила відповідно 19,8 % та 80,2 %. Згідно отриманих результатів спостережуване співвідношення статей узгоджувалося з типом жіночої гетерогаметності. Так, на основі застосування методу індукованого гіногенезу та аналізу успадкування материнських і батьківських алелів отриманим потомством, було зроблено висновок про гетерогаметний (WZ) тип статевих хромосом у самок та гомогаметний (WW) тип – у самців веслоноса [20, 21].

Отже, механізми визначення статі осетроподібних риб і підтримання рівноваги статевого співвідношення у популяціях значно розрізняються між собою. Детермінація статі майже у всіх представників ряду осетроподібних підлягає модифікації під впливом зовнішніх факторів, тоді як у веслоноса розподіл за статтю визначається наявністю статевих хромосом [17].

Біологічні та екологічні особливості осетрових і веслоноса надають унікальну можливість для аналізу та формування теоретичної концепції визначення статі у процесі їх еволюції. Проведення досліджень із вивчення статевої детермінації у осетроподібних риб через наявність у них різних механізмів визначення статі, дозволить здійснювати розробку та удосконалення альтернативних способів регулювання статі даних видів риб у штучних умовах. Тому, важливим питанням є розуміння репродуктивної біології веслоноса, як цінного об'єкта аквакультури, для забезпечення ефективного управління та прогнозування потенційних впливів на формування статі даного виду за умов штучного вирощування з метою підвищення виходу цінної рибної продукції.

Мікросателітні ДНК-маркери як інструмент для аналізу та оцінки генетичного поліморфізму.

На даний час для визначення генетичного поліморфізму застосовуються різні молекулярно-генетичні маркери, які дозволяють виявити та оцінити

генетичні відмінності, що не розпізнаються методами вивчення поліморфізму генів, які кодують білки та ферменти [5].

На сучасному етапі розвитку досліджень генетичних характеристик осетроподібних риб одними з перспективних є використання молекулярно-генетичних методів із застосування мікросателітних ДНК-маркерів. Мікросателіти (*STR – Short Tandem Repeats* або *SSR – Simple Sequence Repeats*) – це короткі, тандемні повтори ділянок ядерної (сателітної) ДНК довжиною від 2 до 6 пар нуклеотидів (п.н.), які через свої відносно невеликі розміри можуть легко ампліфікуватися у разі використання полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Мікросателіти відносно рівномірно розподілені по всьому геному і в класі риб зустрічаються на кожні 10 000 п.н. [19]. Вони характеризуються високим ступенем поліморфізму та кодомінантним типом успадкування, що дозволяє здійснювати оцінку внутрішньовидового генетичного різноманіття. Мікросателіти – селективно нейтральні маркери некодуючих ділянок ДНК, які не залежать від впливу відбору, проте деякі з них можуть зустрічатися в кодуючих областях та залежати від селективного тиску. Через високу швидкість виникнення популяційно-специфічних мутацій у *STR*-локусах, що складає близько 10^{-2} - 10^{-6} на локус за покоління проти 10^{-5} - 10^{-6} у структурних генах, вони є унікальним інструментом для контролю генетичного змішування порід, навіть якщо вони близькоспоріднені між собою. Мікросателітний аналіз широко використовують для встановлення походження та визначення генетичних взаємозв'язків між видами та популяціями в цілому шляхом реконструкції філогенетичного дерева та оцінки генетичних дистанцій [22].

Сучасні дослідження з використанням мікросателітів потребують виконання наступних етапів: екстракція геномної ДНК зі зразків тканин, оптимізація та проведення ПЛР реакції, візуалізація даних методом електрофоретичного розділення ПЛР-продуктів в агарозному гелі або на генетичному ДНК-аналізаторі методом капілярного електрофорезу з подальшою інтерпретацією та обробкою даних за допомогою спеціального пакета комп'ютерних програм. До того ж, у разі застосування ДНК-аналізатора

можливо здійснювати генетичний аналіз достатньо великої кількості зразків за відносно короткий період часу [22].

Таким чином, у сучасній практиці аквакультури веслоноса та інших осетроподібних риб особливо цінними за інформативністю та достовірністю вважаються саме мікросателітні ДНК-маркери. У наукових дослідженнях їх застосовують для таксономії та видової ідентифікації, визначення походження, порівняння генетичних характеристик природних та промислових стад даних видів риб, оцінки генетичної структури географічно ізольованих популяцій, а також для підтримки програм відновлення природних запасів осетроподібних [19]. Молекулярно-генетична ідентифікація за допомогою мікросателітних ДНК-маркерів дозволяє здійснювати генетичну паспортизацію об'єктів аквакультури, що сприятиме збереженню рідкісних генотипів, проведенню формування батьківських пар плідників за альтернативними генотипами і, як наслідок, дозволить знизити рівень інбредної депресії в одомашнених ремонтно-маточних стадах осетроподібних риб [23]. Тому, саме мікросателіти успішно застосовують в генетичних та генетико-популяційних дослідженнях осетроподібних видів риб, зокрема і веслоноса.

Генетико-популяційні особливості мікросателітної ДНК веслоноса

Багатовікова історія еволюції та вплив тривалих екологічних змін на існуючі популяції веслоноса зумовили виникнення особливого наукового інтересу до вивчення генетичних особливостей даного виду в умовах його природного ареалу. Веслоніс є унікальним об'єктом для дослідження процесів генетичних розбіжностей та рівня генетичної мінливості в результаті географічної ізоляції через зарегулювання стоків річок та надмірну експлуатацію його природних популяцій. Варто наголосити, що усі природні популяції веслоноса локалізовані в річках Північної Америки, таких як: Міссісіпі, Йеллоустоун, Міссурі, Огайо та інших річках, які впадають у Мексиканську затоку, а також в озерах Трумен та Грант-Лейк [24].

Ареал природного мешкання веслоноса наведено на рисунку 1.

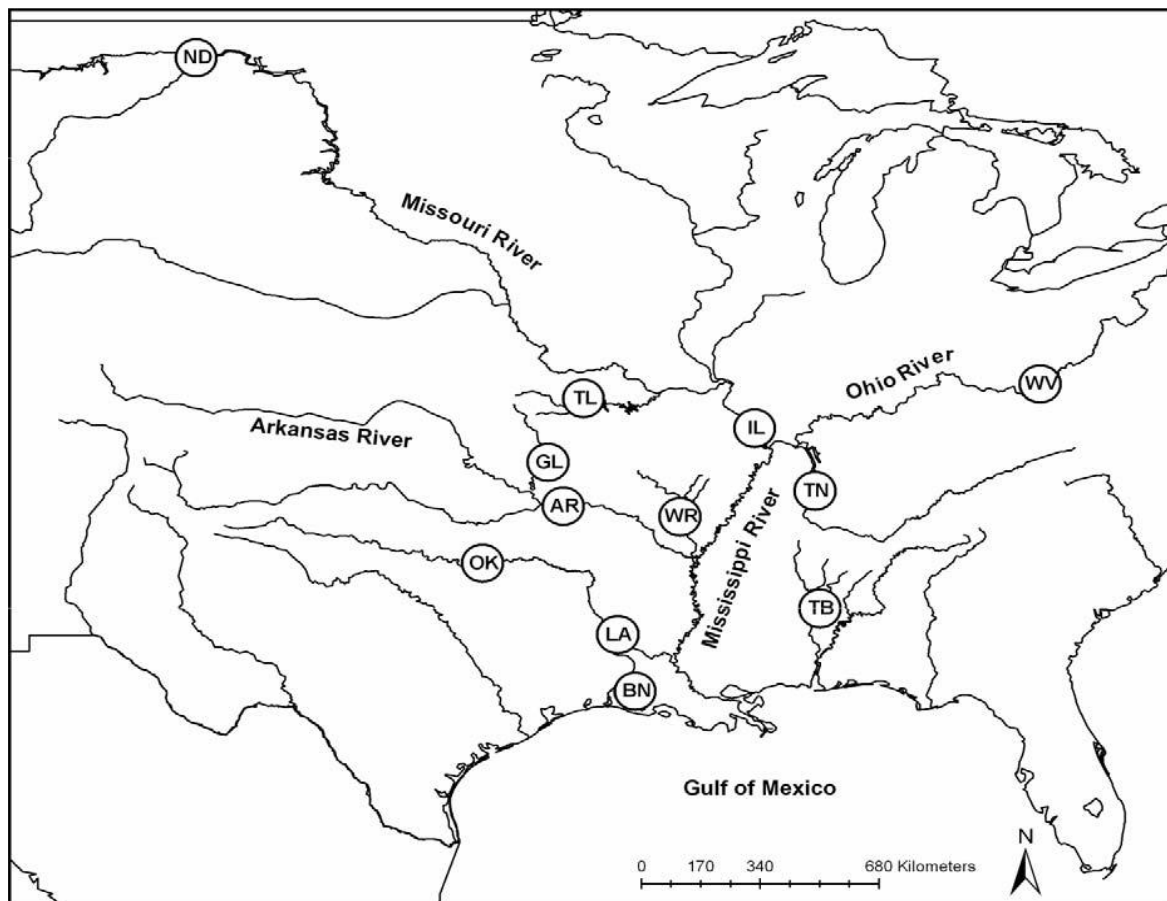


Рис. 1. Природний ареал веслоноса (*Polyodon spathula*, Walbaum, 1792): BN – Баю Незп'їк, Мерменто Рївер, Луїзіана; LA – Ред Рївер, Луїзіана; OK – Ред Рївер нижче Лейк Техома, Оклахома; GL – Грант-Лейк, Оклахома; AR – р. Арканзас, Арканзас; WR – Уайт-Рївер, Арканзас; TL – озеро Трумен, Міссурї; IL – Біг Мадді, Іллінойс; TN – р. Теннессї, Теннессї; TB – р. Томбїгбі, Алабама; WV – р. Огаїо, Західна Вірджинїя [24].

Генетична структура природних популяцій веслоноса.

Згідно з даними закордонних дослідників для визначення та оцінки генетико-популяційних особливостей веслоноса, зазвичай, застосовують вісім мікросателітних ДНК-маркерів, нуклеотидні послідовності яких зберігаються у міжнародному генетичному банку даних GenBank (табл. 1) [24, 26, 27].

Розробку та впровадження поліморфних генетичних маркерів – мікросателітів – для веслоноса було розпочато Heist із співавторами з метою вивчення та управління генетичними процесами у природних та штучних популяціях даного виду риб [25].

1. Мікросателітні ДНК-маркери для генетичної ідентифікації веслоноса (*Polyodon spathula*) [25]

Назва	Тандемні повтори	Нуклеотидна послідовність праймерів (5' → 3')	Розмір (п.н.)	№ GenBank
Psp12	(GA) ₁₅	F: ATCTGATACAATCTTCACAGTCC R: GAGTTCCAGCTCGCTCTCC	218–228	AF406733.1
Psp18	(GA) ₂₀	F:CTATGTGAGGAATGCCACGAC R:TGACATCACCATGACCTATTGG	164–174	AF406734.1
Psp20	(GA) ₁₃	F:GCATAGTTTTTGGGGGATGGC R:ACAAGTGGTTACCCGCATTCC	202–208	AF406735.1
Psp21	(GA) ₂₅	F:TTCAGCAGGTAGTGAGACAGGCAG R:TCAAGTCCCATCCACTCT	142–170	AF406736.1
Psp26	(GT) ₂₅	F:TCGGTGTGTGTGTGTGTGTATGC R:TGGTTCCAGTTTCGCTCATCC	130–160	AF406737.1
Psp28	(GA) ₃₇	F:CAAAGGCATCCCCTACCAC R:GCTGGACAAAAAGTATGGAGTGC	224–260	AF406738.1
Psp29	(GCAC) ₆	F:GGGGTCTAATAAAATCCACCGTTC R:TTGCCTTGTGCTCTGTGTTCC	195–215	AF406739.1
Psp32	imp.*	F:AATGACTCAGTTGTGTGCTGC R:AAGTGTAGGGGAATCTCACCAG	173–177	AF406740.1

Примітка: * – за локусом Psp32 спостерігалися нерівномірні повтори (GT)_n мотивів.

На підставі мікросателітного аналізу ДНК-маркерів, описаних у таблиці 1, у подальших дослідженнях E.J. Heist, E.H. Nicholson, J.T. Sipiorski, D.B. Keeney (2002) було здійснено оцінку генетичної структури популяцій веслоноса, виловленого з річок Каскаскія, Міссісіпі та Міссурі (США) (табл. 2).

Згідно отриманих даних за динуклеотидними локусами Psp12, Psp20, Psp21, Psp26, Psp28, Psp32 було визначено параметри внутрішньовидового поліморфізму: число алелів та спостережувану й очікувану гетерозиготність, проте за тетрануклеотидними локусами Psp18 та Psp29 було визначено лише кількість алелів.

Проте було відмічено, що тетрануклеотидні локуси можна використовувати для визначення та підбору батьківських пар плідників за найбільш віддаленими алельними варіантами з метою уникнення близькоспорідненого схрещування (інбридингу) у штучних умовах розведення [25].

2. Середні показники генетичного поліморфізму природних популяцій веслоноса з річок Каскаскія, Міссісіпі та Міссурі [Heist, 2002]

Назва локуса	Кількість алелів	H _e	H _o
Psp12	6	0.613	0.571
Psp18	6	-	-
Psp20	4	0.562	0.714
Psp21	7	0.721	0.714
Psp26	11	0.822	0.821
Psp28	14	0.889	0.929
Psp29	4	-	-
Psp32	3	0.198	0.214

Згодом Heist і Mustapha було здійснено оцінку рівня генетичної диференціації географічно віддалених природних популяцій веслоноса з використанням таких ДНК-маркерів: Psp18, Psp21, Psp26, Psp28. Дослідження показали, що майже у всіх проаналізованих популяціях спостерігався генетичний поліморфізм. Найвищий рівень гетерозиготності був у популяціях річок Ред-Рівер та Огайо, а найнижчий – у популяціях річки Томбігбі. Тоді, як низький рівень гетерозиготності спостерігався у досліджуваних популяціях веслоноса Великого озера та озера Трумен. Таким чином, було визначено популяції з високим ступенем відмінності в генетичній структурі з річок Томбігбі та Мерменто, що обумовлено їх географічною ізоляцією від басейну річки Міссісіпі. Особливості генетичної різноманітності популяцій веслоноса з різних географічних точок Heist і Mustapha пояснювали явищем історично високого рівня потоку генів між популяціями, які за останні роки стали ізолюваними в результаті антропогенного впливу [24].

Оцінку генетичної різноманітності чотирьох популяцій веслоноса з географічно віддалених великих річок Північної Америки (Огайо, Алабама, Ред-Рівер та Йеллоустоун (Міссурі)) із застосуванням восьми динуклеотидних мікросателітних ДНК-маркерів (табл. 3) здійснював Zheng зі співавторами [28].

3. Динуклеотидні мікросателітні ДНК-маркери для генетичної ідентифікації веслоноса (*Polyodon spathula*) [28]

Назва локуса	Нуклеотидна послідовність праймерів (5' → 3')	Розмір (п.н.)
--------------	---	---------------

<i>Psp D102</i>	F: CAGCAACACTAAAGGAAACTTG R: TGGGAAC TCACTATTATCAAAC	280–352
<i>Psp D111</i>	F: GCTTGTGCCATTCTGTCTAC R: TTGCTGTCTTTATCAAACCAG	192–260
<i>Psp B105</i>	F: GCAAAGTCACAAAATGGTCAG R: GTTTCCTGTAGTCACCTCCAAC TC	189–225
<i>Psp D9</i>	F: CATTATCGCTGCTCTCAATATC R: AGCTTAGTTCTGGGTTTAGACC	121–161
<i>Psp D8</i>	F: ATGGGCTCTACACAGTGATTC R: AAACCCTCACCAAGTTAAATTC	181–277
<i>Psp C6</i>	F: CCGAGTGTTGTGTTTCTTTTG R: AAGTTGCTGCCTTTTGTCTTC	182–194
<i>Psp H26</i>	F: TCGGTGTTTGTGTGTGTATGC R: GTTTGGTTCCAGTTTCGCTCATCC	130–162
<i>Psp C10</i>	F: AAGGGGCTAATGAGCAATG R: AAGTGGGGGTGCTGAAAG	219–223

Результати досліджень (табл. 4) показали генетичну унікальність популяції веслоноса з річки Алабама.

4. Генетичний поліморфізм природних популяцій веслоноса з чотирьох географічно віддалених річок Північної Америки [28]

Популяції \ Параметри	Кількість алелів	Кількість видоспецифічних алелів	H_o	H_e
р. Огайо (n-21)	7.00 ± 1.27	0.50 ± 0.27	0.673 ± 0.066	0.691 ± 0.069
р. Алабама (n-30)	5.88 ± 1.03	0.63 ± 0.38	0.585 ± 0.087	0.591 ± 0.093
Ред-Рівер (n-24)	7.75 ± 1.45	0.38 ± 0.18	0.648 ± 0.082	0.676 ± 0.091
р.Йеллоустоун (Міссурі) (n-29)	7.63 ± 1.16	0.75 ± 0.25	0.711 ± 0.115	0.7173 ± 0.085

Подібні результати раніше були отримані Carlson, 1982 під час оцінки білкового поліморфізму веслоноса, аналізу мітохондріальної ДНК Epifanio та ін. (1996) та за рахунок застосування мікросателітних ДНК-маркерів Heist та Mustapha (2008). У кожній із досліджуваних груп популяцій було ідентифіковано видоспецифічні алелі, проте у популяції з річки Алабама спостерігали їх найвищу частоту [28].

На відміну від висновків Heist і Mustapha (2008), відносно низькі рівні генетичної різноманітності були виявлені між популяціями річок Огайо, Ред-Рівер та Міссурі. Проте, на основі оцінки алелофонду в межах кожної групи

популяцій з цих річок спостерігали вищий рівень генетичної диференціації у порівнянні з річкою Алабама. Генетична відмінність та низька кількість ідентифікованих алелей популяції веслоноса з річки Алабама пов'язана з тривалою репродуктивною ізоляцією цього виду риб від басейну річки Міссісіпі в результаті гідробудівництва [28].

Таким чином, за теперішніх умов збільшення антропогенного тиску на природні запаси веслоноса генетичний моніторинг матиме вагоме значення для успішного збереження та управління природними генетичними ресурсами даного виду риб. Важливим аспектом управління генетичним різноманіттям веслоноса є збереження унікальних алелів, які можуть бути втрачені в результаті репродуктивної ізоляції та негативного впливу близькоспорідненого схрещування. Варто відмітити, що зменшення тиску на природні популяції веслоноса може бути досягнуто за рахунок зростання ролі аквакультури даного виду, яка повинна бути спрямована на нарощування виробництва цінної рибної продукції та відтворення природних запасів веслоноса [1].

Генетична структура штучних популяцій веслоноса.

Веслоніс – цінний об'єкт вітчизняної та світової аквакультури. Так, у США роботи зі штучного відтворення почали проводитися з другої половини ХХ століття з використанням плідників, виловлених з природних водойм та водосховищ. У Східній Європі рибогосподарське освоєння веслоноса розпочалося з 1974 року, коли іхтіологічний матеріал був вперше завезений зі США до колишнього СРСР [9]. Згодом, роботи зі штучного відтворення веслоноса були успішно проведені у Росії, Молдові, Румунії, Німеччині, Польщі та в інших країнах. В Україні потомство веслоноса вперше було отримано у 2001 – 2002 рр. від плідників у віці 10 років на базі рибницького господарства «Гірський Тікіч» (ПАТ «Черкасирибгосп», Черкаська обл.). Проте масштаби проведення робіт зі штучного відтворення веслоноса в умовах європейських рибних господарств обмежувалися малочисельністю ремонтно-маточних стад. Тому, необхідним виявилось питання всебічної оцінки наявного

вихідного племінного фонду веслоноса, зокрема шляхом вивчення генетичної структури його штучних популяцій [1].

Порівняльні дослідження поліморфізму мікросателітних ДНК-маркерів (Psp18, Psp20, Psp21, Psp26, Psp28, Psp29, Psp32) та генетичної різноманітності популяцій веслоноса, вирощених в умовах польських рибницьких господарств та українського господарства «Гірський Тікіч», як потенційного джерела генетичного збагачення запасів веслоноса для польської популяції, було здійснене D. Kaczmarczyk, M. Luczynski та P. Brzuzan (2012). Отримані дані внутрішньовидового генетичного поліморфізму були співставлені з відповідними значеннями, які спостерігалися у популяціях веслоноса з природного ареалу мешкання (табл. 4) [27].

За результатами проведених досліджень з використанням вищевказаних мікросателітних ДНК-маркерів було виявлено різні рівні поліморфізму між природними та штучними популяціями. Число ідентифікованих алелів у кожному локусі та їх частота були значно вищими у природній популяції веслоноса з річки Міссісіпі у порівнянні з українськими та польськими маточними стадами. Згідно порівняльного аналізу алелофонду природних та штучних популяцій веслоноса, було виявлено відсутність деяких алелів у досліджуваних штучних популяціях. Kaczmarczyk зі співавторами (2012) було висунуто припущення, що такі результати вказують на зниження генетичної різноманітності у польських та українських популяціях веслоноса.

Проте, спостережувана та очікувана гетерозиготність штучних популяцій були близькими до значень популяції річки Міссісіпі, які було визначено Heist (2008). Генетичні варіації та генетичні відстані для порівнюваних маточних стад між польськими рибницькими господарствами вказували на високу генетичну подібність, що свідчило про їх спільне походження.

4. Порівняльні дослідження поліморфізму мікросателітних ДНК-маркерів польських та українських популяцій веслоноса з природною популяцією даного виду (р. Міссісіпі) [27]

Назва	«Погорже» (Польща, n = 24)			«Вазозже» (Польща, n = 29)			«Гірський Тікіч» (Україна, n = 47)			р. Міссісіпі (США, n = 28) [Heist и др., 2002]		
	Кількість алелів	H ₀	H _e	Кількість алелів	H ₀	H _e	Кількість алелів	H ₀	H _e	Кількість алелів	H ₀	H _e
Psp18	3	0.17	0.16	3	0.21	0.38	3	0.90	0.80	6	-	-
Psp20	2	0.46	0.47	2	0.76	0.49	3	0.72	0.54	4	0.71	0.56
Psp21	4	0.62	0.57	4	0.69	0.55	4	0.40	0.40	7	0.71	0.72
Psp26	5	0.83	0.72	9	0.79	0.72	8	0.70	0.75	11	0.82	0.82
Psp28	5	0.96	0.77	6	0.97	0.87	7	0.94	0.74	14	0.93	0.89
Psp29	4	0.71	0.47	4	0.62	0.44	4	0.66	0.50	4	-	-
Psp32	2	0.29	0.25	2	0.21	0.19	1	-	-	3	0.21	0.20
Всього	25	-	-	30	-	-	30	-	-	49	-	-
Середнє	-	0,58	0,49	-	0,61	0,52	-	0,72	0,61	-	0,68	0,64

Значні генетичні дистанції спостерігалися між польськими та українськими маточними стадами веслоноса, що, на думку авторів, вказувало на різне походження батьківських особин або виникнення змін генофонду популяцій в результаті тривалої практики штучного відтворення та вирощування даного виду. Згідно результатів проведених досліджень, європейським рибницьким господарствам запропоновано здійснювати генетичне збагачення племінних ресурсів веслоноса, шляхом обміну іхтіологічним матеріалом або статевими продуктами, з метою збереження генетичного різноманіття даного виду риб в умовах штучного розведення [26, 27].

Висновки

Аналіз літературних даних свідчить про важливість досліджень генетичної структури веслоноса для відтворення і збереження його генофонду, ефективного культивування та підвищення обсягів осетрової продукції як

альтернативної заміни традиційних видів осетрових риб. Одним із основних завдань успішної організації робіт із відтворення веслоноса в умовах вітчизняних рибницьких господарств є наросування чисельності та підвищення якості генетичного матеріалу його ремонтно-маточних стад.

Нині, у дослідженнях генетичної структури веслоноса в умовах сучасної аквакультури існує тенденція до виявлення низького рівня генетичного різноманіття штучних популяцій, що пояснюється формуванням племінних стад з обмеженої кількості завезеного зі США іхтіологічного матеріалу.

На сучасному етапі розвитку молекулярно-генетичних досліджень для оцінки генетичної мінливості осетроподібних видів широко застосовують нові високополіморфні мікросателітні ДНК-маркери, які є унікальним інструментом контролю ефективності відтворення та збереження генетичного різноманіття популяцій веслоноса.

Вивчення та моніторинг генетичних процесів у веслоноса, як і в усіх осетроподібних, має ряд характерних особливостей, що пов'язано з поліплоїдним походженням даних видів риб. Тому, на даний час дослідники активно ведуть пошуки ядерних маркерів з диплоїдним характером успадкування, з метою підвищення достовірності статистичної обробки результатів мікросателітного аналізу осетроподібних риб [10].

Розробка і впровадження поліморфних генетичних маркерів для вивчення та оцінки генетико-популяційних особливостей природних популяцій веслоноса була започаткована колективом вчених на чолі із Heist (2002, 2008). В результаті було розроблено вісім загальноновживаних мікросателітних ДНК-маркерів, нуклеотидні послідовності яких зберігаються у міжнародному генетичному банку даних GenBank. На підставі мікросателітного аналізу з використанням цих ДНК-маркерів було здійснено оцінку та порівняння генетичної структури природних та штучних популяцій веслоноса, вирощених в умовах польських та українських рибницьких господарств. Формування особливостей та розбіжностей генетичного біорізноманіття природних популяцій веслоноса з різних географічно віддалених точок пояснюється

ізоляцією таких популяцій в результаті штучного зарегулювання стоків річок, які забезпечували природний обмін генами за рахунок вільного схрещування. Згідно результатів порівняльних досліджень внутрішньовидового генетичного поліморфізму природних та штучних популяцій веслоноса було виявлено відсутність деяких алелів, які були ідентифіковані у природних популяціях, що вказує на зниження генетичного біорізноманіття веслоноса в результаті тривалої практики штучного розведення [28].

Таким чином, всебічний моніторинг генетичної складової веслоноса з використанням мікросателітних ДНК-маркерів має вагоме значення та перспективи для оптимізації збереження та відтворення популяцій у природних та штучних водоймах. Важливим питанням підтримки біорізноманіття даного виду є збереження унікальних алелів, які можуть бути втрачені в результаті репродуктивної ізоляції природних популяцій та негативного впливу близькоспорідненого розведення в штучних умовах. В даному аспекті молекулярно-генетичні дослідження з використанням мікросателітних ДНК-маркерів дозволять виявляти відмінності та оцінювати статус племінних ресурсів веслоноса, а також забезпечать теоретичну та практичну підтримку відтворення та збереження даного виду риб.

Список літератури

1. Онученко О.В. Основи рибогосподарського освоєння веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum): монографія/ Онученко О.В., Третяк О.М., Кулешов О.В. – К.: Вища освіта, 2003. – 111 с.
2. Costache M, Dudu A and Georgescu S Emil Low Danube Sturgeon Identification Using DNA Markers, Analysis of Genetic Variation in Animals, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.). –2012. – 243-268 p.
3. Третяк О. М. Рибницько-біологічні основи формування та експлуатації племінних стад веслоноса (*Polyodon Spathula*, Walbaum) в умовах інтродукції / О. М. Третяк/ Рибогосподарська наука України. – 2009. – №3. – С. 4-20.
4. Третяк О. М. Система науково обґрунтованого розвитку аквакультури веслоноса в Україні/ О. М. Третяк // Рибогосподарська наука України. – 2010. – № 2. – С. 3-25.
5. Третяк, О. М. Аналіз генетичної структури груп веслоноса за окремими генетико-біохімічними системами / О. М. Третяк, С. І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. – 2011. – № 1. – С.50-57.

6. Тарасюк С. І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибистві : монографія / С. І. Тарасюк, І. І. Грициняк. – К.: Аграрна наука, 2013. – 312 с.
7. Mims, S.D., R.J. Onders, B. Tim Parrott, and J. Stickney.. Caviar from Paddlefish Grown in Water Supply Lakes. A quarterly publication of the Kentucky Rural Water Association, Bowling Green, KY. Waterproof. – 2006. – 8 (4). –P. 12-13.
8. Катасонов В. Я., Селекция рыб с основами генетики / В. Я. Катасонов, Б. И. Гомельский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 321с.
9. Третьяк О. М. Використання ДНК-маркерів у дослідженнях генетичної структури племінного матеріалу веслоноса (*Polyodon spathula* (Walb.)) / О. М. Третьяк, І. І. Грициняк, С. І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. – 2012. – № 4. – С.117-120.
10. Тимошкина Н. Н. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри-и межвидового полиморфизма осетровых рыб (*Acipenseriformes*) / Н. Н. Тимошкина, Д. И. Водолажский, А. В. Усатов // Экологическая генетика. – 2010.–Т.8. – №1. – С. 12-24.
11. Vasil'ev V. P., 2009. Mechanisms of Polyploid Evolution in Fish: Polyploidy in Sturgeons // Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons / Eds. R. Carmona et al.: Springer Science + Business Media B. – Vol. 29.– P. 97–117.
12. Ludwig, A. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (*Acipenser*, *Huso*, and *Scaphirhynchus*) / A. Ludwig, N.M. Belfiore, C. Pitra, V. Svirsky and I. Jenneckens // Genetics. – 2001. –158. – 1203-1215.
13. Dingerkus G. Karyotypic analysis and evidence of tetraploidy in the North American paddlefish, *Polyodon spathula*/ G. Dingerkus, W.M. Howell // Science. – 1976. – Vol. 194. – P. 842–844.
14. Rajkov J. Evolution of Polyploidy and Functional Diploidization in Sturgeons: Microsatellite Analysis in 10 Sturgeon Species/ J. Rajkov, Z. Shao, and P. Berrebi // The Journal of heredity. – 2014. – 105(4). – P . 521–531
15. Marshall T.C.Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations / T.C. Marshall[et al] // Mol.ecol. – 1998. – P. 639-655.
16. Kalinowski S.T.. HP-RARE 1.0: a computer program for performing rarefaction on measures of allelic diversity. Molecular Ecology Notes. – 2005. – 5 (1). – 187–189.
17. Devlin R H, Nagahama Y Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences / R H Devlin, Y Nagahama // Aquaculture. – 2002. – С. 191–364.
18. Mims, S.D., Shelton, W.L., Linhart, O., Wang, C.,. Induced gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula* / S.D. Mims, W.L. Shelton, O.Linhart, C. Wang, //Journal of the World Aquaculture Society – 1997. – 28. – P. 334-343.
19. Askari G. Application of molecular markers in fisheries and aquaculture/ G. Askari, A Shabani, H Kolangi Miandare // Scientific Journal of Animal Science. – 2013. – 2 (4). – P. 82-88.

20. Zou Y. C. Induction of meiotic gynogenesis in paddlefish (*Polyodon spathula*) and its confirmation using microsatellite markers // Y. C. Zou, Q. W. Wei, G. B. Pan // Journal of Applied Ichthyology. – 2011. – Vol. 27. – Issue 2. – P. 505–509.

21. Shelton W.L., Mims, S.D., Evidence for female heterogametic sex determination in paddlefish *Polyodon spathula* based on gynogenesis // Aquaculture.– 2012. – P. 356-357 (116-118).

22. Dunham Rex A. Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approaches / Rex A. Dunham. – 2004. – 372 p.

23. Малишева О. О. Впровадження генетичної паспортизації осетрових в Україні / О. О. Малишева, В. Г. Спиридонов, С. Д. Мельничук // Тваринництво України Національне об'єднання по племінній справі у тваринництві. – 2015. – Вип. 9. – С. 12-15.

24. Heist E.J Genetic Structure in Paddlefish Inferred from DNA Microsatellite Loci / E.J. Heist, A. Mustapha// Transactions of the American Fisheries Society. – 2008. – Vol. 137, Iss. 3. – P. 909–915.

25. Heist, E.J. Microsatellite markers for the paddlefish (*Polyodon spathula*) / E.J. Heist, E.H. Nicholson, J.T. Sipiorski, D.B. Keeney //Conservation Genetics . – 2002. – Vol. 3. – P. 205-207.

26. Kaczmarczyk D. Polymorphism of microsatellite loci – a tool in studying biodiversity of paddlefish aquaculture broodstock / D. Kaczmarczyk, K. Kohlmann, P. Kersten, M. Luczynski // Environmental Biotechnology. – 2007. – 3. – P. 44–48.

27. Kaczmarczyk D. Genetic variation in three paddlefish (*Polyodon spathula* Walbaum) stocks based on microsatellite DNA analysis / D. Kaczmarczyk, M. Luczynski, P. Brzuzan // Czech J. Anim. Sci. – 2012. – № 57 (8). – P. 345-352.

28. Zheng X., Schneider K., Lowe J.D., Gomelsky B., Mims S.D., Bu S.. Genetic structure among four populations of paddlefish, *Polyodon spathula* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Polyodontidae), based on disomic microsatellite markers / X. Zheng, K. Schneider, J.D. Lowe, B. Gomelsky, S.D. Mims, S Bu //. Acta Ichthyol. Piscat. – 2014. – 44 (3). – P. 213–219.

References

1. Costache M, Dudu, A and Georgescu, S Emil (2012). Low Danube Sturgeon Identification Using DNA Markers, Analysis of Genetic Variation in Animals, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), 243-268 p. doi: 10.5772/34889.

2. Tretiak O.M. (2009). Rybnitsko-biologichni osnovy formuvannia ta ekspluatatsii plemynnykh stad veslonosa (*Polyodon Spathula*, Walbaum) v umovakh introduktsii [Fishery and biological basis for the formation and operation of paddlefish (*Polyodon Spathula*, Walbaum) breeding stocks in the conditions of introduction]. Rybohospodarska nauka Ukrainy (3), 4-20.

3. Tretiak O.M. 2010 Systema naukovo obhruntovanoho rozvytku akvakultury veslonosa v Ukraini [The system of science-based aquaculture paddlefish in Ukraine]. Rybohospodarska nauka Ukrainy (2), 3–25.

4. Tretiak, O. M., Tarasiuk S. I. (2011) Analiz henetychnoi struktury hrup veslonosa za okremymy henetyko-biokhimichnymy systemamy [Analysis of the

genetic structure of paddlefish groups for certain genetic and biochemical systems]. Rybohospodarska nauka Ukrainy (1), 50-57.

5. Tarasiuk S. I., Hrytsyniak I. I. (2013) Molekuliarno-henetychni doslidzhennia v rybnytstvi [Molecular genetic studies in fish culture] : monohrafiia. Ahrarna nauka, 312.

6. Onuchenko O.V., Tretiak O.M., Kuleshov O.V. (2003) Osnovy rybohospodarskoho osvoiennia veslonosa Polyodon spathula (Walbaum): monohrafiia [Fundamentals paddlefish (*Polyodon spathula* (Walbaum)) fisheries development]. Vyshcha osvita, 111.

7. Mims, S.D., R.J. Onders, B. Tim Parrott, and J. Stickney (2006). Caviar from Paddlefish Grown in Water Supply Lakes. Waterproof 8 (4):12-13. A quarterly publication of the Kentucky Rural Water Association, Bowling Green, KY.

8. Katasonov V. Ia. (1991) Selektysia ryb s osnovamy henetyky [Selective breeding of fish with the basics of genetics]. Ahropromyzdat, 321.

9. Tretiak O.M., Hrytsyniak I.I., Tarasiuk S.I. (2012). Vykorystannia DNK-markeriv u doslidzhenniakh henetychnoi struktury plemynnoho materialu veslonosa (*Polyodon spathula* (Walb.)) [Using DNA markers to study the genetic structure of breeding material of paddlefish (*Polyodon spathula* (Walb.))]. Rybohospodarska nauka Ukrainy (4), 117-120.

10. Tymoshkyna N.N. Vodolazhskyy D.Y., Usatov A.V. (2010) Molekulyarno-henetycheskye markery v yssledovanny vnutyry mezhvydovoho polymorfyзма osetrovnykh ryb (*Acipenseriformes*) [Molecular genetic markers in the study of intra- and interspecific polymorphism of sturgeons (*Acipenseriformes*)]. Ekologicheskaya henetyka, V.8 (1), 12-24.

11. Vasil'ev, V. P. (2009). Mechanisms of Polyploid Evolution in Fish: Polyploidy in Sturgeons // Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons / Eds. R. Carmona et al.: Springer Science + Business Media B. Vol. 29, 97-117.

12. Ludwig, A., Belfiore, N. M., Pitra, C., Svirsky, V., and Jenneckens, I. (2001). Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (*Acipenser*, *Huso*, and *Scaphirhynchus*). Genetics 158: 1203-1215.

13. Dingerkus, G., Howell, W.M. (1976). Karyotypic analysis and evidence of tetraploidy in the North American paddlefish, *Polyodon spathula*/ Dingerkus, G., // Science. Vol. 194, 842-844.

14. Rajkov, J., Shao, Z. and Berrebi, P. (2014). Evolution of Polyploidy and Functional Diploidization in Sturgeons: Microsatellite Analysis in 10 Sturgeon Species. The Journal of heredity, vol. 105(4), 521-531.

15. Marshall, T.C., Slate, J., Kruuk, L. E., Pemberton J. M. (1998) Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. Mol.ecol. 7(5), 639-655.

16. Kalinowski S.T. (2005). HP-RARE 1.0: a computer program for performing rarefaction on measures of allelic diversity. Molecular Ecology Notes 5 (1): 187-189.

17. Devlin, R. H, Nagahama, Y. (2002) Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquaculture, 191-364.

18. Mims, S.D., Shelton, W.L., Linhart, O., Wang, C. (1997). Induced gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula*. Journal of the World Aquaculture Society 28, 334-343.
19. Askari, G., Shabani, A., Kolangi Miandare, H (2013) Application of molecular markers in fisheries and aquaculture. Scientific Journal of Animal Science. 2 (4), 82-88.
20. Zou, Y. C., Wei, Q. W., Pan, G. B. (2011) Induction of meiotic gynogenesis in paddlefish (*Polyodon spathula*) and its confirmation using microsatellite markers // Y. C. Zou, // Journal of Applied Ichthyology, Vol. 27(2), P. 505–509.
21. Shelton, W.L., Mims, S.D. (2012) Evidence for female heterogametic sex determination in paddlefish *Polyodon spathula* based on gynogenesis. Aquaculture., 356-357: 116-118.
22. Dunham, Rex A. (2004) Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approaches, 372 p.
23. Malysheva, O. O., Spyrydonov, V. H., Melnychuk, S. D. (2015) Vprovadzhennia henetychnoi pasportyzatsii osetrovykh v Ukraini [The introduction of genetic certification sturgeon in Ukraine]. Tvarynnystvo Ukrainy Natsionalne obiednannia po pleminnii spravi u tvarynnystvi (9), 12-15.
24. Heist, E.J., A. Mustapha (2008) Rangewide Genetic Structure in Paddlefish Inferred from DNA Microsatellite Loci. Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 137 (3), P. 909–915.
25. Heist, E.J. Nicholson, E.H., Sipiorski, J.T., Keeney D.B. (2002) Microsatellite markers for the paddlefish (*Polyodon spathula*). Conservation Genetics. Vol. 3, 205-207.
26. Kaczmarczyk, D., Kohlmann, K., Kersten, P., Luczynski, M. (2007): Polymorphism of microsatellite loci – a tool in studying biodiversity of paddlefish aquaculture broodstock. Environmental Biotechnology. (3), 44–48.
27. Kaczmarczyk, D., Luczynski, M., Brzuzan, P. (2012) Genetic variation in three paddlefish (*Polyodon spathula* Walbaum) stocks based on microsatellite DNA analysis. Czech J. Anim. Sci. 57 (8), 345-352.
28. Zheng, X., Schneider, K., Lowe, J. D., Gomelsky, B., Mims, S. D., Bu, S. (2014). Genetic structure among four populations of paddlefish, *Polyodon spathula* (Actinopterygii: Acipenseriformes: Polyodontidae), based on disomic microsatellite markers. Acta Ichthyol. Piscat. 44 (3): 213–219.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЕСЛОНОСА
(POLYODON SPATHULA)
(ОБЗОР)**

К. Н. Курта, О. А. Малышева, В. Г. Спиридонов

Аннотация. В обзоре рассмотрено состояние и перспективы современных способов исследований генетической структуры веслоноса (*Polyodon spathula*, Walbaum, 1792). Представлена характеристика организации структуры генома его популяций, показаны особенности генетики

определения пола у веслоноса. Обобщены результаты использования новейших методов мониторинга генетического биоразнообразия данного объекта. Рассмотрены наиболее широко используемые микросателлитные ДНК-маркеры и преимущества их применения для оценки генетической изменчивости веслоноса. Приведены и проанализированы результаты предыдущих исследований популяционно-генетических параметров природных и искусственных популяций данного вида с применением ДНК-маркеров. Определено, что на современном этапе развития молекулярно-генетических исследований для контроля эффективности воспроизводства и сохранения популяций веслоноса применяют следующие микросателлитные ДНК-маркеры: Psp12, Psp18, Psp20, Psp21, Psp26, Psp28, Psp29 и Psp32. В результате использования предложенных ДНК-маркеров можно оценить внутривидовой генетический полиморфизм, осуществить паспортизацию ремонтно-маточных стад и дальнейшее формирование родительских пар производителей по альтернативным генотипам с целью повышения качества генетического материала племенных ресурсов веслоноса для контроля эффективности воспроизводства в условиях отечественных рыбоводных хозяйств.

Ключевые слова: веслонос, микросателлитные ДНК-маркеры, генотип, аллели, генетическая структура, генетическое биоразнообразие, полиморфизм, аквакультура

CONTEMPORARY STATE AND PROSPECTS OF RESEARCH OF PADDLEFISH (*POLYODON SPATHULA*) GENETIC STRUCTURE (REVIEW)

K. Kurta, O. Malysheva, V. Spyrydonov

Abstract. The contemporary state and prospects of modern methods of research of the genetic paddlefish (*Polyodon spathula*, Walbaum, 1792) structure are reviewed. The characteristic of organization of structure of its genome populations particular properties of genetic of sex determination in paddlefish are presented and observed in the article. The results of using modern methods of monitoring of genetic biodiversity of this object are generalized. The most commonly used microsatellite DNA-markers and profits of using it for the evaluating genetic variation of paddlefish are considered. The analysis of previous studies of population genetic data of natural and artificial populations of this species using DNA-markers is quoted. According to current stage of development of molecular genetic studies it was determined that for making monitoring of the efficiency of conservation and reproduction of paddlefish populations the following microsatellite DNA markers are used: Psp12, Psp18, Psp20, Psp21, Psp26, Psp28, Psp29 and Psp32. In the result of using suggested DNA-markers intraspecific genetic polymorphism can be evaluated. As a consequence, passportisation of paddlefish broodstocks and further formation of pairs for breeding with alternative genotypes can be made for the main target of increasing quality of paddlefish stocking material for monitoring the efficiency of reproduction of this species in fish farms.

Keywords: *Paddlefish, microsatellite DNA-markers, genotype, alleles, genetic structure, genetic biodiversity, polymorphism, aquaculture*

ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ РУХОМИХ СПОЛУК ЗАЛІЗА У ТЕХНОЗЕМАХ ЗА ПРОФІЛЕМ

В. І. ЧОРНА, доктор біологічних наук, професор,

І. В. ВАГНЕР, аспірант*

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: wagner_ignatiy@mail.ru

Анотація. Залізо відіграє важливу роль у ґрунотворному процесі. Кількісне співвідношення форм заліза є основою діагностики різних типів і підтипів ґрунтів. Залізо має безпосередній вплив на ріст і розвиток рослин, бере участь в процесі фотосинтезу і перешкоджає виникненню хлорозу. Проаналізовано 120 зразків ґрунту у науково-дослідній лабораторії гідроекології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Вміст заліза визначався за ГОСТ 27395-87 «Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной» у профілях техногенно-порушених ґрунтів на глибину 100 см через кожні 10 см. Еталонним зразком було обрано чорнозем південний. Досліджувані профілі представлені неоднорідною сумішшю ґрунтових порід. Встановлено, що дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах є найбільш забезпеченими рухомими формам заліза та подібні до еталонного зразку. У шарі 0-10 см активно йдуть процеси вивітрювання, що призводять до руйнування та вимивання речовин у нижні шари за профілем. На цьому етапі становлення ґрунтів вміст заліза залежить від типу досліджуваних ґрунтів, неоднорідності сумішей та інфільтрації шарів. Відношення рухомого заліза у вигляді Fe^{2+} та Fe^{3+} є важливе для рослин, але може мати як позитивні так і негативні наслідки, які можуть виникати в залежності від сполук, що утворюються.

Ключові слова: ґрунотворний процес, техногенно-порушені ґрунти, вміст рухомого заліза

Актуальність. У ході вивчення шляхів відновлення техногенно-порушених ґрунтів на першому плані стає вивчення ґрунотворних процесів. Ґрунотворний процес відноситься до біофізико-хімічної категорії. Агентами ґрунтоутворення є живі організми та продукти їх життєдіяльності, вода, кисень, повітря, вуглекислота. Найбільш важливі складові ґрунотворного процесу:

*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор В. І. Чорна

1) перетворення (трансформація) мінералів гірської породи, з якої утворюється ґрунт; 2) накопичення в гірській породі органічних залишків; 3) взаємодія мінеральних та органічних речовин з утворенням складних органо-мінеральних сполук; 4) накопичення у верхній частині біофільних елементів, і, перш за все, елементів живлення; 5) переміщення продуктів ґрунтоутворення стоком вологи в профіль ґрунту [1, с. 183-184]. Встановлено, що залізо бере участь практично у всіх елементарних ґрунтоутворних процесах: метаморфізмі мінеральної і органічної речовини ґрунту, міграції, сегрегації та цементації речовин в ґрунті, опідзолюванні, оглеєнні і ін. [2, с. 10].

Залізо має багатогранний зв'язок з органічною речовиною і активно бере участь в різних процесах перетворення ґрунтів. Воно відіграє особливу роль у формуванні водно-фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунтів і структуроутворенні. Співвідношення різних форм заліза багато в чому пов'язані з окисно-відновними умовами ґрунту. Кількісне співвідношення форм заліза є основою діагностики різних типів і підтипів ґрунтів, що має пряме відношення до їх генетичної класифікації. Залізо має безпосередній вплив на ріст і розвиток рослин, бере участь в процесі фотосинтезу і перешкоджає виникненню хвороби рослин – хлорозу [3, с. 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Залізо в ґрунтах, як правило, пов'язане з первинними мінералами. Розчинність мінералів заліза дуже низька через концентрацію розчинного заліза контрольованого аморфним $\text{Fe}(\text{OH})_3$. У добре аерованому ґрунті іони трьохвалентного Fe^{3+} є домінуючими, в той час як в більш напівзасушливих погано аерованих ґрунтах – іони двохвалентного Fe^{2+} . Кількість розчинного заліза, сильно залежить від кислотності ґрунту, концентрація Fe^{3+} зростає в 1000 разів, коли рН знижується на одну одиницю. Розчинне заліза досягає коренів рослин шляхом дифузії іонів в ґрунтовому розчині або в формі халатів. Воно стає доступним за рахунок деградації рослинних продуктів життєдіяльності, мікробного метаболізму, а також щавлевої і лимонної кислоти, що містяться в ґрунті. Утворення твердої

органічної речовини знижує мобільність заліза і його поглинання рослинами [4, с. 145; 5, с. 28; 6, с. 755-756].

Мета дослідження – охарактеризувати дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку, червоно-бурих та сіро-зелених глинах та педозем на лесоподібному суглинку за вмістом рухомих сполук Fe^{2+} та Fe^{3+} за профілем та порівняти ці показники з даними еталонного зразка у вигляді чорнозему південного. Об'єктом дослідження був вміст рухомих сполук Fe^{2+} та Fe^{3+} у техногенно-порушених ґрунтах.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження вмісту рухомих сполук Fe^{2+} та Fe^{3+} проведено у профілях досліджуваних ґрунтів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ у м. Орджонікідзе. Проби ґрунтів у профілях було відібрано в 2016 році через кожні 10 см до 1 метра у трьохразовій повторюваності (загалом 120 зразків) [7, с. 1-11]. Усі експерименти проводилися у науково-дослідній лабораторії гідроекології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.

Вміст заліза визначався за ГОСТ 27395-87 «Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной» [8, с. 1-12].

Суть методу полягає у добуванні рухомих сполук двох- і трьохвалентного заліза з ґрунту розчином сірчаної кислоти $0,1 \text{ моль/дм}^3$ за співвідношення ґрунт : розчин 1 : 10 для мінеральних ґрунтів і 1 : 50 – для торф'яних ґрунтів, часу збовтування 5 хв з подальшим визначенням у витяжці двохвалентного заліза фотометрично з орто-фенантроліном і суми двох- і трьохвалентного заліза фотометрично з додаванням гідроксиламіну солянокислого [8, с. 2]. Вимірювали концентрацію двох- і трьохвалентного заліза на спектрофотометрі Unico за довжини хвилі 512 нм.

Для розрахунку та оцінки даних і встановлення залежностей використовувались функції програми Excel 2010.

Результати дослідження та їх обговорення: Для отримання достовірних результатів умісту рухомих сполук заліза кожний зразок ґрунту був

проаналізований трьохразово та встановлена вологість кожного зразка з перерахунком на сухий ґрунт. Результати фотометричного визначення заліза (II) надані на рисунку 1.

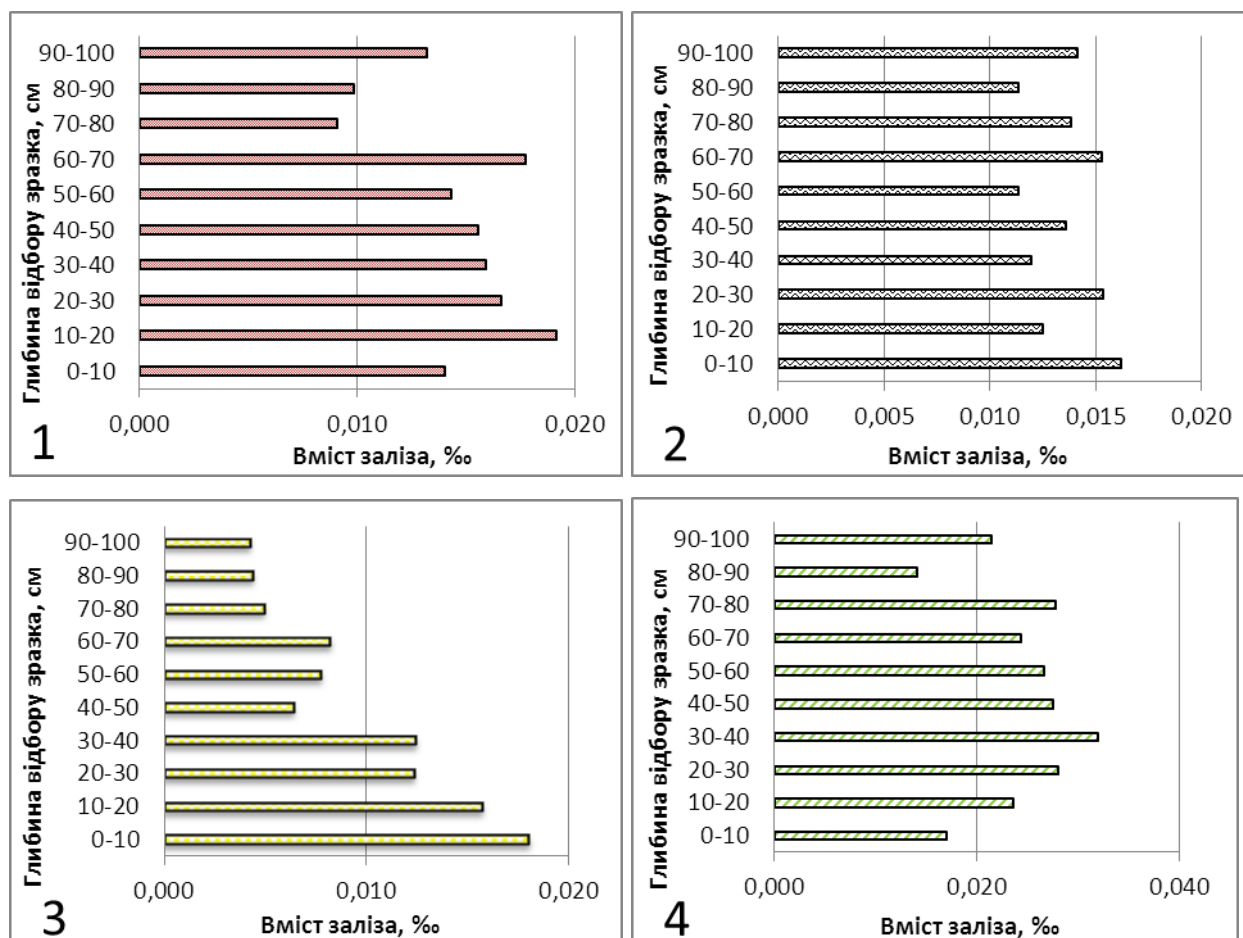


Рис. 1. Вміст двохвалентного заліза у техногенно-порушених ґрунтах: 1 – дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах; 2 – педозем на лесоподібному суглинку; 3 – дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку; 4 – дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах ($M \pm m$, $p < 0,05$).

Вміст рухомого двохвалентного заліза у дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах коливається від 0,009 до 0,019 ‰. Найбільше значення зафіксоване на глибині 10-20 см. Концентрація заліза (II) у профілі є більш-менш постійною до глибини 80 см, на якій різко зменшується 1,5-2 рази.

У педоземі на лесоподібному суглинку вміст двохвалентного заліза знаходиться у межах 0,011-0,016 ‰ та є постійним на всій глибині, приймаючи найбільше значення у прошарку 0-10 см.

У дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку зафіксований найменший вміст двохвалентного заліза – 0,004 ‰. Загалом концентрація рухомого заліза (II) поступово зменшується з глибиною від 0,018 ‰ у шарі 0-10 см до найменшого значення у шарі 90-100 см. Спостерігається накопичення двохвалентного заліза у верхніх шарах ґрунту 0-40 см.

У дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах вміст двохвалентного заліза коливається від 0,014 до 0,032 ‰, що є найбільшим значенням серед досліджуваних ґрунтів. Найбільші концентрації заліза (II) зосереджені на глибині 10-80 см. Найбільше значення 0,032 ‰ на глибині 30-40 см за вмістом заліза (II) відповідає середньому вмісту цього показника у чорноземі південному. Вміст двохвалентного заліза на всій глибині у чотирьох досліджуваних профілях складає більше 60 % від загального рухомого заліза. Для рослин двохвалентне залізо є легкодоступною формою для засвоєння, що є гарним показником для їх розвитку.

У дослідженнях А. В. Захарченка тенденція переважання двохвалентного заліза пояснюється тим, що в техногенно-порушених ґрунтах вміст трьохвалентного заліза зменшується, а вміст двохвалентного заліза кількісно зростає відносно природних ґрунтів, що пов'язано із процесом оглеєння і дуже залежить від зміни окисно-відновлюваного потенціалу [9, с. 124]

Прояв внутрішньогрунтового оглеєння пов'язаний із неоднозначними за складом властивостями і масштабом новоутворених продуктів та процесів педотурбації, що виражаються у перерозподілі закисного та окисного заліза у ґрунтовому профілі. Цей процес характерний для дуже ущільнених ґрунтів з важким гранулометричним складом (представлений глинами), що повністю характеризує досліджувані ґрунти [10, р. 524]

Окислювально-відновна система ґрунтів на основі заліза змінюється відповідно до електрохімічної обстановки ($\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$). Джерелом електрона є органічна частина ґрунтового розчину, яка, відповідно, окиснюється за участі ферментів ґрунтових мікроорганізмів [11, с. 474].

Для повноцінної характеристики рухомих сполук заліза у досліджуваних ґрунтах було встановлено вміст загального рухомого заліза, що дає змогу знайти вміст сполук трьохвалентного заліза.

Отримані дані відображено на рисунку 2

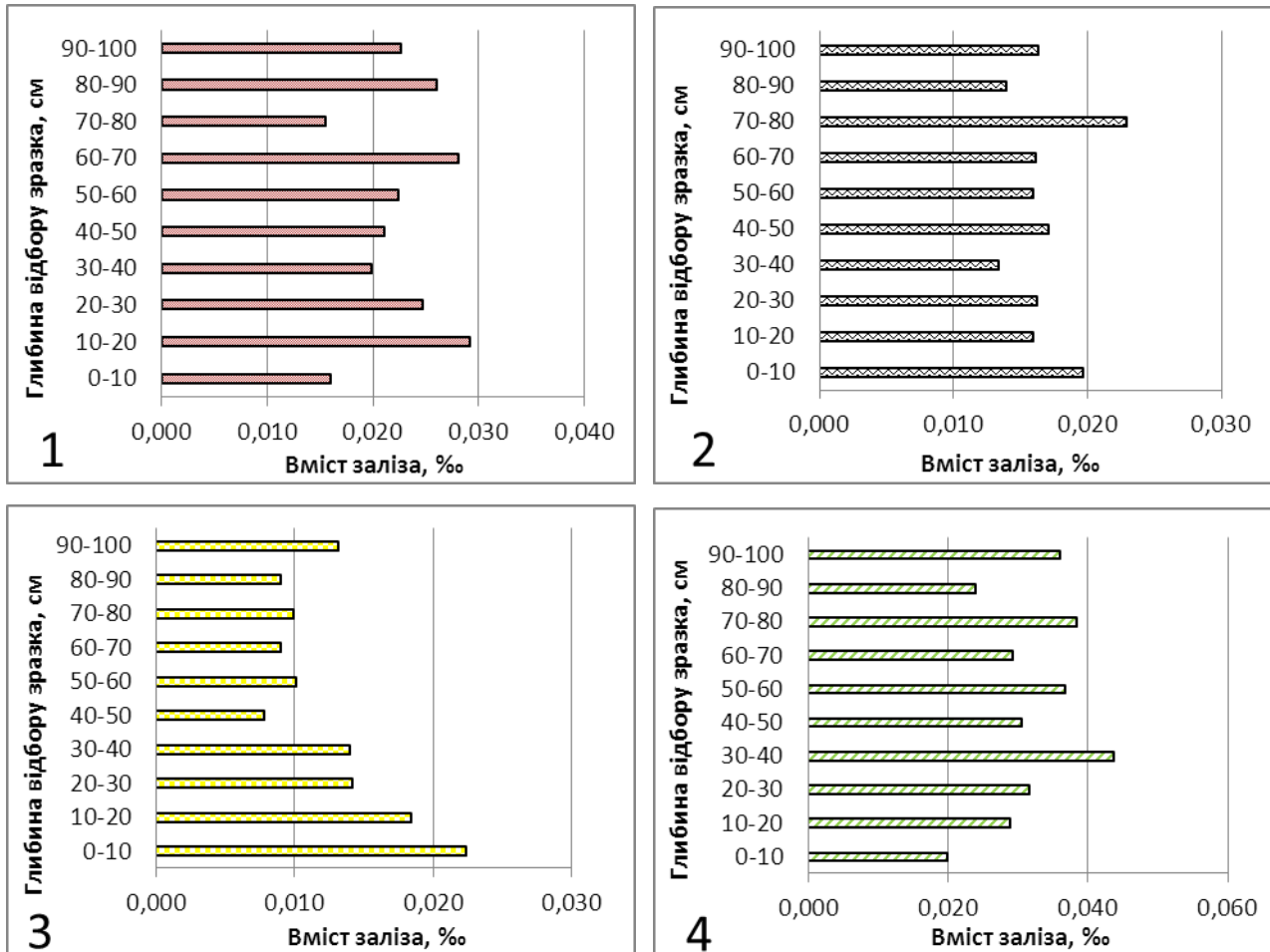


Рис. 2. Вміст заліза загального у техногенно-порушених ґрунтах: 1 – дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах; 2 – педозем на лесоподібному суглинку; 3 – дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку; 4 – дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах ($M \pm m$, $p < 0,05$).

Вміст заліза загального у дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах знаходиться у діапазоні від 0,016 до 0,029 ‰, приймаючи найбільше значення на глибині 10-20 см. У педоземі на лесоподібному суглинку у діапазоні від 0,013 до 0,023 ‰. У дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку від 0,008 до 0,022 ‰ з послідовним зменшенням із глибиною. Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах мають у своєму складі від 0,020 до 0,044 ‰ рухомих сполук заліза загального.

Вміст рухомого загального заліза у всіх типах досліджуваних техноземів збільшується із глибиною або варіює, характеризуючи неоднорідність шарів ґрунтового профілю. Встановлено, що для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібному суглинку, де рухомі сполуки заліза в більшості сконцентровані у шарі 0-40 см та зменшуються з глибиною є характерним для внутрішньогрунтового оглеєння, яке має сезонний характер. Така особливість була встановлена і В. Г. Двуречанським, який стверджував, що головною особливістю дерново-літогенних ґрунтів є наявність і характер поведінки рухомого заліза, яке збільшується із глибиною, що пояснюється елювіальними процесами виносу зруйнованих мінеральних з'єднань. Цьому сприяє велика кількість розкладеного опаду та процеси педотурбації, які також залежать від зволоження досліджуваних ґрунтів [11, с. 475].

Техногенно-порушені ґрунти розвиваються за зональним типом ґрунтоутворення. Будь-яка ґрунтова система прагне до вигляду оточуючих ґрунтів, як найбільш стійкого за відношенням до факторів ґрунтоутворення. Відповідно до основної парадигми ґрунтознавства такі чинники, як час, клімат, рослинність, рельєф впливають на поверхню Землі із формуванням профілю зональної ґрунту та є зовнішніми чинниками. Але існують чинники внутрішньогрунтової системи, один з яких – це зміна хімічного потенціалу техногенно-порушених ґрунтів, що призводить до перерозподілу заліза за профілем та робить його елементом, який характеризує процеси ґрунтогенезу (1, с. 182; 3, с. 21; 9, с. 127).

Відомо, що залізо є одним з найбільш динамічних параметрів валового хімічного складу ґрунтів, що реагує на зміну окисно-відновних умов, чим також можна пояснити вертикальну диференціацію вмісту рухомих сполук заліза у техногенно-порушених ґрунтах [11, с. 471]

Причиною формування різноманітних горизонтів є просторове розгалуження по вертикалі міграції та акумуляція речовин, розчинення та осаджування, окисно-відновні процеси, гумусоутворення, мінералізації органічної речовини, що є характерною рисою початкової стадії

грунтоутворення. Першою стадією утворення ґрунту можна вважати стадію, коли формується резервний фонд поживних речовин, доступних для організмів. На цій стадії розвивається ґрунт, в якому формуються вже запаси мінеральних та органо-мінеральних речовин, відносно доступних для рослин, що можна спостерігати на досліджуваних ґрунтах [1, с. 21-22].

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах є найбільш забезпеченими рухомими сполуками заліза.

У шарі 0-10 см дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих і сіро-зелених глинах та у педоземі на лесоподібному суглинку активно йдуть процеси вивітрювання, що призводять до руйнування та вимивання речовин у нижні шари за профілем.

Рухоме залізо у досліджуваних шарах дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібному суглинку, сіро-зелених, червоно-бурих глинах та педоземі на лесоподібному суглинку в більшій мірі представлене двохвалентним залізом, що можливо пов'язати зі слаболужною реакцією середовища (рН коливається в межах 7,2–7,9). Відновлення заліза в ґрунтах відбувається під дією органічних гумусових кислот і супроводжується окисненням останніх. В результаті утворюються Fe(II) – фульватні комплекси, які беруть участь в синтезі гідрооксидів.

Залізо приймає участь у всіх процесах ґрунтогенезу, тому встановлення його кількості та розповсюдження за профілем має велике значення у розумінні шляхів відновлення техногенно-порушених ґрунтів.

За отриманими даними можна запропонувати підкиснення досліджуваних ґрунтів для підвищення доступності рухомих сполук заліза та встановлення мінерального складу ґрунтів.

Можна запропонувати використання співвідношення рухомих форм заліза для діагностики техногенно-порушених ґрунтів, з'ясування відмінностей між ними та розглянути закономірності розподілу заліза в ґрунтовому профілі,

як модель змін техногенно-порушених ґрунтів, що представляє певний науковий інтерес.

Список літератури

1. Назаренко І. І. Ґрунтознавство [текст] / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – К.: Вища освіта, 2004. – 400 с.
2. Караваева Н. А. Элементарные почвообразовательные процессы. Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика [Текст] / Н. А. Караваева, В. О. Таргульян, А. В. Черкинский. – М.: Наука, 1992. – 183 с.
3. Юсифбекова З. Г. Формы железа и их роль в почвообразовании горно-лесных почв Юго-Восточной части Большого Кавказа: автореф. дис. ... канд. с/х. наук: 03.00.27 / З. Б. Юсифбекова. – Институт почвоведения и агрохимии АН Азербайджанской республики. – Баку, 1994. – 23 с.
4. Yruela, I., 2005. Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 145-146.
5. Petkov, G., Ts. Yablanski, M. Todorova, D. Pavlov, G. Kostadinova and V. Barakova, 2010. Ecological Assessment of Soils from Parks and Places in Stara Zagora. Ecology and Future, 4: 24-33.
6. Pelivanoska, V., B. Jordanoska, T. Mitkova and M. Markoski, 2011. Heavy metal content in soil and oriental tobacco manufactured in Republic of Macedonia. International Conference 100 years Bulgarian Soil Science, Sofia, Bulgaria, pp. 754-758.
7. Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной: ГОСТ 27395-87. – [Чинний від 1988-07-01] – М.: Госстандарт СССР, 1987. – 11 с.
8. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 2004–04–30] К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України).
9. Захарченко А. В. Окислительно-восстановительные условия регенерации антропогенно-измененных почв нарушенного сложения [Текст] / А. В. Захарченко // Вестник ТГПУ. Серия: естественные и точные науки. – 2005. – Выпуск 7(51). – С. 122-129
10. Brown T.H., Mahler R.L. The distribution of Si, Al, and Fe compounds in two mollisols differing in landscape position. Communic, in Soil Sc. Plan Analysis. / T.H. Brown, R.L. Mahler. – 1987. – Vol. 18, Issue 5 - P. 512-528
11. Двуреченский В. Г. Групповой состав железа в эмбриоземах техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса [Текст] / В. Г. Двуреченский // Сибирский экологический журнал. – 2010. – Вып. 3. – С. 471-477.

References

1. Nazarenko I.I., Pol'china S.M., Nikorich V.A. (2004). Gruntoznavstvo [Pedology]. Kyiv, Ukraina: Higher education, 400.

2.Karavaev N.A., Tarhul'yan V.O., Cherkinskii A.V. (1992). Elementarnye pochvoobrazovatel'nye processy. Opyt konceptual'nogo analiza, harakteristika, sistematika [Elementary soil forming processes. Experience in conceptual analysis, characterization, systematics]. Moscow, Russia: Science, 183.

3.Jusivbekova Z.H. (1994). Forms zheleza i ih rol v pochvoobrazovanii hornolesnyh pochv Juho-Vostochnoi chasti Bol'shogo Kavkaza [Forms of iron, and their role in soil formation of mountain-forest soils south-eastern part of the Greater Caucasus]. Institute of Pedology and and Agricultural Chemistry, The Republic of Azerbaijan Academy of Sciences. Baku, – 23 p.

4.Yruela, I.I.(2005). Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 145-146.

5.Petkov, G., Ts. Yablanski, M. Todorova, D. Pavlov, G. Kostadinova and V. Barakova, (2010). Ecological Assessment of Soils from Parks and Places in Stara Zagora. Ecology and Future, 4: 24-33.

6.Pelivanoska, V., B. Jordanoska, T. Mitkova and M. Markoski, (2011). Heavy metal content in soil and oriental tobacco manufactured in Republic of Macedonia. International Conference 100 years Bulgarian Soil Science, Sofia, Bulgaria, pp. 754-758.

7.Pochvy. Metod opredeleniia podvizhnyh soedinenii dvuh i trohvalentnogo zheleza po Verihinoi-Arinushkinoi [Soil. Method for determination of mobile connections ferric iron-on Verigina Arinushkina](1987). HOST 27395-87 from 1 July 1988. Moscow: Hoststandart SSSR.

8.Yakist gruntu. Vidbirannia prob [The quality of the soil. Sampling]. (2005). DSTU 4287:2004 from 30 April 2004. Kyiv: Derzhspozhivstandart Ukrainy (National Standard of Ukraine).

9.Zaharchenko A.V. (2005). Okislitel'no-vjstanovitel'nye usloviia reheneracii antropohenno-izmenennyh pochv narushenoho slozheniia [Redox conditions regeneration of anthropogenically-altered soils disturbed addition]. Journal TGPU. Series: natural and exact sciences, Vol. 7 (51), 122-129

10. Brown .T.H., Mahler R.L. (1987) The distribution of Si, Al, and Fe compounds in two mollisols differing in landcape position. Communic, in Soil Sc. Plan Analysis.. Vol. 18 № 5. P. 512-528.

11.Dvurechenskii V.G. (2010). Grupovoi sostav zheleza v embriozemah tehnogennyh landshaftov stepnogo yadra Kuzbassa. [Group Composition of Iron in Embryozems man-made landscapes steppe Kuzbass core]. Siberian Journal of Ecology, Vol. 3, 471-477.

РОЛЬ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПРОФИЛЯХ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ

В. И. Черная, И. В. Вагнер

***Аннотация.** Железо играет важную роль в процессе почвообразования. Количественное соотношение форм железа является основой диагностики различных типов и подтипов почв. Железо имеет непосредственное влияние на*

рост и развитие растений, участвует в процессе фотосинтеза и препятствует возникновению хлороза. Проанализированы 120 образцов почвы в научно-исследовательской лаборатории гидроэкологии Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета. Содержание железа определялось по ГОСТ 27395-87 «Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной» в профилях техногенно-нарушенных почв на глубину 100 см через каждые 10 см. Эталонным образцом был выбран чернозем южный. Исследуемые профили представлены неоднородной смесью грунтовых пород. Установлено, что дерново-литогенные почвы на серо-зеленых глинах наиболее обеспечены подвижными соединениями железа и схожи с эталонным образцом. В слое 0-10 см активно идут процессы выветривания, приводящие к разрушению и вымыванию веществ в нижние слои по профилю. На этом этапе становления почв содержание железа зависит от типа исследуемых почв, неоднородности смесей и инфильтрации слоев. Отношение подвижного железа в виде Fe^{2+} и Fe^{3+} важно для растений, но может иметь как положительные, так и отрицательные последствия, которые могут возникать в зависимости от образующихся соединений.

Ключевые слова: процесс почвообразования, техногенно-нарушенные почвы, содержание подвижного железа

THE ROLE OF MOBILE COMPOUNDS IRON IN THE PROFILES TECHNOLOGICALLY DISTURBED SOIL

V. I. Chorna, V. Wagner

Abstract. Iron plays an important role in the process of pedogenesis soil. The proportion of iron forms is the diagnosis' basis of different types and subtypes of soils. Iron has a direct impact on the growth and development of plants, participates in the process of photosynthesis and prevents the formation of chlorosis. 120 soil samples were analyzed in the research Hydroelology's laboratory of Dnepropetrovsk State Agrarian and Economic University. Iron content was determined in accordance with GOST 27395-87 Soils. Method for determination of mobile connections ferric iron-on Verigina Arinushkina profiles technogenic disturbed soil to a depth of 100 cm every 10 sm. The reference sample was selected southern chernozemic soil. Test profiles presented an inhomogeneous mixture of ground rocks. It was established that sod-lithogenic soil to gray-green clays most secured mobile iron compounds and are similar to a reference sample. The active layer 0-10 sm are weathering processes that lead to the destruction and leaching of substances in the lower layers of the profile. Iron content depends on the type of soil, on the mixtures heterogeneity and infiltration layers this stage of the soil. The ratio of Fe^{2+} and Fe^{3+} mobile forms is important for plants, but it can have both positive and negative consequences that may arise depending on the compounds formed.

Keywords: pedogenesis soil, technologically disturbed soil, content of mobile iron

УДК 582.685.4+674.031.931.242

**МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ У ЛИСТІ ДЕРЕВ ПРИРОДНОГО ЛІСУ ЗА
ВПЛИВУ АСОЦІЙОВАНИХ З АЛЬТИТУДОЮ СХИЛУ УМОВ
МІКРОКЛІМАТУ ТА ОСВІТЛЕНОСТІ**

А. А. АЛЕКСЄЄВА, аспірантка*

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

І. П. ГРИГОРЮК, доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН
України

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор

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

А. Ю. ОРИШАКА, студентка кафедри фізіології та інтродукції рослин

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара

E-mail: annakislaja@rambler.ru

Анотація. У листках *Tilia cordata* Mill. і *Fraxinus excelsior* L. досліджено зміни вмісту хлорофілу (Chla й Chlb) та активності каталази (CAT), зумовлені локальними умовами мікроклімату та освітленості природної діброви, асоційованими з висотою правобережного крутосхилу р. Самара. Зростання альтитуди схилу супроводжувалось зниженням вологості, градієнтним збільшенням температури та освітленості, що викликало варіювання інтенсивності фотосинтезу й антиоксидантних процесів у листі обох деревних порід. Співвідношення Chla/Chlb у листках липи та ясеня підвищувалось від 1,5 і 1,8 на нижній частині схилу відповідно до 2,2 і 3,2 на верхній. Активність каталази у листках *T. cordata* та *F. excelsior* мала протилежні напрями варіювання за висотою схилу. Активність каталази в листках липи зменшилася в 1,4 і 2,0 рази в середній і верхній частинах схилу за відношенням до нижньої, в той час як активність цього ферменту у листках ясеня збільшилася відповідно в 1,1 і 1,5 рази. Рівень кореляційних зв'язків між параметрами мікроклімату і освітленості та активністю каталази у листках деревних видів різного ярусу може бути маркером пристосованості видів до локальних екологічних умов природної діброви.

Ключові слова: *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, схил, освітленість, мікроклімат, хлорофіл, антиоксидантні ферменти

*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор Ю. В. Лихолат

Актуальність. Під час кліматичних змін, які, за оцінками фахівців, протягом останніх десятиліть мають тенденцію до посилення аридності, ліси потребують заходів збереження через свою економічну та екологічну значимість. Клімат відіграє ключову роль у формуванні та географічному розташуванні деревних видів, має визначний вплив на ріст дерев і лісову продуктивність [1], тому увагу науковців приділено прогнозуванню наслідків змін клімату. Існує велика ймовірність витіснення лісових видів Західної і центральної Європи південними генотипами. Прогнозується загострення проблеми виживання рослин через підвищення температури та посушливості, особливо в аридних регіонах.

Для степової зони України, де лісові екосистеми надзвичайно чутливі до будь-яких екологічних змін, оскільки перебувають в умовах географічної невідповідності, вказані проблеми є актуальними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Локальні умови для існування лісів створюються геоморфологічним різноманіттям степової зони, зокрема природні ліси правобережних крутосхилів степових річок є аналогами байрачних лісів. Нині територія України характеризується як лісodeфіцитна через один із найнижчих серед європейських країн показник лісистості – близько 15,9 % [2]. Збереження наявних типів лісів за кліматичних змін передбачає акліматизацію деревних видів завдяки генетичній і фенотипічній варіативності популяцій [3], тому актуальним є вивчення особливостей пристосування деревних рослин до асоційованих із певним місцезростанням екологічних факторів.

Установлено суттєвий вплив мікрокліматичних умов на фази розвитку рослин, зокрема перехід від вегетативної до генеративної стадії. У змішаних лісах листя, пристосоване до затінених умов, має нижчий фотосинтетичний потенціал, проте менші негативні наслідки під час посухи. Вивчаючи вплив асоційованих із висотою схилу кліматичних умов у листках *Fagus silvatica*, на нижній частині схилу виявили меншу продихову провідність, швидкість асиміляції вуглекислого газу, відношення маси листка до його площі, натомість

вищу фотохімічну активність і ефективність використання води [4]. Досліджуючи роль адаптованості до сонячної радіації, всередині крони двох екотипів *Eucalyptus globulus* знайшли листки, адаптовані до різних рівнів освітленості [5].

Рослини пристосовуються до впливу екологічних факторів шляхом установа оптимального рівня генетично детермінованих метаболічних процесів, що на клітинному рівні передбачає, зокрема, зміни активності антиоксидантних ферментів.

Мета дослідження – виявити варіювання інтенсивності фотосинтезу та антиоксидантних процесів у листі дерев залежно від локальних умов мікроклімату та освітленості природної діброви, асоційованих із різною висотою прибережного крутосхилу.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проведено на Присамарському міжнародному біосферному стаціонарі ім. О. Л. Бельгарда (48°45'01.56"N 35°28'31.09"E) у природній липово-ясеневій діброві віком понад 75 років, розташованій на крутосхилі південної експозиції правого берега р. Самара. Рівень метаболічних процесів у листі дерев за локальних мікрокліматичних умов і освітленості досліджували на верхній третині схилу з альтитудою (висота над рівнем моря) 96 м (ділянка ПП 207-1N), середній третині з альтитудою 74 м (ділянка ПП 207-2N) та нижній третині з альтитудою 52 м (ділянка ПП 207-3N). Аналіз метаболічних процесів проводили у листках *Tilia cordata* Mill. і *Fraxinus excelsior* L. Освітленість під наметом вимірювали на висоті 2 м протягом травня – липня опівдні у сонячну погоду з мінімальною хмарністю із використанням люксметра Ю-16 [6]. Синхронно з пробними площами визначали освітленість на відкритих ділянках у верхній, середній та нижній третирах схилу. Температуру та відносну вологість повітря, вимірювали протягом вегетації за ясної погоди на висоті 1,5 м від поверхні ґрунту [7]. Зразки листя відбирали у середині травня з 5-7 дерев одного вікового стану, готували усереднені зразки та за допомогою спектрофотометра КФК-3 визначали вміст хлорофілу (Chla та Chlb) [8]. Для визначення активності

каталази (CAT, EC 1.11.1.6) 0,1 г сирого рослинного матеріалу гомогенізували в 2,5 мл Трис-буфера (pH 7,0) з додаванням 0,1 % полівінілпіролідону, екстракт центрифугували 15 хв за 10 000 об./хв. Активність CAT визначали при 410 нм [9]; для розрахунків використовували попередньо побудований калібрувальний графік. Усі дослідження проведено у триразовому повторенні, результати наведено як середнє $\pm$ похибка (SD), а також опрацьовано із застосуванням кореляційного аналізу.

Результати дослідження та їх обговорення. Асоційовані з альтитудою схилу варіювання екологічних умов місцезростань зумовили особливості видового складу, структури та світлопроникність намету досліджуваних ділянок. На ділянці ПП 207-1N у верхньому деревному ярусі домінували дуб звичайний (*Quercus robur* L.) і ясен звичайний (*F. excelsior*), у другому ярусі присутні клен гостролистий, акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.), в'яз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) і липа серцелиста (*T. cordata*), у підліску розвинутий підріст клена, акації, в'яза, ясена. Деревостан дещо зріджений, зімкненість деревного намету у межах 0,6-0,7, тип світлової структури – напівтіньовий, світловий стан – посилений, ґрунтово-гідрологічні лісорослинні умови – свіжуваті. На ділянці ПП 207-2N зростає частина липи серцелистої та з'явився клен польовий (*Acer campestre* L.). Домінантами першого деревного ярусу були дуб звичайний та ясен звичайний, другого – клени гостролистий та польовий; акація біла виходила з деревного ярусу до складу підросту. Зімкненість деревного намету – в межах 0,8-0,9, тип світлової структури – напівтіньовий, світловий стан – нормальний, лісорослинні умови – свіжі. На ділянці ПП 207-3N зареєстровано найсприятливіші лісорослинні умови, у видовому складі збільшилась частка дуба звичайного, липи серцелистої, клена польового. Зімкненість деревного намету – у межах 0,8-0,9, тип світлової структури – напівтіньовий, світловий стан – послаблений, ґрунтово-гідрологічні лісорослинні умови – свіжі. Виявлені особливості видового складу та стану деревостану відбилися на показниках освітленості під лісовим наметом (табл. 1).

1. Умови освітленості та мікроклімату під наметом природної діброви на правобережному схилі р. Самара

Показники, одиниці виміру	Верхня частина схилу	Середня частина схилу	Нижня частина схилу
Освітленість під лісовим наметом, Lx	4154 ± 205	2190 ± 115	1745 ± 95
Ступінь освітленості під наметом відносно відкритої ділянки, %	8,2 ± 0,72	4,3 ± 0,28	3,51 ± 0,21
Середня температура повітря (t), °C	27,5-28,0	26,5-27,0	25,0-26,0
Середня відносна вологість повітря (r), %	54-58	58-62	62-65

Пов'язаний зі зрідженням деревостану та великою часткою напіважурнокронних порід посилений світловий стан діброви у верхній третині схилу зумовив зростання освітленості під наметом до 8,2 % відносно відкритих ділянок, що властиво для насаджень напівосвітленого типу світлової структури [10]. Збільшення частки щільнокронних порід та зімкненості деревного намету зумовило зниження освітленості у середній третині схилу до 4,3 %, у нижній частині – до 3,5 %, характерних, відповідно, для насаджень напівтіньового та тіньового типу. Значення температури збільшувались, а показники відносної вологості повітря під наметом природної діброви зменшувались зі зростанням альтитуди схилу (табл. 1). Отже, асоційовані з альтитудою схилу зростання освітленості та температури на тлі зниження відносної вологості повітря, були зумовлені мікрокліматичними умовами та рівнем світлопроникності деревного намету. Такий напрям локальних змін факторів середовища ми визначили як умовне посилення ознак аридності та дослідили реакції відповіді метаболічних систем на ці зміни у листі *T. cordata* і *F. excelsior*, які є автохтонними видами діброви. Одним із найчутливіших до впливу екологічних факторів метаболічних процесів у рослин є фотосинтез [1], зокрема, всі процеси біосинтезу фотосинтезувальних пігментів чутливі до умов вологозабезпеченості та освітленості. За зростання альтитуди схилу та пов'язаних із нею змінах мікрокліматичних умов знижувався сумарний вміст хлорофілу та його молекулярних форм (Chla та Chlb) у листі як липи серцелистої, так і ясена звичайного (табл. 2).

У листі липи серцелистої зниження сумарного вмісту хлорофілів становило на середній і верхній частинах схилу 14,3 % та 20 % від умісту на нижній частині. Зі зростанням висоти схилу співвідношення Chla/Chlb у листі липи підвищувалось з 1,5 до 2,1 на середній та до 2,2 на верхній частині схилу. Кореляційний аналіз виявив високий ступінь зв'язку між умістом хлорофілів у листках *T. cordata* на різних частинах схилу та показниками освітленості ($r = -0,83$), температури ($r = -0,98$) і відносної вологості ($r = 0,96$).

2. Вміст хлорофілу а (Chla, мг/л), хлорофілу b (Chlb, мг/л) та сумарний вміст (Chla+Chlb, мг/л) у листках *T. cordata* і *F. excelsior* у природній діброві на верхній (ВЧ), середній (СЧ) і нижній (НЧ) частинах правобережного схилу р. Самара

Частина схилу	Показники		
	Chla	Chlb	Chla+Chlb
<i>T. cordata</i>			
ВЧ	8,538 ± 0,08	3,853 ± 0,06	12,391 ± 0,12
СЧ	9,028 ± 0,11	4,236 ± 0,05	13,264 ± 0,14
НЧ	9,382 ± 0,10	6,098 ± 0,04	15,480 ± 0,12
<i>F. excelsior</i>			
ВЧ	7,441 ± 0,08	2,314 ± 0,07	9,755 ± 0,14
СЧ	8,256 ± 0,10	2,957 ± 0,06	11,213 ± 0,15
НЧ	9,330 ± 0,09	5,200 ± 0,06	14,530 ± 0,16

У листі ясена звичайного вміст хлорофілів на середині схилу був нижчим від такого на 22,8 % на нижній частині, а на верхній знижувався аж на 33 %. Співвідношення Chla/Chlb у листках *F. excelsior* збільшилось з 1,8 до 2,8 в середині схилу та до 3,2 на верхній частині схилу. Залежність вмісту хлорофілів у листі ясена від асоційованих з альтитудою схилу освітленості, температури та вологості підтверджено парними коефіцієнтами кореляції (відповідно, $r = -0,83$; $r = -0,99$; $r = 0,97$). Тобто у листі обох досліджуваних видів (*T. cordata* і *F. excelsior*) умовне посилення аридності клімату викликало помітне пригнічення інтенсивності фотосинтезу, у той час як відносне збільшення частки Chlb, що виконує захисну і допоміжну роль сприяло підтриманню фотосинтетичної функції.

Активність САТ зі зростанням альтитуду схилу у листі *T. cordata* знижувалась відповідно на 26,7 % і 51,0 % на середній і верхній частинах схилу (табл. 3). Установлено високий ступінь зв'язку між рівнем освітленості, температури та вологості на різних частинах схилу та активністю САТ (відповідно $r = -0,93$; $r = -1,0$; $r = 1,00$). Каталазна активність у листках виду *F. excelsior* на середині схилу підвищувалась несуттєво, проте на верхній частині схилу була вищою на 50 % від показників для нижньої частини схилу. Високим був кореляційний зв'язок між асоційованими з альтитудою схилу освітленістю, температурою, вологістю та активністю САТ (відповідно $r = 1,00$; $r = 0,89$; $r = -0,93$).

3. Активність каталази САТ (мкМ H_2O_2 / г·сек) у листках *T. cordata* і *F. excelsior* у природній діброві на верхній, середній і нижній частинах правобережного схилу р. Самара

Частина схилу	Назва виду	
	<i>T. cordata</i>	<i>F. excelsior</i>
Верхня частина	$7,440 \pm 0,57$	$7,440 \pm 0,32$
Середня частина	$11,160 \pm 0,18$	$5,270 \pm 0,31$
Нижня частина	$15,190 \pm 0,14$	$4,960 \pm 0,38$

Каталази рослин беруть участь у знешкодженні переважної більшості пероксиду водню, утвореного у метаболічних процесах за несприятливих умов середовища або за дії полютантів [11]; крім того, саме САТ контролюють рівень перекису водню, продукованого у процесах фотосинтезу та фотореспірації, яка посилюється внаслідок зростання сонячної радіації та температури. Варіювання активності цього ензиму, зумовлене змінами екологічних факторів, свідчить про високу чутливість антиоксидантної системи листків *T. cordata* і *F. excelsior* навіть до незначних змін температури, освітленості та відносної вологості повітря. Отримані нами результати узгоджуються з даними Тихонова А. Н. про високу чутливість рослин до рівня освітлення та наявності тонких біохімічних механізмів, які дозволяють відстежувати зміни тривалості, інтенсивності та спектрального складу світла, щоб своєчасно регулювати різні фізіологічні процеси [12].

Висновки і перспективи. Установлено високу чутливість метаболічних процесів у листках *T. cordata* і *F. excelsior* до асоційованого зі збільшенням висоти схилу зростання температури і освітленості та зниження вологості, яке було умовно визначено як посилення ознак аридності. Загальні закономірності для обох деревних видів полягали у тому, що зростання альтитуди схилу супроводжувалось зменшенням сумарного вмісту хлорофілів, посиленням ролі каталази у захисті фотосинтетичного процесу. Підвищення співвідношення Chla/Chlb у виду першого (*F. excelsior*) і другого (*T. cordata*) ярусів ймовірно пов'язане з погіршенням водопостачання, підвищенням фотохімічної активності, або високими адаптивними властивостями до підвищення інтенсивності освітлення. Рівень кореляційних зв'язків між параметрами мікроклімату і освітленості та активністю каталази у листках дерев різного ярусу може бути маркером пристосованості видів до локальних екологічних умов природної діброви.

Список літератури

1. Ramirez-Valiente J.A. Climatic origins predict variations in photoprotective leaf pigments in response to drought and low temperature in live oaks (*Quercus* series *virentes*) / J.A. Ramirez-Valiente, K. Koehler, J. Cavender-Bares // *Tree Physiol.* – 2015. – 35(1). – P. 521-534.
2. Ткач В. П. Ліси та лісистість в Україні: сучасний стан і перспективи розвитку / В. П. Ткач // *Український географічний журнал.* – 2012. – № 2. – С. 49-55.
3. Bussotti F. Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change / F. Bussotti, M. Pollastrini, V. Holland, W. Bruggeman // *Environ. Exp. Bot.* – 2015. – 111(3). – P. 91-113.
4. Rajsnerova P. Morphological, biochemical and physiological traits of upper and lower canopy leaves European beech tends to converge with increasing altitude / P. Rajsnerova, K. Klem, P. Holub, K. Novotna, K. Vecerova, M. Kozacikova, A. Rivas-Ubach, J. Sardans, M.-V. Marek, J. Penuelas, O. Urban // *Tree Physiol.* – 2015. – 35(1). – P. 47-60.
5. James S.A. Influence of light availability on leaf structure and growth of two *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* provenances / S.A. James, D.T. Bell // *Tree Physiol.* – 2000. – 20. – P. 1007-1018.
6. Алексеев В. А. Световой режим леса / В. А. Алексеев. – М.: Наука, 1975. – 228 с.
7. Грицан Ю. И. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. И. Грицан. – Д.: ДДУ, 2000. – 150 с.

8. Wintermans J.F.G.M. Spectrophotometric characteristics of chlorophyll a and b and their phaeophytins in ethanol / J.F.G.M. Wintermans, A. De Mots // Biochim. Biophys. Acta – 1965. – 109(2). – P. 448-453.

9. Goth L. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range / L. Goth // Clinica Chimica Acta – 1991. – 196. – P. 143-152.

10. Іванько І. А. Значення типу світлової структури при формуванні штучних лісових біогеоценозів у степу / І. А. Іванько // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2009. – 38. – 59-64.

11. Alexeyeva A.A. The impact of pollutants on the antioxidant protection of species of the genus *Tilia* L. at different developmental stages / A.A. Alexeyeva, Y.V. Lykholat, N.O. Khromykh, I.M. Kovalenko, E.S. Boroday // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія, екологія. – 2016. – 24(1). – С. 188-192.

12. Тихонов А. Н. Регуляция световых и темновых стадий фотосинтеза / А. Н. Тихонов // Соросовский образовательный журнал – 1999. – № 11. – С. 8-15.

References

1. Ramirez-Valiente, J.A., Koehler, K., Cavender-Bares, J. (2015). Climatic origins predict variations in photoprotective leaf pigments in response to drought and low temperature in live oaks (*Quercus* series *virentes*). *Tree Physiol.* 35(1), P. 521–534.

2. Tkach, V.P. (2012). *Lisy ta lisystist v Ukraini: Suchasny stan I perspektyvy rozvytku* [Forests and forest cover in Ukraine: Current state and prospects for development]. *Ukrayns'ky Geografichny Zhurnal* 2, P. 49–55 (in Ukrainian).

3. Bussotti, F., Pollastrini, M., Holland, V., Bruggeman, W. (2015). Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change. *Environ. Exp. Bot.* 111(3), P. 91–113.

4. Rajsnerova, P., Klem, K., Holub, P., Novotna, K., Vecerova, K., Kozacikova, M., Rivas-Ubach, A., Sardans, J., Marek, M.-V., Penuelas, J., Urban, O. (2015). Morphological, biochemical and physiological traits of upper and lower canopy leaves European beech tends to converge with increasing altitude. *Tree Physiol.* 35(1), P. 47–60.

5. James, S.A., Bell, D.T. (2000.) Influence of light availability on leaf structure and growth of two *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* provenances. *Tree Physiol.* 20, P. 1007–1018.

6. Alexeyev, V.A. (1975). *Svetovoy rezhym lesa* [Light regime of forest]. Nauka, Leningrad (in Russian).

7. Grytsan, Y.I. (2000). *Ekologichni osnovy peretvoryuyuchogo vplyvu lisovoy roslynnyosti na stepove seredovysche* [Ecological bases transformative impact of forest vegetation on steppe environment]. Dnipropetrovsk Univ. Press, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).

8. Winternans, J.F.G.M., De Mots, A. (1965). Spectrophotometric characteristics of chlorophyll a and b and their phaeophytins in etanol. *Biochim. Biophys. Acta* 109(2), P. 448–453.
9. Goth, L. (1991). A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica Chimica Acta* 196, P. 143–152.
10. Ivan'ko I.A. (2009). Znachennya typu svitlovoy struktury pry formuvannyi shtuchnykh lisovukh biogeostenoziv u stepu [Significance of light structure in formation of planted forest ecosystems in steppe]. *Pytannya lisovogo stepoznavstva ta lisovoy rekultivatsyi zemel* 38, P. 59–64 (in Ukrainian).
11. Alexeyeva, A.A., Lykholat, Y.V., Khromykh, N.O., Kovalenko, I.M., Boroday, E.S. (2016). The impact of pollutants on the antioxidant protection of species of the genus *Tilia* L. at different developmental stages. *Vìsn. Dnìpropetr. Unìv. Ser. Biol. Ekol.* 23 (2). P. 188–192.
12. Tikhonov, A.N. (1999). *Regulyatsiya svetovykh i temnovykh stadiy fotosinteza* [Regulation of light and dark phases of photosynthesis]. *Sorosovskiy Obscheobrazovatelny Zhurnal* 11, P. 8–15 (in Russian).

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИСТЬЯХ ДЕРЕВЬЕВ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АССОЦИИРОВАННЫХ С АЛЬТИТУДОЙ СКЛОНА УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА И ОСВЕЩЕННОСТИ

**А. А. Алексеева, И. П. Григорюк, Ю. В. Лихолат, Н. А. Хромых,
А. Ю. Оришака**

Аннотация. В листьях *Tilia cordata* Mill. и *Fraxinus excelsior* L. исследованы изменения содержания хлорофилла (*Chla* и *Chlb*) и активности каталазы (CAT), обусловленные локальными условиями микроклимата и освещенности естественной дубравы, ассоциированные с высотой правобережного склона р. Самара. Возрастание альтитуды склона сопровождалось снижением влажности, градиентным увеличением температуры и освещенности, что вызвало варьирования интенсивности фотосинтеза и антиоксидантных процессов в листьях обоих древесных видов. Соотношение *Chla/Chlb* в листьях липы и ясеня повышалось от 1,5 и 1,8 на нижней части склона до 2,2 и 3,2 на верхней соответственно. Активность каталазы в листьях *T. cordata* и *F. excelsior* имела противоположные направления варьирования по высоте склона. Активность каталазы в листьях липы уменьшилась в 1,4 и 2,0 раза в средней и верхней частях склона по отношению к нижней, в то время как активность этого фермента в листьях ясеня увеличивалась в 1,1 и 1,5 раза соответственно. Уровень корреляционных связей между параметрами микроклимата, освещенности и активностью каталазы в листьях древесных видов различного яруса может быть маркером приспособленности видов к локальным экологическим условиям природной дубравы.

Ключевые слова: *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, склон, освещенность, микроклимат, хлорофилл, антиоксидантные ферменты

**METABOLIC CHANGES IN LEAVES OF NATURAL FOREST TREES
UNDER ALTITUDE-ASSOCIATED GRADIENT
OF MICROCLIMATE AND LIGHT**

**A. A. Alekseeva, I. P. Hrygoryuk, Yu. V. Lykholat, N. O. Khromykh,
A. Yu. Oryshaka**

Abstract. The present work has explored the influence of immediate microclimate conditions associated with different slope altitude on metabolic processes in leaves of *T. cordata* i *F. excelsior*. In the recent years, climate change tending to aridity features enhancement, have made more pressing the forests survival and the trees adaptive capabilities studying. Decreasing amount of chlorophyll in leaves of both tree species at the middle and upper parts of the slope compared with index on lower part were found, respectively at 15 % and 20 % for linden, and at 23 % and 33 % for ash. In contrast, catalase activity in leaves of *T. cordata* and *F. excelsior* had opposite directions of change along the slope altitude. Catalase activity in linden leaves decreased by 1.4 and 2.0 times at the middle and upper level relative to the bottom part of the slope, while enzyme activity in ash leaves increased 1.1 and 1.5 times respectively. Study results can be used to assess the adaptive potential of tree species to enhancing aridity traits, as well as for design of planted forests resistant to climate change.

Keywords: *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, microclimate, light, metabolism, catalase, chlorophyll

**БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ
РОДИНИ РУТОВИХ В УМОВАХ БОТАНІЧНОГО САДУ ДНУ**

Т. В. ЛЕГОСТАЄВА, кандидат біологічних наук, доцент

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

І. П. ГРИГОРЮК, доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент
НАН України

Національний університет біоресурсів природокористування України

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор

Є. С. БОРОДАЙ, аспірант,

Д. А. ТРУСЕВИЧ, студентка,

Л. Л. ЛОМИГА, аспірант*,

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

E-mail: lykholat2006@ukr.net

Анотація. Питання адаптивного садівництва особливо актуальні в Україні, де фактори зовнішнього середовища обмежують різноманітність вирощуваних культур і стабільність їх плодоношення.

Метою дослідження було вивчення біологічних особливостей росту і плодоношення цитрусових, а також відбір перспективних сортів грейпфрута (*Citrus paradisi* Marf.), апельсина (*Citrus cinensis* Osb), лимона (*Citrus limon* L.), кінкана (*Fortunella Swingle*), мандарина (*Citrus reticulata* Blanco), придатних для вирощування в оранжереї Ботанічного саду ДНУ, за природного освітлення.

Основні експериментальні роботи проведені в 2015-2016 році в умовах оранжереї Дніпропетровського ботанічного саду. Всі обліки і спостереження проводилися відповідно до вимог методики дослідної справи. Фенологічні спостереження проводили за всіма видами та сортами. Спостереження проводили протягом вегетації через день.

З'ясовано терміни і тривалість проходження основних фенологічних фаз рослин із родини Рутових (*Rutaceae* Juss.). Досліджено вплив температурного режиму на ростові показники представників даної родини. Встановлено, що ці процеси цілком залежать від видового і сортового складу.

В залежності від прогрівання повітря та ґрунту в оранжереї, початок росту пагонів починається значно раніше, ніж фіксувалося різними

* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор Ю.В. Лихолат

дослідниками у природних умовах, проте постійне зниження температур уночі призводить до затримки розвитку рослин.

Ключові слова: Рутові (*Rutaceae* Juss.), лимон, мандарин, апельсин, грейпфрут, кумкват, понцирус, динаміка температур, фенологія, бутонізація, цвітіння, плодоношення, період спокою, вегетаційний період.

Актуальність. У відкритому ґрунті рослини із родини Рутових (*Rutaceae* Juss.) ростуть лише у південних районах України, де поєднання тепла та вологи обумовлює їх успішну вегетацію. В інших регіонах України фактори навколишнього середовища обмежують різноманітність вирощуваних культур і стабільність їх плодоношення. В цих умовах вирощування рослин можливе лише в спеціальних контейнерах з врахуванням біологічних особливостей видів і сортів, а також чинників навколишнього середовища (освітлення, температурний та водний режими), що дає можливість рослинам плодоносити. Тому, питання адаптивного садівництва особливо актуальні в Україні.

У зв'язку із цим, **метою дослідження** було вивчення біологічних особливостей росту і плодоношення цитрусових, а також відбір перспективних сортів грейпфрута (*Citrus paradisi* Marf.), апельсина (*Citrus cinensis* Osb), лимона (*Citrus limon* L.), кінкана (*Fortunella Swingle*), мандарина – (*Citrus reticulata* Blanco), придатних для вирощування в оранжереї Ботанічного саду ДНУ, при природному освітленні.

Передбачалося вирішення наступних задач:

- визначити динаміку температур протягом року;
- виявити терміни і тривалість проходження основних фенологічних фаз;
- провести біометричні вимірювання надземної частини;

Матеріали і методи досліджень. Основні експериментальні роботи проведені в 2015–2016 рр. в умовах оранжереї Дніпропетровського ботанічного саду. Всі обліки і спостереження проводилися відповідно до вимог методики дослідної справи, згідно із «Програмою та методикою сортовивчення плодових, ягідних і горіхоплідних культур» Є. К. Седова [8]. Вимірювання температурного режиму в оранжереї проводили протягом одного року термографом, встановленому на висоті 1,5 м від поверхні ґрунту. Фенологічні

спостереження проводили за всіма видами та сортами. Спостереження проводили протягом вегетації через день.

У грудні за допомогою мірної рейки у досліджених рослин, вимірювали висоту, ширину крони, а приріст і діаметр штамбу – штангенциркулем, на висоті 20 см від кореневої шийки. Середню довжину пагонів встановлювали діленням суми приросту на кількість пагонів. Площу листків визначали за загальноприйнятим методом [2]. Економічна ефективність визначалася за методикою ВНІСІГПІК [4].

Проведена статистична обробка результатів. Результати дослідів опрацьовані за 95 % рівня достовірності.

Результати досліджень та їх обговорення. За результатами наших досліджень річний цикл росту та розвитку цитрусових культур (фенофази) у наших умовах настають у різні строки, залежно від видових, сортових особливостей та температурних умов різних років: вони можуть подовжуватись або скорочуватись, чому між тим різниця може сягати двох тижнів або навіть більше (табл. 3).

Під час вивчення надземної частини нами встановлено, що в залежності від прогрівання повітря та ґрунту в оранжереї, початок росту пагонів починається значно раніше, ніж фіксувалося різними дослідниками у природних умовах, проте постійне зниження температур уночі призводить до затримки розвитку рослин.

Температура повітря в оранжереї характеризується добовими та річними коливаннями. Середні добові температури в теплий період року здебільшого змінюються в межах 20-24°C у тропічному відділенні (рис. 1) та 20-22°C – у субтропічному (рис. 2). Короткочасні мінімальні температури за весь період

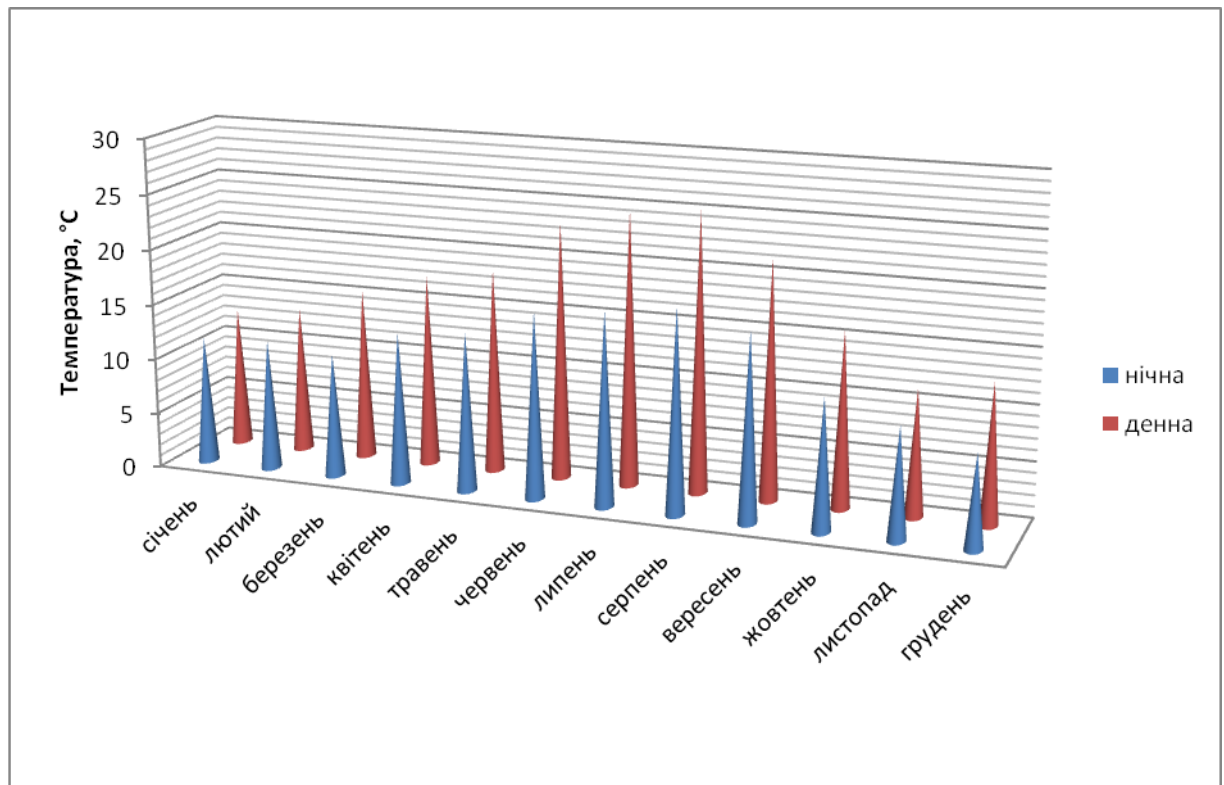


Рис. 1. Середні денні та нічні температури у тропічному відділенні оранжереї

спостереження досягали 4 °С, а максимальні 40-45 °С, найвищі температури були в липні, а температура нижче 10 °С фіксувались у грудні і січні. Загалом коливання середньомісячних температур протягом року знаходилося у межах від 10 °С до 24 °С (рис. 3). Температура повітря вдень (з 7 до 16 години) була вищою, а в нічні години (з 16 до 7 години) була завжди нижче: взимку на 1,5-4,0 °С, а влітку на 6,0-8,0 °С (табл. 1).

Добре відомо, що біологічні, біохімічні та фізіологічні процеси у рослинах підпорядковуються температурному коефіцієнту Вант-Гоффа, вони подвоюють свою інтенсивність за підвищення температури на 10°C.

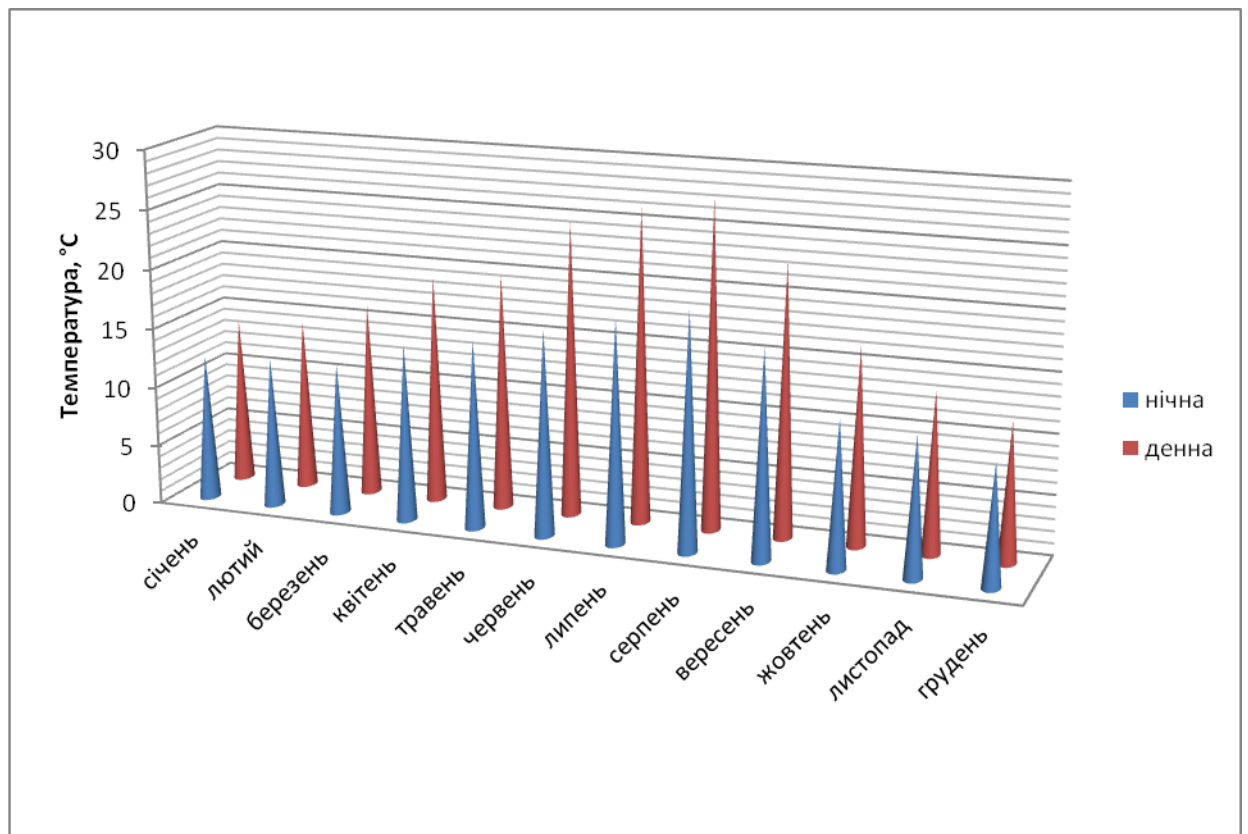


Рис. 2. Середні денні та нічні температури у субтропічному відділенні оранжереї

Цитрусові рослини – типові пойкилотермні організми, тобто температура їх організму повністю визначається температурою навколишнього середовища [3]. В зв'язку з цим, розподілення тепла всією оранжереєю має бути рівномірним. Не слід дотриматися допустимої або максимальної температури, слід підтримувати середню температуру в межах передбаченого режиму.

В оранжереях він залежить від пори року, цьому між тим враховуються і фази біологічного розвитку рослин – період інтенсивного чи уповільненого росту, період спокою [5-7]. Середня температура повітря субтропічного відділення взимку підтримується в межах 8°-14°C, тропічного відділення 16-22 °C, влітку відповідно 20-22 °C та 22-26 °C.

Фенологічні фази рослин родини Рутових в оранжереї обумовлюються видовим та сортовим складом. Від ранніх до пізніх строків види цитрусових розміщуються у наступному порядку: лимон, мандарин, апельсин, грейпфрут,

кумкват, понцирус. У сортовому складі лимонів раніше починає вегетацію Новогрузинський, за ним – Мейєра та Пондероза (табл. 2).

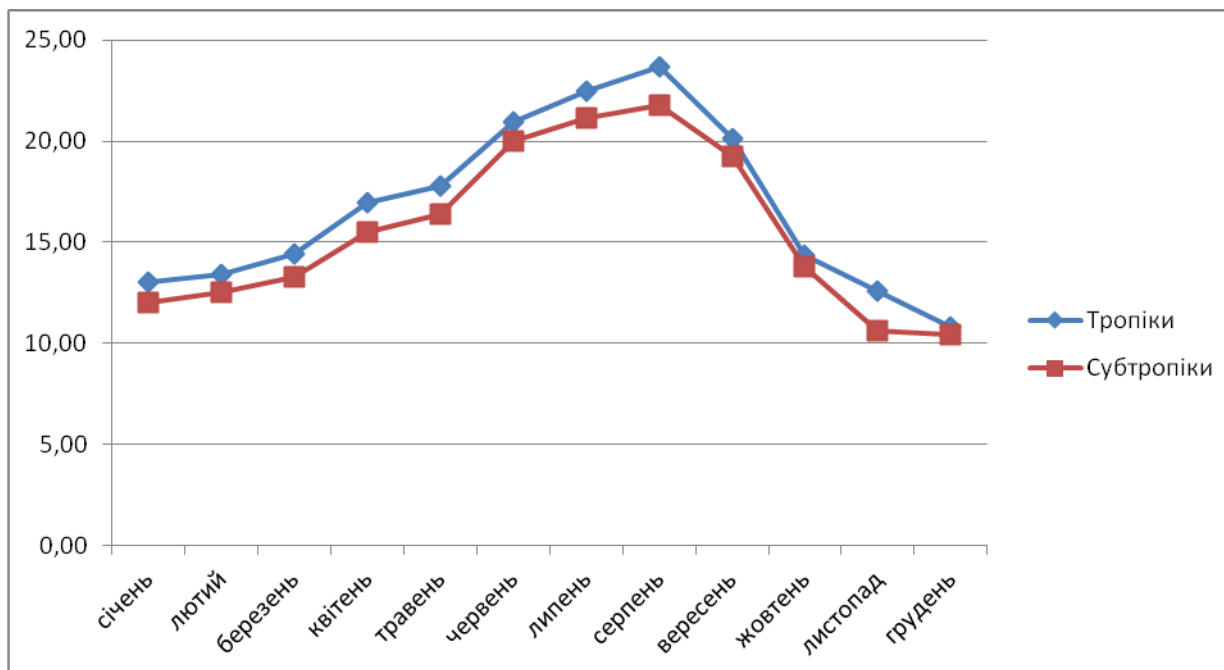


Рис. 3. Річний хід температури в оранжереї

1. Показники середніх температур в оранжереї

Місяць	Тропіки				Субтропіки			
	нічна t, °C	денна t, °C	середня t, °C	добові коливання	нічна t, °C	денна t, °C	середня t, °C	добові коливання
січень	12,25	13,84	13,05	1,59	11,5	12,58	12,04	1,08
лютий	12,58	14,27	13,43	1,69	11,8	13,25	12,53	1,45
березень	12,63	16,23	14,43	3,6	11,15	15,45	13,30	4,3
квітень	14,8	19,15	16,98	4,35	13,65	17,33	15,49	3,68
травень	15,73	19,85	17,79	4,12	14,32	18,46	16,39	4,14
червень	17,21	24,65	20,93	7,44	16,72	23,23	19,98	6,51
липень	18,61	26,36	22,49	7,75	17,45	24,78	21,12	7,33
серпень	19,85	27,48	23,67	7,63	18,33	25,21	21,77	6,88
вересень	17,38	22,85	20,12	5,47	16,82	21,64	19,23	4,82
жовтень	12,23	16,45	14,34	4,22	11,77	15,87	13,82	4,1
листопад	11,62	13,5	12,56	1,88	9,92	11,36	10,64	1,44
грудень	10,06	11,6	10,83	1,54	8,33	12,56	10,45	4,23

Тривалість цвітіння в досліджуваних умовах складає для сортів лимону від 29 (Новогрузинський) до 36 (Пондероза) діб, в апельсина – 34 діб, у кумквата – 20 діб, що значно більше, ніж у природних умовах – 11-22 доби (табл. 3).

2. Фенологічні фази розвитку цитрусових

Вид, різновид, сорт	Поча- ток розпус- кання бру- ньок	Бутонізація		Цвітіння		Достигання плодів		Період спокою	
		поча- ток	кінець	поча- ток	кінець	поча- ток	кінець	поча- ток	кінець
Лимон (<i>Citrus limon</i>):									
Сорт Новогру- зинський	09.01. 15	16.01. 15	03.02. 15	04.02. 15	05.03. 15	08.09. 15	08.10. 15	08.10. 15	06.01. 16
Сорт Мейєра	14.01. 15	23.01. 15	11.02. 15	12.02. 15	16.03. 15	29.09. 15	26.10. 15	26.10. 15	18.01. 16
Сорт Пондероза	14.01. 15	26.01. 15	23.02. 15	24.02. 15	31.03. 15	08.09. 15	08.10. 15	08.10. 15	06.01. 16
Апельсин (<i>Citrus sinensis</i>)	23.01. 15	03.02. 16	02.03. 15	03.03. 15	06.04. 15	06.10. 15	03.11. 15	03.11. 15	19.01. 16
Мандарин (<i>Citrus reticulata</i>)	21.01. 15							06.10. 15	19.01. 16
Грейпфрут (<i>Citrus paradisi</i>)	28.01. 15							06.10. 15	19.01. 16
Кумкват (<i>Fortunella</i>)	03.02. 15	27.02. 15	31.03. 15	01.04. 15	20.04. 15	20.10. 15	17.11. 15	17.11. 15	09.02. 16
Понцирус (<i>Poncirus trifoliata</i>)	23.02. 15							06.10. 15	19.01. 16

Мандарин, грейпфрут і понцирус у наших умовах не закладають генеративних бруньок, що свідчить про недостатній ступінь інтродукції.

За строками дозрівання плодів цитрусові поділяють на ранні, середні та пізні. Особливу увагу приділяють першим та останнім для подовження періоду постачання плодів кінцевому споживачу.

У цитрусових, на відміну від інших рослин, дозрівання не яскраво виражене і плоди можуть довгий час перебувати на дереві після досягання, однак разом із цим поступово знижується їх якість.

3. Тривалість фенологічних фаз у представників цитрусових

Вид, різновид, сорт	Бутонізація, діб	Цвітіння, діб	Плодоношення, діб	Період спокою, діб	Вегетаційний період, діб
Лимон (<i>Citrus limon</i>):					
Сорт Новогрузинський	19	29	31	91	273
Сорт Мейєра	20	32	28	91	286
Сорт Пондероза	29	36	31	91	268
Апельсин (<i>Citrus sinensis</i>)	27	34	29	78	285
Мандарин (<i>Citrus reticulata</i>)				124	259
Грейпфрут (<i>Citrus paradisi</i>)				124	252
Кумкват (<i>Fortunella</i>)	33	20	28	85	287
Понцирус (<i>Poncirus trifoliata</i>)				106	226

Цитрусові рослини під впливом низьких температур переходять у стан вимушеного спокою. Чим цей період довший, тим краще пристосованість рослин до низьких температур. Сорти лимону принципово не відрізняються один від одного за тривалістю спокою, який триває 91 добу, найдовшим він виявився у мандарину та грейпфруту – по 124 доби, а найкоротшим в апельсина – 78 діб.

Таким чином, фенологічні фази розвитку цитрусових в оранжереї є тривалішими за природні. Загальний вегетаційний період у різних таксонів складає: у сортів лимона – від 268 діб у сорту Пондероза до 286 у сорту Мейєр, апельсина – 285 діб, мандарина – 259, грейпфрута – 252, кумквата – 287 та понцируса – 226 діб.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. Досліджено вплив температурного режиму на ростові процеси цитрусових: при вирощуванні рослин розподілення тепла по всій оранжереї повинно бути рівномірним. Не слід дотримуватися допустимої чи максимальної

температури, необхідно підтримувати середню температуру в межах передбаченого режиму. В оранжереї він залежить від пори року. Між тим враховуються і фази біологічного розвитку рослин – період інтенсивного або уповільненого росту, період спокою. Середня температура повітря субтропічного відділення взимку підтримується в межах 8-14 °С , тропічного відділення 16-22 °С, а влітку відповідно 20-22 °С та 22-26 °С.

2. Встановлено, що основні терміни проходження фенологічних фаз рутових в оранжереї, цілком залежать від видового і сортового складу цитрусових. Від ранніх строків настання вегетації до пізніх види цитрусових розташовуються у наступному порядку: апельсин, лимон, мандарин, грейпфрут, понцирус, кумкват. У сортовому складі цитрусових у середньому за 2015 – 2016 рр. раніше починає вегетацію серед лимонів сорт Пондероза (08.01), з апельсинів – сорт Корольок грушоподібний (05.02), мандарини – (01.02), грейпфрути – (09.02). Цитрусові характеризуються тривалим періодом вегетації, що становить для сортів лимона 264-287 діб, апельсина – 281-289, мандарина – 242-270, грейпфрута кінкана – 242 доби.

3. Під час вивчення надземної частини досліджуваних цитрусових нами встановлено, що залежно від прогрівання повітря та ґрунту в оранжереї, початок росту пагонів починається значно раніше, ніж фіксувалося різними дослідниками у природних умовах, проте постійне зниження температур уночі призводить до затримки розвитку рослин.

Список використаних джерел

1. Барильская, Л. А. Физиологические особенности развития лимона в защищенном грунте [Текст] / Л. А. Барильская, Л. М. Павлюченко. – М.: Агропромышленный комплекс, 1994. – 230 с.

2. Боброва, О. М. Особливості розмноження представників роду *Berberis* L. в умовах ботанічного саду ДНУ ім. Олеса Гончара [Текст] / О. М. Боброва, Ю. В. Лихолат, Ю. В. Лесько // Вісник Дніпропетровського Державного аграрного університету. – 2014. – №1 (33). – С.51-53.

3. Голиадзе, Ш. К. Химический мутагенез в селекции цитрусовых [Текст] / Ш. К. Голиадзе. – Махарадзе-Анасеули, Батуми: Сабчота Аджара, 1989. – 222 с.

4. Кобляков, В. В. Продуктивность цитрусовых в оранжереях Прикубанской зоны садоводства при естественном освещении. [Текст]: Материалы науч.-практ. конференции / В. В. Кобляков, В. В. Трубачёв // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 года. – Сочи (Россия), 2004. – С. 152-156.

5. Ломига, Л. Л. Шкідники рослин роду *Peperomia* та засоби боротьби з ними [Текст]: VII Міжнародна наукова конференція / Л. Л. Ломига, Ю. В. Лесько, Ю. В. Лихолат // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах. – Дніпропетровськ (Україна), 2013. – С. 145-146.

6. Ломига, Л. Л. Дискретність площі листової поверхні представників роду *Peperomia* Ruiz et Pav. в умовах ботанічного саду ДНУ ім. Олесь Гончара [Текст]: /Л. Л. Ломига, Ю. В. Лихолат // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Екологічний інтелект – 2013». – Дніпропетровськ, 2013. – С. 24-25.

7. Ломига, Л. Л. Представники роду *Peperomia* Ruiz & Pavon в умовах ботанічного саду Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара [Текст]: / Л. Л. Ломига, Ю. В. Лихолат, І. Ю. Буряк // Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів з міжнародною участю «Сучасні проблеми викладання та наукових досліджень біології у ВНЗ України». – Дніпропетровськ, 2014. – С. 224-225.

8. Седов, Е. Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [Текст] / Е. Н. Седов, Т. П. Огольцова. – Орёл, ВНИИ СПК, 1999. – 608 с.

References

1. Baril'skaya, L.A., Pavlyuchenko, L.M. (1994). *Phiziologicheskiye osobennosti razvitiya limona v zashishonnom grunte* [Physiological features of development of lemon are in the protected soil]. Moscow, Russia: Agroindustrial complex, 230.

2. Bobrova, O.M., Lykholat, Yu.V., Les'ko, Yu.V. (2014). *Osoblyvosti rozmnozheniya predstavnykiv rodu Berberis L. v umovach botanichnogo sadu DNU im. Olesya Gonchara* [Features of reproduction of representatives of sort of *Berberis* L. in the conditions of botanical garden DNU the name of Oles' Gonchar] // Announcer of the Dnepropetrovsk State agrarian university, 1 (33), 51–53.

3. Goliadze, Sh.K. (1989). *Chimicheskiiy mutagenez v selektzii tzitrusovyh* [Chemical mutagenesis is in the selection of citrus]. Sabchota Adzhara, 222.

4. Koblyakov, V.V., Trubachyov, V.V. (2004). Productivity citrus in the hothouses of the Prikuban' zone of gardening at natural illumination. Materials of science-practical Conference. Subtropical gardening of Russia and basic directions of the scientific providing of his development 2010 to. Sochi, (Russia), 152–156.

5. Lomyga, L. L., Les'ko, Yu.V., Lykholat, Yu.V. (2013). Wreckers of plants of sort of *Peperomia* and facilities of fight are against them. VII the International scientific conference. A Biovariety and role of animals are in ecosystems. Dnepropetrovsk (Ukraine), 145–146.

6. Lomyga, L.L., Lykholat, Yu.V. (2013). Discreteness of area of sheet surface of representatives of sort of Peperomia Ruiz et of Pav. in the conditions of botanical garden to DNU the name of Oles' Gonchar. VI the International scientific - practical conference of young scientists. «Ecological intellect – 2013». Dnepropetrovsk (Ukraine), 24–25.

7. Lomyga, L.L., Lykholat, Yu.V., Les'ko, Yu.V. (2014). Representatives of sort of Peperomia Ruiz & Pavon are in the conditions of botanical garden of the Dnepropetrovsk national university the name of O. Gonchar. Materials of I of the Allukrainian scientific - practical conference of young scientists and students are with international participation. Modern of problem of teaching and scientific researches of biology in institution of higher learning of Ukraine. Dnepropetrovsk (Ukraine), 224–225.

8. Sedov, Ye.N., Ogol'tzova, T.P. (1999). Programa i metodika sortoizucheniya plodovych, yagodnych i orechoplodnych kul'tur [Program and methodology of sort-study of fruit, baccate and nuts cultures]. Oryol, Russia: All-union research institute of selection of fruit cultures, 608 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА РУТОВЫХ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ДНУ

**Т. В. Легостаева, И. П. Григорюк, Ю. В. Лихолат, Е. С. Бородай,
Д. А. Трусевич, Л. Л. Ломыга**

Аннотация. Вопросы адаптивного садоводства особенно актуальны в Украине, где факторы внешней среды ограничивают разнообразие выращиваемых культур и стабильность их плодоношения.

*Целью исследования было изучение биологических особенностей роста и плодоношения цитрусовых, а также отбор перспективных сортов грейпфрута (*Citrus paradisi* Marf.), апельсина (*Citrus cinensis* Osb), лимона (*Citrus limon* L.), кинкана (*Fortunella Swingle*), мандарина (*Citrus reticulata* Blanco), пригодных для выращивания в оранжерее Ботанического сада ДНУ, при естественном освещении.*

Основные экспериментальные работы проведены в 2015-2016 году в условиях оранжереи Днепропетровского ботанического сада. Весь учет и наблюдения проводились в соответствии с требованиями методики опытного дела. Фенологические наблюдения проводили по всем видам и сортам. Наблюдения проводили в течение вегетации через день.

*Выяснены сроки и длительность прохождения основных фенологических фаз растений из семейства Рутовых (*Rutaceae* Juss.). Исследовано влияние температурного режима на ростовые показатели представителей данного семейства. Установлено, что эти процессы полностью зависят от видового и сортового состава.*

В зависимости от прогревания воздуха и почвы в оранжерее, начало роста побегов начинается значительно раньше, чем фиксировалось разными

исследователями в естественных условиях, однако постоянное снижение температур ночью приводит к задержке развития растений.

Ключевые слова: *Рутовые (Rutaceae Juss.), лимон, мандарин, апельсин, грейпфрут, кумкват, понцирус, динамика температур, фенология, бутонизация, цветение, плодоношение, период покоя, вегетационный период*

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF REPRESENTATIVES RUTACEAE FAMILY IN THE BOTANICAL GARDEN DNU

**T. V. Legostajeva, I. P. Hrygoryuk, Yu. V. Lykholat, E. S. Borodaj,
D. A. Trusevich, L. L. Lomyga**

Abstract. *Adaptive gardening questions are particularly relevant in Ukraine, where environmental factors restrict the variety of crops grown and the stability of their fruiting.*

The aim of the study was to study the biological characteristics of growth and fruiting of citrus, as well as a selection of perspective variety of grapefruit (Citrus paradisi Marf.), Orange (Citrus cinensis Osb), lemon (Citrus limon L.), kinkana (Fortunella Swingle) mandarin (Citrus reticulata Blanco) which are suitable for cultivation in the greenhouse of the DNU Botanical garden in natural light.

The main experimental work carried out in 2015-2016 in greenhouse conditions of the Dnepropetrovsk Botanical garden. All records and observations were carried out in accordance with the requirements of the methodology of experimental work, according to the standard methods.

Phenological observations were conducted on all species and varieties. The observations were carried out during the vegetation through a day.

We have found that depending on the heating of air and soil in the greenhouse, the growth of the shoots starts much earlier than recorded by different researchers in natural conditions, however, a steady decline in temperatures in the night leads to delayed development of plants.

Keywords: *Rutaceae (Rutaceae Juss.), lemon, tangerine, orange, grapefruit, kumquat, poncirus, temperature dynamics, phenology, budding, flowering, fruiting, a period of rest, vegetation period*

**ДІАГНОСТИКА ХВОРОБ КОРЕНЕПЛОДІВ МОРКВИ,
СПРИЧИНЕНИХ ГРИБАМИ *BOTRYOTINIA FUCKELIANA* (DE BARY)
WHETZEL. TA *SCLEROTINIA SCLEROTIORUM* (LIB.) DE BARY.**

М. Й. ПІКОВСЬКИЙ, кандидат біологічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: mprmir@ukr.net

Анотація. Наведено результати вивчення діагностичних ознак сірої та білої гнилей коренеплодів моркви за їх ураження грибами *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. і *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Зокрема сіра гниль характеризується мінливістю діагностичних ознак. Так, видимі ознаки патологічного процесу на коренеплоді характеризуються появою бурого відтінку плями, яка стає м'якою та мокрою. Надалі на поверхні ураженої ділянки формується міцелій гриба, що має спочатку світлий відтінок, а за наявності спороношення набуває сірого забарвлення. Внутрішні тканини ураженого коренеплоду також набувають бурого забарвлення. Нетипові симптоми хвороби проявляються у вигляді некрозу, зморшкуватості з рідким спороношення патогену та слабо помітними склероціями. У випадках паразитування на коренеплодах моркви міцеліальних штамів *B. cinerea* формується світла грибниця. Початкові симптоми білої гнилі проявляються в будь-якому місці коренеплоду у вигляді мокрих плям, що призводять до знебарвлення тканини. Вона стає м'якою та водянистою. У випадках, якщо після початку проявлення хвороби настають несприятливі умови для розвитку повітряного міцелію патогену, останній призупиняє колонізацію сусідніх тканин та переходить у склероціальну форму.

Ключові слова: сіра гниль, біла гниль, коренеплоди моркви, симптоми, склероції, грибниця

Актуальність. Сіра і біла гнилі коренеплодів моркви, що спричиняються відповідно грибами *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. (*Botrytis cinerea* Pers.) і *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary є поширеними та небезпечними хворобами у різних регіонах світу [8, с. 103-124; 9, с. 130-133]. Між тим широка трофічна спеціалізація патогенів зумовлює наявність інфекційного матеріалу у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Наприклад, уражує щонайменше 235 видів рослин [5, с. 219-248], а *S. sclerotiorum* паразитує на 408 видах трав'янистих рослин, що відносяться до 278 родів і 75

родин [4, с. 93-108]. Серед овочевих культур в умовах України сіра та біла гнилі виявлені на томатах, перці, огірку, моркві, горосі, квасолі та ін. [6, с. 37-38, 52-53, 72-74, 96-95, 110-112, 123-125; 7, с. 45-57]. Бородай В. В. [1, с. 15] встановила, що в умовах Правобережного Лісостепу України одними з найпоширеніших мікроміцетів на коренеплодах моркви в період зберігання є *S. sclerotiorum* та *B. cinerea*, які призводять до втрати продукції та погіршують її якість. Водночас першим кроком до контролю шкідливості сірої та білої гнилей моркви є достовірна їх діагностика. Оскільки в більшості літературних джерел наводяться типові ознаки хвороб, виникає необхідність знання симптомів на різних етапах патологічного процесу.

Мета дослідження – вивчення симптоматики сірої та білої гнилей коренеплодів моркви та зміни діагностичних ознак на різних етапах патологічного процесу.

Матеріали і методи досліджень. Вивчення симптомів сірої та білої гнилей проводили на коренеплодах моркви відібраних під час зберігання. Лабораторну діагностику здійснювали у проблемній науково-дослідній лабораторії “Мікології і фітопатології” Національного університету біоресурсів та природокористування України із застосуванням макро-, мікроскопічного та біологічного методів [2, с. 79-130]. Морфологічний аналіз структур грибів *B. fuckeliana* та *S. sclerotiorum* здійснювали шляхом приготування мікроскопічних препаратів, які аналізували із застосуванням світлової мікроскопії (з використанням мікроскопу Микмед-5). За наявності нетипових симптомів на уражених коренеплодах фрагменти останніх поміщали в ексикатори за 100 %-ої вологості повітря та інкубували в термостаті за температури 22 °С. Надалі систематично здійснювали моніторинг формування грибниці та склероціїв. Для уточнення морфології грибів їх вилучали в чисту культуру [3, с. 106-111] та вирощували на картопляно-глюкозному агарі (КГА).

Результати досліджень та їх обговорення. Вивчення симптоматики сірої гнилі дозволило встановити, що симптоми хвороби характеризуються

мінливістю діагностичних ознак. Зокрема, патологічний процес на коренеплоді проявляється у вигляді бурого відтінку плями, яка стає м'якою та мокрою (рис. 1а). Надалі на поверхні ураженої ділянки формується міцелій гриба, що має спочатку світлий відтінок, а за наявності конідіального спороношення набуває сірого забарвлення (рис. 1б). Внутрішні тканини, ураженого коренеплоду також набувають бурого забарвлення (рис. 1в). Нами виявлено також нетипові симптоми хвороби. Вони характеризуються утворенням на ураженій частині коренеплоду некрозу, зморшкуватості з рідким спороношенням патогену та слабо помітними склероціями (рис. 1г). Дане явище спостерігається за низької відносної вологості повітря. У випадках паразитування на коренеплодах моркви міцеліальних штамів *B. cinerea* формується світла грибниця (рис. 1д), яка з часом колонізує весь коренеплід.

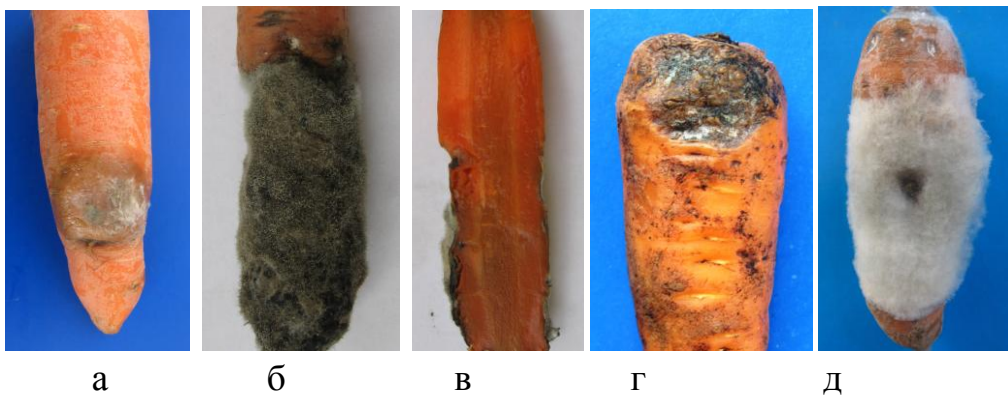


Рис. 1. Діагностичні ознаки сірої гнилі на коренеплодах моркви: а – початкові симптоми хвороби; б – конідіальне спороношення на ураженому коренеплоді; в – уражений коренеплід у розрізі; г – некротична пляма; д – грибниця міцеліального штаму *B. cinerea*

Гриб *B. cinerea* на уражених коренеплодах формує склероції. Останні спочатку поодинокі, пізніше їх кількість збільшується. Вони набувають вигляду чорних горбиків із нерівною поверхнею (рис. 2а). Склероціальні штами формують на поверхні коренеплоду суцільну кірку із склероціїв (рис. 2б). Розмір склероціїв варіював у діаметрі від 1 до 5 мм. Збільшення їх розмірів відбувається за рахунок зростання між собою. Склероції щільно прикріплені до субстрату.

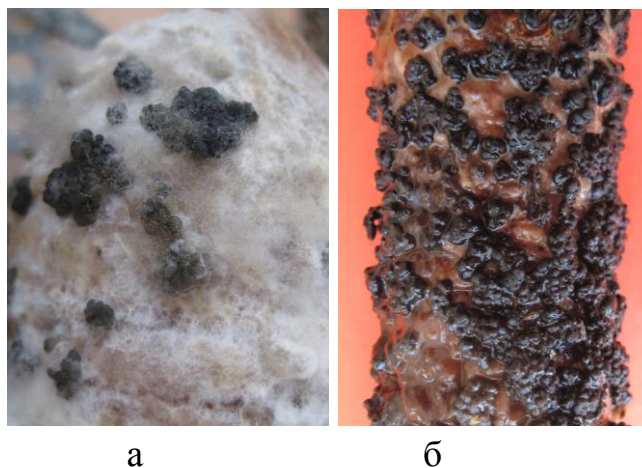


Рис. 2. Склероції гриба *B. cinerea*: а – поодинокі склероції на поверхні коренеплоду; б – інтенсивне формування склероціальної маси

Початкові симптоми білої гнилі під час зберігання проявляються в будь-якому місці коренеплоду у вигляді мокрих плям, що призводять до знебарвлення тканини. Остання стає м'якою та водянистою. Надалі уражена ділянка збільшується у розмірах та вкривається інтенсивно розвиненою, пухнастою, білою ватоподібною грибницею (рис. 3 а, б). За умов низької відносної вологості повітря вона є зрідженою, а насичення ураженої ділянки вологою не проглядається (рис. 3в). Згодом в умовах, сприятливих для розвитку хвороби, весь коренеплід покривається білим міцелієм, розм'якшується та загниває, між тим зберігає свою форму. В окремих випадках на коренеплоді можливе формування перетяжок із відмерлих тканин (рис. 3г). Внутрішні, інфіковані тканини коренеплоду темнішають і стають насиченими водою (рис. 3д). Водночас запах гнилі не відчувається. Характерною ознакою ураження коренеплодів грибом *S. sclerotiorum* є формування на їх поверхні великої кількості склероціїв (рис. 4а, б). У молодому віці вони білі, м'які, на поверхні із блискучими крапельками рідини.

Пізніше під час дозрівання склероції стають чорними і твердими. На кінцевому етапі розвитку хвороби більша частина коренеплоду вкривається склероціальною масою.

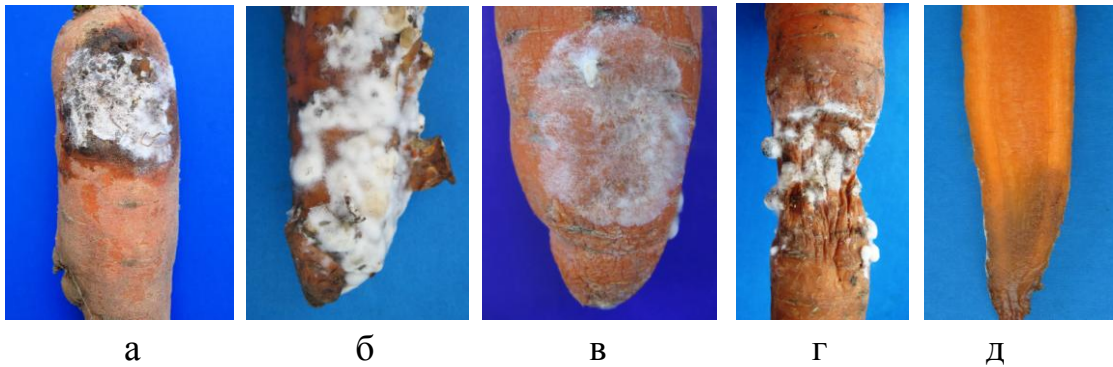


Рис. 3. Симптоми білої гнилі на коренеплодах моркви: а – початок розвитку хвороби; б – формування типової грибниці; в – зріджений міцелій; г – загнивання тканин та утворення перетяжки; д – вигляд ураженої тканин

У випадках, якщо після початку проявлення захворювання настають несприятливі умови для розвитку повітряного міцелію патогену, останній призупиняє колонізацію сусідніх тканин та переходить у склероціальну форму (рис. 4в). Водночас видимий білий міцелій відсутній.

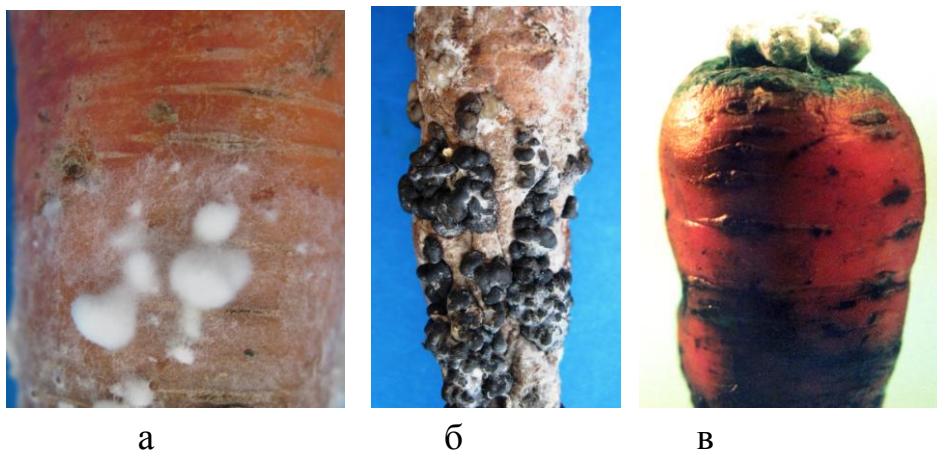


Рис. 4. Формування склероціїв грибом *S. sclerotiorum* на коренеплодах моркви: а – незрілі склероції; б – сформовані склероції; в – склероції на шийці коренеплоду

У наших дослідженнях склероції, що утворювалися на уражених коренеплодах, були різноманітної форми (рис. 5), випуклі, від 0,3 до 3,5 см довжиною та до 1,5 см у довжину. Вони легко відділялися від субстрату.



Рис. 5. Загальний вигляд склероціїв гриба *S. sclerotiorum*, сформованих на поверхні ураженого коренеплоду моркви

Під час діагностики гнилей моркви нами також виявлено сумісне ураження коренеплодів грибами *B. cinerea* та *S. sclerotiorum* (рис. 6а), *B. cinerea*, *S. sclerotiorum* та *Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E.D. Eddy (рис. 6б), а також *S. sclerotiorum* та *Fusarium spp.* (рис. 6в), що ускладнює візуальне визначення виду гнилі. З цією метою проведено мікроскопічний аналіз патогенів та уточнено їх морфологію, зокрема спороношення *B. cinerea* представлене конідієносьцями та конідіями (рис. 7а). *S. sclerotiorum* утворює характерний септований міцелій (рис. 7б).

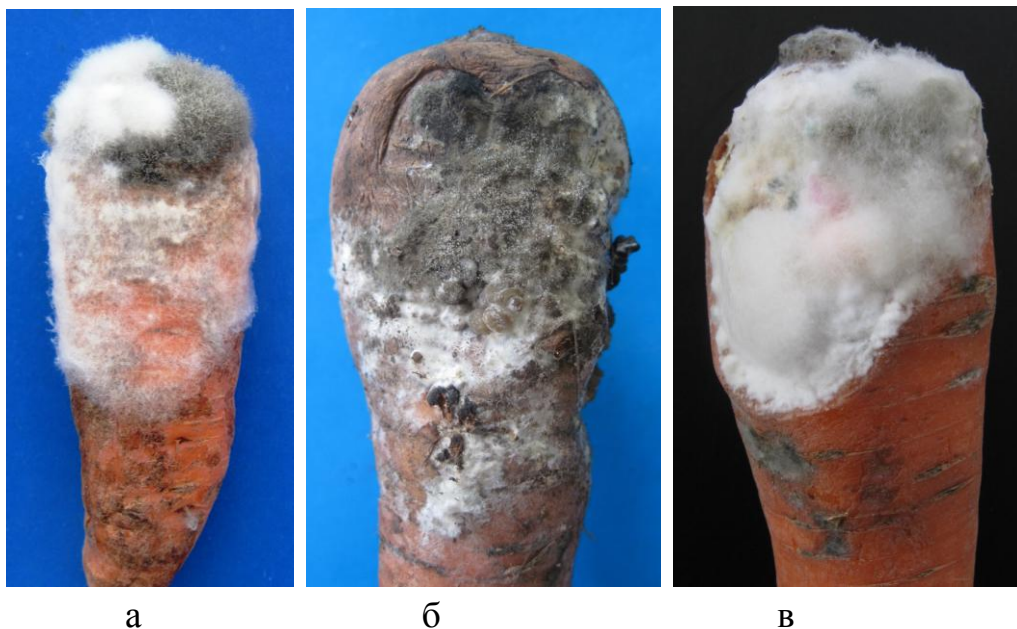


Рис. 6. Симптоми сумісного ураження коренеплодів моркви фітопатогенними грибами: а – *B. cinerea* та *S. sclerotiorum*; б – *B. cinerea*, *S. sclerotiorum* та *A. radicina*; в – *S. sclerotiorum* та *Fusarium spp.*



а



б

Рис. 7. Морфологічні структури грибів – збудників сірої та білої гнилей: а – конідіальне спороношення *B. cinerea* (x 700); б – субстратний міцелій *S. sclerotiorum* (x 900)

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведених досліджень встановлено симптоматику сірої та білої гнилей моркви. Так, паразитування на коренеплодах моркви гриба *B. cinerea* призводить до виникнення мінливих симптомів: плям бурого відтінку; некротів тканин із слабо розвиненим спороношенням; сірого нальоту; світлої грибниці; чорної склероціальної маси. Ураження коренеплодів грибом *S. sclerotiorum* зумовлює наступні ознаки: мокрі, водянисті плями; знебарвлення тканин; утворення білої пухнастої, або зрідженої грибниці; загнивання тканин; формування випуклих склероціїв, які легко відділяються від субстрату.

Список літератури

1. Бородай В. В. Гнилі моркви в період зберігання та стійкість до них районуваних і перспективних сортів в умовах Правобережного Лісостепу України : Автореф. дис... канд. біол. наук : 06.01.11 / В. В. Бородай; Нац. аграр. ун-т. – К., 2000. – 19 с.
2. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / И. Бёттхер, Т. Ветцель, Ф.В. Древе [и др.]; Пер. с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.
3. Методы экспериментальной микологии / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская [и др.]; Под ред. В. И. Билай. – К.: Наук. думка, 1982. – 452 с.
4. Boland G. J. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* / G.J. Boland, R. Hall // Can. J. Plant Pathol. – 1994. – Vol. 16. – P. 93-108.

5. Jarvis W. R. Epidemiology // The Biology of Botrytis / J. R. Coley-Smith, K. Verhoeff and W. R. Jarvis. eds. Academic Press. London. – 1980. – P. 219-248.
6. Kyryk M. M. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato / M. M. Kyryk, M. Y. Pikovskyi, S. Azaiki. – Kyiv: Phoenix, 2012. – 175 p.
7. Kyryk M. M. Gray mold of plants, biological and ecological properties of its agents (*Botrytis cinerea* Pers.) / M. M. Kyryk, M. Y. Pikovskyi, S. Azaiki. – Kyiv: Phoenix, 2013. – 208 p.
8. Lewis B. G. Carrots. In: Post-Harvest Pathology of Fruits and Vegetables / B. G. Lewis, B. Garrod. – C. Dennis, ed. Academic Press, London. – 1983. – P. 103-124.
9. Sherf A. F. Vegetable Diseases and their Control / A. F. Sherf, A. A. Macnab. – New York etc.: Wiley Interscience. – 1986. – P. 130-133.

References

1. Boroday, V. V. (2000). Gnuli morkwu ta stijkist do nuch rajonowanuch I perspectivnych sorti w umowach Prawoberejnogo Lisostepy Ukrainu [Rots of carrot and resistance to them during the storage recognized and promising varieties in the right-bank Forest-Steppe of Ukraine]. National Agrarian University, Kyiv. – 19 s.
2. Böttcher, I., Wetzell, T., Tree, F. and others. (1987). Metody opredeleniya boleznij i wreditelej selskohozyajstvennyh rastenij [Methods for determining diseases agricultural plants and pests]. Moscow: Agropromizdat, 224 (in Russia).
3. Dudka, I. A. Metody eksperymentalnoj mikologii [Methods of Experimental Mycology]. Kiev: Sciences Dumka, 452 (in Ukraine).
4. Boland, G., Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. Can. J. Plant Pathol, 16, 93-108.
5. Coley-Smith, J., Verhoeff, K. Jarvis, W. (1980). The Biology of Botrytis. London: Academic Press, 219-248.
6. Kyryk, M., Pikovskyi, M., Azaiki S. (2012). Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. Kyiv: Phoenix, 175. (in Ukraine).
7. Kyryk, M., Pikovskyi, M., Azaiki, S. (2013). Gray mold of plants, biological and ecological properties of its agents (*Botrytis cinerea* Pers.). Kyiv: Phoenix, 208. (in Ukraine).
8. Lewis, B., Garrod, B. Carrots. (1983). Post-Harvest Pathology of Fruits and Vegetables. Dennis, C., ed. London: Academic Press, 103-124.
9. Sherf, A., Macnab, A. (1986). Vegetable Diseases and their Control. New York etc.: Wiley Interscience, 130-133.

**ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ
ВЫЗВАННЫХ ГРИБАМИ BOTRYOTINIA FUCKELIANA (DE BARY)
WHETZEL. И SCLEROTINIA SCLEROTIORUM (LIB.) DE BARY
М. И. Пиковский**

Аннотация. Приведены результаты изучения диагностических признаков серой и белой гнилей корнеплодов моркови при их поражении грибами *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. и *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary. В частности, серая гниль характеризуется изменчивостью диагностических признаков. Так, видимые признаки патологического процесса на корнеплоде характеризуются появлением пятна бурого оттенка, ткань которого становится мягкой и влажной. В дальнейшем, на поверхности пораженного участка формируется мицелий гриба сначала светлого оттенка, а при наличии спороношения, приобретает серую окраску. Внутренние ткани пораженного корнеплода также приобретают бурую окраску. Нетипичные симптомы болезни проявляются в виде некроза, морщинистости, незначительного спороношения патогена и появления слабо заметных склероций. В случаях паразитирования на корнеплодах моркови мицелиальных штаммов *B. cinerea* формируется светлая грибница. Начальные симптомы белой гнили проявляются в любом месте корнеплода в виде мокрых пятен и обесцвечивания ткани. Последняя становится мягкой и водянистой. В случаях, если после начала проявления болезни наступают неблагоприятные условия для развития воздушного мицелия патогена, он приостанавливает колонизацию соседних тканей и переходит в склероциальную форму.

Ключевые слова: серая гниль, белая гниль, корнеплоды моркови, симптомы, склероции, грибница

**DIAGNOSTICS OF CARROT DISEASES CAUSED BY THE FUNGI
BOTRYOTINIA FUCKELIANA (DE BARY) WHETZEL. AND
SCLEROTINIA SCLEROTIORUM (LIB.) DE BARY
M. Y. Pikovskyi**

Abstract. The results of studies of diagnostic features gray and white rot of carrot roots in their defeat of fungi *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. (*Botrytis cinerea* Pers.) and *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary. In particular gray mold is characterized by the variability of diagnostic features. Thus, the visible signs of the pathological process in the root crops are characterized by the appearance of a brown color stain the fabric which is soft and moist. Later formed mycelium on the surface of the affected area, at first light shade, and acquires a gray color in the presence of conidial sporulation. The internal tissue of the affected root and become brown color. Atypical symptoms of the disease manifest themselves in the form of necrosis, wrinkling, minor pathogen sporulation and poorly visible

sclerotia. In cases of parasitism on the carrot roots mycelial strains of B. cinerea mycelium is formed by light. Initial symptoms white mold during storage occur anywhere in a root wet tissue stains and discoloration. The latter becomes soft and watery. In the future, the affected area is increased and covered with thick, white cotton-like mycelium. At low relative humidity mycelium is sparse. In some cases, root crops, the formation of constrictions with dead tissue. Domestic infected root tissues darken and become saturated with water. In cases where, after the onset of the disease occur unfavorable conditions for the development of aerial mycelium of a pathogen, the latter shall suspend the colonization of the neighboring tissues and enters sclerotia form. This white mycelium S. sclerotiorum visually not visible.

Keywords: gray mold, white mold, carrot, symptoms, sclerotia, mycelium

УДК58.073

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА САНІТАРНО-ХІМІЧНОГО СТАНУ ВІДКРИТИХ ВОДОЙМПОБЛИЗУ СВИНАРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

К. В. КУКУРУДЗЯК, науковий співробітник

О. П. БРИГАС, кандидат біологічних наук,
завідувач лабораторії моніторингу агробіоресурсів

О. В. ТЕРТИЧНА, кандидат біологічних наук, докторант¹

Інститут агроекології та природокористування НААН

E-mail: kukurkv@i.ua, brygas_o@ukr.net, olyater@ukr.net

Анотація. *Інтенсивний розвиток тваринницької галузі спричиняє посилення екологічних негараздів за потрапляння забруднюючих компонентів у навколишнє середовище. Особливе місце посідає проблема якісної води.*

Метою нашого дослідження стала екологічна оцінка санітарно-хімічного стану відкритих водойм поблизу свинарських господарств. Санітарно-хімічний аналіз якості води проведений на основі наступних показників: прозорість, рН, завислі речовини і втрати при прокалюванні, розчинний кисень, ХПК та БПК_{повне}.

На основі отриманих результатів виявлено, що діяльність свинарських господарств суттєво погіршує санітарно-хімічний стан відкритих водойм, які розташовані у санітарно-захисній зоні. Адже майже всі показники санітарно-хімічного аналізу води у досліджуваній водоймі значно (деякі показники у 2-3 рази) перевищують відповідні показники якості води контрольного ставка. Лише вміст розчинного кисню у воді повністю задовільняє гігієнічні вимоги.

Встановлено, що екологічний стан водойми свідчить про важливу роль у міграції забруднюючих речовин атмосферних опадів, оскільки пряме скидання стічних вод відсутнє. Це так само підтверджує гостру необхідність у забезпеченні свинарських господарств новітніми технологіями очищення, зберігання та утилізації відходів, а також бездоганного і своєчасного виконання кожного із цих етапів.

Ключові слова: *відкриті водойми, екологічна оцінка, санітарно-хімічний аналіз, свинарські господарства, якість води*

Актуальність. *Інтенсивний розвиток тваринницької галузі спричиняє посилення екологічних негараздів за потрапляння забруднюючих компонентів у ґрунт, воду та повітря, а також конкуренції за доступ до*

¹Науковий консультант – докт. с.-г. н., професор, академік АНВО Бородай В. П.

відновлювальних джерел енергії та води. Учені відводять галузі свинарства одне із провідних місць у створенні екологічних проблем від сільськогосподарських тварин. На свинокомплексі потужністю 108 тис голів на рік у результаті щоденної дезінфекції площі 5 тис м² витрачається 5-5,7 т води, з якою в навколишнє середовище потрапляє 20-25 кг лужних елементів, 8-10 л формальдегіду на кожні 1000 м² приміщення. Підраховано, що для виробництва 1 т свинини витрачається 80-88 т води.

Джерелом забруднення води є неправильне зберігання гною і викиди стічних вод (сеча, стоки від миття обладнання та дезінфекції), несвоєчасна утилізація загиблих тварин. Безпосередню участь у забрудненні об'єктів середовища відіграють також і атмосферні опади, які сприяють швидшому та кращому переміщенню шкідливих компонентів ґрунтовим профілем і попаданню їх у ґрунтові води та відкриті водойми, що розташовані неподалік [4, с. 360-362].

Крім того, у разі неправильного налагодження всіх виробничих процесів, діяльність свинокомплексу може мати досить негативні наслідки для самих тварин, що утримуються, обслуговуючого персоналу та населення, що проживає поряд. Якщо врахувати ще й той факт, що виробництво свинини зростає [2], відповідно збільшується і кількість відходів свинарських господарств, то не виникає сумнівів, що вивчення санітарно-хімічного стану відкритих водойм поблизу таких господарств є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню впливу свинокомплексів на екологічний стан водних ресурсів приділили увагу науковці Інституту агроєкології та природокористування Національної академії аграрних наук та Інституту національного університету садівництва Міністерства освіти і науки України. Зокрема Масберг І. В. [14, с. 1-15] описав вплив тваринницьких комплексів, у тому числі і свинарських, на екологічний стан водних екосистем та прибережних територій Західного Криму. Дубін О. М. та Василенко О. В. [11, с. 16-19] провели екологічний моніторинг якості вододжерел нецентралізованого водопостачання у зоні впливу тваринницького комплексу.

Таким чином вплив свинарських господарств на санітарно-хімічний стан відкритих водойм вивчений недостатньо.

Мета дослідження – провести екологічну оцінку санітарно-хімічного стану відкритих водойм поблизу свинарських господарств.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження екологічного стану відкритих водойм поблизу свинарських господарств була обрана водойма в межах санітарно-захисної зони (СЗЗ) товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Сільськогосподарське підприємство (с.-г. п-во) «Фастівецьке імені Зеленька» із поголів'ям 9000 гол./рік (с. Фастівець Фастівського р-ну Київської обл.).

Для контролю обрано водойму, що розташована за 3 км на пд.-сх. від с. Кодаки Васильківського р-ну Київської обл.

У вирішенні методичних питань під час проведення дослідження опиралися на методичні рекомендації з вивчення впливу тваринницьких комплексів на навколишнє середовище [15, с. 1-18]. Отримані результати подані як середнє значення показників, одержаних у зимовий, весняний, літній та осінній періоди.

Методичні рекомендації [15, с. 14] за короткого аналізу санітарно-хімічного стану відкритих водойм передбачають визначення наступних показників: прозорість, рН, завислі речовини, втрати при прокалюванні, розчинний кисень, ХПК та БПК_{повне}.

Визначення якості води у цих водоймах здійснювалися згідно відповідних методик [6, с. 1-12; 7, с. 1-8; 8, с. 1-8; 9, с. 1-6; 10, с. 1-8; 18, с. 44-49].

Результати дослідження та їх обговорення.

Прозорість характеризує загальну забрудненість води нерозчинними і колоїдними домішками без ідентифікації виду забруднень.

Цей показник на законодавчому рівні не регулюється для будь-якого виду водопостачання.

Проте визначення прозорості води – є обов'язковим компонентом програм спостережень за станом водних об'єктів. Оскільки збільшення кількості

грубодисперсних домішок і каламутності характерно для забруднених і евтрофних водойм. Разом з тим прозорість водивідіграє важливе значення для життя водойми, адже пониження прозорості веде до зниження інтенсивності світла у водоймі, а ослаблення в каламутній воді інтенсивності світла з глибиною призводить до більшого поглинання сонячної енергії поблизу поверхні. Поява більш теплої води біля поверхні зменшує перенос кисню з повітря у воду, знижує щільність води, стабілізує стратифікацію. Зменшення потоку світла також знижує ефективність фотосинтезу і біологічної продуктивності водойми [12, с. 13; 16, с. 25-26].

За даними проведених досліджень прозорість води у водоймі поблизу свинарського господарства різко (майже втричі) знижується порівняно із прозорістю води контрольної водойми (рис. 1). Хоча даний показник не регулюється і ми не можемо говорити про непридатність води для використання, але ми можемо сказати, що якість води низька.

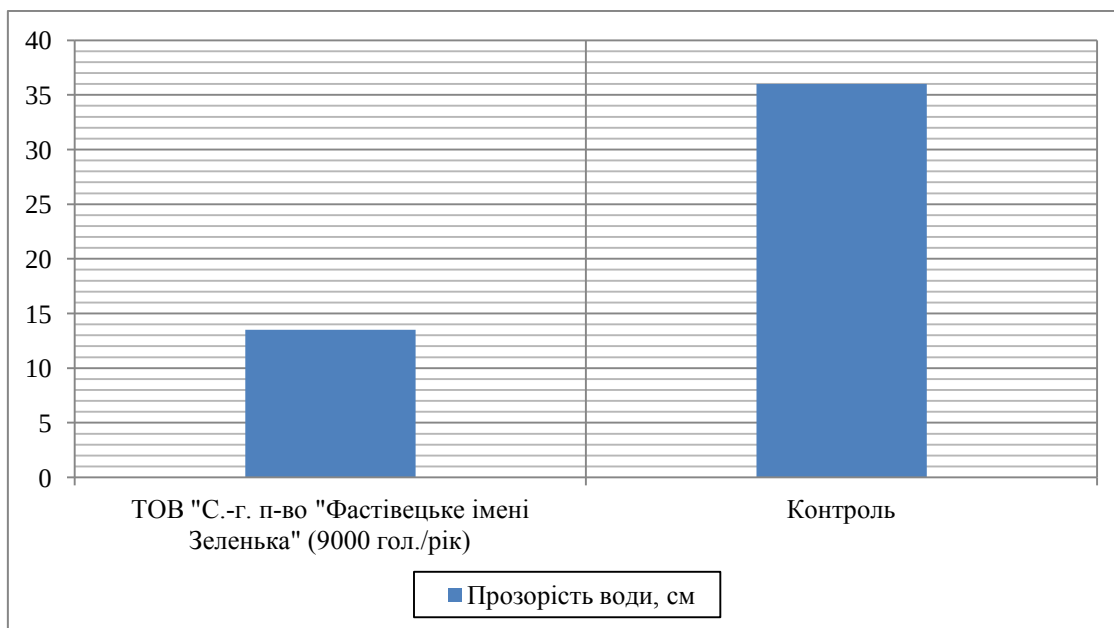


Рис. 1. Прозорість води у водоймі поблизу свинарського господарства

Водневий показник (pH) – величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину.

Значення pH для відкритих водойм регулюється тільки у випадках використання їх як джерел господарсько-питного водопостачання чи купання,

спорту та відпочинку, а також у разі розташування водойми в межах населених пунктів (табл. 1).

1. Оцінка санітарного стану водойми за рН води

Гігієнічні вимоги до складу і властивостей води згідно СанПиН №4630-88		Показники якості води джерела водопостачання за класами згідно ГОСТ 2761-84		
для централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання харчових підприємств	для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми в межах населених пунктів	для 1 класу	для 2 класу	для 3 класу
6,5-8,5		6,5-8,5		

Цей показник визначає природні властивості води і є індикатором її забруднення. Природна вода зазвичай має слаболужну реакцію. Збільшення лужності вказує на забруднення або цвітіння водойми, кисла реакція – на наявність гумінових речовин (болотні води) або промислових стічних вод.

Величина рН води має велике значення для хімічних і біологічних процесів, що протікають у природних водоймах. Від величини рН залежить розвиток і життєдіяльність водних рослин, стійкість різних форм міграції елементів. В залежності від кислого, лужного чи нейтрального стану води може повністю змінюватися гідрохімічний режим будь-якої водойми, наявність та кількість солей, вміст кисню та вуглекислого газу тощо. Тому, споживання води навіть із невеликою зміною кислотності може призвести до сильно виражених змін у цих процесах, які, так само, можуть призвести до ряду хвороб [1, с. 92; 17, с. 20].

Результати досліджень вказують на те, що діяльність ТОВ «С/г п-ство «Фастівецьке імені Зеленька» спричиняє підвищення лужності води у водоймі, що розташована неподалік (рис. 2). Хоча величина рН води у досліджуваній водоймі незначно перевищує відповідне значення контрольної водойми, проте воно все таки виходить за межі рН, встановлені СанПиН №4630-88 [17, с. 7] та ГОСТ 2761-84 [3, с. 2]. Таким чином, досліджувана водойма стає непридатною ні як джерело централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, ні для купання, спорту чи відпочинку населення.

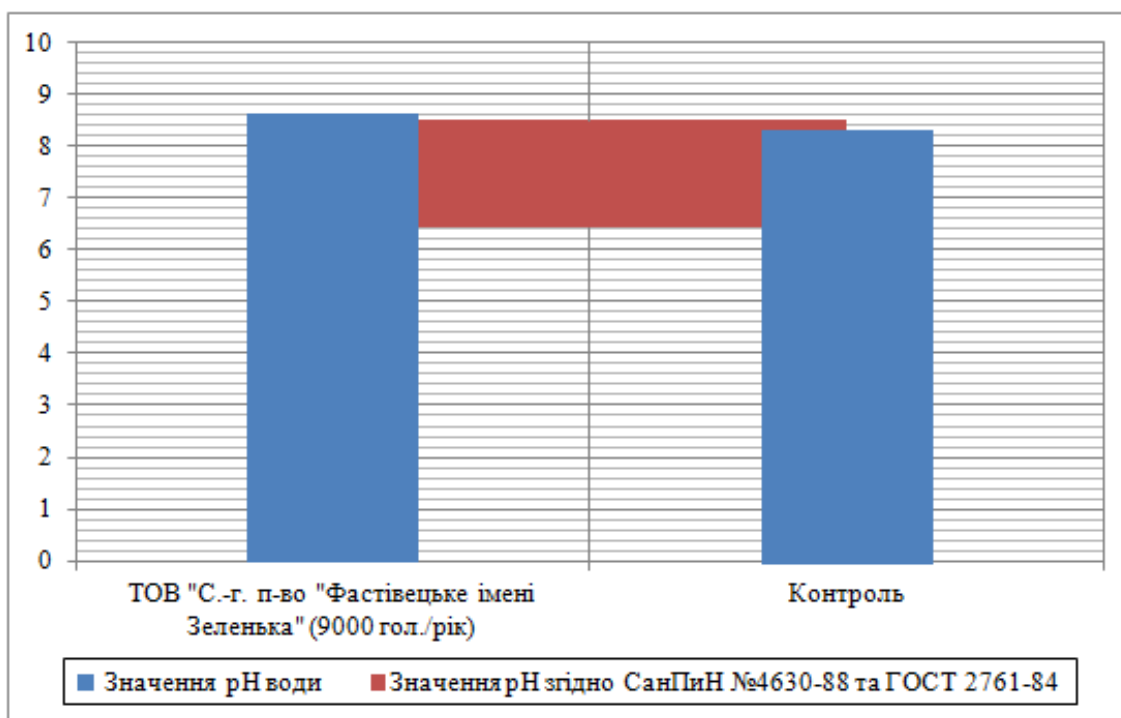


Рис. 2. рН води у водоймі поблизу свинарського господарства

Завислі речовини—це речовини, що залишаються на фільтрі за використання того чи іншого способу фільтрування.

Нормативними документами (СанПиН №4630-88) регулюється тільки величина зміни вмісту завислих речовин у водоймі, що може виникати внаслідок спуску тих чи інших стічних вод, а не їхній абсолютний вміст, а також встановлюється характер завислих речовин, що можуть скидатися у водойми (табл. 2).

2. Оцінка санітарного стану водойми за вмістом завислих речовин

Гігієнічні вимоги до складу і властивостей води згідно СанПиН №4630-88	
для централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання харчових підприємств	для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми в межах населених пунктів
не повинен підвищуватися більше, ніж на 0,25 мг/дм ³	не повинен підвищуватися більше, ніж на 0,75 мг/дм ³
Для водойм, які у період межені містять більше 30 мг/дм ³ природних мінеральних речовин, допускається збільшення вмісту завислих речовин у воді у межах 5 %. Завислі речовини із швидкістю випадання більше 0,4 мм/с для проточних водойм і більше 0,2 мм/с для водосховищ для спуску забороняються.	

Унаслідок збільшення вмісту завислих речовин у водоймі у першу чергу

підвищується кольоровість та каламутність води, знижується її прозорість, що впливає на глибину проникнення сонячного світла, погіршує життєдіяльність гідробіонтів, призводить до замулення водних об'єктів, викликаючи їхнє екологічне старіння[11, с. 17; 13; 17, с. 7; 18, с. 44].

Оскільки ТОВ «С/г п-ство «Фастівецьке імені Зеленька» не здійснює прямого скидання стічних вод у водойму, ми не можемо судити про небезпеку його діяльності. Проте, можемо сказати, що вміст завислих речовин у водоймі поблизу свинарського господарства значно (майже вдвічі) вищий за показник, характерний для контрольного варіанту (рис. 3).

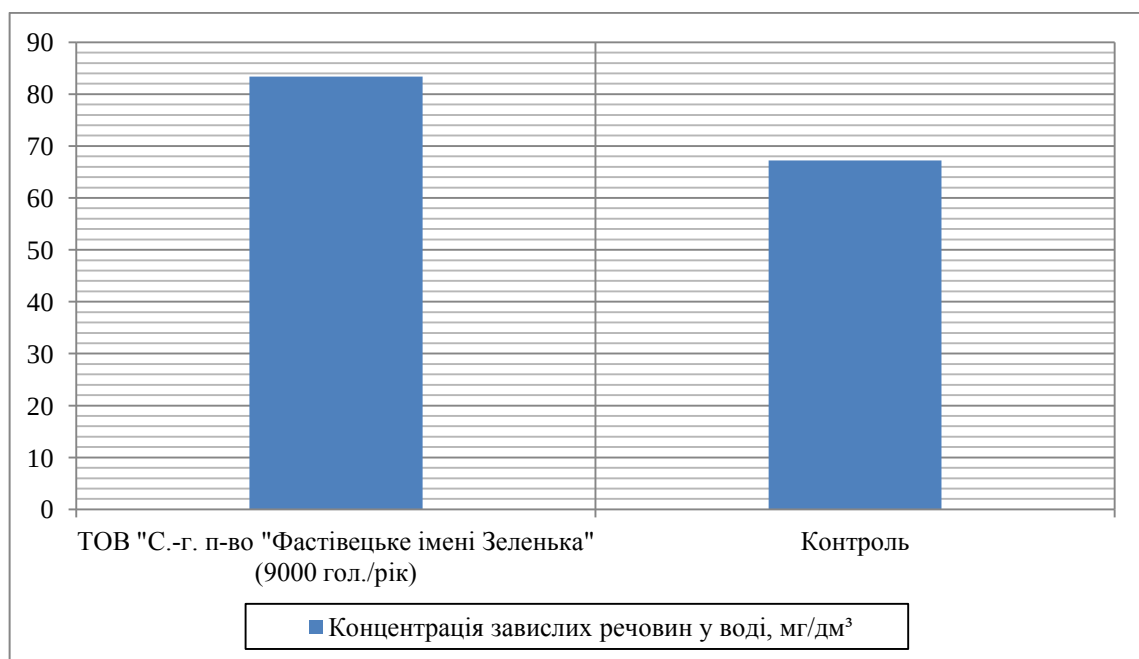


Рис. 3. Концентрація завислих речовин у водоймі поблизу свинарського господарства

Втрати при прокалюванні являють собою різницю у масі між висушеним та прокаленим залишком. Висушений залишок визначають висушуванням осаду після фільтрування проби води за температури 105°C до постійної маси. Прокалений залишок – це речовини, що залишаються після прокалювання висушеного залишку за температури 600°C до постійної маси. Втрати під час прожарювання завислих речовин прийнято називати зольністю і виражати у відсотках.

Цей показник законодавчо не регламентується, проте він дозволяє встановити співвідношення між органічною частиною, яка вигоряє в процесі прожарювання, і неорганічною частиною у загальній масі забруднень. Таким чином можна визначити походження завислих речовин [12, с. 13-14; 18, с. 45].

Втрати при прокалюванні завислих речовин у ставковій воді в межах СЗЗ досліджуваного господарства високі (рис. 4). Це свідчить про те, що значна частка завислих речовин є органічного походження, джерелом надходження яких є ТОВ «С/г п-ство «Фастівецьке імені Зеленька». Крім того цей показник значно вищий за відповідний показник контрольного ставка.

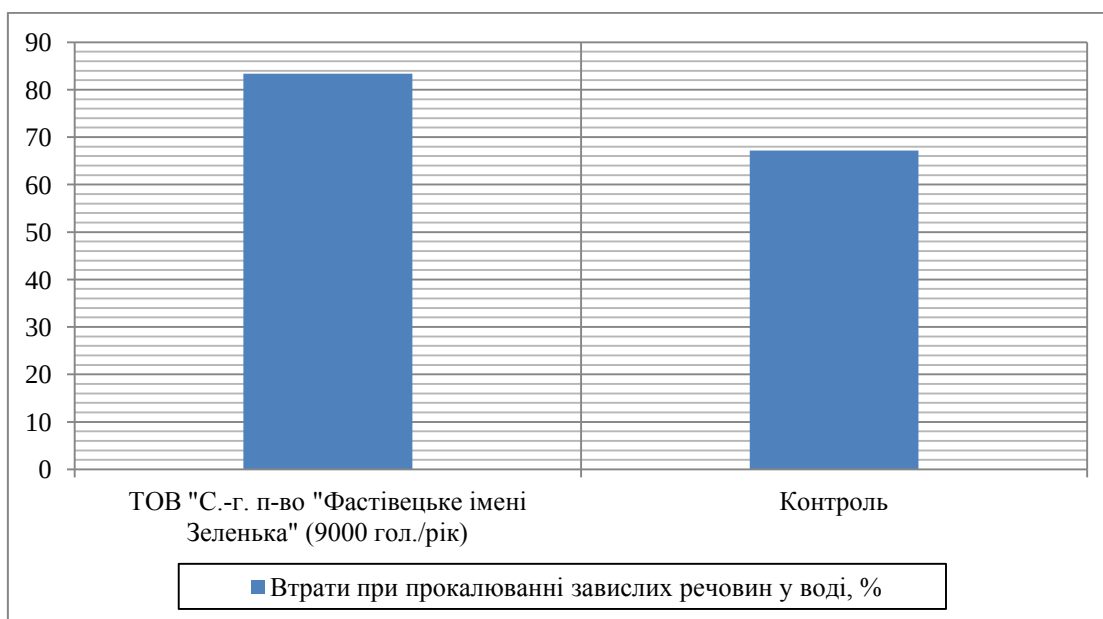


Рис. 4. Втрати при прокалюванні завислих речовин у водоймі поблизу свинарського господарства

Вміст розчиненого кисню— концентрація кисню у воді, який знаходиться в ній у вигляді молекул O_2 .

Згідно СанПиН №4630-88 у воді, відібраній до 12 години дня, вміст розчиненого кисню не повинен бути нижчим $4 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3$ незалежно від цілей її використання.

Концентрація кисню визначає розмір окисно-відновного потенціалу і в значній мірі напрямок і швидкість процесів хімічного і біохімічного окислювання органічних і неорганічних сполук. Кисневий режим сильно

впливає на життя водойми. Мінімальний вміст розчиненого кисню, що забезпечує нормальний розвиток риб, складає біля 5 мг $O_2/дм^3$. Зниження його до 2 мг $O_2/дм^3$ викликає масову загибель (замор) риби. Негативно позначається на стані водного населення і перенасичення води киснем у результаті процесів фотосинтезу у разі недостатньо інтенсивного перемішування прошарків води [17, с. 7; 16, с. 53].

Концентрація розчинного кисню в обох варіантах відповідає гігієнічним вимогам (рис. 5), хоча вміст розчинного кисню у водоймі в межах СЗЗ свинарського господарства дещо нижчий, ніж у контрольному ставку.

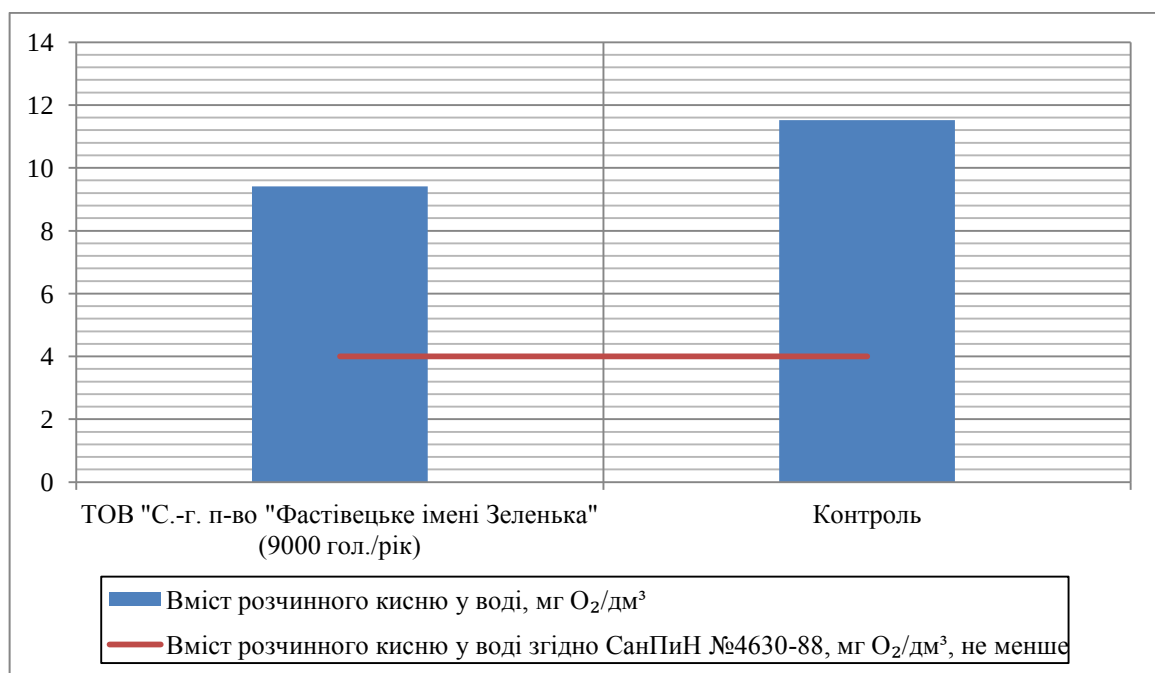


Рис. 5. Вміст розчинного кисню у водоймі поблизу свинарського господарства

Хімічна потреба в кисні (ХПК)— кількість кисню, необхідного для хімічного окислювання органічних і мінеральних речовин, що утримуються в одиниці обсягу води.

Значення ХСК для відкритих водойм регулюється згідно СанПиН №4630-88 (табл. 3).

3. Оцінка санітарного стану водойми за ХПК води

Гігієнічні вимоги до складу і властивостей води згідно СанПиН №4630-88	
для централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання харчових підприємств	для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми в межах населених пунктів
не більше 15,0 мг О ₂ /дм ³	не більше 30,0 мг О ₂ /дм ³

Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води речовинами, що окисляються, але не дає інформації про сполуку забруднення. Тому ХСК відносять до узагальнених показників [17, с. 7; 22].

Значення ХСК як і в досліджуваній водоймі, так і в контрольній, значно (майже вп'ятеро) перевищують значення, що задовільняють гігієнічні норми (рис. 6). Це свідчить про високу забрудненість і непридатність для будь-якого використання обох водойм, хоч і водойма поблизу ТОВ «С/г п-ство «Фастівецьке імені Зеленька» забруднена дещо сильніше.

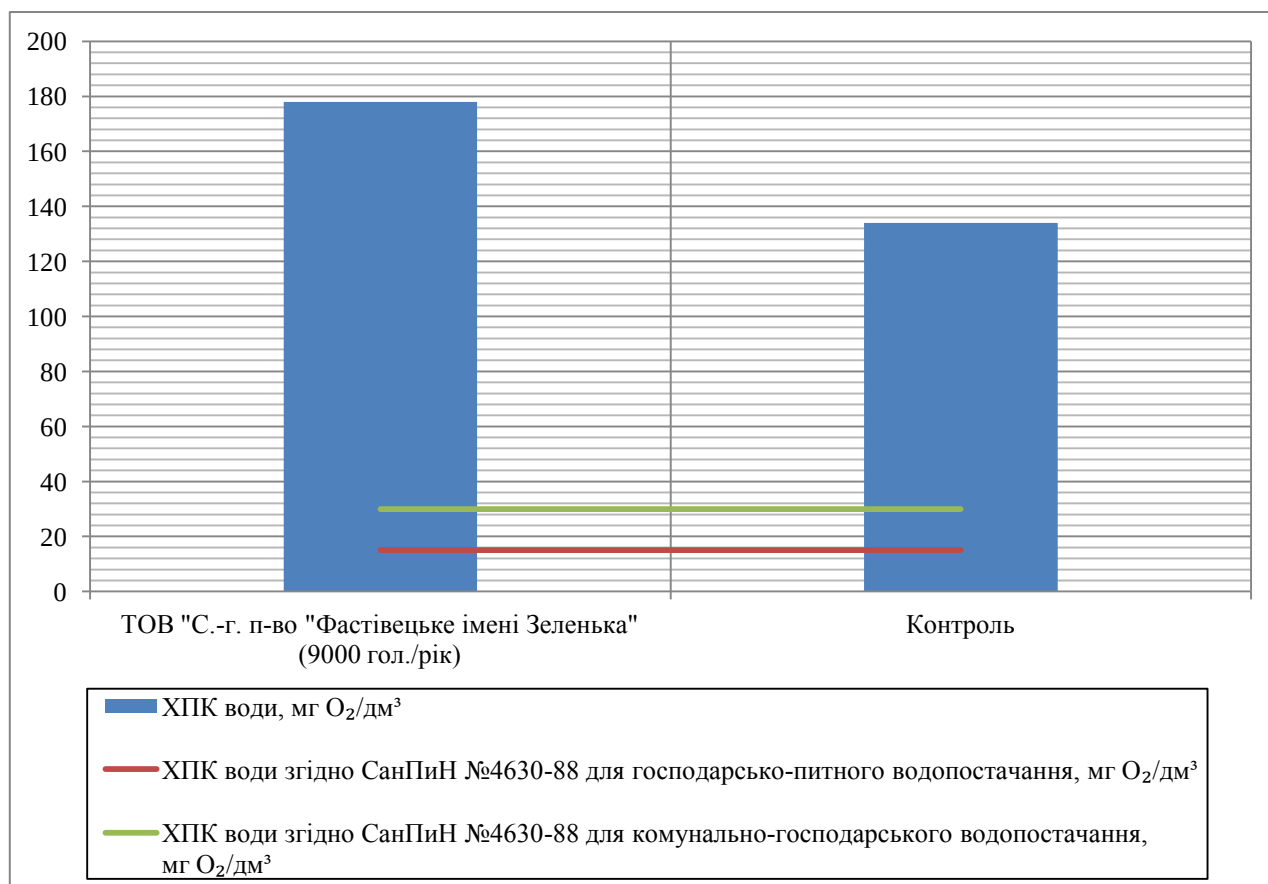


Рис. 6. ХПК у водоймі поблизу свинарського господарства

Біохімічна потреба в кисні (БПК)– кількість кисню, що витрачається на біохімічне окислювання органічних речовин, що утримуються в одиниці обсягу води за визначений період часу. В Україні на практиці БПК оцінюють за п'ять (БПК₅) і двадцять діб (БПК₂₀). БПК₂₀ звичайно трактують як повне БПК (БПК_{повне}), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води.

Величина БПК регулюється для джерел різних видів водопостачання згідно СанПиН №4630-88 та ГОСТ 2761-84 (табл. 4).

4. Оцінка санітарного стану водойми за значенням БПК_{повне} води

Гігієнічні вимоги до складу і властивостей води згідно СанПиН №4630-88		Показники якості води джерела водопостачання по класам згідно ГОСТ 2761-84		
для централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання харчових підприємств	для купання, спорту і відпочинку населення, а також водойми в межах населених пунктів	для 1 класу	для 2 класу	для 3 класу
не більше 3,0 мг О ₂ /дм ³	не більше 6,0 мг О ₂ /дм ³	не більше 3,0 мг О ₂ /дм ³	не більше 5,0 мг О ₂ /дм ³	не більше 7,0 мг О ₂ /дм ³

БПК також належить до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води органічними речовинами, що легко окислюються. Високе значення БПК свідчить про велику кількість у воді речовин, які окислюються, що, так само, свідчить про сильне забруднення водойми [3, с. 2; 12, с. 15-19; 13; 17, с. 7].

Свинарські господарства серйозно забруднюють водойми, що розташовані поблизу, це, так само, підвищує рівень їхньої біологічної потреби у кисні (рис. 7). Хоча БПК_{повне} у контрольній водоймі також високе і перевищує значення гігієнічних вимог для господарсько-питного та комунально-господарського водопостачання, проте, згідно ГОСТ 2761-84 вода все ж відповідає 3-му класу якості. Значення БПК_{повне} у досліджуваній водоймі суттєво перевищує будь-яке значення гігієнічних вимог.

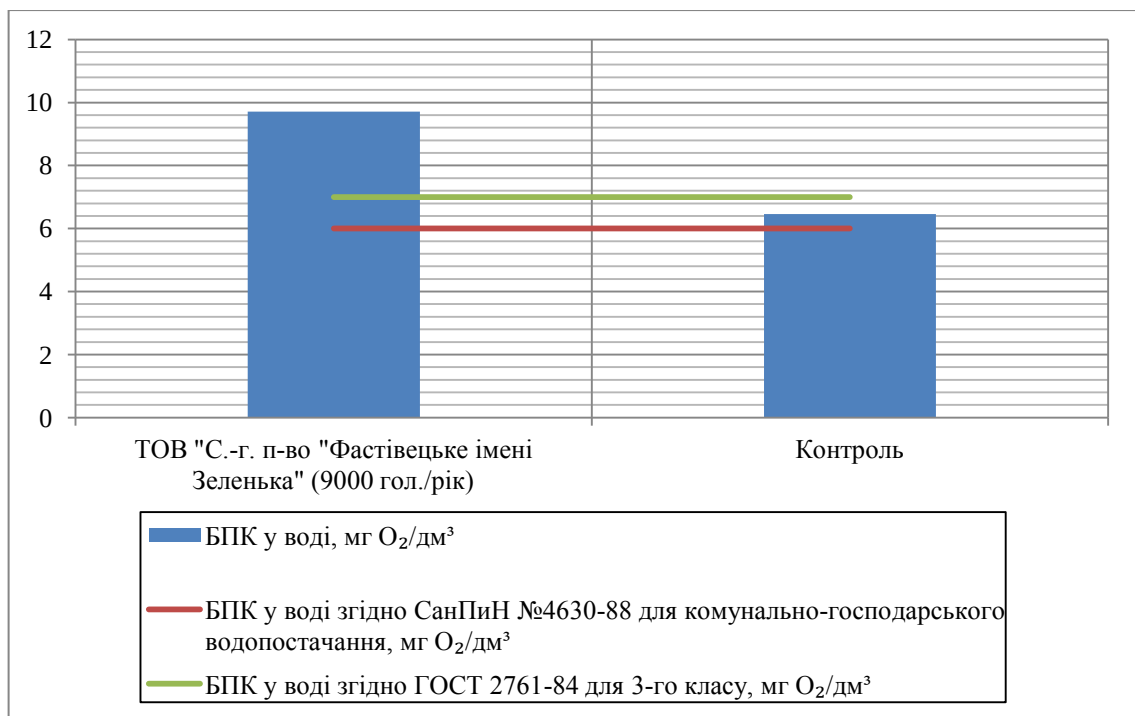


Рис. 7. БПК_{повне} у водоймі поблизу свинарського господарства

Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі отриманих результатів можна ствержувати, що діяльність свинарських господарств суттєво погіршує санітарно-хімічний стан відкритих водойм, які розташовані неподалік, адже майже всі показники санітарно-хімічного аналізу води у досліджуваній водоймі значно (деякі показники у 2-3 рази) перевищують відповідні показники якості води контрольного ставка. Лише вміст розчинного кисню у воді повністю задовільняє гігієнічні вимоги.

Оскільки пряме скидання стічних вод відсутнє, такий екологічний стан водойми свідчить про важливу роль у міграції забруднюючих речовин атмосферних опадів. Це так само підтверджує гостру необхідність у забезпеченні свинарських господарств новітніми технологіями очищення, зберігання та утилізації відходів, а також бездоганного і своєчасного виконання кожного з цих етапів.

Список використаних джерел

1. Варганова А. Д. Екологічний стан водних об'єктів Київської області [Текст] / [А.Д. Варганова, В. І. Максін, В. О. Арсан, Г.І. Бабенко] // Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. – 2014. – № 4 (61). – С. 90-94.
2. Виробництво свинини в Україні зросло на 4,5% [Електронний ресурс]–

Режим доступу: <http://agravery.com/uk/posts/show/virobnictvo-svinini-v-ukraini-zroslo-na-45>.

3. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора [Текст]. – Взамен ГОСТ 17.1.3.03-77; введ. 1986-01-01. – М.: Стандартинформ, 2006. – 10 с.

4. Гігієна тварин [Текст] / [М. В. Демчук, М. В. Чорний, М. П. Високос, Я. С. Павлюк]; За ред. М. В. Демчука. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

5. Дроздова Т. М. Санітарія та гігієна харчування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://medbib.in.ua/sanitariya-gigiena-pitaniya261.html>.

6. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН [Текст]. – Вперше; введ. 2003-07-01. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. – 12 с.

7. ДСТУ ISO 5813:2004. Якість води. Визначення розчинного кисню. Йодометричний метод [Текст]. – Вперше; введ. 2006-01-01. – К.: Держспоживстандарт, 2005. – 8 с.

8. ДСТУ ISO 5815-2:2009. Якість води. Визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК $_n$). Частина 2. Метод для нерозведених проб [Текст]. – Взамін ДСТУ ISO 5815:2004; введ. 2011-07-01. – К.: Держспоживстандарт, 2010. – 12 с.

9. ДСТУ ISO 6060:2003. Якість води. Визначення хімічної потреби в кисні [Текст]. – Вперше; введ. 2004-07-01. – К.: Держспоживстандарт, 2005. – 10 с.

10. ДСТУ ISO 7027:2003. Якість води. Визначення каламутності [Текст]. – Вперше; введ. 2004-07-01. – К.: Держспоживстандарт, 2004. – 10 с.

11. Дубин О. М. Екологічний моніторинг якості води джерел нецентралізованого водопостачання у зоні впливу тваринницького комплексу [Текст] / О. М. Дубин, О. В. Василенко // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2006. – №1. – С. 16-19.

12. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод [Текст] / В. А. Ковальчук. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 622 с.

13. Лекции по экологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecology-lectures.ru/dzherela-zabrudnennyya-i-jxniy-vpliv-na-navkolishnye-prirodne-seredovishhe/ocenka-stanu-vodnih-objektiv>.

14. Масберг І. В. Екологічні особливості стану водних екосистем та прибережних територій Західного Криму [Текст]: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16 / І. В. Масберг; Ін-т агроєкології та природокористування НААН. – К., 2014. – 20 с.

15. МУ №2289-81. Методические рекомендации по изучению влияния животноводческих комплексов на окружающую среду [Текст]. – Впервые; введ. 1981-02-09. – М.: Минздрав, 1981. – 18 с.

16. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши [Текст] / под ред. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.

17. СанПиН №4630-88. Санитарные правила и нормы охраны

поверхностных вод от загрязнения[Текст]. – Впервые; Введ. 1989-01-01. – М.: Министерство здравоохранения СССР, 1988. – 65 с.

18. Унифицированные методы анализа вод [Текст]/ под ред. Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

References

1.Varhanova, A. D., Maksin, V. I., Arsan, V. O., Babenko, H. I.(2014). The ecological status of water objects in Kyiv region [Ekolohichnyj stan vodnykh ob'ektiv Kyivs'koi oblasti]. Scientific Issues TNPU. Series: Biology, 4(61), 90-94.

2.Pork production in Ukraine increased by 4,5%. Available at: <http://agravery.com/uk/posts/show/virobnictvo-svinini-v-ukraini-zroslo-na-45>.

3.GOST2761-84.Sources of centralized drinking water supply. Hygienic, technical requirements and selection rules.

4.Demchuk, M. V., Chornyj, M. V., Vysokos, M. P., Pavliuk, Ya. S. (1996). Animals' hygiene [Hihiena tvaryn]. Kyiv, Ukraine: Urozhaj, 384.

5.Drozdova T. M.Sanitary and food hygiene. Available at:<http://medbib.in.ua/sanitariya-gigiena-pitaniya261.html>.

6.DSTU4077-2001. Water quality. Determination of pH.

7.DSTU ISO 5813:2004. Water quality. Determination of dissolved oxygen. Iodometric method.

8.DSTU ISO 5815-2:2009.Water quality. Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n). Part 2: Method for undiluted samples.

9.DSTU ISO 6060:2003. Water quality. Determination of the chemical oxygen demand.

10.DSTU ISO 7027:2003. Water quality. Determination of turbidity.

11.Dubyn, O. M., Vasylenko, O. V. (2006). Environmental monitoring of water quality in non-centralized water supply sources in the area of influence of livestock breeding complex [Ekolohichnyj monitorynh iakosti vody dzherel netsentralizovanoho vodopostachannia u zoni vplyvu tvarynnyts'koho kompleksu]. Bulletin of Uman National University of Horticulture, 1, 16-19.

12.Koval'chuk V. A.Sewage treatment [Ochystka stichnykh vod]. Rivne, Ukraine: VAT «Rivnens'ka drukarnia», 622.

13.Lectures on ecology. Available at : <http://ecology-lectures.ru/dzherelazabrudnennya-i-jxnij-vplyv-na-navkolishnye-prirodne-seredovishhe/ocenka-stanu-vodnih-obektiv>.

14.Masberh, I. V. (2014). Environmental features of aquatic ecosystems and coastal areas of Western Crimea [Ekolohichni osoblyvosti stanu vodnykh ekosystem i prybereznykh terytorij zakhidnoho Krymu]. Institute of Agroecology and Environmental Management, National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine. Kyiv, 20.

15.MU #2289-81.Methodical recommendations for studying the impact of livestock farms on the environment.

16.Semenov, A. D. ed. (1977). Guide to chemical analysis of superficial land water [Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnykh vod sushi]. Leningrad, Russia: Gidrometeoizdat, 542.

17.SanPiN #4630-88. Sanitary Rules and Norms for the protection of surface waters again spollution.

18.Lur'e, Ju. Ju. ed. (1973). Uniform methods of analysis of water[Unificirovannye metody analiza vod]. Moskow, Russia: Himija, 376.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
САНИТАРНО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ ВОЗЛЕ СВИНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ
Е. В. Кукурудзяк, Е. П. Бригас, О. В. Тертычная**

***Аннотация.** Интенсивное развитие животноводческой отрасли вызывает усиление экологических проблем при попадании загрязняющих компонентов в окружающую среду. Особое место занимает проблема качественной воды.*

Целью нашего исследования стала экологическая оценка санитарно-химического состояния открытых водоемов вблизи свиноводческих хозяйств. Санитарно-химический анализ качества воды проведен на основе следующих показателей: прозрачность, рН, взвешенные вещества и потери при прокаливании, растворимый кислород, ХПК и БПК_{полное}.

На основе полученных результатов выявлено, что деятельность свиноводческих хозяйств существенно ухудшает санитарно-химическое состояние открытых водоемов, расположенных в санитарно-защитной зоне. Почти все показатели санитарно-химического анализа воды в исследуемом водоеме значительно (некоторые показатели в 2-3 раза) превышают соответствующие показатели качества воды контрольного пруда. Только содержание растворимого кислорода в воде полностью удовлетворяет гигиенические требования.

Установлено, что экологическое состояние водоема свидетельствует о важной роли в миграции загрязняющих веществ атмосферных осадков, поскольку прямой сброс сточных вод отсутствует. Это, в свою очередь, подтверждает острую необходимость в обеспечении свиноводческих хозяйств новейшими технологиями очистки, хранения и утилизации отходов, а также безупречного и своевременного выполнения каждого из этих этапов.

***Ключевые слова:** качество воды, санитарно-химический анализ, свиноводческие хозяйства, открытые водоемы, экологическая оценка*

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SANITARY-CHEMICAL
STATE OF OPEN WATER RESERVOIRS NEAR PIG FARMS
K. Kukurudziak, O. Bryhas, O. Tertychna**

***Abstract.** Intensive development of the livestock industry causes environmental problems through penetration polluting components into the environment. A special place in these problems takes the problem of quality water.*

Thus the purpose of our study was the environmental assessment of sanitary-chemical state of water reservoirs near pig farms. Sanitary-chemical analysis of water quality conducted on the basis of the following parameters: transparency, pH, suspended solids and losses during the ignition, dissolved oxygen, COD and BOD_{full}.

Based on the results found that the activity of pig farms significantly worsen sanitary-chemical state of water reservoirs located in the sanitary protection zone. Almost all indicators of the sanitary-chemical analysis of water in the reservoir studied much (some indicators – twice-thrice) higher than the corresponding indicators for water quality of the control pond. Only the content of dissolved oxygen in water completely accords the sanitary requirements.

It was established that environmental condition of the reservoir indicates an important role of rainfall in the migration of pollutants because direct discharge of sewage is missing. This in turn confirms the urgent need to provide for pig farms latest technologies of purification, storage and disposal of waste and flawless and timely execution of each of these stages.

Keywords: *environmental assessment, open water reservoirs, pig farms, sanitary-chemical analysis, water quality*

**ФІТОТОКИСЧНА ДІЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН БАКТЕРІЙ
РОДУ *BACILLUS*, ВИЛУЧЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ПОМІДОРІВ**

Ю. В. КОЛОМІЄЦЬ, кандидат біологічних наук, доцент

І. П. ГРИГОРІЮК, доктор біологічних наук, професор, членкор НАН України
Національний університет біоресурсів та природокористування України

Л.М. БУЦЕНКО, кандидат біологічних наук, доцент

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

E-mail: julyja@i.ua

Анотація. Встановлено, що ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 і СА1 з епіфітної мікрофлори необробленого насіння помідорів перспективні для обмеження розвитку збудників бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 і СА1 не проявляють фітотоксичного впливу на насіння й проростки помідорів, а стимулювали проростання насіння й формування проростків рослин помідора на ранніх фазах росту та розвитку. За обробки насіння помідорів клітинною суспензією ізоляту КМ2 максимальні значення індексу пагона становить 111 % та індексу кореня – 125 %.

Ключові слова: помідор, ізоляти, антагоністична активність, фітотоксичний вплив, стимуляція росту

В умовах зростання антропогенного впливу на агроценози і погіршення фітосанітарного стану сільськогосподарських угідь, а також у зв'язку з порушенням сівозмін надземна частина рослин й насіння інтенсивно забруднюється фітопатогенами. Особливо легко піддається впливу мікрофлори бите, зруйноване і з мікротріщинами насіння, яке є носієм активних мікробіологічних вогнищ [1]. Залежно від тривалості активного існування паразитної мікрофлори ступінь її дії різна, яка спричиняє суттєві втрати сухої речовини, знецінення насіння та набуття їм токсичних властивостей. У зв'язку з цим зростає значення епіфітів – антагоністів, які представляють практичний інтерес для біологічного захисту рослин від хвороб [2].

Епіфітні мікроорганізми заселяють і ведуть активний спосіб життя на поверхні і всередині зелених частин рослин. Їх корені, насіння і плоди, не

завдаючи шкоди рослинам, а в деяких випадках складають конкуренцію фітопатогенним мікроорганізмам. Одним з основних джерел епіфітної мікрофлори на поверхні рослин є насіння. У перші етапи проростання насіння епіфітні мікроорганізми починають розмножуватися і переходити на корені і проростки. До асоційованих з рослинами бактерій, які стимулюють ріст (plant growth promoting rhizobacteria — PGPR-бактерії), відносяться представники багатьох видів *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Azoarcus*, *Azomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Derxia*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Klebsiella* та *Pseudomonas* [3]. Використання PGPR-бактерій у сільськогосподарській практиці є досить перспективною альтернативою хімічним пестицидам, що дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища, оскільки їх виділяють із природного середовища зростання рослин. Для PGPR-бактерій характерним є прямий і опосередкований вплив на рослини за рахунок пригнічення цими бактеріями хвороб, які зумовлені рослинними фітопатогенами, конкуренції з патогенними мікроорганізмами за колонізацію коренів, перетворення нерозчинних фосфатів й оксидів заліза в засвоювані рослинами форми, продукції фізіологічно активних речовин, зокрема ауксини, гібереліни і цитокініни, зниження рівня етилену в коренях та активізації системної стійкості рослин [4].

Особливої уваги заслуговують аеробні спороутворюючі бактерії роду *Bacillus* через повсюдне поширення представників цього роду, циклу розвитку, незвичайної стійкості їх спор, потужний біосинтетичний потенціал в поєднанні з екологічною пластичністю (сапробіонти, ендо- і епіфіти). Бацили відзначаються вираженою здатністю колонізувати ризосферу рослин та проявляти високу антагоністичну активність щодо фітопатогенних мікроорганізмів за рахунок синтезу екзометаболітів різної хімічної природи: антибіотиків, бактеріальних токсинів, летких органічних сполук та біосурфактантів [5, 6]. Властивість бацил утворювати спори забезпечує їм перевагу в ґрунтових мікробіоценозах за дії несприятливих чинників середовища. Стає очевидним, що дослідження фітостимулювальної і

антагоністичної активностей бацил під час створення мікробних препаратів широкого спектру дії для овочівництва є досить актуальним.

Мета дослідження – визначити антагоністичну і фітотоксичну активність екзометаболітів бактерій роду *Bacillus*, які вилучено з насіння помідорів.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень слугувало необроблене протруйником насіння 5 детермінантних сортів помідорів української селекції, зокрема Чайка, Клондайк, Оберіг, Кіммерієць та Санька. Для ізоляції бактерій насіння після 15 хв промивання проточною і стерильною водогінною водою розтирали в ступці з 0,5 мл фізіологічного розчину, після чого невелику кількість матеріалу наносили на поверхню картопляного агару густими штрихами від одного краю чашки Петрі до іншого. Бактерії культивували в термостаті упродовж 24 год за температури 28 °С. Морфологічні властивості бактерій вивчали класичними методами [7].

Антагоністичну активність ізолятів визначали методом відстроченого антагонізму. Для цього на картопляний агар штрихом за діагоналлю чашки Петрі висівали потенційний антагоніст. Після 5 діб культивування перпендикулярно до лінії росту бактерій-антагоністів підсівали петлею суспензію клітин тест-культури титром 10^6 кл./мл за стандартом мутності [8]. В якості тест-культури використовували *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith 1910) Davis et al. 1984 штами P8, P12, P73, P110, P115 і CFBP 4999, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe 1933) Young et al. 1978 штами Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120 та PstBB-9 (отримані з колекції Інституту пестицидів та захисту рослин, Сербія), *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge 1920) Vauterin et al. 1995 штам 9098 (з колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України) та виділені нами в господарствах Дніпропетровської області ізоляти *P. syringae* pv. *tomato* I3-28, I3-46 і *X. vesicatoria* I3-30, I3-31. Рівень антагоністичної активності ізолятів із насіння помідорів оцінювали за зонами гальмування росту тест-культур, які виражали в міліметрах. Якщо зони гальмування росту фітопатогенів були відсутні або ≤ 10 мм – досліджені штами бацил вважали

неактивними, 10-20 мм – з низькою антагоністичною активністю, 20-40 середньою і більше 40 мм – високою.

Для виявлення дії ізолятів на енергію проростання і схожість насіння помідор замочували на 2 год у розчинах суспензії клітин. Надалі насіння підсушували на фільтрувальному папері за кімнатної температури 22 °С. Контролем слугувало насіння, яке замочене у стерильній воді. Насіння пророщували у чашках Петрі на вологій підстилці з вати та фільтрувального паперу спочатку (до першого обліку) за температури 27 °С, потім – кімнатної 22 °С [9]. У кожену чашку розкладали по 25 насінин, повторність досліду – 3-4-разова. Кількість насіння, яке наклюнулось на 3-5 добу (залежно від сорту рослини, перший облік), вважали за лабораторну енергію проростання, а які проросли через 10-14 діб (другий облік) – схожість. Під час першого обліку візуально враховували наявність у насіння грибною і бактеріальною інфекції: обростання насіння міцелієм грибів або наявність на насінні бактеріального слизу або ексудату. Під час другого обліку проводили підрахунок зерен, що проросли, вимірювали довжину пагонів і корінців, а також підраховували індекс кореня (ІК) та індекс пагона (ІП):

$$IK = \frac{ДКД}{ДКК} \cdot 100\%,$$

де ДКД – довжина кореня у досліді; ДКК – довжина кореня у контролі;

$$IP = \frac{ДПД}{ДПК} \cdot 100\%,$$

де ДПД – довжина пагона у досліді; ДПК – довжина пагона у контролі.

Фітотоксичну активність ізолятів перевіряли шляхом занурювання зрізаних під водою молодих проростків помідорів у суспензії клітин титром $20 \dots 10^9$ кл/мл. Повторність – 3-трьохразова. Протягом двох діб спостерігали за появою ознак токсичності метаболітів [9].

Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою пакету прикладних програм STATISTICA v.6.0.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані ізоляти з поверхні насіння сортів помідорів мали колонії різної форми, жовтого, білого, бежевого,

рожевого, коричневого і оранжевого кольорів, були прозорі й напівпрозорі, з матовою і глянцевою поверхнею, рівними та нерівними краями. Для кожного сорту помідорів був характерний різний кількісний та якісний склад мікрофлори насіння. Переважна кількість ізолятів із необробленого протруйником насіння сортів помідорів свідчить щодо більшої різноманітності мікробіоти.

Стійкість проти патогенів залежить від наявності у складі мікрофлори мікроорганізмів з антагоністичними властивостями та здатністю швидко колонізувати поверхню рослин. Особливо важливими антагоністами фітопатогенних бактерій і грибів у фітоагроценозах є представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Pantoea* та деякі інші мікроорганізми [10].

Із необробленого насіння помідорів нами відібрано 6 ізолятів, які виявляли антагоністичну активність відносно тест-культур. Ізолят ЧА3 виділено із насіння сорту Чайка, ізоляти ОБ1 і ОБ2 – з насіння сорту Оберіг, ізолят КМ2 – Кіммерієць, ізолят ФЛ1 – Фландрія та ізолят СА1 – Санька. Для ізоляту ЧА3 було характерне формування матових і плоских колоній бежевого кольору з темним візерунком і рівними краями, ОБ1 – матових, темнобежевого кольору і плоских колоній неправильної форми, ОБ2 – матових, плоских колоній світлобежевого кольору з нерівними краями, КМ2 – блискучих, з темним припіднятим центром колоній бежевого кольору і нерівними краями, ФЛ1, СА1 – блискучих та сірувато-білого кольору з рівними краями.

Ізолят ОБ2 виявляв високу антагоністичну активність до збудника бактеріальної крапчастості, діаметр пригнічення росту штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і ІЗ-28, ІЗ-46 становив від 74-80 мм (табл. 1). Меншою чутливістю до антагоніста відзначались штами *S. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 (збудника бактеріального раку), зони гальмування росту в яких коливались від 44 до 70 мм. Діаметр пригнічення росту штамів *S. michiganensis* subsp.

1. Антагоністична активність ізолятів, які виділено із насіння сортів помідорів

Тест-культури	Діаметр зони відсутності росту, мм					
	ЧА3	ОБ1	ОБ2	КМ2	ФЛ1	СА1
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P8	80 ± 2,0	40 ± 4,0	70 ± 4,0	50 ± 4,0	60 ± 1,0	54 ± 2,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P12	40 ± 1,0	40 ± 2,0	44 ± 2,0	30 ± 1,0	70 ± 2,0	60 ± 1,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P73	50 ± 3,0	44 ± 1,0	44 ± 3,0	20 ± 1,0	30 ± 1,0	40 ± 2,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P110	50 ± 4,0	40 ± 4,0	44 ± 1,0	30 ± 1,0	60 ± 1,0	54 ± 3,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> P115	44 ± 2,0	80 ± 3,0	50 ± 3,0	30 ± 3,0	40 ± 2,0	40 ± 3,0
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> CFBR 4999	80 ± 4,0	80 ± 1,0	60 ± 3,0	44 ± 2,0	30 ± 3,0	30 ± 2,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Dappg-4 213	60 ± 1,0	60 ± 3,0	74 ± 4,0	20 ± 1,0	20 ± 1,0	20 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Pst-2	50 ± 4,0	34 ± 2,0	80 ± 3,0	44 ± 1,0	26 ± 2,0	24 ± 4,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> Psr-120	50 ± 4,0	50 ± 2,0	80 ± 3,0	46 ± 3,0	20 ± 4,0	22 ± 4,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> PstBB-9	60 ± 2,0	30 ± 3,0	76 ± 3,0	40 ± 1,0	60 ± 2,0	50 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> I3-28	52 ± 2,0	34 ± 3,0	74 ± 4,0	44 ± 2,0	36 ± 4,0	34 ± 1,0
<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> I3-46	54 ± 1,0	36 ± 1,0	76 ± 1,0	42 ± 2,0	30 ± 3,0	32 ± 1,0
<i>X. vesicatoria</i> 9098	56 ± 3,0	50 ± 4,0	74 ± 3,0	44 ± 1,0	40 ± 1,0	44 ± 4,0
<i>X. vesicatoria</i> I3-30	56 ± 3,0	52 ± 3,0	72 ± 4,0	44 ± 1,0	38 ± 3,0	40 ± 4,0
<i>X. vesicatoria</i> I3-31	58 ± 4,0	50 ± 3,0	72 ± 4,0	42 ± 4,0	40 ± 4,0	38 ± 3,0

michiganensis P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 ізолятом ОБ1 становив 40 – 80 мм. Відносно штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і I3-28, I3-46 ізолят ОБ1 зумовлював утворення зон гальмування росту в межах 30 – 60 мм. Ізолят ЧА3 також мав високу антагоністичну активність до збудників бактеріального раку та бактеріальної крапчастості. Рівень антагоністичної активності до штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 знаходився в межах від 40 до 80 мм. До штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і I3-28, I3-46 ізолят ЧА3 виявляв меншу антагоністичну активність, водночас зони гальмування росту коливались в межах від 50 до 60 мм. Ізоляти КМ2, ФЛ1 і СА1 відзначалися дещо меншою антагоністичною активністю по відношенню до тест-культур. Діаметр пригнічення росту штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999

ізолятом КМ2 складав 20-50 мм, штамів *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 та ІЗ-28, ІЗ-46 – 20-46 мм. Рівень антагоністичної активності ізоляту ФЛ1 до штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, P12, P73, P110, P115 і CFBR 4999 знаходився в межах від 30 до 70 мм, а *P. syringae* pv. *tomato* Dappg-4 213, Pst-2, Psr-120, PstBB-9 і ІЗ-28, ІЗ-46 – 20-60 мм. Ізоляти проявляли антагоністичну активність також до збудника чорної бактеріальної плямистості, діаметр пригнічення росту штамів *X. vesicatoria* 9098 та ІЗ-30, ІЗ-31 дорівнював 38-74 мм.

Виділені ізоляти ідентифікували в процесі вивчення їхніх морфологічних, культуральних та фізіолого-біохімічних властивостей. Встановлено, що ізоляти бактерій ЧА3, ОБ1, ОБ2, КМ2, ФЛ1 і СА1 є аеробними грампозитивними спороутворюючими рухливими прямими або злегка зігнутими паличками, розташування клітин різне – від одиночних до ниткоподібних ланцюжків. За цими ознаками виділені бактерії нами попередньо віднесено до роду *Bacillus*. Відомо, що бацили характеризуються широким спектром антагоністичної активності, яку, в першу чергу, пов'язують із синтезом речовин антибіотичної природи та комплексу літичних ферментів [11]. Згідно з отриманими результатами, досліджувані ізоляти ЧА3, ОБ1, ОБ2, КМ2, ФЛ1 і СА1 з різною активністю здатні пригнічувати ріст тест-культур, які є потенційними штамами для боротьби із збудниками бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості.

Для визначення потенційного продуцента з метою застосування його в аграрному виробництві нами проведено порівняльну оцінку фітотоксичності відібраних активних ізолятів. З'ясовано, що обробка водними суспензіями ізолятів-антагоністів не має негативного впливу на схожість насіння, а навпаки відзначено її підвищення на 5-12 % порівняно з контролем. Відібрані штами достовірно стимулювали ріст коренів та пагонів помідорів порівняно з контролем (табл. 2). Максимальні значення ІП 111 % і ІК 125 % були визначені за обробки насіння помідорів клітинною суспензією ізоляту КМ2.

2. Вплив обробки насіння клітинними суспензіями перспективних штамів антагоністів на проростки помідорів

Варіант	Довжина пагона		Маса пагона		Довжина кореня		Маса кореня	
	мм	ПІ	мг	± в % до контро лю	мм	ІК	мг	± в % до конт ролю
Контроль	43,0 ± 0,2	100	60,0 ± 0,6	-	55,5 ± 0,2	100	54,0 ± 0,4	-
ЧА3	44,7 ± 0,4	104	63,9 ± 0,4	6,5	66,6 ± 0,2	120	61,2 ± 0,2	13,4
ОБ1	44,3 ± 0,4	103	63,2 ± 0,6	5,4	66,0 ± 0,1	119	57,9 ± 0,3	7,3
ОБ2	44,7 ± 0,2	104	64,4 ± 0,2	7,3	64,9 ± 0,3	117	58,2 ± 0,2	7,7
КМ2	47,7 ± 0,2	111	65,5 ± 0,6	9,2	69,4 ± 0,4	125	64,8 ± 0,4	20,0
ФЛ1	46,4 ± 0,4	108	65,0 ± 0,6	8,4	67,7 ± 0,1	122	64,8 ± 0,1	20,0
СА1	46,0 ± 0,1	107	64,9 ± 0,2	8,2	67,7 ± 0,2	122	63,8 ± 0,2	18,2
P8	43,0 ± 0,1	100	57,6 ± 0,4	-4,0	54,4 ± 0,1	98	51,8 ± 0,4	-4,0
Psr-120	42,1 ± 0,3	98	58,8 ± 0,4	-2,0	53,3 ± 0,3	96	51,8 ± 0,2	-4,0
9098	41,3 ± 0,3	96	58,8 ± 0,6	-2,0	54,4 ± 0,1	98	52,9 ± 0,1	-2,0

Суттєве збільшення вегетативної маси проростків від 8,2 до 20,0 % відбувалось за обробки ізолятами ФЛ1, КМ2 та СА1, що підтверджує їхні рістстимулювальні властивості. Відмінною особливістю після обробки ізолятами ФЛ1, КМ2 і СА1 було наростання бічних коренів, що спричиняло збільшення маси кореневої системи. За даними І. В. Драговоза [11], прояв біологічної активності бактерій роду *Bacillus* під час взаємодії з рослиною зумовлений наявністю у складі екзометаболітів рослинних гормонів-стимуляторів: ауксинів, цитокінінів і, особливо, гіберелінів. Обробка насіння овочевих культур біопрепаратами на основі бактерій роду *Bacillus* зумовлює зростання схожості на 5-10 %, енергії проростання – 6-10, наземної маси рослин – 11-23, зменшення кількості деформованих проростків – 8-12 % і посилює формування кореневої системи рослин, маса якої збільшується на 14-36 % [2]. Для порівняння нами використано патогенні штами збудників *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120 і *X. vesicatoria* 9098, які проявили гальмівний вплив на розвиток насіння помідорів (табл. 2).

За умов вивчення фітотоксичності перспективних штамів антагоністів до проростків помідорів відбувався активний розвиток пагонів і попередньо

пошкоджених коренів у варіантах та контролі. Підрізані бічні корені залишалися здоровими. Протягом 10 діб не виявлено загибелі жодного проростка. Таким чином, дослідження можливого фітотоксичного впливу клітинних суспензій активних штамів антагоністів показало, що вони не спричиняють загибелі або в'янення проростків протягом періоду досліду (рис. 1). Установлено, що екзометаболіти штамів *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120 та *X. vesicatoria* 9098 викликали втрату тургорного потенціалу проростків через 24 год після занурювання в їх клітинні суспензії.

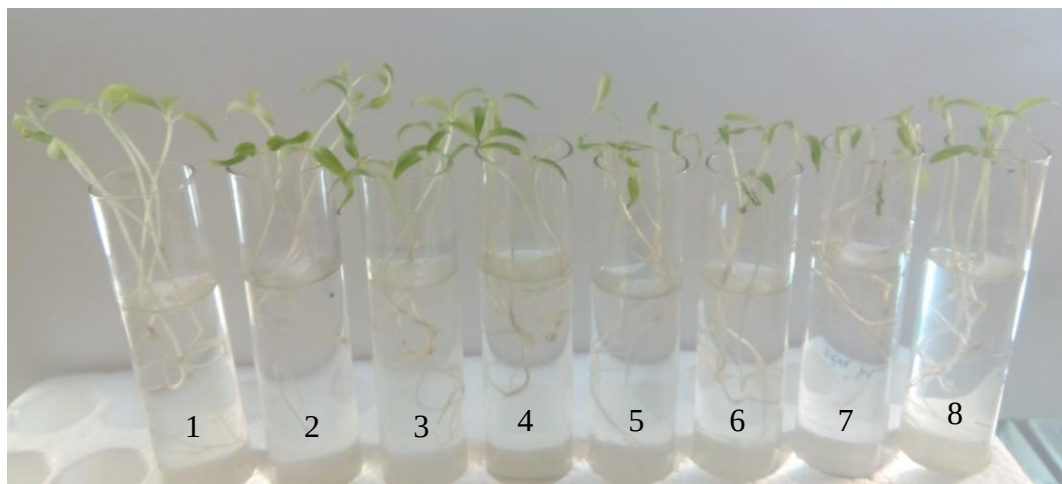


Рис. 1. Прояв фітотоксичності клітинних суспензій на проростки помідорів: 1 – КМ2, 2 – ФЛ1, 3 – СА1, 4 – ЧА3, 5 – контроль, 6 – *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* P8, 7 – *P. syringae* pv. *tomato* Psr-120, 8 – *X. vesicatoria* 9098

Крім того, в процесі визначення фітотоксичності ізолятів встановлено, що деякі із штамів мають стимулювальний вплив. У варіантах з ізолятами ФЛ1, КМ2 і СА1 порівняно з контролем пагони були довші і розвинені, міцніші й товстіші біля основи. Стимулювальний вплив екзометаболітів гормональної природи на рослину підсилюється речовинами негормональної природи, зокрема, вітамінами К та групи В, синтез яких притаманний бактеріям роду *Bacillus* [12, 13]. Вітаміни і фенольні сполуки можуть стимулювати ріст, розвиток й морфогенетичні процеси рослини, підсилювати ефективність дії гормонів-стимуляторів, що дозволяє розглядати їх як клас регуляторів

негормональної природи з синергічним типом дії [13]. Отже, отримані нами результати узгоджуються з даними літератури щодо рістстимулювальної активності досліджених бактерій роду *Bacillus*.

Висновки. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 і СА1 з епіфітної мікрофлори непротруєного фунгіцидом насіння рослин помідорів є перспективними для обмеження розвитку збудників бактеріального раку, бактеріальної крапчастості та чорної бактеріальної плямистості. Зони гальмування росту, які зумовлені ізолятами відносно *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, становлять 40-80 мм, *P. syringae* pv. *tomato* – 30-80 і *X. vesicatoria* – 40-74 мм. Ізоляти ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 і СА1 не проявляли фітотоксичного впливу на насіння і проростки помідорів. Обробка насіння ізолятами ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 і СА1 забезпечувала стимуляцію росту проростків помідорів від 3 до 25 % на ранніх стадіях розвитку, що свідчить про їх рістстимулювальні властивості. Максимальне збільшення довжини і вегетативної маси проростків було характерно для варіантів з ізолятами ФЛ1, КМ2 та СА1.

Список літератури

1. Елланська Н. Е. Еколого-трофічні взаємовідносини вищих рослин і мікроорганізмів / Н. Е. Елланська, Е. А. Головкин // Физиология и биохимия культ. растений. – 2004. – 36, № 5. – С. 383-389.
2. Біотехнологія ризосфери овочевих рослин [монографія] / За ред. В. П. Патики. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К». – 2015. – 266 с.
3. Моргун В. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение / В. В. Моргун, С. Я. Коць, Е. В. Кириченко // Физиология и биохимия культ. растений. – 2009. – Т. 41, № 3. – С. 187-207.
4. Иванчина Н. В. Влияние ростстимулирующих бактерий (PGPB) на продуктивность и устойчивость растений / Н. В. Иванчина, С. Р. Гарипова // Агрохимия. – 2012. – № 7. – С. 87-95.
5. Антагонистическая активность штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB В-7404 и БИМ В-439Д по отношению к фитопатогенным бактериям и микромицетам / Л. В. Авдеева, И. В. Драговоз, Ю. В. Корж [и др.] // Мікробіол. журнал. – 2014. – Т. 76, № 6. – С. 27-33.
6. Van Loon L. C. Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria / L. C. Van Loon // Eur. J. Plant Pathol. – 2007. – Vol. 119, № 3. – P. 243-254.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 303 с.

8. Основы учения об антибиотиках: Учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / Н. С. Егоров. – М.: Изд-во МГУ; Наука 2004. – 528 с.

9. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений / [К. И. Бельтюкова, М. С. Матышевская, М. Д. Куликовская, С. С. Сидоренко]. – Киев: Наук. думка, 1968. – 316 с.

10. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects / S. Compant, B. Duffy, J. Nowak, C. Clement, E. A. Barka // Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – Vol. 71, № 9. – P. 4951–4959.

11. Экзометаболиты штамма *Bacillus amyloliquefaciens* ИМВ В-7100, определяющие его фитостимулирующую активность / [И. В. Драговоз, Н. О. Леонова, С. В. Лапа, Л. В. Авдеева] // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46, № 6. – С. 516-524.

12. Грабова А. Ю. Биобезопасность, фитотоксичность и антибиотико-чувствительность штамма *Bacillus* sp. С6 – антагониста фитопатогенных бактерий и грибов / А. Ю. Грабова, И. В. Драговоз, Л. В. Авдеева // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. – 2015. – Вип. 2 (35). – С. 80-86.

13. Антагоністична активність штамів *Bacillus amyloliquefaciens* – перспективних агентів біоконтролю зернових культур / І. В. Драговоз, Л. А. Пасічник, Д. А. Жукова, С. В. Лапа [та ін.] // Мікробіол. журнал. – 2014. – Т. 76, №5. – С. 15-19.

References

1. Ellanska, N. E. & Holovko, E. A. (2004) Ekoloho-trofichni vzaiemovidnosyny vyshchych roslin i mikroorhanizmiv [Ecological and trophic relationships of higher plants and microorganisms] *Fiziologhiia i biokhimiia kulturnykh roslin* [Physiology and biochemistry of cultivated plants] 36 (5), 383–389. [in Ukrainian]

2. Patyka, V. P. (Ed) (2015) Biotekhnologhiia ryzosfery ovochevykh roslin [Biotechnology of vegetable plants rhizosphere] Vinnytsia: PP «TD Edelweis i K» [in Ukrainian]

3. Morgun, V. V., Kots', S. Ya. & Kirichenko, E. V. (2009) Roststimuliruyushchie rizobakterii i ikh prakticheskoe primeneniye [Growth-stimulating rhizobacteria and their practical application] *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy* [Physiology and biochemistry of cultivated plants] 41 (3), 187–207 [in Russian]

4. Ivanchina, N. V. & Garipova, S. R. (2012) Vliyanie roststimuliruyushchikh bakteriy (PGPB) na produktivnost' i ustoychivost' rasteniy [Influence of growth-stimulating bacteria (PGPB) on productivity and resistance of plants] *Agrokhiimiya* [Agrochemistry] 7, 87–95 [in Russian]

5. Avdeeva, L. V., Dragovoz, I. V., Korzh, Yu. V., Kolomiets, E. I. (2014) Antagonisticheskaya aktivnost' shtammov *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. plantarum IMB В-7404 i BIM V-439D po otnosheniyu k fitopatogennym bakteriyam i mikromitsetam [Antagonistic activity of strains *Bacillus amyloliquefaciens* subsp.

plantarum IMB B-7404 and B-439D BIM against to phytopathogenic bacteria and mikromitsyety] Mikrobiologicheskii zhurnal [Microbiological journal] 76 (6), 27–33 [in Russian]

6. Van Loon, L. C. (2007) Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. Eur. J. Plant Pathol. Vol. 119, №3, P. 243 – 254. [in English]

7. Zvyagintsev, D. G. (1991) Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry] Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta [in Russian]

8. Egorov, N.S. (2004) Osnovy ucheniya ob antibiotikakh [Fundamentals of theory of antibiotics] Moskva: Izdatel'stvo MGU; Nauka. [in Russian]

9. Bel'tyukova, K. I., Matyshevskaya, M. S., Kulikovskaya, M. D. & Sidorenko, S. S. (1968) Metody issledovaniya vozbuditeley bakterial'nykh bolezney rasteniy [Methods of study of pathogens of bacterial diseases of plants] Kiev: Naukova dumka. [in Russian]

10. Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C. E. & Barka, A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects (2005) Appl. Environ. Microbiol. Vol. 71, № 9, P. 4951–4959. [in English]

11. Dragovoz, I. V., Leonova, N. O., Lapa, S. V. & Avdeeva, L. V. (2014) Ekzometabolity shtamma *Bacillus amyloliquefaciens* IMB B-7100, opredelyayushchie ego fitostimuliruyushchuyu aktivnost' [Exometabolites strain of *Bacillus amyloliquefaciens* MB B-7100, defining its photo catalytic activity] Fiziologiya rasteniy i genetika [Plant physiology and genetics] 46 (6), 516–524 [in Russian]

12. Grabova, A. Yu., Dragovoz, I. V. & Avdeeva, L. V. (2015) Biobezopasnost', fitotoksichnost' i antibiotiko-chuvstvitel'nost' shtamma *Bacillus* sp. C6 – antagonista fitopatogennykh bakteriy i gribov [Biosecurity, phytotoxicity and antibiotic-sensitive strain of *Bacillus* sp. C6 - antagonist of phytopathogenic bacteria and fungi] Visnik Kharkivs'kogo natsional'nogo agrarnogo universitetu. Seriya Biologiya [Bulletin of the Kharkov National Agrarian University. Biology Series.] 2 (35), 80 – 86 [in Russian]

13. Drahovoz, I. V., Pasichnyk, L. A., Zhukova, D. A., Lapa, S. V., Kriuchkova, L. O., & Avdieieva L. V. (2014) Antahonistychna aktyvnist shtamiv *Bacillus amyloliquefaciens* – perspektyvnykh ahentiv biokontroliu zernovykh kultur [Antagonistic activity of *Bacillus amyloliquefaciens* strains – potebtial biocontrol agents for cereal crops] Mikrobiolohichniy zhurnal [Microbiological journal] 76 (5), 15–19. [in Ukrainian]

ФИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*, ИЗВЛЕЧЕННЫХ ИЗ СЕМЯН ПОМИДОРОВ

Ю. В. Коломиец, И. А. Григорюк, Л. Н. Буценко

Аннотация. Установлено, что изоляты ОБ1, ОБ2, ЧАЗ, КМ2, ФЛ1 и СА1 с эпифитной микрофлоры необработанных семян помидоров

перспективные для ограничения развития возбудителей бактериального рака, бактериальной крапчатости и черной бактериальной пятнистости. Изоляты ОБ1, ОБ2, ЧА3, КМ2, ФЛ1 и СА1 не проявляли фитотоксического влияния на семена и проростки помидоров, а стимулировали прорастание семян и формирования проростков растений помидора на ранних фазах роста и развития. При обработке семян помидоров клеточной суспензией изолята КМ2 максимальные значения индекса побега составляет 111 % и индекса корня – 125 %.

***Ключевые слова:** помидор, изоляты, антагонистическая активность, фитотоксическое влияние, стимуляция роста*

**PHYTOTOXIC ACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
BACTERIA OF GENUS *BACILLUS*, EXTRACTED FROM TOMATO SEED
J. V. Kolomiets, I. A. Grygoryuk, L. N. Butsenko**

Abstract. *It was established, that the isolates OB1, OB2, CHA3, KM2, FL1 and CA1 with epiphytic microflora of the untreated seeds tomato are promising to limit the development of bacterial cancer, black bacterial spot and bacterial speck. Isolated OB1, OB2, CHA3, KM2, FL1 and CA1 showed no phytotoxic effect on seeds and seedlings of tomato and stimulate seed germination and seedling formation of tomato plants in the early stages of growth and development. In the treatment of a cell suspension of tomato seeds isolate KM2 maximum values of escape index is 111 % and of root index – 125 %.*

Keywords: *tomato, isolates antagonistic activity, phytotoxic influence, stimulation of growth*

УДК: 632.08: 634.4: 911.6

**ДІАГНОСТИКА ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ
ФІТОВІРУСОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО
РЕГІОНУ УКРАЇНИ**

Ю. М. БУНДУК, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник,

Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН

І. П. ГРИГОРІЮК, доктор біологічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування

E-mail: jbun@i.ua

***Анотація.** Проаналізовано сучасний стан розвитку садівництва і перспективи його розвитку у Південно-Західному регіоні України. Охарактеризовано основні вірусні захворювання зерняткових плодових, а саме вірус мозаїки яблуні, ямкуватості та борозенчатості деревини та вірус хлоротичної плямистості листків яблуні та їх шкідливість. Визначено доцільність проведення діагностики зразків зерняткових плодових культур в рамках проведення фітовірусологічного моніторингу. Застосування результатів досліджень та вирішення поставленої проблеми частково забезпечить питання необхідності впровадження системи розмноження сертифікованого садивного матеріалу, зокрема у Південно-Західному регіоні України.*

Результати досліджень сприятимуть отриманню сертифікованого безвірусного матеріалу у розсадницьких господарствах з метою подальшого масового закладання та розмноження садів інтенсивного типу.

***Ключові слова:** фітовірусологічний моніторинг, зерняткові плодови, вірусні захворювання, симптоми ураження, діагностика вірусів, імуноферментний аналіз*

Однією із найперспективніших галузей сільського господарства південно-західного регіону України, яка динамічно розвивається, є садівництво. Природні умови даного регіону сприятливі для розвитку як класичного, так й інтенсивного садівництва. Достатня кількість тепла і світла, помірна забезпеченість вологою в літній період, відносно м'які зими, належна придатність ґрунтів та багатий досвід садівників дозволяють вирощувати тут саджанці високопродуктивних сортів

зерняткових плодових: яблуні, груші та айви.

На сьогодні за 1,3 % землеволодінь України, південно-західний регіон має 4 % насаджень плодових культур від загальної кількості. Загальна площа багаторічних плодових насаджень у регіоні в усіх категоріях господарств на початку 2016 року становила 28,7 тис га, з яких 20,9 тис га займають зерняткові плодові культури, з яких 5,5 тис га належить садам інтенсивного типу. Кожний рік спостерігається тенденція до збільшення кількості плодових насаджень. Даний регіон характеризується найвищими темпами посадки молодих садів, площа під якими зростає на 450-500 га щорічно.

У зв'язку із таким розвитком садівництва у регіоні зростає ймовірність ураження плодових культур шкідниками і хворобами, зокрема вірусними, шкідливість яких не тільки не поступається грибним або бактеріальним, а й часом переважає їх. Боротьба з вірусними інфекціями ускладнюється і тим, що віруси є obligatними паразитами рослинної клітини [3]. Вірусні захворювання плодових носять хронічний характер, тобто дерево, яке захворіло залишається ураженим упродовж усього свого життя. Використання для щеплення живців з хворих дерев призводить до виробництва садивного матеріалу, ураженого вірусом, і, водночас сприяє подальшому поширенню вірусних хвороб [5,7].

Відомі наступні вірусні і мікоплазмові захворювання зерняткових плодових: яблуні – мозаїка, проліферація, розм'якшення деревини яблуні, хвороба плоских гілок, зелена зморшкуватість плодів, зірчасте розтріскування плодів, дрібноплідність плодів [1]; груші – кільцева мозаїка, пожовтіння жилок листків, ямчатість деревини, кам'янистість плодів, відмирання груші [8].

Крім того, на яблуні і груші вивчено ряд латентних вірусів. Серед них виявлені віруси хлоротичної плямистості листків яблуні (ВХПЛЯ), ямкуватості деревини, відмирання Спай, борозенчатості деревини [2, 4]. Характеристика деяких вірусних захворювань представлена нижче.

Вірус мозаїки яблуні – (Apple mosaic virus) – представник роду *Illarvirus*, має широке природне розповсюдження у діапазоні природних господарів. Він інфікує більшість дерев'янистих рослин, таких як: яблуня, слива, мигдаль, абрикос, хміль, ліщинні горіхи, береза, гіркокаштан, малина, шипшина (та інші види родини

Rosaceae), тощо. Розповсюджений по всьому світові. Концентрація його на рослинах змінюється впродовж року. Найбільша концентрація вірусу звичайно знаходиться у відібраному молодому листі [11].

Вірус хлоротичної плямистості листків яблуні (Apple chlorotic leaf spot virus) являє собою ниткоподібний, звивистий або смугастий капсид із мотузкоподібними частинками довжиною 680-780 нм, шириною 12 нм та лінійними сенс-позитивними ssРНК, який може передаватися також за умов механічного зчеплення рослин. Належить до роду *Trichovirus* і родини *Flexiviridae* [13], між тим перебуває переважно в латентній формі. Він уражує листки персика, груші, сливи, вишні, абрикосу та інших садових рослин, які належать до порядку Розоцвітих (*Rosales*). ВХПЛЯ є представником вірусів КЛОСТЕРО-групи і відзначається здатністю колонізувати меристематичні клітини та знижувати стимулювальний ефект культури тканин. Експериментально доведено, що ВХПЛЯ складається із РНК розміром 7555 kb нуклеотидів, передається від однієї рослини до іншої вегетативно, механічно через клітинний сік, насінням, омелою, нематодами, грибами [13-15].

Вірус ямкуватості деревини яблуні (Apple stem pitting virus group) — представник родини *Flexiviridae* роду *Foveavirus* сферичної форми 30-34 нм, локалізований у цитоплазмі клітин. Перші симптоми ураження з'являються на плодах через 10-20 діб після опадання пелюсток у вигляді темно-зелених плям під епідермісом. Часто плями розташовані кільцями. Ріст м'якуша в уражених ділянках призупиняється, а оточуючі тканини розвиваються нормально. В процесі розвитку захворювання тканини деформуються, внаслідок чого утворюється глибока ямкуватість. Тканини в глибині ямок часто некротизуються, крім того, в зоні уражених ділянок утворюються накопичення механічних клітин склеренхіми.

У малосприйнятливих форм симптоми з'являються тільки в липні-серпні у вигляді неглибоких кільчастих вм'ятин. Нерідко плоди уражені на окремих гілках.

Розповсюджується захворювання вегетативно, із садивним матеріалом,

відмічено також повільне природне розповсюдження хвороби у саду, хоча переносника не виявлено.

На листках хворих дерев іноді жовтіють прожилки, з'являється хлоротична точковість, а на деревині штамбу і гілок утворюються тріщини. Деревя втрачають стійкість до морозів і різких коливань температури, передчасно гинуть. Шкодочинність вірусу призводить до втрат врожаю в середньому на 40-50 % [12].

Вірус борознистості деревини яблуні – (Apple stem grooving virus group) – представник родини *Betaflexiviridae* роду *Capillovirus*. Представлений ниткоподібною формою, довжиною до 1200 і шириною 12 нм. Симптоми ураження з'являються на деревині під корою штамба і скелетних гілок у вигляді широких плоских борозенок, ямкуватості або окремих бурих некротичних плям у місці спайки прищепи з підщепою. На поверхні кори штамба добре помітні здуття, рубці, некротичні плями і темно-коричневі або чорні лінії. Поширюється він механічним шляхом, під час обрізування, із садивним матеріалом і насінням. Джерело інфекції - уражені дерева, у соку яких зберігається вірус [12].

Латентні віруси, уражаючи сорти і підщепи, не викликають у них, як правило, появи чітких зовнішніх симптомів. Шкідливість вірусів виражається у слабшому рості і розвитку дерев, у підвищеній чутливості до морозу та інших несприятливих чинників довкілля. Вилікувати уражені вірусом рослини практично неможливо, боротьба з ними полягає у профілактичних заходах, що мають запобігати виникненню хвороби та її поширенню [3, 10].

Для закладання маточних і промислових насаджень плодових культур необхідно використовувати оздоровлений від основних шкідливих вірусів або тестований садивний матеріал, що забезпечить підвищення вегетативної продуктивності маточників і збільшення врожайності садів [7, 9].

У вірусології та фітофірусології зокрема, розрізняють багато видів і модифікацій серологічних реакцій, які використовують для діагностики, ідентифікації та виявлення вірусів у патологічному матеріалі навіть у супермалих

концентраціях. До таких методів відноситься імуноферментний аналіз – один із найчутливіших серологічних методів, за допомогою якого виявляють та ідентифікують віруси незалежно від морфології часточок [3].

Висновки

Отже, проведення аналізу стану садівництва в цілому, збір і обробка літературних даних з питання фітовірусології зерняткових плодових та визначення доцільності проведення фітовірусологічного моніторингу зерняткових культур методом імуноферментного аналізу в південно-західному регіоні України визначають пріоритетність і подальший напрямок наших досліджень.

Список літератури

1. Власова О. Шкідники та хвороби яблуневого саду / О.Власова // Агробізнес сьогодні.– №5 (252). – 2013. – С. 28-32.
2. Воронин Е. И. Вирусные и микоплазменные болезни плодовых культур в Крыму / Е.И. Воронин // Труды прикладной ботаники, генетики и селекции. – Т. 59. Вып.2. –1997. – С. 147-152.
3. Мельничук М. Д. Фітовірусологія / М. Д. Мельничук // Навчальний посібник.– К.: ПоліграфКонсалтинг. – 2005. – 200с.
4. Пересыпкин В. Ф. Болезни сельскохозяйственных культур: в 3 т. / В.Ф. Пересыпкин // Болезни овощных и плодовых культур: Киев: Урожай, 1991 – Т.3. – 208 с.
5. Петрова А. Д. Оздоровление и размножение садовых культур *in vitro* / А. Д. Петрова, М. Т. Упадышев // Садоводство и виноградарство.– 2000.– № 4.– С. 12–13.
6. Проблеми моніторингу у садівництві / за ред. А. М. Силаєвої. – К. : Аграрна наука, 2003. – С. 346.
7. Технология получения сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур: методические указания / [А. А. Борисова, М. Т. Упадышев, Н. Н. Мельникова, О. Ю. Суркова, А. Д. Петрова, К. В. Метлицкая и др.] – М.: ФГНУ «Росинформагротех».– 2009.– 84 с.
8. Упадышев М. Т. Вирусные болезни на груше / М. Т. Упадышев // Защита и карантин растений.– 2008.– № 4.– С. 55–56.
9. Упадышев М. Т. Диагностика вирусов семечковых и косточковых культур методами ИФА и ПЦР / М.Т. Упадышев, Н.Н. Мельникова, А.Д. Петрова // М.: ВСТИСП, 2008.– 35 с.
10. Упадышев М. Т. Роль вирусологии в получении сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур / М.Т. Упадышев //Аграрная

наука Евро-Северо-Востока.– 2008.– № 11.– С. 62–66.

11. Gruntzig M. Genomic Conformation Of Apple Mosaic Virus Turkish Isolates Coat Protein Gene Regions Zentralbi / E. Fuchs, M. Gruntzig // Mikrobiol.143:25-37. – 1988.

12. Millecan A. Virus and virus-like diseases of quince in California / A. Millecan // Plant Dis Reporter 50. – 1966. – P. 211–214.

13. Rana T. Characterisation of apple chlorotic leaf spot virus infecting almonds in India / T. Rana, V. Chandel, V. Hallon // Austral. Plant Disease Notes. – 2008. – № 3. – P. 65–67.

14. Ulubas C. Apple chlorotic leaf spot viruse (ACLSV) status in Turkey and sensitive detection using advanced techniques / C. Ulubas, F. Ertung // Turk. J. Agric. For. – 2005. – № 29. – P. 251–257.

15. Yoshikawa N. Analysis of apple chlorotic leaf spot virus / N. Yoshikawa, S. Oogake, M. Terada // Archives of Virology. – 1999. – 144, № 12. – P. 2475–2483.

References

1.Vlasova O. (2013) Shkidnyky ta chvoroby yablunevogo sadu. [Pests and diseases in apple garden]. Agrobusiness today,5 (252),28-32

2. Voronin Ye. I. (1997)Virusnye i micoplasmennye bolezni plodovych kultur v Krymu. [Viral and micoplasm diseases of crop fruits in Krimea.] Studies of applied botanics, genetics and selection, 59-(2), 147-152.

3. Melnichuk M.D. (2005) Phitovorusologia [Phytovirology.]. Poligrafconsulting, 200.

4.Peresyphkin V.F. (1991) Bolezni selskohozyastvennykh kultur. [Diseases of agricultural cultivars.].208

5. Petrova A.D.(2000) Ozdorovleniye i razmnzheniye sadovych kultur *in vitro* [Recovery and propagation garden cultivars *in vitro*.].Gardening and viniculture,4,12-13

6.Sylaeva A. M. Problemy monitoryngu u sadivnitstvi. [Monitoring's problem in gardening] Agrarna nauka, 346

7. Borysova A.A., Upadyshev M.T., Melnikova N.N., Surkova O. Yu., Petrova A .D.. Metlytskaya K.V. (2009)Technologiya polucheniya sertifikirovannogo posadochnogo materiala plodovych i yagodnykh kulltur:metodicheskiye ukazaniya.[Technique for receiving certified planting stock: fruit crops and cane fruits :methodical recommendations] Moscow, Russia: Rosinformagrotech-84

8. Upadyshev M.T.(2008) Virusnye bolezni na grushe. {Viral diseases on pear.}Plant's protection and quarantine. 4, 55-56.

9. Upadyshev M.T.,Melnykova N.N., Petrova A.D.(2008) Diagnostyka virusov semechkovych i kostyuchkovych kultur metodami IFA i PCR. [Viral diagnostics crop-fruit cultivars by the IFA and PCR techniques.]Moscow: VSTICP, 35

10. Upadyshev M.T.(2008) Role virusoloigii v poluhennii sertifikirovannogo posadochnogo materiala plodovych i yagodnych kultur [Virology place in receiving certified planting stock] Agrarian science of European North-Eastern, 11-62-66.
11. Gruntzig M., Fuchs E.(1988) Genomic Conformation Of Apple Mosaic Virus Turkish Isolates Coat Protein Gene Regions Zentralbi. Microbiology 143, 25-37.
12. Millecan A (1966). Virus and virus-like diseases of quince in California Plant Dis Reporter 50.– . 211–214.
13. Rana T, Chandel V, Hallon V. (2008) Characterisation of apple chlorotic leaf spot virus infecting almonds in India Austral. Plant Disease Notes. — № 3, 65–67.
14. Ulubas C., Ertung F. (2005) Apple chlorotic leaf spot viruse (ACLSV) status in Turkey and sensitive detection using advanced techniques Turkish Journal Agricultural Foreign. 29., 251–257.
15. Yoshikawa N, Oogake, Terade M. (1999.). Analysis of apple chlorotic leaf spot virus - Archives of Virology.144, № 12., 2475–2483.

ДИАГНОСТИКА ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ ФИТОВИРУСОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЮЖНО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ

Ю. М. Бундук, И. А. Григорюк

***Аннотация.** Проанализировано современное состояние развития садоводства и перспективы его развития в юго-западном регионе Украины. Охарактеризованы основные вирусные заболевания семечковых плодовых и их вредоносность. Определена целесообразность проведения диагностики образцов семечковых плодовых культур в рамках проведения фитовирусологического мониторинга.*

***Ключевые слова:** фитовирусологический мониторинг, семечковые плодовые, вирусные заболевания, симптомы поражения, диагностика вирусов, иммуноферментный анализ*

THE DIAGNOSTIC OF FRUIT TREES IN THE TERRITORY OF SOUTH- WEST UKRAINE AS THE PHYTOVIRAL MONITORING ELEMENT

Y. M. Bunduk, I. P. Grigoriuk

***Abstract.** The state of orchards and prospects of its development in the south-western region of Ukraine is analyzed. The major viral diseases of pome fruit and their harmfulness is performed. The feasibility of diagnostic specimens pome fruit crops as part of phyto viral monitoring is determined.*

Keywords: *Phytoviral monitoring, crop fruit, viral diseases, symptoms, viral diagnostics, method of imunoferment analy*

**ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД
ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДНИХ ПРОТРУЙНИКІВ ПРОТИ
ШКІДНИКІВ СХОДІВ**

С. П. ВОРОЖКО, науковий співробітник

*Верхняцька дослідно-селекційна станція, Інститут біоенергетичних
культур і цукрових буряків*

E-mail: vdss2014@yandex.ru

Анотація. У статті наведено результати досліджень з оцінки продуктивності буряків цукрових залежно від застосування інсектицидних протруйників проти шкідників сходів. Обробка насіння хімічними препаратами Гаучо 600 FS, ТН (80 мл/п.о) та Пончо Бета, FS 453,3 т.к.с. з нормою витрати 60 мл/п.о. покращує лабораторну та польову схожість насіння на 14-16 %, ріст і розвиток рослин протягом вегетаційного періоду, а також урожайність і якість коренеплодів.

Так, густина сходів у фазу першої пари листків за обробки насіння препаратом Пончо Бета 453,3 т.к.с. становила 5,1 шт./м.п. проти 4,1 на контрольному варіанті, а маса 100 рослин була вищою на 0,57-0,75 г. На період збирання урожаю на контрольному варіанті густина рослин буряків цукрових складала 73,5 тис. шт./га, тоді як за обробки інсектицидом Гаучо 600 FS, ТН – 84,3, Пончо Бета 453,3 т.к.с. 98,4 тис. шт./га.

Обробка насіння цими препаратами сприяла істотному підвищенню врожайності коренеплодів та збору цукру порівняно з контролем на 11,3 і 2,75 т/га.

Ключові слова: буряки цукрові, інсектициди, продуктивність, шкідники, обробка насіння, якість коренеплодів

Актуальність. Широке впровадження у виробництво інтенсивної технології вирощування буряків цукрових, яка ґрунтується на висіві насіння малими нормами і отриманні заданої густоти рослин, близької до кінцевої, значно загостило проблему захисту сходів від шкідників. В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (ІБКіЦБ) розроблено інтегровану систему захисту цієї культури від шкідливих організмів, в основу якої покладено інтоксикацію рослин інсектицидами системної дії способом

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Т. Саблук

нанесення їх на насіння. Завдяки цьому сходи буряків цукрових певний період захищені від шкідників, а інтенсивне навантаження на одиницю площі зменшується у 25-30 разів порівняно з іншими способами використання хімічних препаратів. Обробка посівного матеріалу інсектицидами карбофуранової групи не здатна захистити сходи від шкідників на пізніших етапах органогенезу культури, оскільки мають короткий термін токсичної дії, а їх ефективність залежить від перебігу погодних умов, фізичних та хімічних властивостей ґрунту. Тому виникла потреба заміни цих препаратів новими, більш ефективними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Продуктивність буряків цукрових залежить від багатьох факторів: ґрунтово-кліматичних умов, впровадження високопродуктивних гібридів, якісної передпосівної підготовки насіння на насіннєвих заводах, використання сучасної техніки і технологій, добрив, надійного захисту рослин від шкідників і хвороб, високотехнологічної переробки коренеплодів на цукрових заводах тощо. Всі ці фактори разом і кожен окремо можуть значно впливати на продуктивність буряків цукрових. Відсутність надійного захисту рослин в період вегетації, або неефективний захист сходів від фітофагів може частково або повністю знищити посіви буряків. Тому, ефективний захист посівів цієї культури від них є суттєвим резервом підвищення її продуктивності [1, с. 36-38; 2, с. 463].

Найбільш безпечним і раціональним способом захисту сходів буряків цукрових є використання для сівби дражованого насіння, що оброблене захисними препаратами [3, с. 6-8; 4, с.10-14; 5, с.195-199].

В Україні зареєстровано багато хімічних препаратів, дозволених для обробки насіння буряків цукрових проти шкідників і хвороб, але найбільш поширеними є інсектициди фірми Байер – Гаучо і Пончо Бета.

Інсектицид Гаучо 600 FS TH (діюча речовина імідаклоприд) належить до неонікотиноїдної групи, малотоксичний, має широкий спектр інсектицидної дії. Зокрема, за чисельності жуків-довгоносиків, що перевищує економічний поріг шкідливості у 2-3 рази, застосування його дає можливість повністю зберегти

рослини на полі і сформувати оптимальну густоту рослин на період збирання, що забезпечує отримання високого врожаю коренеплодів.

Сучасний інсектицидний протруйник контактної-системної дії Пончо Бета FS 453,3 т.к. для буряків цукрових поєднує у собі дві діючі речовини: хлорнікотинілової групи (клотіанідин, 400 г/л) та піретроїд (бета-цифлутрін, 53,34 г/л), що дає сильний і подвійний ефект проти шкідників.

Мета дослідження – визначення впливу хімічних препаратів за обробки насіння на їх лабораторну і польову схожість, ріст і розвиток рослин упродовж всього періоду вегетації і на кінцевий продукт – урожайність і якість коренеплодів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у зоні нестійкого зволоження на Верхняцькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2012 – 2015 рр. Обліки і спостереження проводили за загальноприйнятими методиками [6, 52 с; 7, с. 102-125].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками орного (0-30 см) шару: рН сольове – 5,8-6,2, вміст гумусу за Тюрнімом 3,36-4,89 %; гідролітична кислотність за Каппеном 2,2-3,8 ммоль на 100 г ґрунту; вміст рухомого фосфору і калію за Чиріковим – відповідно 90-140 і 70-100 мг/кг ґрунту; легкогідролізованого азоту за Тюрнімом – Кононовою 100-120 мг/кг ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном – Гільковіцем – 28-30 ммоль на 100 г ґрунту.

У польових умовах визначали вплив обробки насіння буряків цукрових на початковий ріст і розвиток рослин у фазу I-II пари листків за загальноприйнятими методиками [6, с. 52; 7, с. 102-125]. Господарську ефективність встановлювали за врожайністю і цукристістю коренеплодів та виходу цукру з одиниці площі. Отримані результати обробляли методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим [8, 351с.].

У даному регіоні серед елементів клімату вирішальне значення мають умови тепла та вологозабезпечення. Опади служать основним джерелом

підвищення запасів ґрунтової вологи. Узагальнюючи метеорологічні умови, які склалися в роки досліджень, можна відмітити, що відхилень ряду основних показників (температури, кількість опадів, відносної вологості повітря) від середніх багаторічних не наближалася до критичних показників, що в цілому сприяло отриманню високих урожаїв коренеплодів буряків цукрових із високою цукристістю.

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що обробка насіння буряків цукрових інсектицидами Гаучо 600 FS, ТН та Пончо Бета, FS 453,3 т.к.с. з нормою витрати відповідно 80 і 60 мл./п.о. не знижують його енергію проростання і лабораторну схожість. На всіх варіантах ці показники склалися 100 %, але більш об'єктивно оцінити вплив інсектицидів і спосіб підготовки насіння на процес його проростання, ріст і розвиток проростків можна тільки в польових умовах.

У середньому за 4 роки як на початкових етапах проростання, так і у фазу повних сходів найбільш інтенсивно вони з'являлися за сівби обробленим інсектицидами насінням порівняно з контролем (табл. 1).

1. Вплив обробки насіння буряків цукрових на початковий ріст і густоту рослин, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

Варіант	Норма препарату, мл/п.о	Перша пара листків		Друга пара листків	
		маса 100 рослин, г	густина сходів, шт./м. п.	маса 100 рослин, г	густина сходів, шт./м. п.
Контроль *	-	13,97	4,1	32,83	6,3
Гаучо 600 FS, ТН	80	14,54	4,9	35,98	6,7
Пончо Бета FS 453,3 т.к.с.	60	14,72	5,1	37,21	7,0

**Примітка. На всіх варіантах насіння буряків цукрових оброблялося фунгіцидом Максим XL у нормі витрати 12 мл./п.о.*

За результатами досліджень встановлено, що у фазі першої пари листків густина сходів варіювала від 4,1 шт./м.п. на контрольному варіанті до 5,1 шт./м.п. за обробки насіння препаратом Пончо Бета з нормою витрати 60 мл/п.о. та масою 100 рослин відповідно 13,97 і 14,72 г. У фазу II пари листків

достовірну прибавку густоти сходів отримали на тому ж варіанті 7,0 шт./м.п., а на іншому варіанті вона була на рівні контролю.

Проте за однією динамікою з'явлення сходів неможливо судити про переваги або недоліки того чи іншого інсектициду. Важливим критерієм стану сходів є показник, який визначає кількість отриманих рослин від заданої кількості висіяного насіння, тобто його польову схожість. За роки досліджень (2012 – 2015 рр.) польова схожість за сівби обробленого інсектицидами насінням була значно вищою за контроль (73 %) і складала 88-89 % (рис. 1).

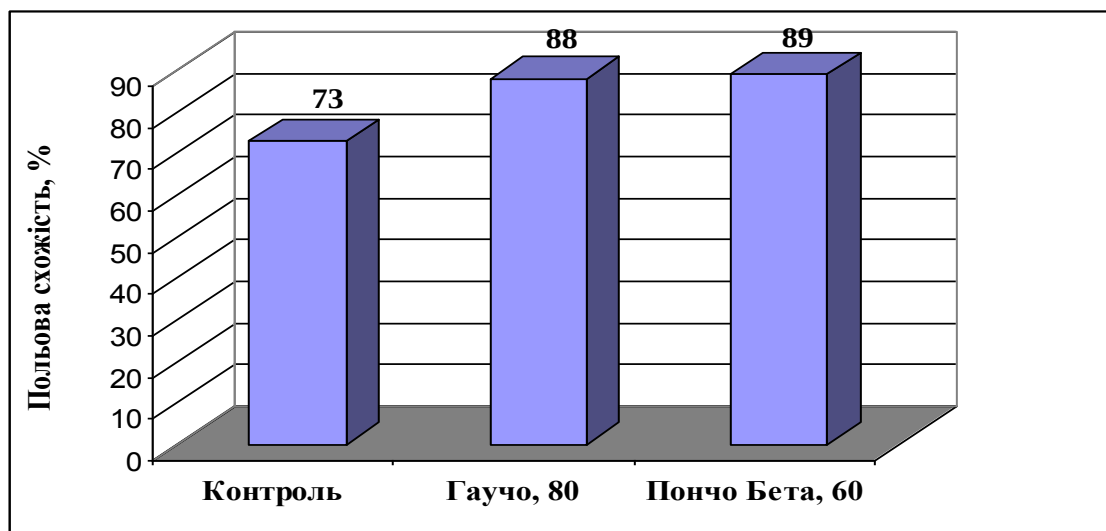


Рис. 1. Польова схожість насіння, обробленого різними інсектицидами, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

Значної різниці в показниках польової схожості насіння залежно від використаних для оброблення інсектицидів не відмічено.

Дослідженнями доведено, що за сівби обробленим інсектицидами насінням, найбільш інтенсивніше проходив приріст маси коренеплодів завдяки ефекту їх «життєвої сили».

Цей ефект полягає в підвищенні енергії проростання обробленого насіння, збільшення порівняно з контролем маси кореневої системи, кращого і швидкого розвитку листкового апарату та поліпшенням якості урожаю.

Встановлено, що будь-яке відхилення від оптимальної густоти, що становить для зони нестійкого зволоження близько 100 тис шт./га, призводить до зменшення врожайності коренеплодів.

Зокрема, на контрольному варіанті без застосування обробки насіння інсектицидами (рис. 2) густота рослин на період збирання врожаю коренеплодів буряків цукрових становила 73,5 тис шт./га, тоді як з Гаучо 600 FS, ТН вона становила 84,3 тис.шт./га. Саме такий захист у дослідях було досягнуто за Пончо Бета FS 453,3 т.к.с. із нормою витрати 60 мл/п.о., де густота рослин була близькою до оптимальної і становила 98,4 тис шт./га або в 1,3 рази вищою за контроль.

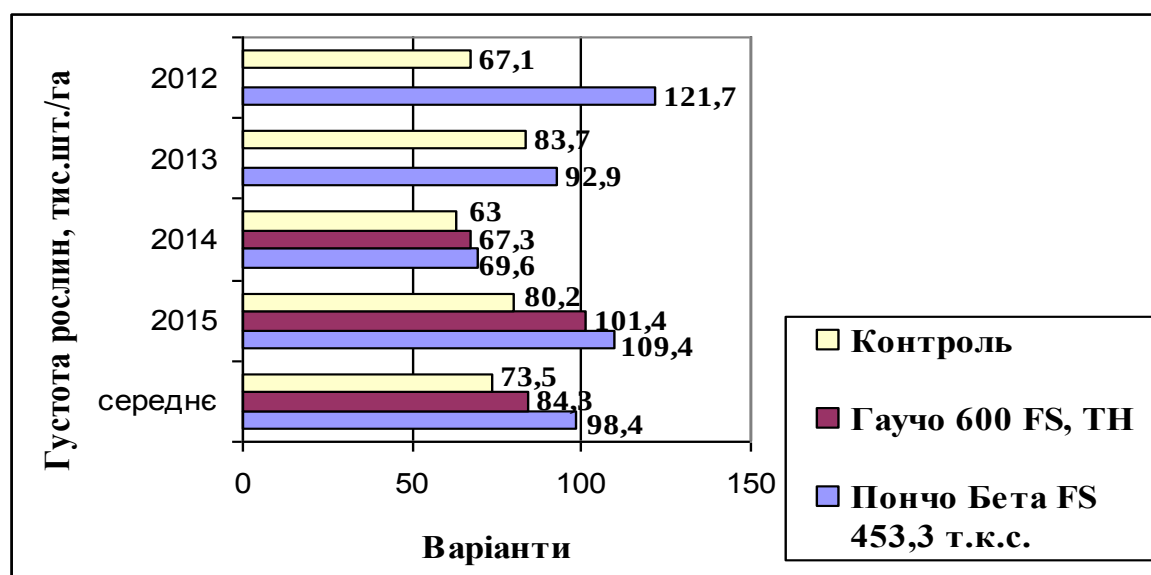


Рис. 2. Залежність густоти рослин буряків цукрових на період збирання від обробки насіння різними інсектицидами, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

У середньому за роки дослідження приріст урожайності коренеплодів буряків цукрових за застосування інсектицидів для передпосівної обробки насіння Гаучо 600 FS, ТН та Пончо Бета FS 453,3 т.к.с. склав 11,3 т/га і порівняно з контрольним варіантом він був значно нижчим (рис. 3).

Цілком ймовірно, що на показник урожайності коренеплодів вплинув, у першу чергу, фактор збереження густоти рослин завдяки інсектицидам, що застосовувались проти комплексу шкідників сходів, а також їх стимулюючої дії на початковий ріст та розвиток рослин культури, що, на наш погляд, є також немало важливим для отримання високої їх продуктивності.

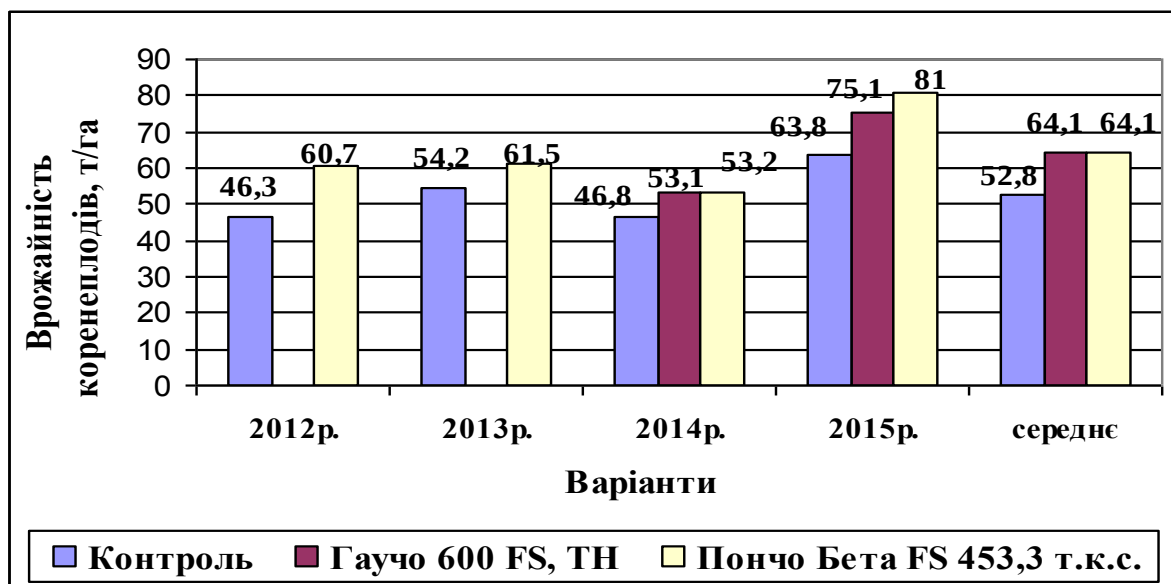


Рис. 3. Залежність врожайності коренеплодів буряків цукрових від обробки насіння різними інсектицидами, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

Інтегральним показником господарської ефективності вирощування буряків цукрових є збір цукру з одиниці площі посіву.

Як свідчать дані таблиці 2, цукристість коренеплодів на варіантах із застосуванням інсектицидів у всі роки досліджень була істотно вищою проти контролю.

Відомо, що підсумковий результат – збір цукру з одиниці площі є добутком від величини врожайності та цукристості коренеплодів (рис. 4).

2. Цукристість коренеплодів буряків цукрових залежно від обробки насіння різними інсектицидами, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

Варіант	Норма препарату, мл /п.о.	Цукристість коренеплодів, %				
		2012р.	2013р.	2014р.	2015р.	серед-не
Контроль (без обробки)	-	16,4	14,6	16,5	17,5	16,2
Гаучо 600 FS, ТН	80	–	–	17,3	18,3	17,8
Пончо Бета FS 453,3 т.к.с.	60	17,5	15,2	17,4	18,4	17,1
НІР₀₅		0,6	0,7	0,8	0,8	

**Примітка. У всіх варіантах насіння буряків цукрових оброблялося фунгіцидом Максим XL у нормі витрати 12 мл/п.о.*

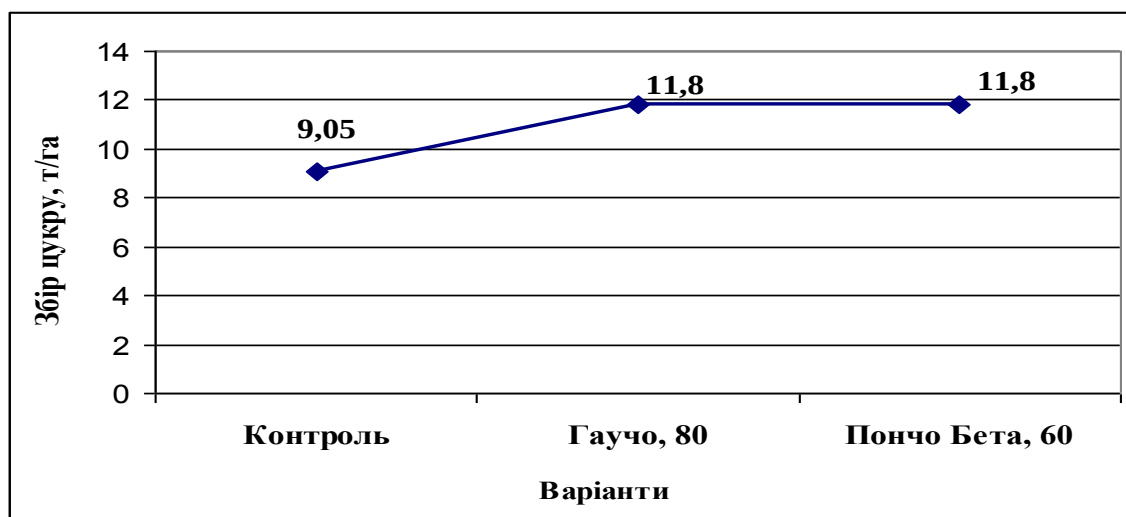


Рис. 4. Збір цукру залежно від обробки насіння буряків цукрових інсектицидами, ВДСС, 2012 – 2015 рр.

Так, за період досліджень (2012 – 2015 рр.) збір цукру на контрольному варіанті становив 9,05 т/га. Обробка насіння буряків цукрових інсектицидами Гаучо 600 FS, ТН та Пончо Бета FS 453,3 т.к.с. проти комплексу шкідників сходів сприяла збільшенню збору цукру на 2,75 т/га порівняно з контролем.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Нанесення на насіння інсектициду Гаучо 600 FS, ТН та Пончо Бета FS 453,3 т.к.с. дає змогу зберегти від фітофагів значну кількість рослин на період збирання врожаю, що в свою чергу сприяє підвищенню врожайності коренеплодів із високою їх

продуктивністю порівняно з контролем. Крім того, названі інсектициди не тільки забезпечують надійний захист сходів культури від шкідників, а й покращують початковий ріст і розвиток рослин, що також позитивно позначається на продуктивності.

Список літератури

1. Саблук В. Т. Эффективность защиты всходов сахарной свеклы от вредителей / В. Т. Саблук, В. А. Доронин, О. Н. Грищенко // Сахарная свекла. – 2014. – №4. – С.36-38.
2. Федоренко В. П. Ентомокомплекс на цукрових буряках / В. П. Федоренко – Київ: Аграрна наука. – 1998. – 463.
3. Захист сходів цукрових буряків від шкідників за обробки насіння інсектицидами / В. Т. Саблук, В. А. Доронін, О. М. Грищенко, С. П. Ворожко [та ін.] // Цукрові буряки. – 2015. – №3 (105). – С. 6-8.
4. Захист сходів цукрових буряків від шкідників способом обробки насіння інсектицидами / В. Т. Саблук, В. А. Доронін, О. М. Грищенко, С.П. Ворожко [та ін.] // Вісник цукровиків України. – 2014. – №1 (92). – С.10-14.
5. Саблук В. Т. Сучасні інсектициди для обробки насіння цукрових буряків проти бурякових довгоносиків / В. Т. Саблук, О. М. Грищенко, С. П. Ворожко // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: матеріали III Міжн. наук.-практ. конф., Київ, 22 квітня 2014 р.: стаття – К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. – Вип. 21. – С.195-199.
6. Методика досліджень з ентомології і фітопатології у посівах цукрових буряків / В. Т. Саблук, О. М. Грищенко, Н. М. Запольська, Р. Я. Шендрик [та ін.]; за ред. проф. В. Т. Саблука –К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – 52 с.
7. Методики проведення досліджень у буряківництві / М. В. Роїк, Н. Г. Гізбуллін, В. М. Сінченко, О. І. Присяжнюк [та ін.]; під заг. ред. академіка НААН М. В. Роїка та член-кореспондента НААН Н. Г. Гізбулліна – К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. – С. 102-125.
8. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – [5-е изд., доп. и перераб.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351.

References

1. Sabluk, V. T., Doronin, V. A., Grishchenko, O. N. (2014). The efficiency of protection of sugar beets' shoots from pests. Sugar beets, 4, 36-38.
2. Fedorenko V. P. (1998). The entomocomplex on sugar beets. Agricultural Science, 463.
3. Sabluk, V. T., Doronin, V. A., Grishchenko O. N., Vorozhko S. P., Pedos V. P., Smirnuh V. M., Sysluk L. O., Kravchenko Y. A., Panchenko Y. V., Doronin V. V., Shapran V. S. (2015). The protection of sugar beets from pests at seed treatment by insecticides. Sugar beets, 3 (105), 6-8.

4. Sabluk, V. T., Doronin, V. A., Grishchenko O. N., Vorozhko S. P., Pedos V. P., Smirnuh V. M., Sysluk L. O., Kravchenko Y. A., Panchenko Y. V., Doronin V. V., Shapran V. S. (2015). The protection of sugar beets' shoots from pests by method seed treatment by insecticides. Bulletin of sugar producers of Ukraine, 1(92), 10–14.

5. The modern insecticides for processing sugar beets' seed from weevils (2014). Proceedings of the Institute of bioenergy crops and sugar beet. Kyiv. FOP Korzun D. Y., 276 с. (195–199).

6. Sekun N. P., Retman S. V., Sigareva D. D. Methodology of research of entomology and phytophagy in crops sugar beets (2013). Kyiv. FOP Korzun D. Y., 52.

7. Bobrov M. A., Kalenska S. M. Methodology of research in sugar beets production (2014). Kyiv. FOP Korzun D. Y., 374.

8. Dosphehov B. A. (1985). The methodology of field's experience (and bases of statistical treatment of results of research). Agropromizdat, 351.

ПРОДУКТИВНОСТЬ СВЕКЛЫ САХАРНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ ВСХОДОВ

С. П. Ворожко

***Аннотация.** В статье приведены результаты исследований оценки продуктивности свеклы сахарной в зависимости от применения инсектицидных протравителей против вредителей всходов. Обработка семян химическими препаратами Гаучо 600 FS, ТН (80 мл./п.е.) и Пончо Бета, FS 453,3 т.к.с. с нормой расхода 60 мл/п.е. улучшает лабораторную и полевую всхожесть семян на 14-16 %, рост и развитие растений на протяжении вегетационного периода, а также урожайность и качество корнеплодов.*

Так, густота всходов в фазе первой пары листьев при обработке семян препаратом Пончо Бета 453,3 т.к.с. составляла 5,1 шт./м.п. против 4,1 в контрольном варианте, масса 100 растений была выше на 0,57-0,75 г. В период уборки урожая в контрольном варианте густота растений свеклы сахарной составляла 73,5 тыс шт./га, что время как при обработке инсектицидом Гаучо 600 FS, ТН – 84,3, Пончо Бета 453,3 т.к.с. 98,4 тыс шт./га.

Обработка семян этими препаратами способствовала существенному повышению урожайности корнеплодов и сбора сахара в сравнении с контролем на 11,3 и 2,75 т/га.

***Ключевые слова:** свекла сахарная, инсектициды, производительность, вредители, обработки семян, качество корнеплодов*

THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET DEPENDING ON OF THE USE OF INSECTICIDAL PROTECTANTS AGAINST PESTS OF SHOOTS

S. P. Vorozhko

***Abstract.** The results of research to assess the productivity of sugar beets, depending on the use of insecticidal protectants against growing pests. The seed*

treatment by chemicals Gaucho 600 FS, TN (80 ml./su) and Poncho Beta, FS normal flow of 60 ml./su improves laboratory and field germination of seeds at 14-16 % growth and development of plants during the growing season and the yield and quality of roots.

Thus, the depth of the shoots in the phase of the first couple of leaves for the preparation of the seed treatment Poncho Beta, FS was 5.1/lm against 4.1 in the control variant and weight of 100 plants was higher at 0.57-0.75 g. At the harvest time the depth of sugar beets was 73.5 ths./ ha in the control variant, whereas the treatment insecticide Gaucho 600 FS, TN – 84.3, Poncho Beta, FS – 98.4 ths./ ha.

The seed treatment by these preparations has contributed significant increase of yield of root crops and gathering sugar compared with the control at 11.3 and 2.75 t/ha.

Keywords: sugar beets, insecticides, productivity, pests, seed treatment, quality of root crops

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Ю. О. ЛАВРИНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

Г. С. БАЛАШОВА, доктор сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

С. М. ЮЗІЮК, молодший науковий співробітник

Інститут зрошуваного землеробства НААН

E-mail: lavrin52@mail.ru

Анотація. *Визначено вплив основних елементів технологічного процесу вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України. Максимальну продуктивність забезпечило внесення локально мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за підтримання диференційовано за періодами росту та розвитку рослин передполивної вологості ґрунту 80-80-70 % НВ в розрахунковому шарі 0-60 см. Ефективність використання добрив залежно від способів їх внесення становила 30,0-39,6 %.*

Ключові слова: *картопля, краплинне зрошення, розрахунковий шар ґрунту, способи внесення добрив, продуктивність*

Погодні умови вегетаційного періоду південного регіону України з характерними високими температурами повітря і ґрунту пригнічують розвиток рослин, спричиняють прискорення процесу старіння (тобто виродження), зменшують продуктивність і погіршують товарні та якісні показники продукції [1-3]. За таких умов фактором гарантованого ведення галузі картоплярства є зрошення. Численними дослідженнями наукових установ півдня України, Узбекистану та інших країн, що розміщені в зонах недостатнього зволоження і високих температур під час вегетації, доведена можливість ефективного ведення галузі за умови застосування зрошення [4-8]. Ефективність зрошення доведена і в посушливих регіонах Західної та Східної Європи, Південної Азії [9-12].

В Україні, переважно у південному регіоні, набувають досить великого розповсюдження новітні технології поливу, зокрема краплинне зрошення, яке

потребує інших технологічних прийомів вирощування культур, ніж за дощування.

Мета дослідження – відпрацювання технологічного процесу вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах півдня України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження базувались на комплексному використанні лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів та системного аналізу.

Для вивчення закономірностей водного, поживного режимів ґрунту; показників росту, розвитку рослин та формування урожаю картоплі ранньостиглого сорту Кобза за весняного садіння залежно від елементів технології поливу та способів внесення добрив за краплинного зрошення у 2013 – 2015 рр. в Інституті зрошуваного землеробства НААН України, розташованого в зоні Інгулецької зрошувальної системи, методом розщеплених ділянок було проведено двофакторний дослід.

Схема досліду передбачала вивчення різних розрахункових шарів ґрунту 0-20; 0-40; 0-60 см та способів внесення добрив: локально під час садіння та внесення з поливною водою $N_{60}P_{60}K_{60}$ та розрахункової дози добрив на отримання 35 т/га бульб. Для одержання запланованого рівня врожаю було внесено за роками досліджень 197-212 кг/га азоту в діючій речовині у формі нітроамофоски.

Ділянки першого порядку мали посадкову площу 98 м², облікову – 49 м², другого – 14 і 7 м², чотирирядкові. Повторність чотириразова. Площа живлення 70 x 25 см.

Під час вегетаційного періоду підтримували передполивну вологість ґрунту на рівні 80-80-70 % НВ диференційовано за періодами росту та розвитку рослин: посадка-бутонізація, бутонізація-цвітіння, цвітіння-відмирання бадилля.

Дослідження виконувались згідно загальноприйнятих методик: «Методичних рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею» [13]; «Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях» [14];

аналіз зразків ґрунту та рослин визначали в лабораторії масових аналізів ІЗЗ НААН (свідоцтво атестації № РЧ-0092/2009); математичну обробку експериментальних даних здійснювали за загальноприйнятими методиками дисперсійного та регресійного аналізу [15-17]; економічну ефективність виробництва картоплі розраховували, виходячи з норм виробітку та розцінок праці згідно «Положення про оплату праці на ручних та механізованих роботах Інституту зрошуваного землеробства НААН України, 2015 р.».

Результати досліджень та їх обговорення. Вимір висоти рослин та кількості стебел показав, що розвиток рослин картоплі залежав від розрахункового шару зволоження: за 0-60 см висота рослин становила 72,0 см в середньому за фактором, за 0-40 см – 69,9 см, 0-20 см – 66,4 см.

На неудобрених ділянках отримано в середньому на 7,0 см або 10,9 % нижчі рослини. За внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ локально під час садіння висота рослин становила 73,0 см, $N_{60}P_{60}K_{60}$ з поливною водою – 69,8 см, внесення розрахункової дози на отримання врожаю бульб 35 т/га локально під час садіння – 72,5 см та внесення цієї ж дози з поливною водою – 68,0 см.

Рослини картоплі в залежності від умов зволоження утворили 113; 115,8 та 113,5 тис шт./га стебел відповідно до шару ґрунту 0-60; 0-40 та 0-20 см. В середньому за роками досліджень внесення розрахункової дози локально та $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило формування максимальної кількості стебел – 18,5 тис шт./га.

Спостереження за динамікою накопичення врожаю показали, що на кінець цвітіння рослини картоплі, незалежно від способу внесення добрив, накопичили 85,5; 87,0 та 88,2 % кінцевого врожаю за зволоження відповідно 0-60; 0-40 та 0-20 см шару ґрунту.. На неудобреному фоні рослини сформували 88,0 % врожаю, за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ локально – 84,5 %, з поливною водою – 87,1 %, розрахункової дози локально та з поливною водою – 84,9 і 89,9 % у середньому за фактором. У середньому за роками досліджень зволоження 0-60 см та 0-40 см шару ґрунту забезпечило отримання врожаю 32,3 та 31,6 т/га (табл. 1).

1. Продуктивність продовольчої картоплі залежно від умов зволоження та способів внесення добрив, 2013-2015 рр.

Розрахунковий шар ґрунту, см (фактор А)	Спосіб внесення добрив (фактор В)		Врожайність, т/га	Надбавка до контролю		Середні за фактором	
				т/га	%	А	В
0-60	без добрив		24,8	0	0	32,3	24,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	локально при садінні	35,8	11,0	44,2		33,9
		з поливною водою	32,5	7,6	30,7		31,6
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	34,5	9,7	38,8		32,9
		з поливною водою	34,0	9,2	37,0		32,6
0-40	без добрив		24,5	0	0	31,6	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	локально при садінні	33,9	9,4	38,4		
		з поливною водою	31,7	7,2	9,6		
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	33,2	8,8	35,9		
		з поливною водою	34,5	10,0	41,0		
0-20	без добрив		23,7	0	0	29,4	
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	локально при садінні	32,1	8,5	35,9		
		з поливною водою	30,7	7,0	29,8		
	розрахункова доза на отримання врожаю бульб 35 т/га	локально при садінні	31,1	7,4	31,3		
		з поливною водою	29,4	5,7	24,3		

НІР ₀₅ для окремих різниць, ділянки порядку	I	1,0
	II	1,7
НІР ₀₅ для головних ефектів	A	0,5
	B	1,0

Зменшення розрахункового шару до 0-20 см спричинило зниження врожайності на 2,9 т/га або 9,9 % у порівнянні з 0-60 см. Це стало можливим у зв'язку зі зниженням маси товарної бульби на 11,2 та 6,3 % у порівнянні із шаром ґрунту 0-60 та 0-40 см.

Використання добрив забезпечує, в середньому за фактором, суттєву прибавку врожаю 8,5 т/га або 25,9 % у порівнянні з неудобренним фоном, на якому врожай формується за рахунок отримання бульб меншої маси (110,6

проти 138,9 г). За способами внесення добрив урожайність бульб становила в середньому за роками – 31,6-33,9 т/га.

Собівартість продукції – важливий узагальнюючий економічний показник сільськогосподарського виробництва. За собівартістю визначається рівень агротехніки: продуктивність праці, організація та технологія вирощування культури, ефективність використання землі й інших засобів виробництва. Найменша собівартість 1345 тис грн/т та найбільший чистий прибуток – 77159,9 тис грн/га отримано за зволоження 0-60 см шару ґрунту та внесення локально під час садіння $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Вирощування будь-якої культури раціональне тільки в тому випадку, якщо воно рентабельне, тобто слід отримувати прибуток на такому рівні, який би забезпечував відшкодування всіх витрат на виробництво продукції, а також давав би змогу проводити подальшу інтенсифікацію і розширення виробництва. Тому, окрім собівартості та чистого прибутку, розраховується підсумковий результат усіх економічних розрахунків – рентабельність. Максимальну рентабельність отримано за умови зволоження 0-60 см шару ґрунту та внесення $N_{60} P_{60} K_{60}$ локально під час садіння – 160,3 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Під час дослідження способів внесення добрив за різних умов зволоження за вирощування продовольчої картоплі на краплинному зрошенні в умовах півдня України максимальну продуктивність забезпечило внесення локально мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ за умови підтримання диференційовано за періодами росту та розвитку рослин передполивної вологості ґрунту 80-80-70 % НВ у розрахунковому шарі 0-60 см. Собівартість одиниці продукції становила 1345 тис грн/т, а рентабельність виробництва – 160,3 %.

Список літератури

1. Гончарык М. М. Быялогічны і экалагічны асаблівасці бульбы / М. М. Гончарык // Фізіялогія і біяхімія бульбы. – Мінськ, 1979. – С. 19-44.
2. Руденко О. І. Кліматичне виродження картоплі і заходи боротьби з ним / О. І. Руденко // Питання насінництва картоплі та боротьба з її виродженням. – К. : видав. УАСГН, 1960. – С. 28-44.

3. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля: методические рекомендации / Л. Н. Трофимец, В. Б. Бойко, Т. В. Зейрук [и др.]. – М., 1988. – 37 с.
4. Балашев Н. Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения / Н. Н. Балашев. – М., 1976. – 304 с.
5. Бенюх З. П. Два урожая картофеля в год / З. П. Бенюх // Книжное издательство. – Днепропетровск, 1964. – С. 4.
6. Бойко М. С. Двоврожайна культура картоплі на зрошенні / М. С. Бойко. – Одеса, 1976. – 136 с.
7. Бойко Н. С. Индустриальная технология выращивания раннего и семенного картофеля на орошаемых землях юга Украины / Н. С. Бойко. – Николаев, 1980. – 23 с.
8. Лысенко Ю. Н. Урожайность, сохранность и семенная продуктивность картофеля в зависимости от орошения и сочетания доз минеральных удобрений в условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 / Ю. Н. Лысенко. – М., 1987. – 26 с.
9. Ясониди О. Е. Капельное орошение на Северном Кавказе / О. Е. Ясониди, А. Мартиненко. – Ростов на Дону, 1987. – 80 с., С. 23-58.
10. Brezny O. Kavkazovanie skovych zemiakov na piesocnatych podach / O. Brezny // Uroda. – 1980. – P. 222-223.
11. Meyer J. L. Cleaning drip irrigated system / J.L. Meyer // Drip Trickle irrigation in Action: Proceedings of the Third International Drip / Trickle irrigation Congress. St. Josef (Michigan, USA): ASAE, 1985. – 2v. – v.1 – P. 41-44.
12. Pavlista A. D. Potato production stages: Scheduling key practices / A.D. Pavlista. – 1995. – UNL Coop Ext Circ 1249.
13. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. С. Куценко, А. А. Осипчук, А. А. Подгаєцький [та ін.]; Ін-т картоплярства. – Немішаєве, 2002. – 183 с.
14. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малярчук [та ін.] ; за ред. Р. А. Вожегової. / Ін-т зрош. землероб. – Херсон, 2014. – 286 с.
15. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С.П. Голобородько, С. В. Коковіхін]. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов . – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство) : [навчальний посібник] / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон, 2014. – 448 с.

References

1. Honcharyk, M. M. (1979). Byialohichny i ekalahichny asablivostsi bulby [Byyalogichny i ekalogichny asablivostsi bulbs]. Fiziialohiia i biiakhimiia bulby, 19-44.

2. Rudenko, O. I. (1960). Klimatychne vyrodzhennia kartopli i zakhody borotby z nym [Klimatichne virodzhennya kartopli i come in Borotba s him]. Pytannia nasinnytstva kartopli ta borotba z yii vyrodzhenniam, 28-44.

3. Trofymets, L. N., Boyko, V. B., Zeyruk, T. V. (1988). Byotekhnolohycheskye metody poluchenyya y otsenky ozdorovlennoho kartofelya [Biotechnological methods of obtaining and evaluation of the improved potato]. Moscow, Metodicheskye rekomendatsyy, 37.

4. Balashev, N. N. (1976). Vyrashchyvanye kartofelya y ovoshchey v uslovyakh oroshenyya [Growing potatoes and vegetables under irrigation]. Moscow, 304.

6. Boiko, M. S. (1976). Dvovrozhaina kultura kartopli na zroshenni [Dvovrozhayna culture kartopli on zroshenni]. Odessa, 136.

7. Boyko, N. S. (1980). Yndustrial'naya tekhnolohyya vyrashchyvanyia ranneho y semennoho kartofelya na oroshaemykh zemlyakh yuha Ukrainy [Industrial technology of growing early and seed potatoes on irrigated lands of southern Ukraine]. Nykolaev, 23.

8. Lysenko, Yu. N. (1987). Urozhaynost', sokhrannost' y semennaya produktyvnost' kartofelya v zavysymosti ot oroshenyya y sochetanyia doz myneral'nykh udobrenyy v uslovyakh Sredneho Povolzh'ya [Productivity, safety and productivity of seed potatoes, depending on the combination of irrigation and fertilizer doses in the conditions of the Middle Volga region]. Moscow, 26.

9. Yasonydy, O. E., Martynenko, A. (1987). Kapel'noe oroshenye na Severnom Kavkaze [Drip irrigation in the North Caucasus]. Rostov na Donu, 80.

10. Brezny, O. (1980). Kavlazovance skovykh zemiakov na piesocnatykh podach [Kavlazovance skovykh zemiakov na piesocnatykh podach]. Uroda, 222-223.

11. Meyer, J. L. (1985). Cleaning drip irrigated system [Cleaning drip irrigated system]. USA. Michigan, 41-44.

12. Pavlista, A. D. (1995). Potato production stages: Scheduling key practices [Potato production stages: Scheduling key practices]. 1249.

13. Kutsenko, V. S. Osypchuk, A.A. Podhaietskyi. (2002) Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu [Guidelines for conducting research on potatoes]. In-t kartopliarstva, Nemishaieve, 183.

14. Vozhehova, R. A., Lavrynenko, Iu. O., Maliarchuk, M. P. (2014). Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [The method of field and laboratory studies on irrigated land]. Institute for irrigated agriculture. Kherson, 286.

15. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. (2008). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz u zemlerobstvi ta roslynnnytstvi : navchalnyi posibnyk [The variance and correlation analysis in agriculture and crop: Tutorial]. Kherson : Ailant, 272.

16. Dospekhov, B. A. (1985) Metodyka polevoho opyta [The method of field experiment]. Moscow: Ahropromyzdat, 351.

17. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. (2014). Metodyka polovoho doslidu [The method of field experiment]. Kherson, 448.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ ЮГА УКРАИНЫ

Ю. А. Лавриненко, Г. С. Балашова, С. Н. Юзюк

Аннотация. *Определено влияние основных элементов технологического процесса выращивания картофеля при капельном орошении в условиях юга Украины. Схема опыта предусматривала изучение расчетных слоев почвы 0-20; 0-40; 0-60 см и способов внесения удобрений: локально при посадке, с поливной водой $N_{60}P_{60}K_{60}$ и расчетной дозы на получение 35 т/га клубней. Во время вегетационного периода поддерживали предполивную влажность почвы на уровне 80-80-70 % НВ дифференцированно по периодам роста и развития растений: посадка-бутонизация, бутонизация-цветение, цветение-отмирание ботвы. Максимальную продуктивность обеспечило внесение локально перед посадкой минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ при увлажнении расчетного слоя почвы 0-60 см при себестоимости единицы продукции 1345 тыс грн/т и рентабельности производства 160,3 %. Коэффициент водопользования при этом был минимальным – 97,8 м³/т. Уменьшение расчетного слоя до 0-20 см привело к снижению урожайности на 2,9 т/га или 9,9 % по сравнению с 0-60 см. Это стало возможным в связи со снижением массы товарного клубня на 11,2 и 6,3 % по сравнению со слоем почвы 0-60 и 0-40 см.*

Использование удобрений обеспечивает, в среднем по фактору, существенную прибавку урожая – 8,5 т/га или 25,9 % по сравнению с неудобренным фоном, на котором урожай формировался за счет получения клубней меньшей массы (110,6 против 138,9 г). По способам внесения удобрений урожайность клубней составляла, в среднем по годам, 31,6-33,9 т/га, эффективность использования удобрений – 30,0-39,6 %.

Ключевые слова: *картофель, капельное орошение, расчетный слой почвы, способы внесения удобрений, продуктивность*

POTATO PRODUCTIVITY UNDER DRIP IRRIGATION IN THE SOUTH OF UKRAINE

Yu.O. Lavrynenko, H.S. Balashova, S.M. Yuziuk

Abstract. *The paper analyzes the impact of the basic elements of the technological process of potato cultivation under drip irrigation in the South of Ukraine. The scheme of the experiment implied the study of different calculated soil layers 0–20; 0–40; 0–60 cm and the methods of fertilizer application: locally at planting time and application with irrigation water $N_{60}P_{60}K_{60}$ and calculated fertilizer dose to obtain 35 t/ha of potato tubers. During the growing season the pre-irrigation soil moisture was maintained at the level of 80–80–70 %, the least soil moisture was differentiated by the stages of the plant growth and development: planting–producing buds, producing buds–flowering, flowering–plant dying back.*

The maximum productivity was obtained due to the local application of mineral fertilizers in the dose $N_{60}P_{60}K_{60}$ before planting under moistening the calculated soil layer of 0–60 cm with the product cost price of 1345 thousand UAH/t

and the production profitability of 160.3 %. Under these conditions the coefficient of water consumption was minimal – 97.8 m³/t. The reduction of the calculated layer to 0-20 cm caused the decrease in the yield by 2.9 t/ha or 9.9 %, as compared with 0–60 cm. It became possible due to the reduction of the marketable tuber weight by 11.2 and 6.3%, as compared with the soil layer of 0–60 and 0–40 cm.

The application of fertilizers contributes to, on the average by the factor, a substantial increase in the yield – 8.5 t/ha or 25.9 %, as compared with the non-fertilized background, where the yield formation takes place at the expense of obtaining tubers of less weight (110.6 against 138.9 g). According to the methods of fertilizer application the tuber yield was on the average 31.6–33.9 t/ha, the efficiency of fertilizer application was 30.0–39.6%.

Keywords: *potato, drip irrigation, calculated soil layer, methods of fertilizer application, productivity*

**МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ЗА СУМІСНОГО
ВИРОЩУВАННЯ З ЛЮПИНОМ ВУЗЬКОЛИСТИМ**

К. М. ОЛІЙНИК, кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

А. В. ГОЛОДНА, кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

ІНЦ «Інститут землеробства НААН»

E-mail: katerina_oleunik@mail.ru, Antoninagol@mail.ua

***Анотація.** Наведено результати спостережень за процесом формування продуктивності пшениці ярої сорту Рання 93 в одновидових посівах та за сумісного вирощування з люпином вузьколистим сорту Брянській 1121 за різних варіантів удобрення. Зокрема, наведені показники щільності стеблостою, кількості закладених квіток, колосків і зернівок у колосі, їх редукції за етапами органогенезу, величини потенційної врожайності пшениці ярої і ступінь реалізації її у фактичній. Наведені результати кореляційного аналізу залежності надземної маси від висоти рослин пшениці ярої, вирощеної в одновидових посівах та сумісно з люпином вузьколистим.*

Максимальну сумарну врожайність зерна агроценозу – 4,93 т/га отримали на варіанті, який передбачав внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$, сівбу люпину вузьколистого і пшениці ярої з нормою висіву насіння відповідно 1,2 і 3,5 млн шт./га. Максимальну врожайність зерна пшениця яра сорту Рання 93 за сумісного посіву з люпином вузьколистим сформувала на варіанті, що передбачав внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 3,36 т/га за показника в одновидовому посіві 3,84 т/га. Реалізація потенціального врожаю на VI етапі органогенезу у фактичному складала відповідно 16 і 19 %.

***Ключові слова:** люпин вузьколистий, пшениця яра, удобрення, стеблостій, колос, квітки, зерно, редукція, продуктивність*

Актуальність. Однією з проблем вирощування люпину є його низька конкурентоздатність до забур'яненості посівів та відсутність достатньої кількості засобів захисту від бур'янів. Ущільнення посіву люпину злаковим компонентом (за схемою додавання) призводить до пригнічення бур'янів фітоценозом, що дозволяє отримати врожай зерна без проведення хімічного захисту посіву. Продуктивність такого ценозу завдяки компенсаторним

механізмам стабільна за роками і може перевищувати урожайність компонентів у одновидових посівах [1-3].

Доведено [4, 5], що за сумісного вирощування рослини агроценозу не тільки обмінюються кореневими виділеннями, продуктами метаболізму, а й включаються в обмін рослини – отримувача.

Взаємозв'язок між компонентами за їх сумісного вирощування залежить від видового і сортового складу, агротехнічних заходів і гідротермічних умов року та зони вирощування [6, 7].

У науковій літературі дані щодо процесів росту, формування продуктивності агроценозом, і, зокрема злаковим компонентом, поодинокі, що свідчить про доцільність проведення таких досліджень та їх актуальність.

Мета досліджень – створити агроценоз люпину вузьколистого із пшеницею ярою оптимальної щільності, визначити варіант удобрення, який дасть можливість отримати стабільну за роками, максимальну сумарну його врожайність.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу щільності агроценозу люпину вузьколистого та пшениці ярої, співвідношення компонентів, удобрення на формування елементів продуктивності компонентами, і, зокрема пшеницею ярою, проводили у дослідному полі відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних і олійних культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» впродовж 2007 – 2009 рр. Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. За вмістом гідролізованого азоту ґрунт мав низьку забезпеченість, рухомого фосфору і обмінного калію – підвищену, за ступенем кислотності – середньокислий.

Сівбу компонентів проводили звичайним рядковим способом: насіння пшениці ярої на глибину 4-5 см, потім перехресно – люпин вузьколистий на глибину 3-4 см. Норма висіву насіння люпину вузьколистого сорту Брянській 1121 становила 1,2 млн шт./га, пшениці ярої сорту Рання 93 – 3,5 млн шт./га. За контроль брали одновидові посіви з нормою висіву насіння відповідно 1,2 і 3,5

млн шт./га. Схема досліду передбачала варіанти удобрення: без добрив (контроль), $P_{45}K_{90}$, $N_{30}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{90}K_{90}$.

Для морфофізіологічного аналізу на V, VI, IX, XI і XII етапах органогенезу за Ф. М. Куперман [8] відбирали проби рослин пшениці ярої, в яких визначали кількість рослин на одиниці площі, стебел, колосків, квіток (зерен) у колосі.

Результати досліджень та їх обговорення. Для виявлення особливостей формування продуктивності кожного з компонентів у сумісному посіві, їх взаємного впливу, залежності від елементів технології вирощування, визначення оптимальних параметрів агроценозу, здатних забезпечити максимальну продуктивність посіву, та встановлення основних чинників, за допомогою яких можна керувати продукційним процесом агроценозу, вивчали морфофізіологічні особливості формування продуктивності кожного з компонентів сумісного посіву (в даному випадку пшениці ярої) окремих складових елементів продуктивності в онтогенезі та ступінь їх реалізації у фактичному урожаї залежно від умов вирощування.

За результатами досліджень встановлено, що на VI етапі органогенезу щільність стеблостою пшениці ярої на контролі (без добрив) становила 522 шт./м² за сумісного вирощування з люпином вузьколистим проти 599 шт./м² за вирощування в одновидовому посіві (табл. 1).

1. Динаміка стеблостою рослин пшениці ярої залежно від варіанту технології вирощування, у середньому за 2007 – 2008 рр.

Удобрєння	Кількість стебел, шт./м ²						Редукція стебел з VI до XII етапу органогенезу, шт./м ²		
	VI		IX		XII				
	агроценоз								
	одно-видовий	сумісний	одно-видовий	сумісний	одно-видовий	сумісний	одно-видовий	сумісний	
Без добрив (контроль)	599	522	567	456	532	413	67	109	
P ₄₅ K ₉₀	608	566	587	538	564	508	44	58	
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	606	551	535	501	503	437	103	114	
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	665	604	635	571	620	530	45	74	

Внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ сприяло ущільненню злакового компонента в сумішці до 551 шт./м², а збільшення дози добрив вдвічі призводило до зростання щільності стеблостою до 604 шт./м², тоді як в одновидовому посіві пшениці ярої щільність стеблостою за цієї дози перевищувала показники варіанту сумісного вирощування на 61 шт./м². На варіанті із внесенням $P_{45}K_{90}$ щільність посіву злакового компонента в агроценозі була близькою до варіанту із внесенням $N_{30}P_{45}K_{45}$. Це свідчить про те, що за сумісного вирощування з люпином вузьколистим на варіанті із внесенням $P_{45}K_{90}$ рослини пшениці ярої на цьому етапі не відчували дефіциту азоту і це не мало негативного впливу на щільність посіву.

До XII етапу органогенезу частина стеблостою редукувалась і кількість продуктивних стебел в одновидовому посіві пшениці ярої коливалась від 532 шт./м² на контролі до 620 шт./м² за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$. За вирощування пшениці ярої сумісно з люпином вузьколистим щільність злакового компонента на контролі становила 413 шт./м². Внесення добрив і збільшення їх доз призвело до збільшення щільності стеблостою пшениці за сумісного вирощування до 530 шт./м².

Рівень втрат стеблостою залежав від виду агроценозу і дози внесених добрив. За період з VI до XII етапу органогенезу в одновидовому посіві у контролі пшениці ярої втрачалось 11 % їх густоти на VI етапі, а за вирощування з люпином втрати були на 10 % більшими. Максимальну втрату стебел у кількісному і відсотковому вираженні відмічали на варіанті із внесенням $N_{30}P_{45}K_{45}$. Втрати у сумісному посіві були на рівні контролю, а в одновидовому посіві зростали до 17 %. Внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ дозволило знизити редукцію стебел в одновидовому посіві до 7 %, а за вирощування з люпином вузьколистим – до 12 % порівняно з 21 % на контролі.

На варіантах сумісного вирощування культур найнижчий відсоток втрачених стебел, а відповідно і найбільша реалізація стебел була на варіанті із внесенням лише фосфорно-калійних добрив.

Аналіз динаміки зменшення щільності стеблостою пшениці ярої за сумісного вирощування з люпином вузьколистим упродовж VI-XII етапів органогенезу показав, що на контролі в період з VI до IX етапу органогенезу відмічали 61 % всіх втрат, з IX по XII – 39 %. На варіанті із внесенням $N_{60}P_{90}K_{90}$ динаміка втрат мала дещо інший характер: втрати стебел з VI до IX етапу знизились на 16 % і більша їх частина (55 %) втрачалась з IX до XII етапу органогенезу. Реалізація продуктивних стебел в сумісних посівах коливалась від 79 % на контролі до 88 % за внесення добрив і була нижчою порівняно з одновидовим посівом пшениці ярої.

Одним з основних морфобіологічних показників пшениці ярої є висота рослин. Для росту рослин властивий високий ступінь кореляції (взаємозв'язку) його показників із параметрами продукційного процесу і ходу формування врожаю.

Ця особливість дає змогу використовувати висоту рослин як тест під час агрономічного контролю і програмування врожаю [9]. Висота рослин пшениці ярої характеризує розмір стебла, тобто соломини. Цей показник відображає також і загальний стан рослин, в тому числі і їх біомасу. Так, у фазі виходу в трубку, коли йде ріст рослин і формується основна частина біомаси, висота рослин характеризує їх реакцію на умови живлення.

Проведений кореляційний аналіз результатів досліджень показав наявність прямого і сильного зв'язку між сформованою біомасою рослин пшениці ярої та їх висотою (табл. 2).

2. Коефіцієнти кореляційної залежності надземної маси рослин пшениці ярої від їх висоти за різних варіантів технології вирощування, у середньому за 2007 – 2009 рр.

Агроценоз	Удобрення			
	без добрив (контроль)	$P_{45}K_{90}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{90}K_{90}$
Одновидовий	0,874	0,940	0,936	0,967
Сумісний	0,899	0,981	0,954	0,817

За вирощування пшениці ярої в одновидовому посіві коефіцієнти кореляції були в межах від $r = 0,874$ до $r = 0,967$, за сумісного вирощування з люпином вузьколистим – від $r = 0,817$ до $r = 0,981$, проте чіткої залежності від варіанту удобрення чи агроценозу не відмічали.

За даними спостережень висота рослин пшениці ярої, вирощеної в одновидових посівах, змінювалась залежно від умов вирощування. Висота рослин на варіантах із внесенням $N_{60}P_{90}K_{90}$ зростала до 84,2 см порівняно із 66,0 см у контролі. За сумісного вирощування з люпином вузьколистим висота рослин зростала на 2,7 см на контролі. За внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ різниця у висоті рослин була незначною – лише 0,9 см, зі збільшенням дози внесених добрив висота рослин зростала – на 21,7 см перевищувала контроль і на 6,8 см висоту рослин в одновидових посівах.

За внесення лише фосфорно-калійних добрив у сумісному посіві рослини пшениці ярої були на 8,2 см вищими за рослин такого ж варіанту удобрення в одновидовому посіві, що опосередковано свідчить про достатню забезпеченість рослин пшениці ярої азотом і взагалі про оптимальні умови їх живлення в сумісних посівах.

Іншою складовою продуктивності агроценозу є формування продуктивності колосу, зокрема величина колосу, кількість колосків, квіток і зернівок у колосках. Як показали результати морфологічного аналізу, на VI етапі органогенезу в колосі пшениці ярої було 18,3-16,8 колосків, до XII етапу частина їх редукувала.

Кількість колосків у колосі протягом вегетації визначалась умовами вирощування рослин. Встановлено, що покращення умов живлення внаслідок внесення добрив сприяло збільшенню кількості закладених колосків як на ранніх етапах органогенезу, так і протягом вегетації, до повної стиглості культури. Так, у одновидових посівах пшениці ярої кількість колосків у колосі на VI етапі була на рівні 18,3 за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ проти 16,8 на контрольному варіанті. У сумісних посівах їх кількість змінювалась від 17,7 на контролі до 18,2 – за внесення найбільшої дози добрив. Така залежність збереглась до XII

3. Формування генеративних органів рослинами пшениці ярої залежно від варіанту технології вирощування, в середньому за 2007 – 2008 рр.

Удобрення	Агроценоз	Кількість колосків у колосі центрального стебла, шт.				Кількість квіток (зерен) у колосі центрального стебла, шт.			
		VI	IX	XI	XII	VI	IX	XI	XII
Без добрив (контроль)	одновидовий	16,8	15,3	14,7	14,1	52,5	44,5	35,0	32,0
	сумісний	17,7	15,6	14,5	14,2	64,0	38,0	33,5	32,5
P ₄₅ K ₉₀	одновидовий	18,5	16,7	14,4	13,8	68,5	47,0	35,5	32,0
	сумісний	17,3	16,5	15,3	14,7	69,0	47,0	41,5	36,0
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	одновидовий	17,6	15,6	14,9	14,1	67,5	41,5	36,5	31,5
	сумісний	17,1	14,9	14,1	13,7	68,5	37,5	31,0	29,5
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	одновидовий	18,3	17,5	16,1	15,1	67,0	50,5	41,5	37,0
	сумісний	18,2	17,3	15,4	15,0	69,0	51,5	38,5	35,5

етапу органогенезу. Якщо за цим показником порівнювати одновидові посіви пшениці ярої і сумісні посіви з люпином вузьколистим, то слід відмітити, що на VI етапі на контролі деяку перевагу мали сумісні посіви культур – кількість колосків була на 0,9 колоска більшою, за невеликих доз добрив і незбалансованого живлення (P₄₅K₉₀) – кількість колосків у сумісних посівах була меншою на 0,5-1,2 колоска, а за внесення N₆₀P₉₀K₉₀ кількість колосків на цьому етапі як за сумісного вирощування, так і в одновидовому посіві пшениці ярої, була практично однаковою. До XII етапу органогенезу у колосі пшениці ярої нараховували 14,1 і 14,2 колоса за вирощування в одновидових і сумісних посівах відповідно на варіантах без внесення добрив. Найбільша кількість колосків збереглась до XII етапу за внесення N₆₀P₉₀K₉₀. Як в одновидових, так і сумісних посівах їх кількість у колосі складала 15 колосків. Рівень втрат колосків за період з VI до XII етапу був однаковим як в одновидовому, так і в сумісному посіві і складав 3,2 колоски, або 18 % всіх колосків на противагу контролю, де втрати складали 2,7 колоски, або 16 % в одновидових посівах і 3,6 колоски (20 %) у сумісних з люпином вузьколистим. Відповідно реалізація колосків на контролі без добрив становила 84 % в одновидовому посіві і 80 % – у сумісних посівах. За внесення добрив у дозі N₃₀P₄₅K₄₅ кг/га д. р. цей показник складав 80 % за обох способів вирощування, а із збільшенням дози внесених

добрив до $N_{60}P_{90}K_{90}$ кг/га д.р. реалізація колосків збільшувалась до 82 % за обох способів вирощування.

За даними морфофізіологічного аналізу в конусі наростання пшениці ярої, вирощеної в одновидовому посіві без добрив закладалося 99 квіток, з них – 53 – синхронно розвинені, а в сумісному посіві з люпином вузьколистим – 114 і 64 – синхронно розвинені. На варіантах застосування добрив із збільшенням їх доз кількість закладених квіток зростала: в одновидовому посіві – до 124 квіток, за сумісного вирощування з люпином вузьколистим – до 122, відповідно 67 і 69 синхронно-розвинених квіток. До IX етапу органогенезу частина квіток редукувала: кількість квіток у колосі за сумісного вирощування пшениці ярої на варіанті без добрив складала 38 квіток. Невеликі дози добрив суттєвого впливу в цей період на їх кількість не мали, тоді як на варіанті із внесенням $P_{45}K_{90}$ і $N_{60}P_{90}K_{90}$ їх кількість відповідно зростала до 47 і 52 квіток.. В одновидовому посіві пшениці ярої кількість квіток зростала за вищевказаних доз добрив до 47 і 51 квітки проти 45 квіток на контролі. Слід відмітити, що за кількістю фертильних квіток у колосі на IX етапі органогенезу сумісні посіви пшениці ярої з люпином поступались одновидовим на варіанті без добрив і на варіанті з $N_{30}P_{45}K_{45}$, на варіанті із внесенням лише фосфорно-калійних добрив зрівнялись з показниками одновидового посіву, а на варіанті з високою дозою добрив – перевищувала їх на 1 квітку на колос.

До XII етапу органогенезу, тобто повної стиглості, зав'язалось і збереглось на варіанті без добрив у одновидовому посіві 32 зернівки. Із внесенням зростаючих доз добрив їх кількість зростала до 37 штук. У сумісному посіві спостерігали подібну залежність озерненості колоса від доз внесених добрив. Кількість зернівок у колосі змінювалась від 33 на контролі до 36 штук за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$. Таку ж озерненість колоса відмічали і за внесення лише фосфорно-калійних добрив за сумісного вирощування з люпином.

З V до XII етапу втрати квіток складали 67-87 % від їх кількості на V етапі в одновидовому посіві і 82-87 % – у сумісному посіві з люпином вузьколистим. Аналіз втрат квіток за період з V до XII етапу органогенезу показав, що за

вирощування пшениці ярої сумісно з люпином вузьколистим основна величина втрат припадає на період з V до VI етапу і складає 43-44 % їх кількості на V етапі органогенезу. З VI до IX етапу втрачається 14-25 %, з IX до XII – величина втрат незначна і складає 5-12 %. Всього за період з V до XII етапу втрачається 70-75 % у сумісному посіві і 68-74 % – в одновидовому. Відповідно ступінь реалізації закладених квіток за сумісних посівів складає 25-30 %, в одновидовому посіві – 26-32 %. За цим показником сумісні посіви поступаються одновидовим в усіх досліджуваних варіантах удобрення, за виключенням варіанту зі внесенням фосфорно-калійних добрив, де ступінь реалізації в сумісному посіві на 3 % перевищує одновидовий.

За результатами морфофізіологічного аналізу були розраховані величини потенціальної врожайності пшениці ярої, вирощеної в сумісному і одновидовому посіві за основними етапами органогенезу і ступінь реалізації її в фактичній врожайності залежно від технології вирощування.

Розрахунок величини реалізації потенціального врожаю на VI етапі у фактичному показав, що цей показник коливався в одновидовому посіві від 16 до 19 %, а в сумісних посівах – від 12 до 16 %. Варіант сумісного посіву, за якого отримано найвищу продуктивність пшениці ярої, за внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ формував потенціальний врожай на VI етапі органогенезу, реалізація якого у фактичному складала 16 %.

Максимальну сумарну врожайність зерна агроценозу – 4,93 т/га отримали на варіанті, який передбачав внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$, сівбу люпину вузьколистого і пшениці ярої з нормою висіву насіння відповідно 1,2 і 3,5 млн шт./га/.

Урожайність пшениці ярої у сумісних посівах на варіантах без внесення добрив у середньому становила 1,95 т/га, за внесення $P_{45}K_{90}$ – 2,09 т/га, $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 2,74 т/га, $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 3,36 т/га за рівня в одновидовому посіві відповідно 3,07, 3,46, 3,65 і 3,84 т/га. В середньому за роки досліджень максимальною врожайність пшениці ярої була на варіантах, які передбачали норму висіву насіння люпину вузьколистого 1,2 млн шт./га, пшениці ярої – 3,5 млн шт./га і на варіанті без добрив становила 2,03 т/га. За внесення $P_{45}K_{90}$ рівень

показника зростав на 0,11 т/га, за внесення $N_{30}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{90}K_{90}$ – відповідно на 0,82 і 1,49 т/га.

Висновки

Для рослин пшениці ярої за сумісного вирощування з люпином вузьколистим створювались сприятливі умови для росту, розвитку і формування врожаю порівняно з одновидовими посівами, про що свідчать результати морфофізіологічного аналізу. Максимальну врожайність зерна пшениця яра сорту Рання 93 в сумісному посіві з люпином вузьколистим сформувала на варіанті, що передбачав внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 3,36 т/га за показника у одновидовому посіві 3,84 т/га. Реалізація потенціального врожаю на VI етапі органогенезу у фактичному становила відповідно 16 і 19 %.

Список літератури

1. Прохоров В. Н. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов (поликультура в растениеводстве) / [В. Н. Прохоров, Н. А. Ламан, К. Г. Шашко, В. М. Кравченко] – Минск.: Право и экономика, 2005. – 370 с.
2. Купцов Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, Клинцы: Изд-во ГУП «Клинцовская городская типография», 2006. – 576 с.
3. Такунов И. П. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах / И. П. Такунов, А. С. Кононов // Аграрная наука. - 1995. - №2. - С. 41-42.
4. Иванов В. П. Экспериментальные исследования в области аллелопатии и их практическое значение для растениеводства / В. П. Иванов. – В сб. «Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе». – М.: Наука, 1966. – С. 56-62.
5. Тютюнников А. И. Прогнозирование оптимального состава компонентов для смешанных посевов однолетних кормовых культур / А. И. Тютюнников, А. А. Яковлев, З. Г. Кац. – Доклады ВАСХНИЛ, 1976. - №10. – С. 7-10.
6. Гнатюк М. П. Продуктивність змішаних посівів ярих зернових та зернобобових культур в умовах західного Лісостепу / М. П. Гнатюк, Л. Я. Кузик // Вісник с.-г. Науки, 1987. – № 3. – С. 18-20.
7. Устименко Г. В. Особенности формирования урожая смешанных посевов зерновых и бобовых культур / Г. В. Устименко, В. П. Попов // С.-х. биология, 1983. – № 11. – С.29-31.
8. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений / Ф. М. Куперман. – М.:Высшая школа, 1984. – 240 с.

9. Добри́ва та якість урожаю / За ред. П. О. Дмитренка. – К.: Агропромиздат, 1988. – 264 с.

References

1. Prokhorov V. N. Fiziologo-ekologicheskiye osnovy optimizatsii produktsionnogo protsessa agrofitotsenozov (polikultura v rasteniyevodstve) / V. N. Prokhorov. N. A. Laman. K. G. Shashko. V. M. Kravchenko. – Minsk.: Pravo i ekonomika. 2005. – 370 s.
2. Kuptsov N. S. Lyupin – genetika. selektsiya. geterogennyye posevy / N. S. Kuptsov. I. P. Takunov. – Bryansk. Klintsy: Izd-vo GUP «Klintsovskaya gorodskaya tipografiya». 2006. – 576 s.
3. Takunov I. P. Adaptivnyy potentsial i urozhaynost lyupina v smeshannykh agrofitotsenozakh/ I. P. Takunov. A. S. Kononov // Agrarnaya nauka. - 1995. - №2. - S. 41-42.
4. Ivanov V. P. Eksperimentalnyye issledovaniya v oblasti allelopatrii i ikh prakticheskoye znacheneye dlya rasteniyevodstva / V. P. Ivanov. – V sb. «Fiziologo-biokhimiicheskiye osnovy vzaimnogo vliyaniya rasteniy v fitotsenozе». – M.: Nauka. 1966. – S. 56-62.
5. Tyutyunnikov A. I. Prognozirovaniye optimalnogo sostava komponentov dlya smeshannykh posevov odnoletnikh kormovykh kultur / A. I. Tyutyunnikov. A. A. Yakovlev. Z. G. Kats. – Doklady VASKhNIL. 1976. - №10. – S. 7-10.
6. Hnatyuk M. P. Produktivnist' zmishanykh posiviv yarykh zernovykh ta zernobobovykh kul'tur v umovakh zakhidnoho Lisostepu / M. P. Hnatyuk, L. Ya. Kuzyk // Visnyk s.-h. Nauky, 1987. - № 3. – S. 18-20.
7. Ustimenko G. V. Osobennosti formirovaniya urozhaya smeshannykh posevov zernovykh i bobovykh kultur / G. V. Ustimenko. V. P. Popov // S.-kh. biologiya. 1983. - № 11. – S.29-31.
8. Kuperman F. M. Morfofiziologiya rasteniy / F. M. Kuperman. – M.:Vysshaya shkola. 1984. – 240 s.
9. Dmytrenko P. O. (1988). Dobryva ta yakist urozhaiu / Za red. P. O. Dmytrenka. – K.: Ahropromyzdat. – 264 s.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВЫРАЩИВАНИИ С ЛЮПИНОМ УЗКОЛИСТНЫМ

Е. М. Олейник, А. В. Голодная

Аннотация. Приведены результаты исследований процесса формирования продуктивности пшеницы яровой сорта Ранняя 93 в одновидовых посевах и при совместном выращивании с люпином узколистным сорта Брянский 1121 при разных вариантах удобрения. В частности, приведены показатели плотности стеблестоя, количества заложенных цветков, колосков и зерновок в колосе, их редукции по этапам органогенеза, размера

потенциальной урожайности пшеницы яровой и степень реализации её у фактической. Приведены результаты корреляционного анализа зависимости надземной массы от высоты растений пшеницы яровой, выращенной в одновидовых посевах и совместно с люпином узколистным.

Максимальную суммарную урожайность зерна агроценоза – 4,93 т/га получили на варианте, который включал внесение $N_{30}P_{45}K_{45}$, посев люпина узколистного и пшеницы яровой с нормой высева семян соответственно 1,2 и 3,5 млн шт./га. Максимальную урожайность зерна пшеница яровая сорта Ранняя 93 при совместном посеве с люпином узколистным сформировала на варианте, который включал внесение $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 3,36 т/га при показателе в одновидовом посеве 3,84 т/га. Реализация потенциального урожая на VI этапе органогенеза в фактическом составила соответственно 16 и 19 %.

Ключевые слова: люпин узколистный, пшеница яровая, удобрение, стеблестой, колос, цветок, зерно, редукция, продуктивность

MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL FEATURES OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY FORMATION AT JOINT GROWING WITH BLUE LUPINE

K. M. Oliinyk, A. V. Golodna

Abstract. The results are given about observations on yield forming process of spring wheat of Rannia 93 variety in planting single-species and in joint crops with blue lupine of Brianskii1121 variety on different fertilization variants. Specifically, the parameters of stems density are given, quantities of laid flowers, number of spikelets and grains in the ear, their reduction during the organogenesis stages, level of the potential yield of spring wheat and its realization rate into the actual yield. The results are shown of correlation analysis of dependences of aboveground mass on the height of spring wheat plants grown in single-species and in joint crops with blue lupine.

The maximum total grain yield in agrocenosis – 4,93 t/ha obtained in the variant, which included making $N_{30}P_{45}K_{45}$, blue lupine and spring wheat sowing at the norm of seeding 1,2 and 3,5 million pcs./ha accordingly. The maximum grain yield of spring wheat of Rannia 93 variety in joint crops with blue lupine formed in the variant, which involved making $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 3,36 t ha for the index in single-species crops 3,84 t/ha. Implementation of potential yield at VI organogenesis stage in the actual yield was 16 and 19% accordingly.

Keywords: blue lupine, spring wheat, fertilizers, stems standing, ear, flower, grain, reduction, productivity

ПОЛІПЛОЇДИЗАЦІЯ СТЕВІЇ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

В. Й. СТЕФАНЮК, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

E-mail: isb@isb.kiev.ua

Анотація. На підставі проведених досліджень *in vitro* розроблена методика створення тетраплоїдов стевії. Для їх створення в культурі *in vitro* використовували диплоїдні селекційні номери стевії 1216, 15-15/3, 112, 116, які стійкі до хвороб і мають високий вміст стевіозиду; культивування проводили в умовах температури 24 ± 2 °C, освітлення 3000-4000 лк, фотоперіоду – 16 годин, на шейкері в режимі 100 об./мін. Для клонального мікророзмноження пагони, оброблені 0,02 % колхіцином, окремо пересаджують в середовищі агар-агару. Через 5 діб культивування новоутворені пагони відокремлюються, реєструються з визначенням вегетативного покоління колхіцинованого втечі. Друге вегетативне покоління пагонів, в кількості не менше 3 штук, після двох тижнів культивування використовували для визначення плоїдності і відбору тетраплоїдов. Для синхронізації ділення клітин меристеми колби ставили в холодильник на 12 годин при температурі +4 °C, а потім на 2,5-3 години на світло для отримання 3000-4000 лк. В таких умовах отримують до 37% плоїдності тетраплоїдних форм стевії з високою продуктивністю і стійких до грибкових захворювань.

Ключові слова: поліплоїдизація, колхіцин, стевія, культура *in vitro*, тетраплоїди

Актуальність. Упродовж тисячоліть індіанці племені гуарані на території сучасної Бразилії та Парагваю використовували в їжу деякі види стевії, в особливості *Stevia rebaudiana*, яку вони називали *ka'ahe'e* («солодка трава») в якості підсолоджувача до мате і інших медичних чаїв, для лікування різноманітних хвороб [1].

За деякими припущеннями, свою назву стевія отримала завдяки російському ботаніку шведського походження Х. Х. Стевену (1781-1863) [4]. Вперше вона була досліджена іспанським лікарем і ботаніком Стевусом (лат. *Petrus Jacobus Stevus*/ ісп. *Pedro Jaime Esteve*), за прізвищем якого отримала латинську назву. В подальшому розпочалась праця з виготовлення екстракту,

який став досліджувати Мойзес Сант'яго Бертоні, директор агрономічного коледжу в столиці Парагваю разом із хіміком Овідія Ребауді [2]. Після багатьох років проведення різноманітних досліджень і отримання екстракту, що підтверджували його цінність як для харчової так і медичної галузі, дану рослину зареєстрували під назвою *Stevia rebaudiana (Bertoni)* [2]. Відомо, що в 1931 році французькі хіміки М. Бридель і Р. Лавьей виділили із стевії глікозиди, що дають їй солодкуватий присмак. Екстракти отримали назву стевіозиди (англ. *steviosides*) і ребаудіозиди (англ. *rebaudiosides*), які виявились солодшими за сахарозу в 250-300 разів [5].

Глікозиди (від грец. *γλυκύς* – солодкий та *είδο* – вигляд) – природні органічні речовини, сполуки складної будови, дуже поширені в рослинному світі; з погляду хімії це є продукти конденсації циклічних форм вуглеводів (моно- або олігосахаридів) та компонента неуглеводної природи (аглікону), яким можуть бути стероїди, феноли або алкалоїди. Маючи таким чином половину молекули цукру, вони близькі до вуглеводів, що дає змогу об'єднати їх в одну групу [6].

У 1952 р. була визначена хімічна структура солодкого компонента стевії – стевіозид. Встановлено, що він є дитерпеновим глікозидом, що складається із трьох молекул глюкози і аглюкону – стевіола. Крім стевіозиду, в листі стевії виявили і інші солодкі глікозиди – ребаудіозиди (А, В, С, Д і Е), дуліобіозид і стевіолбіозид із різним ступенем солодкості порівняно із сахарозою (від 50 до 450). Найбільш солодким з них є ребаудіозид А – ступінь солодкості 350-450. У сухому листі стевії міститься близько 3% ребаудіозиду. На відміну від стевіозиду, він краще розчиняється у воді і має менш інтенсивний неприємний післясмак, ніж стевіозид [7].

Порівняно із диплоїдними, тетраплоїдні форми стевії мають більшу вегетативну масу і вміст глікозидів.

Мета дослідження – розробити методику створення тетраплоїдів стевії в культурі *in vitro* і встановити оптимальну кількість колхіцину для отримання поліплоїдного ефекту.

Матеріали та методика досліджень. У якості вихідних матеріалів для розробки методу створення тетраплоїдів в культурі *in vitro* були використані диплоїдні селекційні номери стевії 1216, 15-15/3, 112, 116, що є стійкими до хвороб і мають високий вміст стевіозиду. В подальшому проводили їх клональне мікро розмноження. Пагони стевії в кількості 40-50 штук поміщали в колби ємністю 250 мл, в яких було 30 мл модифікованого живильного середовища за прописом Гамборга і Евелега, доповнене колхіцином в концентрації 0,01-0,1 %. Культивування проводили за температури 24 ± 2 °C, освітлення 3000-4000 лк, фотоперіоду 16 год на шейкері у режимі 100 об./хв. Пагони, оброблені колхіцином, пересаджували кожний окремо на агаризоване середовище для клонального мікророзмноження. Через 5 діб культивування новоутворені пагони відокремлювалися, реєструвалися з визначенням вегетативного покоління колхіцинованого пагона.

Друге вегетативне покоління пагонів, в кількості не менше 3 штук, після двох тижнів культивування використовували для визначення плоїдності і відбору тетраплоїдів. Для синхронізації ділення меристематичних клітин колби ставили в холодильник на 12 год за температури $+ 4$ °C, а потім на 2,5-3 год на світло для одержання 3000-4000 лк. У стерильних умовах ламінарної камери відокремлювали 3-4 дочірніх пагони для цитологічного аналізу, а інші пересаджували на середовище для розмноження.

Для визначення плоїдності з пагонів відокремлювали точку росту з двома листочками і за кімнатної температури поміщали в 0,03 % розчин ортооксихіноліну на 3 год. Після цього рослинний матеріал 3 рази промивали дистильованою водою і на 6 хв. поміщали у фіксуючу і мацеруючу суміш (2 частини 96 % етилового спирту і 1 частина концентрованої соляної кислоти). Потім промивали 3 рази по 5 хв дистильованою водою. На предметному склі виділяли точку росту, фарбували її 3 % розчином ацетоорсеїна і готували тимчасовий препарат. Після підрахунку кількості хромосом не менше, ніж у 10 клітинах на стадії метафази визначали рівень плоїдності. Залишали для

клонального мікророзмноження тільки ті пагони, в яких друге вегетативне покоління виявилось тетраплоїдним.

Контрольну перевірку рівня плоїдності проводили перед укоріненням пагонів і висаджували на живильне середовище ті, які стабільно зберігали тетраплоїдний рівень. Після того, як рослини стевії укорінились і були проведені усі обліки, їх висаджували в поле для вивчення селекційних ознак.

Результати досліджень та обговорення. Необхідність одержання поліплоїдних форм стевії пов'язана з їх значно більшою вегетативною масою порівняно з диплоїдами, що відповідно призводить до отримання більшої кількості стевіозиду.

Для одержання поліплоїдів стевії в культурі *in vitro* використовували різні концентрації колхіцину, який додавали в поживне середовище за прописом Гамборга і Евелега.

В залежності від концентрації колхіцину в живильному середовищі та певної експозиції вивчали вихід поліплоїдних форм (табл. 1).

1. Коливання плоїдності стевії в залежності від концентрації колхіцину, експозиція 5 діб.

Концентрація колхіцину, %	Плоїдність, %		
	Диплоїди	Тетраплоїди	Міксоплоїди
0 (контроль)	100	-	-
0,01	63	-	37
0,02	51	37	12
0,05	41	26	33
Од	28	21	51

Встановлено, що у стевії виявився найвищий відсоток тетраплоїдів за концентрації колхіцину 0,02 %. Зниження концентрації його до 0,01 % не викликало утворення тетраплоїдів. Проаналізовані пагони без колхіцину залишились на диплоїдному рівні: в них не відбувся процес поліплоїдизації і вони слугували за контрольний варіант.

Утворення найбільшої кількості міксоплоїдів – 51 %.

Після проведення цитологічних досліджень в культурі *in vitro* були виділені форми стевії, які містили різний набір хромосом як з диплоїдним, так і тетраплоїдним ($2n = 44$) й гексаплоїдним набором $2n = 66$ (рис. 1, 2).

Слід також відмітити, що тетраплоїдні рослини стевії в культурі *in vitro* відрізнялись від диплоїдних значно ширшими листовими пластинками. Усі форми стевії також відрізнялись між собою за розмірами та формою листків (фото 3).

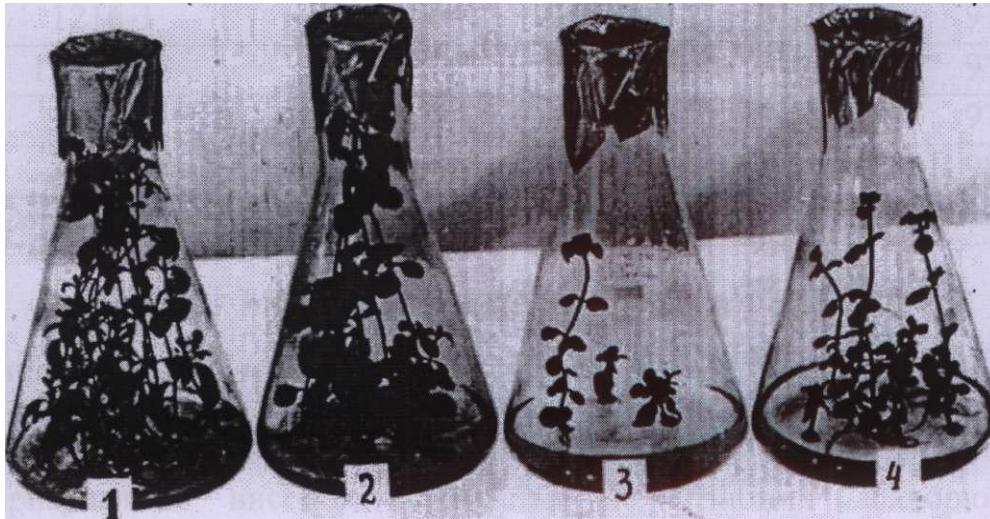


Рис. 1. Клітина стевії з диплоїдним набором хромосом

Рис. 2. Клітина стевії з тетраплоїдним набором хромосом

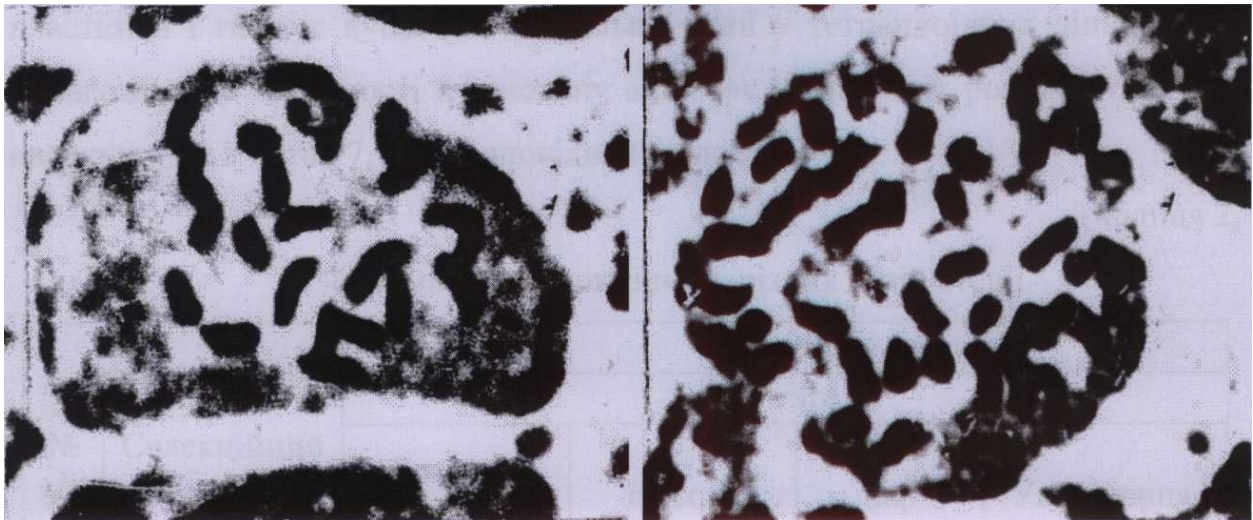


Рис. 3. Диплоїдні (1), тетраплоїдні (2) та гексаплоїдні (3, 4) рослини стевії в культурі.

Диплоїдні форми стевії мали довжину кореневої системи 3,2 см, а тетраплоїдні – 4,4 см. За висотою і кількістю пар листків диплоїдні форми

перевищують тетраплоїдні, але площа листової пластинки і габітус куща значно більші були у тетраплоїдних ліній стевії. Незалежно від плоїдності і генотипу відсоток укорінених рослин стевії був високим – відповідно 98,1 % і 97,7 % (табл. 2).

2. Фотометричні показники різних ліній стевії

№ з/п	Селекційний номер	Показники			
		in vitro			
		Довжина кореневої системи, см	Висота рослин,см	Кількість пар листіків, шт.	Укорінення, %
2х					
1.	1216	3,0	9,5	7,0	98,0
2.	15-15/3	3,5	10,0	8,0	98,3
3.	112	2,6	9,3	8,0	98,1
4.	116	3,7	12,0	10,0	98,0
Середнє		3,2	10,2	8,3	98,1
4х					
1.	1216-1	4,0	8,2	5,0	97,5
2.	15-15/3-1	4,5	9,2	7,0	97,8
3.	112-1	4,2	8,5	6,0	97,4
4.	116-1	4,8	9,7	7,0	98,0
Середнє		4,4	8,9	6,3	97,7

В результаті вивчення різних матеріалів стевії були виділені високопродуктивні тетраплоїдні номери, які перевищували вихідні диплоїдні форми за показниками продуктивності. Відібрані номери характеризувались високою стійкістю до грибкових захворювань та посухостійкістю.

Висновок. Для створення тетраплоїдів в культурі *in vitro* використовували диплоїдні селекційні номери стевії 1216, 15-15/3, 112, 116, що є стійкими до хвороб і мають високий вміст стевіозиду; культивування їх проводили в умовах температури $24 \pm 2^\circ\text{C}$, освітлення 3000-4000 лк, фотоперіоду 16 годин на шейкері у режимі 100 об./хв. Пагони, оброблені 0,02 % колхіцином, пересаджують кожний окремо на агаризоване середовище для клонального мікророзмноження. Через 5 діб культивування новоутворені пагони відокремлюються, реєструються з визначенням вегетативного покоління колхіцинованого пагона. Друге вегетативне

покоління пагонів, в кількості не менше 3 штук, після двох тижнів культивування використовували для визначення плоідності і відбору тетраплоїдів. Для синхронізації ділення меристематичних клітин колби ставили в холодильник на 12 год за температури +4 °С, а потім на 2,5-3 год на світло для одержання 3000-4000 лк. В таких умовах отримують до 37 % плоідності тетраплоїдних форм стевії з високою продуктивністю і стійких до грибкових захворювань.

Список літератури

1. Алексеев В. П. Медовая трава “каа-хэ” / В. П. Алексеев // Бюллетень ВНИИ чая и субтропических культур. – №1. – 1956. – С. 12-14, С. 168-169.
2. Бугаенко И.Ф. Достижения в производстве и применении сахара и подслащающих веществ / И.Ф. Бугаенко // Итоги науки и техники. – 1990. – Т. 3. – 130 с.
3. Бурень В.М. Биология и нанотехнология // Материалы для современной и будущей бионики. Труды Аристотелевской академии формы / В. М. Бурень, О. В. Бурень / Санкт-Петербург, 2004. - 114 с.
4. Kinghorn A.D. Potential sweetening agents of plant origin. I. Purification of *Stevia rebaudiana* constituents by droplet counter current chromatography // Journal of Chromatography / Kinghorn A.D., Nanayakkara N. P., / 1982. - №237. - P. 478 - 483.
5. Mitsuhashi H. Studies on growing *Stevia rebaudiana* Bertoni. Determination of stevioside // Yakugaki zasshi / Mitsuhashi H., Ueno J., Sumida I. 1975. - Vol. 95, N12.- P. 1501-1503.
6. Tanaka O. Chemistry of *Stevia rebaudiana* Bertoni // Recent Adv. Nat. Prod. Res. 1980.-V. 1,N1.-P. 111-119. Zaidan L.B.P. Effect of photoperiod on flowering and stevioside content in plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni // Jap. J. Crop Sci. / Zaidan L.B.P., Dietrich S.M.C., Felipe G.M. / 1980. - V. 49, N 4. - P. 569-574.
7. Zaidan L.B.P. Effect of photoperiod on flowering and stevioside content in plants of *Stevia rebaudiana* Bertoni // Jap. J. Crop Sci. / Zaidan L.B.P., Dietrich S.M.C., Felipe G.M. / 1980. - V. 49, N 4. - P. 569-574.
8. Чудновский Б.Д. Способы выращивания рассады стевии из материалов, полученных *in vitro* / Б.Д. Чудновский, О.Ю. Запольский // Сб. научных трудов ВНИС. – К., 1990. – С. 9-13

ПОЛИПЛОИДИЗАЦИЯ СТЕВИИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

В. И. Стефанюк

Аннотация. На основании проведенных исследований в культуре *in vitro* разработана методика создания тетраплоидов стевии, которая позволяет получить высокий выход ценных селекционных форм и сократить срок их получения относительно традиционного способа и делает процесс колхицинирования экономически целесообразным и безвредным.

Ключевые слова: полиплоидизация, колхицин, стевия, *in vitro*, тетраплоиды

STEVIA POLYPLOIDIZATION IN VITRO

V. Y. Stefaniuk

Abstract. *On the basis of in vitro studies the methodology of creation of tetraploids stevia. For their creation in vitro culture used diploid selection number of stevia 1216, 15-15/3, 112, 116, which are resistant to diseases and have high stevioside content; the cultivation was conducted under the conditions of temperature $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, lighting 3000-4000 Lux, photoperiod – 16 hours on a shaker in 100 mode.min For clonal micropropagation of shoots, treated with 0.02% colchicine, separately transplanted in the medium of agar-agar. After 5 days' cultivation, newly formed shoots are separated, are registered with the definition of vegetative generations Kohler escape. The second generation of vegetative shoots, in the amount of not less than 3 Grand, after two weeks of culturing were used for the determination of ploidy and selection of tetraploids. To synchronize cell division of meristem flasks were placed in a refrigerator for 12 hours at a temperature of $+4^{\circ}\text{C}$, and then 2.5-3 hours on light to obtain 3000-4000 Lux. In such conditions, get up to 37% of ploidy tetraploid forms of stevia with high productivity and resistant to fungal diseases.*

Keywords: *polyploidization; colchicines; stevia; in vitro; tetraploids*

ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТИЧНИХ ПЕРІОДІВ РОСТУ ПОМІДОРА ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ПОЛИВУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ РОСТОВОЇ ФУНКЦІЇ

В. В. ВАСІЮТА, кандидат сільськогосподарських наук,

Інститут водних проблем і меліорації НААН

E-mail: vasyuta.vladimir@rambler.ru

Анотація. У статті розглянуто моделювання росту рослин помідора функцією Б. Гомперца за площею листкової поверхні для визначення основних параметрів росту в критичних точках, тривалості критичних періодів, встановлення тісноти зв'язку мінливості урожайності з трансформацією параметрів росту у критичні фази, за різних способів поливу.

Ключові слова: критичні періоди, критичні точки росту, функція Гомперца, швидкість росту, прискорення росту

Актуальність. Урожайність є інтегральним показником продукційного процесу, спрямованість та інтенсивність якого визначається дією і взаємодією факторів. Протягом періоду вегетації продукційним процесом управляють, реалізуючи ряд технологічних операцій, спрямованих на створення оптимальних умов росту і розвитку рослин. Як відомо, в процесі росту і розвитку інтенсивність ростових процесів за фазами мінлива, і фази, в які порушення оптимальних умов росту призводить до істотних втрат урожаю, називаються критичними. В цьому контексті визначення тривалості критичних періодів, мінливості параметрів росту рослин за дії і взаємодії факторів, виявлення ступеня варіювання їх продуктивності за зміни інтенсивності росту в критичні періоди мають велике значення оскільки дозволяють означити оптимальні параметри факторів впливу. Цей напрям досліджень особливо важливий у зрошуваному овочівництві, де порушення оптимальних умов росту в критичні фази, в першу чергу водного режиму, є причиною значного зниження продуктивності рослин. Тому, визначення рівня впливу регульованих факторів на параметри росту рослин у критичні періоди, встановлення ступеня

зв'язку мінливості параметрів росту з продуктивністю рослин є актуальними завданням, оскільки дозволяють вирішувати питання щодо оптимізації регулюючих факторів, підвищуючи ефективність використання ресурсів за отримання економічно-доцільного рівня продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Високий рівень продуктивності – це похідна оптимальних умов росту, особливо в критичні періоди, де їх порушення є причиною незворотних втрат урожаю [1]. Визначення параметрів росту в момент досягнення рослинами критичних фаз забезпечує порівняльну базу, дозволяє глибше розкрити сутність ростових процесів за впливу факторів регулювання [2, с. 141] і, відповідно, прийняти рішення щодо оптимізації параметрів регулюючих факторів. Один з напрямів вирішення проблеми моделювання ростового процесу функціями росту [3], на основі аналізу яких аналітично визначаються основні параметри росту в критичних точках. Це дозволяє аналітично визначити параметри росту в критичні періоди, оцінити їх мінливість та встановити наслідки варіювання на урожайність рослин. У зрошуваному овочівництві поняття критичних періодів розглядається переважно в контексті формування оптимального режиму зрошення рослин [4]. Одним з його елементів, який визначає інтенсивність поливів, є передполивний рівень вологості ґрунту, підтримання якого за різних способів поливу досягається відповідною нормою поливу. Як результат, різнитимуться і тривалості міжполивних періодів, що не може не вплинути на інтенсивність ростових процесів, особливо в критичні фази розвитку. Практика свідчить, що механізм визначення параметрів росту рослин у критичні фази та встановлення їх зв'язку із продуктивністю на основі аналізу ростових функцій є доволі поширеною [5, 6], проте, в зрошуваному овочівництві цьому напрямку досліджень в умовах південного регіону приділено недостатньо уваги.

Матеріали і методика досліджень. Завданням наших досліджень було ідентифікувати математичну модель росту помідора, визначити критичні фази росту, тривалість критичних періодів за різних способів поливу та встановити наявність зв'язку несталості параметрів росту в критичні фази з урожайністю.

Моделювання проведено за методикою [2] на основі динаміки площі листової поверхні, отриманої в польових дослідах у період з 1993 по 2010 рік за різних способів полив, згідно методики [7, 8] в Інституті зрошуваного землеробства НААН України.

Результати досліджень та їх обговорення. Одним із головних факторів, що характеризує розвиток рослин є площа листкової поверхні. Дослідження динаміки зростання площі листкового апарату рослин помідора, визначення його реакції на вплив регулюючих факторів через основні показники параметрів росту в критичні періоди є важливим завданням для усвідомлення зв'язку ступеню впливу цих перетворень на кінцеву продуктивність рослин. Вирішувалося завдання моделюванням росту площі листкового апарату відповідною функцією росту за експериментальними даними. Адекватність моделі перевіряли за критерієм χ^2 .

Аналіз експериментальних кривих зростання площі листкової поверхні помідора за різних способів поливу (рис. 1) показує, що вони не симетричні і, відповідно, для моделювання найбільш придатна функція Б. Гомперца:

$$y = \frac{A}{1 + 10^{a+bx}},$$

де y – теоретична площа листкової поверхні м²/га; A – різниця між верхньою і нижньою асимптотами площі листкової поверхні, м²/га; x – тривалість періоду вегетації від початку росту, діб; a і b – константи, які визначають нахил, перегин та точки перегину кривої росту.

Оцінка адекватності апроксимації площі листкової поверхні помідора за способами поливу засвідчила, що за критерієм χ^2 , який дорівнює 0,32-0,35 ($\chi_{st}^2 = 3,841$), теоретична величина площі листкової поверхні не різниться від експериментальних даних і, відповідно, визначення критичних періодів і параметрів росту функцією Б. Гомперца є достовірними. Розв'язанням рівняння отримані константи функції Б. Гомперца (табл. 1), що дозволили представити інтенсивність ростових процесів кривими зростання площі листкового апарату,

визначити критичні точки росту, динаміку її зростання в цих точках через швидкість і прискорення зростання, тривалість окремих фах росту і критичних періодів взагалі.

1. Константи функції Б. Гомперца для визначення площі листкової поверхні помідора за різних способів поливу

Способи поливу	Параметри рівняння	
	a	b
Дощування	1,020266	-0,02661
Мікродощування	1,022968	-0,02665
Краплинне зрошення	1,025395	-0,02669

Точки перегину кривих T_1 , T_2 , T_3 визначають фази росту, в які істотно змінюється інтенсивність і направленість зростання площі листкового апарату: від максимального прискорення до гальмування, характеризують переломні моменти росту і, відповідно, мають назву критичних [2, с. 140]. Їх визначення має важливе значення, оскільки створює основу для порівняльного аналізу параметрів росту, отриманих в процесі аналізу функції росту (рис. 1).

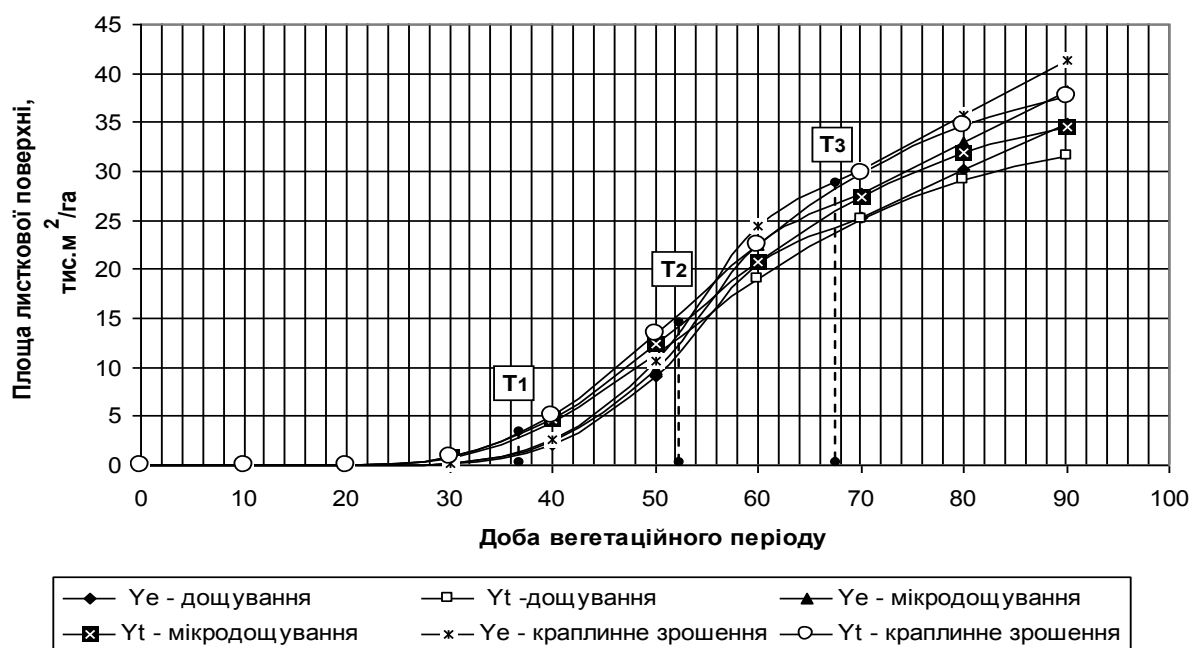


Рис. 1. Експериментальні і теоретичні криві площі листової поверхні помідора за різних способів поливу. T_1 , T_2 , T_3 критичні точки росту.

Аналіз функції Гомперца показав, що перша критична точка (T_1) – фаза зростання швидкості росту листового апарату, спостерігається орієнтовно на 36 добу вегетації. Максимальної швидкості росту листовий апарат досягає на 52 добу вегетації в точці T_2 , а у фазу гальмування процес росту (T_3) переходить через 67 діб від початку вегетації. Порівняння тривалості критичного періоду, за досліджуваних способів поливу показує, що вона не перевищує 31 доби і не залежить від способу поливу. Аналіз швидкості росту листової поверхні за різних способів поливу засвідчує, що вже в першій критичній точці за краплинного зрошення вона на 7,9-17,1 % вища, ніж за дощування і мікродощування. У подальшому швидкість зростання площі листового апарату за краплинного зрошення залишається більш високою, досягаючи свого максимуму в точці T_2 – 0,93 тис. м²/га за добу, що на 8,7-19,1 % перевищує показники за дощування і мікродощування. Подібне зростання листової поверхні за краплинного зрошення зберігається і в критичній точці T_3 , яка фіксує початок гальмування процесу росту (рис. 2).

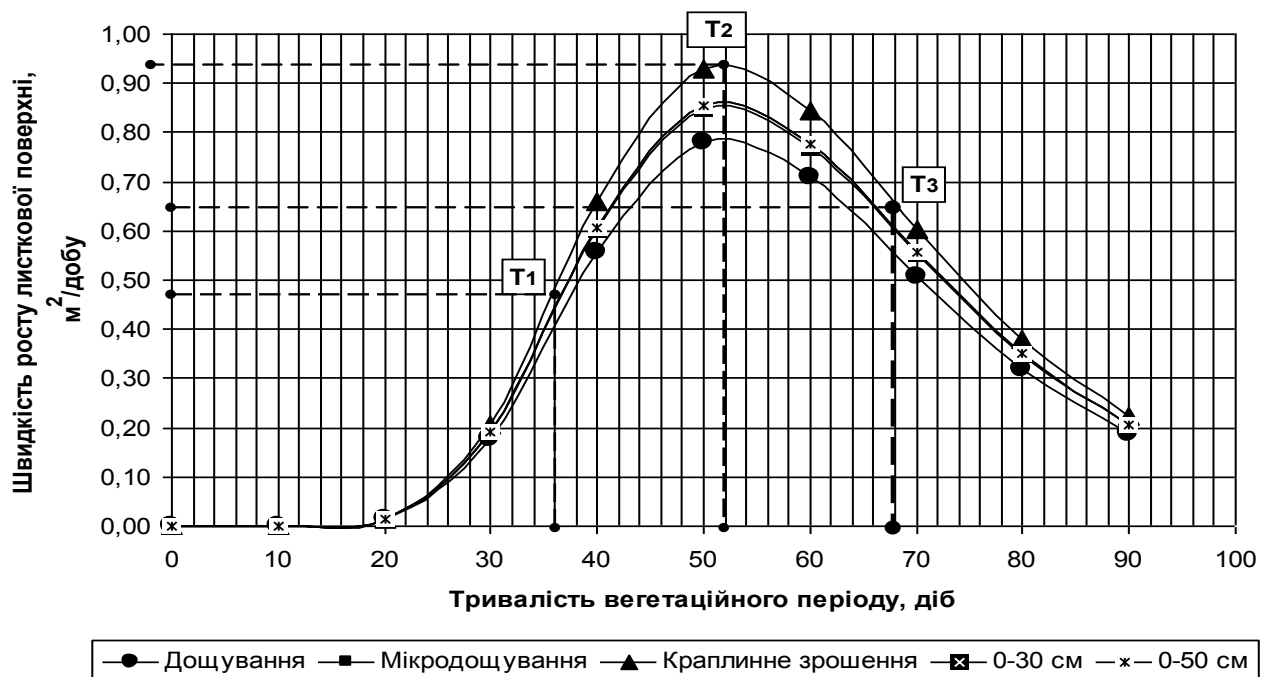


Рис. 2. Швидкість зростання площі листової поверхні помідора за різних способів поливу та глибини розрахункового шару ґрунту в критичних точках T_1 , T_2 , T_3 .

Аналіз динаміки швидкості в період між критичними точками T_2 і T_3 показує, що протягом 15,7 діб швидкість росту зменшується на 39,7 %. На 90 добу вегетації за максимальної площі листового апарату швидкість росту у порівнянні з максимальною, знижується більше, ніж в 4,1 рази до 0,18-0,22 тис. $m^2/га$ за добу, засвідчуючи, що втрати листової поверхні через відмирання нижніх ярусів перевищують приріст. Порівняння величини швидкості зростання площі листової поверхні за глибини розрахункового шару ґрунту 0-30 і 0-50 см показує, що в критичних точках T_1, T_2, T_3 її різниця несуттєва і глибина розрахункового шару ґрунту, яка є важливим показником для визначення норми поливу, на швидкість росту листового апарату істотно не впливає.

Оцінка прискорення зростання листового апарату в критичних точках росту визнає, що максимальне прискорення і швидкість росту не співпадають у часі. Максимальне прискорення зростання листового апарату спостерігається в критичній точці T_1 , а швидкості в T_2 . Відповідно, максимальне прискоренням

0,048 тис.м² га за добу² зростання площі листкового апарату спостерігається через 36,3 доби від початку вегетації за краплинного зрошення.

Найменша величина прискорення зростання площі листкової поверхні в першій критичній точці зафіксована за дощування, яке на 9,7 % менше, ніж за мікродощування та на 19,4 % у порівнянні з краплинним зрошенням. Аналіз ростових процесів за краплинного зрошення і мікродощуванням показує, що за мікродощування прискорення зростання площі листкової поверхні на 8,9 % менше, що підтверджує вищу інтенсивність ростових процесів за краплинного зрошення. Прискорення, з яким зростає площа листкового апарату за глибини розрахункового шару ґрунту 0-30 і 0-50 см, демонструє, що цей фактор істотно не впливає на інтенсивність процесу.

Аналіз прискорення росту в критичній точці T_2 показує, що за всіх способів поливу воно досягає нульової величини на 52 добу від початку вегетації, засвідчуючи перехід до фази гальмування ростових процесів у час, коли площа листкового апарату зростає з максимальною швидкістю. Оцінка прискорення росту в критичній точці T_3 засвідчує, що воно є від'ємним за всіх способів поливу і за краплинного зрошення на 8,8-19,1 % перевищує дощування і мікродощування. Незважаючи на те, що за краплинного зрошення прискорення гальмування росту більше, ніж за інших способів поливу, на кінець вегетації площа листкової поверхні за цього способу поливу залишається більшою відповідно на 9,9 та 20,5 %, ніж за мікродощування і дощування. Ймовірно, пояснення цього факту приховано у швидкості росту листкового апарату, яка за краплинного зрошення залишається більш високою протягом всієї вегетації (рис. 3).

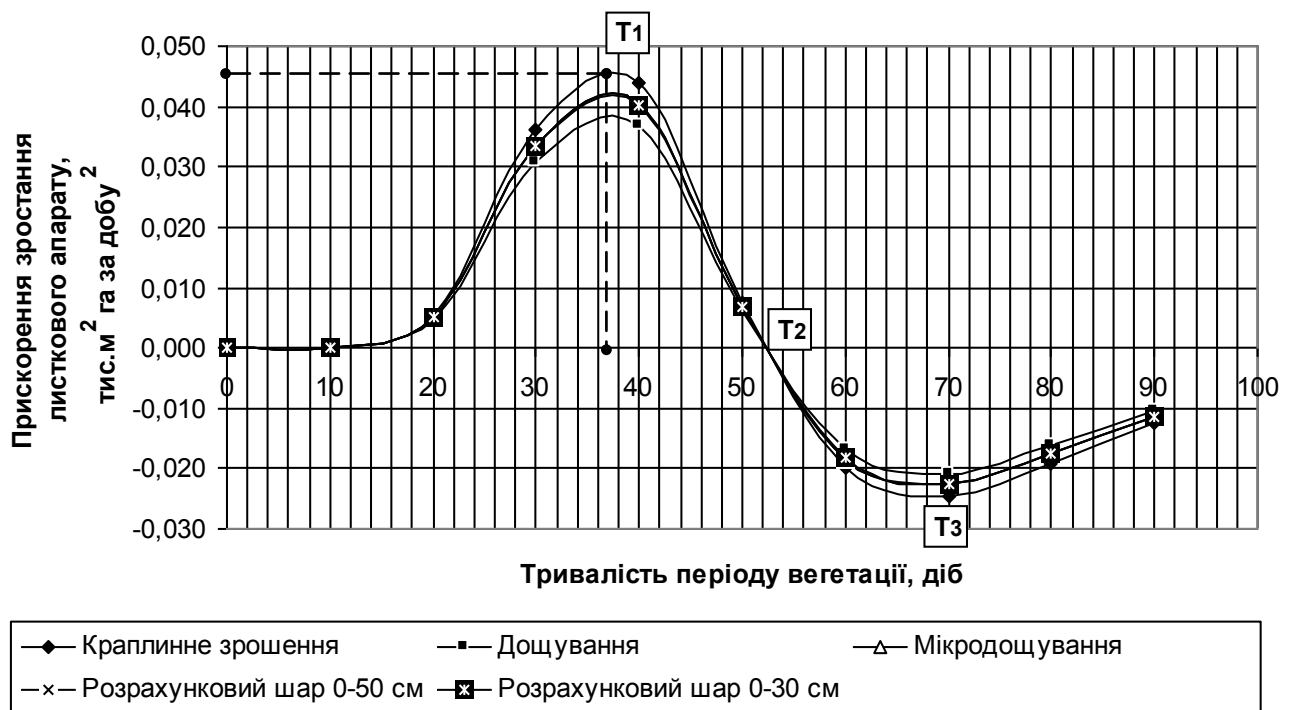


Рис. 3. Прискорення зросту площі листкової поверхні помідора за різних способів поливу та глибини розрахункового шару.

Розрахунки тривалості критичних періодів показують, що їх величина дещо вища за 31 добу за всіх способів поливу. Але за краплинного зрошення спостерігається тенденція до її зменшення на 0,1 доби порівняно з іншими способами поливу.

Кореляційний аналіз виявив наявність тісного прямого кореляційного зв'язку ($R = 0,96$) між мінливістю параметрів зростання площі листкової поверхні в критичних точках T_1 , T_2 , T_3 і коливаннями урожайності за досліджуваних способів поливу. Порівняння параметрів росту в критичній точці T_1 і урожайності за дощування і краплинного зрошення виявило, що зменшення швидкості зростання листкового апарату за дощування і досліджуваних розрахункових шарів ґрунту на 19,1-19,3 %, сприяло зниженню урожайності на 12,8-17,9 %. Аналогічна тенденція щодо зв'язку змін площі листкового апарату і урожайності спостерігається в критичних точках T_2 та T_3 . Визначені коефіцієнти детермінації засвідчують, що в 92 % випадків трансформація урожайності рослин помідора пов'язана зі зміною інтенсивності зростання листкового

апарату цих рослин у критичних точках росту. Отримані результати засвідчують, що за краплинного зрошення в критичні фази росту створюються більш сприятливі умови для зростання площі листкового апарату, що у підсумку пояснює більш високі рівні урожайності порівняно з іншими способами поливу.

Висновки. Моделювання росту рослин помідора за різних способів поливу функцією Б. Гомперца з достатнім ступенем достовірності описує ростовий процес ($\chi^2 = 0,32-0,35 < \chi_{st}^2 = 3,841$). Розрахунки тривалості критичних періодів показують, що для помідора вони знаходяться в межах 31 доби та істотно не різняться за способами поливу. Максимальна швидкість зростання площі листкового апарату в рослин помідора спостерігається за краплинного зрошення на 52 добу вегетації, яка на 8,7-19,1 % вища, ніж за дощування і мікродощування. Дослідженнями виявлено тісний зв'язок швидкості зростання площі листкового апарату в критичні фази росту з урожайністю помідора та встановлено, що в 92 % випадків мінливість урожайності пов'язана з параметрами зростання листкового апарату в критичних точках росту.

Список літератури

1. Tursun N. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.) / N. Tursun, B. Bükün, S.C. Karacan et al. // Hort Science. – 2007. – Т. 42. – №. 1. – С. 106-109.
2. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике: учеб. пособие / В. М. Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та., 1984. – 288 с.
3. Voorend W. et al. LEAF-E: a tool to analyze grass leaf growth using function fitting / W.Voorend, P. Lootens, H. Nelissen et al. // Plant methods. – 2014. – Т. 10. – №. 1. – С. 1.
4. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве / П. И. Патрон; отв. ред. профессор М.В. Алексеев. Кишинев: Штиинца, 1981. 284 с.
5. Chen C. Application of growth models to evaluate the microenvironmental conditions using tissue culture plantlets of *Phalaenopsis Sogo Yukidian* 'V3' / C. Chen // Scientia Horticulturae. – 2015. – Т. 191. – С. 25-30.
6. Shi P. J. Capture the time when plants reach their maximum body size by using the beta sigmoid growth equation / P. J. Shi, L. Che, C. Hui, H. D. Grissino-Mayer // Ecological Modelling. – 2016. – Т. 320. – С. 177-181.
7. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за редакцією Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. -Х.: Основа, 2001. 369 с.

8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [5-е изд., доп. и перераб.] / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.: ил.

References

1. Tursun, Nihat, et al. (2007): Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). Hort Science 42, 106-109.
2. Shmidt, V.M. (1984). Matematicheskie metodyi v botanike. Leningrad: Izd-vo Leningr. un-ta.
3. Voorend, W., Lootens, et al. (2014). LEAF-E: a tool to analyze grass leaf growth using function fitting. Plant methods, 10(1) .
4. Patron, P.I. (1981). Kompleksnoe deystvie agropriemov v ovoschevodstve. Kishinev: Shtiintsa.
5. Chen, C. (2015). Application of growth models to evaluate the micro environmental conditions using tissue culture plantlets of *Phalaenopsis* Sogo Yukidian V3. Scientia Horticulturae, 191, 25-30.
6. Shi P. J., Che L., Hui, C., & Grissino-Mayer, H. D. (2016). Capture the time when plants reach their maximum body size by using the beta sigmoid growth equation. Ecological Modelling, 320, 177-181.
7. Bondarenka, H.L., Yakovenka, K.I. et al. (2001). Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi. Kharkov: Osnova.
8. Dospheov, B. A. (1981). Metodika polevogo opyita. Moscow: Agropromizdat.

ОБОСНОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПЕРИОДОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПОМІДОРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОЛИВА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФУНКЦИИ РОСТА В. В. Васюта

Аннотация. В статье рассмотрено моделирование роста растений томата функцией Б. Гомперца по площади листовой поверхности для определения основных параметров роста в критических точках, продолжительности критических периодов. Установлена теснота связи изменчивости урожайности с трансформацией параметров роста в критические фазы, при различных способах полива.

Ключевые слова: критические периоды, критические точки роста, функция Гомперца, скорость роста, ускорения роста

SABSTANTIATION OF GROWTH CRITICAL PERIODS FOR TOMATOES WHEN USING DIFFERENT IRRIGATION METHODS BASED ON THE ANALYSIS OF GROWTH FUNCTION

V. V. Vasyuta

Abstract. *The article deals with modeling the growth of tomato plants B. Gompertz function on the leaf surface area to identify key growth parameters at critical points, the duration of critical periods. Installed tightness due to the transformation of the yield variability growth parameters in critical phases at various ways of watering.*

Keywords: *critical periods, critical point of growth, Gompertz function, growth rate, growth acceleration*

**МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ БАКЛАЖАНА У ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЯХ**

О. І. ОНИЩЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, старший

науковий співробітник,

К. М. КОНОВАЛЕНКО, аспірант*, молодший науковий співробітник

Інститут овочівництва і багданництва НААН

E-mail: konovalenko-konstantin@mail.ru

***Анотація.** Перехід овочівництва захищеного ґрунту на інтенсивні технології виробництва супроводжується високими антропогенними навантаженнями на тепличний ґрунт, що негативно впливає на його родючість, доступність основних біогенних елементів, продуктивність рослин і якість продукції.*

Мета проведеної роботи полягала у дослідженні впливу мікроорганізмів на оптимізацію біологічних процесів азотфіксації в ґрунті та продуктивність рослин баклажана в умовах плівкових теплиць.

Дослідження проводилися на базі Інституту овочівництва і багданництва НААН упродовж 2011 – 2014 рр. у плівковій теплиці без обігрівання на рослинах баклажана сорту Прем'єр.

Встановлено, що в період масового плодоношення рослин баклажана найбільш активно сприяють накопиченню корисної біоти мікробні препарати Екобацил і Бактопасльон (43,15 і 35,95 млн шт./г сухого ґрунту) що обумовлює зростання потенційної активності азотфіксації (35,71 і 33,36 нмоль/г ґрунту/год) та підвищення продуктивності рослин баклажана на 0,96 – 3,26 кг/м².

***Ключові слова:** мікробні препарати, плівкова теплиця, баклажан, азотфіксація, урожайність, якість продукції*

Актуальність. Підвищення ефективності виробництва овочів захищеного ґрунту – одна з важливих проблем розвитку аграрного сектора економіки України. В останні роки ефективність функціонування тепличних комбінатів знижується.

У період ринкової трансформації в умовах вільного ціноутворення спостерігається швидке зростання цін на матеріальні й енергетичні ресурси, яке випереджає ріст цін на овочеву продукцію. В результаті більшість підприємств,

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук О. І. Онищенко

зайняті вирощуванням овочів у захищеному ґрунті, пішли шляхом інтенсифікації традиційних технологій, що значною мірою підвищило антропогенне навантаження на тепличні ґрунти, зумовлюючи порушення рівноваги мікробного ценозу. Результатом цього є послаблення мінералізаційних і посилення денітрифікаційних процесів у ризосферному шарі ґрунту, що негативно впливає на його родючість, доступність основних біогенних елементів, продуктивність рослин і якість продукції [1, с. 23].

Активізація рослинно-мікробної взаємодії можлива за рахунок упровадження в технологію вирощування рослин мікробних препаратів. Сучасний рівень мікробіології дозволяє визначити шляхи підвищення продуктивності завдяки оптимізації біологічних процесів та всебічного використання можливостей агроценозу [2, с. 86–94].

На сьогодні в захищеному ґрунті, крім вирощування традиційних помідора й огірка, набуває популярності і культура баклажана. Через високі вимоги рослин баклажана до тепла та вологості є доцільним вирощування його у плівковій теплиці. Проте середня врожайність рослин баклажана в захищеному ґрунті залишається досить низькою – 4-6 кг/м², що призводить до зниження ефективності виробництва. Важливим завданням є збільшення врожайності, пошук шляхів зниження енерговитрат і ефективне використання інших чинників, що впливають на економічну ефективність виробництва.

Мета дослідження – визначення ефективності вирощування баклажана за застосування мікробних препаратів у весняно-літній культурозміні.

Матеріали і методи дослідження. Польові дослідження виконували згідно з вимогами «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [3, с. 10-18]. До роботи залучали мікробні препарати: ФМБ (препарат, виготовлений на основі *Enterobacter nimipressuralis*), Біополіцид (на основі *Paenibacillus polymyxa*), Екобацил (на основі консорціуму штамів *Azospirillum* і *Azotobacter*), Бактопасльон (на основі консорціуму штамів *Azotobacter Vinelandi* і *Azotobacterchrococum*) та АБТ (на основі *Azotobacter*). Препарати застосовували шляхом дворазової бактеризації: передпосівної обробки насіння

(1:30) та обробки кореневої системи суспензією препаратів перед висаджуванням у ґрунт на постійне місце вирощування (1:50). У контрольному варіанті насіння та рослини обробляли водою.

Впродовж вегетаційного періоду рослин вивчали ризосферні угруповання мікроорганізмів наступних штамів: *Pseudomonas polymixa*, *Pasnullus*, *Azospirillum*, *Azotobacter Vinelandi* та *Azotobacter chroococcum*. Облік загальної кількості ґрунтових мікроорганізмів здійснювали на твердих поживних середовищах: крохмало-аміачний агар – для мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот, м'ясо-пептонний агар – для мікроорганізмів, що засвоюють органічний азот, Ешбі – для азотфіксувальних бактерій та Чапека – для мікроскопічних грибів [4-7].

Технологія вирощування баклажана загальноприйнята для захищеного ґрунту. Схема садіння – 90 + 60 × 35 см. Вік розсади – 60 діб.

Результати дослідження та їх обговорення. Виявлено суттєвий вплив мікробних препаратів на збільшення кількості азотфіксуючих бактерій у ризосферному шарі ґрунту. Так, у фазу масового цвітіння рослин в цілому по досліді їх кількість збільшилася на 5,80 - 15,57 тис шт./г, порівняно з контролем (табл. 1). Кращі показники забезпечили варіанти із застосуванням препаратів Екобацил та Бактопасльон – відповідно 28,90 та 25,13 тис шт./г сухого ґрунту.

У фазу масового плодоношення чисельність мікроорганізмів у ґрунті збільшилася більш ніж у два рази, що свідчить про активізацію мікробіологічних процесів за рахунок додаткового внесення мікробних препаратів у ґрунт. Найбільш активно сприяють накопиченню біоти мікробні препарати Екобацил і Бактопасльон. Кількість бактерій в одному грамі сухого ґрунту становила відповідно 43,15 та 35,95 млн шт./г, проти 20,54 млн. шт./г у контрольному варіанті. У фазу біологічної стиглості на кінець вегетаційного періоду рослин баклажана відмічено тенденцію до зменшення кількості нітрофільних бактерій, що обумовлено накопиченням в ризосферному ґрунті мікроорганізмів із більш розвиненим ферментативним апаратом, зокрема

мікроміцетів. Кількість азотфіксуючих бактерій зменшувалась в усіх досліджуваних варіантах і в кращих дорівнювала відповідно 27,23 і 23,38 млн шт./г сухого ґрунту.. В контролі кількість мікроорганізмів у ґрунті зменшилася до 12,72 млн шт./г.

1. Вплив мікробних препаратів на біологічні процеси в тепличному ґрунті при вирощуванні баклажана сорту Прем'єр (середнє за 2011 – 2014 рр.)

Варіант	Загальна кількість бактерій роду <i>Azotobacter</i> , млн шт./г сухого ґрунту	Потенційна активність азотфіксації (ПАА), нмоль/C ₂ H ₄ /г ґрунту/год.
Фаза масового цвітіння		
Вода (контроль)	13,33	14,03
ФМБ	24,60	21,25
Біополіцид	19,13	20,84
Екобацил	28,90	28,66
Бактопасльон	25,13	27,30
АБТ	19,98	25,88
Фаза масового плодоношення		
Вода (контроль)	20,54	22,69
ФМБ	30,48	29,32
Біополіцид	24,66	29,32
Екобацил	43,15	35,71
Бактопасльон	35,95	33,36
АБТ	27,30	32,56
Фаза закінчення вегетації		
Вода (контроль)	12,72	13,40
ФМБ	18,73	16,90
Біополіцид	16,70	16,88
Екобацил	27,23	21,72
Бактопасльон	23,38	22,08
АБТ	19,52	19,48
НІР ₀₅ за роками	1,80; 2,30; 3,28; 4,07	0,61; 2,30; 2,380; 3,14

Ще з досліджень М. В. Бейерінка відомо, що асиміляція атмосферного азоту мікроорганізмами роду *Azotobacter* має важливе значення в балансі азоту в ґрунті. З допомогою цих бактерій-амоніфікаторів білки рослин можуть розкладатися з утворенням аміаку і іонів амонію, потім у процесі мікробної нітрифікації утворюються нітрати. В результаті денітрифікації утворюється легкодоступний для рослин молекулярний азот.

Нашими дослідженнями встановлено, що збільшення кількості мікроорганізмів у ризосферному шарі ґрунту обумовлювало зростання

потенційної активності азотфіксації. Вищі її показники впродовж вегетаційного періоду відмічено у фазу масового плодоношення за застосування препаратів Екобацил та Бактопасльон – 35,71 та 33,36 нмоль/г ґрунту/год за 22,69 у контрольному варіанті.

Аналіз господарської ефективності досліджуваних препаратів показав, що їх застосування позитивно впливало на підвищення продуктивності рослин баклажана. В середньому за роками мікробні препарати забезпечували приріст урожайності в межах 0,96-3,26 кг/м². Найбільші показники урожайності одержали за застосування препаратів, виготовлених на основі бактерій роду *Azotobacter*: Екобацил 9,03 кг/м², Бактопасльон 10,09 та АБТ 8,81 кг/м² за даного показника в контрольному варіанті – 6,83 кг/м². Найменш продуктивними, порівняно з іншими препаратами виявилися рослини баклажана за використання мікробного препарату Біополіцид – 7,79 кг/м² (табл. 2).

Застосування мікробних препаратів впливало і на хімічний склад плодів баклажана. Істотне підвищення вмісту загального цукру забезпечили препарати ФМБ, Екобацил і Бактопасльон відповідно із показниками 6,61, 6,46 і 6,69 % (на контролі – 5,95) (табл. 2). Вміст сухої речовини в плодах контрольного варіанта дорівнював 2,04 %, в усіх досліджуваних варіантах він знаходився в межах 2,20-2,50 %.

2. Вплив мікробних препаратів на урожайність та вміст хімічних речовин у плодах баклажанів сорту Прем'єр (середнє за 2011 – 2014 рр.)

Препарат	Урожайність, кг/м ²		Вміст на сиру речовину, %		NO ₃ , мг/кг
	Загальна	Приріст	Загальний цукор	Сухої речовини	
Вода (контроль)	6,83	-	5,95	2,04	35
ФМБ	8,46	1,63	6,61	2,36	129
Біополіцид	7,79	0,96	5,88	2,20	216
Екобацил	9,03	2,20	6,46	2,51	243
Бактопасльон	10,09	3,26	6,69	2,41	199
АБТ	8,81	1,98	6,04	2,27	187
НІР ₀₅	0,75; 0,79; 0,81; 0,76		0,32	0,12	2,35
ГДК					300

Застосування мікробних препаратів, особливо на основі азотфіксуючих бактерій, мало вплив і на підвищення рівня нітратів у плодах баклажанів більше ніж у три рази, але їх вміст не перевищував гранично допустиму концентрацію – 300 мг/кг.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, введення в технологію вирощування мікробних препаратів на основі азотфіксуючих і фосфоромобілізуєчих бактерій забезпечило істотне збільшення кількості корисної біоти в ґрунті, що в подальшому сприяло збільшенню господарської ефективності. Досліджувані мікробні препарати Екобацил, Бактопасльон та АБТ забезпечили найбільший приріст урожайності баклажанів – 1,98 – 3,26 кг/м². До того ж введення мікробних препаратів у технологію вирощування рослин баклажана забезпечує покращення якості продукції.

Список літератури

1. Чи є альтернатива інтенсивним технологіям вирощування сільськогосподарських культур / [А. Д. Грицай, В. Ф. Камінський, П. В. Романюк, І. М. Свидинюк] // Землеробство. – 1994. – Вип. 69. – С. 23.
2. Козар С. Ф. Біологічна ефективність комплексного застосування мікробних препаратів / С. Ф. Козар // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. – 2005. – Вип. 1–2. – С. 86–94.
3. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка]. – Х. : Основа, 2001. – 369 с.
4. Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Учебное пособие / Под ред. Н. С. Егорова // 3 изд., перераб и доп. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.
5. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: Монографія / [Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін.]; за наук. ред. В. В. Волкогона. – К.: Аграр. Наука, 2010. – 464 с.
6. Лабутова Н. М. Методы изучения почвообитающих микроорганизмов / Н. М. Лабутова // Учебное пособие. – СПбГУ, 2008. – С. 13–16.
7. Чурикова В. В. Морфология и культивирование микроорганизмов: малый практикум по микробиологии / В. В. Чурикова, М. Ю. Грабович. – Воронежский государственный университет, 2003. – 55 с.

References

1. Gritsay A., Kaminsky V., Romaniuk P., Svydynyuk I.M. (1994). Is there an alternative technology intensive cultivation of crops. Agriculture. 69 (23).

2. Kozar S. (2005) Biological efficiency of complex use of the microbial preparations. *Agricultural Microbiology*. 1-2 (86-94).
3. Bondarenko G.L., Yakovenko K.I. ed. (2001) Method of research affairs in Vegetables and Melons. Kharkiv, 369.
4. Egorov N.S. ed. (1995) Guidance for Virtually Classes in Microbiology: Tutorial. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 224.
5. Volkogon V.V., Nadkernychna O.V. Tokmakova L.M (2010) Experimental soil microbiology. Kyiv, Ukraine: Agrar. Science, 464.
6. Labutova N.M. (2008) Methods of study of soil microorganisms. St. Petersburg State University, 13.
7. Churikova V.V., Grabovich M.Ju. (2003) Morphology and culturing microorganisms. Voronezh State University, 55.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ БАКЛАЖАНА В ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ

О. И. Онищенко, К. Н. Коноваленко

***Аннотация.** Переход овощеводства защищенного грунта на интенсивные технологии производства сопровождается высокими антропогенными нагрузками на тепличный грунт, негативно влияет на его плодородие, доступность основных биогенных элементов, продуктивность растений и качество продукции.*

Цель проведенной работы заключалась в исследовании влияния микроорганизмов на оптимизацию биологических процессов азотфиксации в почве и продуктивность растений баклажана в условиях пленочных теплиц.

Исследования проводились на базе Института овощеводства и бахчеводства НААН в течение 2011 – 2014 гг. в пленочной теплице без обогрева на растениях баклажана сорта Премьер.

Установлено, что в период массового плодоношения растений баклажана наиболее активно способствуют накоплению полезной биоты микробные препараты Екобацил и Бактопасльон (43,15 и 35,95 млн шт./ч. сухой почвы) что обуславливает рост потенциальной активности азотфиксации (35,71 и 33,36 нмоль/г почвы/ч) и повышение продуктивности растений баклажана на 0,96-3,26 кг м².

***Ключевые слова:** микробиологические препараты, пленочная теплица, баклажан, азотфиксация, урожайность, качество продукции*

MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE TECHNOLOGY OF GROWING EGGPLANTS IN FILM GREENHOUSES

O. Y. Onyshchenko, K. N. Konovalenko

***Abstract.** Passing of vegetable-growing of the protected soil to intensive technologies of production is accompanied by the high anthropogenic loading on*

hothouse soil, that negatively influences on his fertility, availability of basic biogenic ingredients, productivity of plants and quality of products.

The aim of the conducted work consisted in research of influence of microorganisms on optimization of biological processes of nitrogen fixation in soil and productivity of plants of eggplant in the conditions of pellicle hothouses.

Researches were conducted on the base of Institute of vegetable-growing and water-melon of National academy of agriculturalscience of Ukraine during 2011 – 2014 in a pellicle hothouse without heating on the plants of the egg-plant of sort Premieres.

It is set that period of the active fruiting of plants of egg-plant most actively microbial preparations of Ekopatsyl and Baktopaslyon (43,15 and 35,95 mln pieces/g of dry soil) assist the accumulation of useful biota that stipulates the increase of potential activity of nitrofication (35,71 and 33,36 nanomolar/g of soil/year) and increase of the productivity of plants of egg-plant on 0,96-3,26 kg/sq.m.

Keywords: microbial preparations, film greenhouses, eggplant, nitrogen fixation, production, quality

**ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА
ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ У ЛАНКАХ
ПЕРВИННОГО НАСІННИЦТВА**

Д. В. КОНОВАЛОВ, аспірант*

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

E-mail: David-konovalov@mail.ru

Анотація. Наведено результати досліджень впливу позакореневого підживлення азотним добривом насінницьких посівів розсадників розмноження першого та другого років (Р-1 і Р-2) сортів пшениці озимої різного ступеня інтенсивності вирощування на врожайність та посівні якості насіння. Досліджувані сорти селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України: Подолянка, Смуглянка Сортова чистота насіння за всі роки досліджень була на рівні 99,9 %, що відповідало вимогам до базового і базового насіння. Строк сівби польових дослідів – 20 вересня з нормою висіву 5,5 млн. схожих насінин/га. Підживлення насінницьких посівів пшениці озимої проводили по мерзлоталому ґрунту, виходу рослин в трубку та у фазу колосіння рослин. З'ясовано, що підживлення аміачною селітрою по мерзлоталому ґрунту і під час виходу рослин у трубку на фоні мінерального живлення ($N_{30}P_{78}K_{78}$ внесене під основний обробіток ґрунту) сприяє як підвищенню врожайності, так і покращенню посівних якостей насіння. Третє підживлення рослин у період колосіння середньорослого сорту (Подолянка) призвело до вилягання рослин, ураження хворобами та, як результат, зниження врожайності і погіршення посівних якостей насіння, а саме енергії проростання (84 %) та схожості (89 %), що не відповідало стандарту ДСТУ 2240-93. Формування врожайності та виходу кондиційного насіння від застосування позакореневого підживлення аміачною селітрою у досліджуваних сортів відбувалось по-різному – сорту Смуглянка у більшості позитивно, у сорту Подолянка – від позитивного до негативного.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, тип інтенсивності, добрива, підживлення рослин, посівні якості, схожість, енергія проростання, маса 1000 насінин

Актуальність: Рослини пшениці – найбільш вимогливі до родючості ґрунту. Численними дослідженнями встановлено, що кількість хімічних елементів, які потрібні для росту і розвитку пшениці озимої, перевищує п'ятнадцять. Важливими з них є: азот, фосфор, калій, кальцій, залізо, сірка та

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, академік НААНУ М. М. Гаврилюк

інші [1]. Кількість мінеральних речовин, які рослина пшениці використовує для формування врожаю, залежить від його величини, родючості ґрунту і природньо-кліматичних умов.

Аналіз останніх джерел та публікацій. Мінеральні добрива є одним із найбільш ефективних способів підвищення родючості ґрунту, збільшення рівня врожайності, покращення якості зерна та насіння [2]. За даними Е. Г. Дегодюка фосфорні і калійні добрива, а також мікроелементи підвищують стійкість сільськогосподарських культур проти грибкових захворювань [3].

Науковими дослідженнями і практикою доведено, що внесені мінеральні добрива за основного обробітку ґрунту сприяють не тільки підвищенню врожайних властивостей, а й значно покращують посівні якості насіння. Проте внесення мінеральних добрив за основного обробітку ґрунту не завжди достатньо для одержання високоякісного насіння й реалізації генетичних можливостей нових високоінтенсивних та інтенсивних сортів. Досягти цього можна завдяки застосуванню позакоренових підживлень насінницьких посівів пшениці озимої азотними добривами на різних етапах органогенезу. У зв'язку з цим нами проведено дослідження з вивчення впливу позакоренових підживлень аміачною селітрою (NH_4NO_3) насінницьких посівів розсадників розмноження першого (Р-1) та другого (Р-2) років на фоні $\text{N}_{30}\text{P}_{78}\text{K}_{78}$.

Мета досліджень – визначити вплив позакоренового підживлення азотними добривами на врожайність і посівні якості насіння у розсадниках розмноження Р-1 та Р-2 сортів, короткостеблового високоінтенсивного типу (Смуглянка) і середньорослого інтенсивного типу (Подольанка) по мерзлоталому ґрунту у період виходу в трубку та на початку колосіння рослин-наливу зерна.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в ДП Дослідному сільськогосподарському виробництві Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (Київська область).

Ґрунти виробництва світло-сірі, легкосуглинкові. Орний шар характеризується показниками: рН 5,5-5,8; вміст гумусу – 1,6-1,7 %,

легкогідролізованого азоту – 10,0-12,0 мг, рухомого фосфору – 9,0-10,1 мг, калію – 7,0-8,0 мг на 100 г ґрунту. Попередник – зайнятий пар. Агротехніка в дослідках загальноприйнята для умов вирощування пшениці озимої у північному Лісостепу України. В дослідках використовували сорти селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Сорт Смоглянка – короткостебловий високоінтенсивний за рівнем продуктивності є лідером серед вітчизняних сортів та Подолянка – середньорослий інтенсивного типу, невибагливий до умов вирощування, має високу екологічну пластичність.

Сівбу насінницьких посівів проводили 20 вересня з нормою висіву 5,5 млн схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянки – 10 м², повторність триразова. Контролем залишався варіант, висіяний на фоні N₃₀P₇₈K₇₈ за внесення мінерального добрива в основне удобрення. Перше підживлення аміачною селітрою у дозі N₂₀ проводили по мерзлоталому ґрунту перед початком відновлення вегетації, що співпадало з другим-третім етапами органогенезу; друге – в дозі N₃₅ на початку виходу рослин пшениці озимої в трубку – четвертий-пятий етапи органогенезу; третє підживлення в дозі N₃₀ – у період між колосінням рослин – налив зерна – восьмий-дев'ятий етапи органогенезу.

Фенологічні спостереження, визначення посівних якостей, вихід кондиційного насіння та математичну обробку отриманих результатів проводили згідно методик та діючих стандартів [4-7].

Результати досліджень та їх обговорення. У розвитку пшениці озимої виділяють два критичні періоди забезпеченості рослин елементами живлення: перший – від появи сходів до припинення осінньої вегетації, коли рослини досить чутливі до нестачі азоту та фосфору, і другий – від початку відновлення весняної вегетації та до наливу зерна. Тому, в наших дослідженнях передбачалось саме в ці критичні періоди вегетації рослин пшениці озимої різні варіації внесення азотних добрив.

Перше весняне підживлення по мерзлоталому ґрунту сприяло прискореному відростанню рослин після перезимівлі (на 1-2 доби) порівняно з контролем. На підживлених варіантах досліджуваних сортів прискорився також

процес збільшення вегетативної надземної маси рослин та додаткового кущення (рис. 1).



Рис. 1. Вплив позакореневого підживлення на розвиток рослини

Підживлення насінницьких посівів розсадників розмноження Р-1 і Р-2 на початку виходу рослин в трубку забезпечило кращий ріст, розвиток рослин та густоту стеблестою.

Кількість рослин на 1 м^2 в досліджуваних сортів за норми висіву 5,5 млн/га і строку сівби 20 вересня мало різнились за варіантами: у сорту Смуглянка перед колосінням на невідживлених варіантах було в середньому 387-403 рослин/ м^2 , сорту Подолянка – 398-405 рослин/ м^2 . Проте густота продуктивного стеблестою значно різнилась: у сорту Смуглянка вона становила 721 стебел/ м^2 на фоновому варіанті без підживлення, 750 стебел/ м^2 за першого підживлення

N_{20} і 863 стебел/м² – за другого підживлення. У сорту Подолянка ці показники відповідно становили: 687; 722; 806 стебел/м², що на 5-7 % менше ніж у сорту Смуглянка. Перед колосінням рослини пшениці озимої на варіанті досліду із двократним підживленням мали більш розвинену вегетативну масу та кореневу систему.

Третє підживлення у дозі N_{30} під час колосіння рослин – наливу зерна негативно вплинуло на насінницькі посіви. Перевищення норм опадів у кінці травня – на початку червня у 2014 році майже у 1,5 рази до норми призвело до значного вилягання рослин. Як наслідок відбулося ураження насінницьких посівів хворобами (бурою іржею, борошнистою росою і септоріозом листя).

Всі ці негативні явища призвели до часткового зниження врожайності та виходу кондиційного насіння у сорту Смуглянка і значного – у сорту Подолянка (табл. 1).

1. Вплив азотного підживлення на різних етапах органогенезу насінницьких посівів Р-1 і Р-2 пшениці озимої на врожайність та вихід кондиційного насіння

Варіанти дослідів	Врожайність, т/га	Вихід кондиційного насіння		Приріст виходу кондиційного насіння до, %		
		т/га	%	Контролю	I-підж.	II-підж.
Смуглянка						
Контроль – N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈	6,9	5,09	73,8	-	-	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ +N ₂₀	7,2	5,34	74,12	4,9	-	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ + N ₂₀ +N ₃₅	7,9	6,02	76,20	18,3	12,7	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ + N ₂₀ +N ₃₅ +N ₃₀	7,8	5,82	74,61	14,3	9,0	-3,3
Подолянка						
Контроль – N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈	6,8	5,10	75,0	-	-	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ +N ₂₀	7,1	5,47	77,0	7,2	-	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ + N ₂₀ +N ₃₅	7,6	5,97	78,2	16,5	8,6	-
N ₃₀ P ₇₈ K ₇₈ + N ₂₀ +N ₃₅ +N ₃₀	7,0	5,38	76,9	5,5	-1,7	-9,4

Дані таблиці 1 свідчать, що на фоновому варіанті ($N_{30}P_{78}K_{78}$ – контроль) без підживлення, врожайність і вихід кондиційного насіння в середньому за три роки (2013 – 2015 рр.) був практично однаковим: 6,9 і 6,8 т/га врожайність та 5,9 і 5,10 т/га – вихід кондиційного насіння. Проте, у несприятливому 2013 році сорт Подолянка менше реагував на метеорологічні умови і його врожайність становила 5,3 т/га та вихід кондиційного насіння 3,87 т/га, що на 1,8 і 1,29 т/га

більше за сорт Смуглянка. Зменшення врожайності і виходу кондиційного насіння у сорту Смуглянка можна пояснити тим, що короткостеблові сорти високоінтенсивного типу у посушливі роки менше реагують на добрива, ніж середньорослі інтенсивні сорти.

Згідно стандарту ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортіві та посівні якості. Терміни та визначення» [4] до основних показників посівних якостей насіння відноситься: чистота насіння, маса 1000 насінин, енергія проростання, лабораторна схожість та сила росту, які у сукупності визначають їх урожайні властивості, тобто здатність забезпечувати врожайність рослин у разі вирощування в полі [8].

Формування врожайності і виходу кондиційного насіння від застосування позакореневого підживлення аміачною селітрою у досліджуваних сортів відбувалось по-різному. У сорту Смуглянка у більшості позитивно, у сорту Подолянка – від позитивного до негативного.

Триразове позакореневе підживлення у порівнянні із фоновим добривом (контроль) суттєво підвищувало врожайність і вихід кондиційного насіння у сорту Смуглянка (+ 4,9 – 18,3 %), в порівнянні – фон (контроль) +N₂₀ – приріст був меншим (+ 9,0 – 12,7 %), з – фон+N₂₀+N₃₅ – приріст був негативним (- 3,3 %). У сорту Подолянка ці показники були значно меншими і становили відповідно – + 5,5-16,5 %; від + 8,6 до - 1,7 % і до - 9,4 %. Зменшення виходу кондиційного насіння сорту Подолянка за рахунок підживлення у фазі колосіння – наливу зерна можна пояснити більшим виляганням і ураженням хворобами рослин у порівнянні із сортом Смуглянка.

Сортова чистота насіння досліджуваних сортів за всі роки досліджень була на рівні 99,9 %, що відповідало вимогам до базового і базового насіння.

Маса 1000 насінин за несприятливих умов 2013 року на фоні основного добрива (контроль) за рахунок позакореневого підживлення в період вегетації збільшилась у сорту Подолянка з 44,12 г (контроль) до 46,3 ± 0,2 г, сорту Смуглянка – з 42,7 до 45,4 ± 0,3 г.

Проте у сприятливі за метеорологічними умовами 2014 – 2015 рр. за

рахунок позакореневого азотного підживлення підвищення маси 1000 насінин було несуттєвим і становило у сорту Смуглянка $46,5 \pm 0,3$ г, сорту Подолянка – $48,6 \pm 0,4$ г. В середньому за три роки маса 1000 насінин була більшою у сорту Подолянка і становила 47,2 г проти 45,3 г у сорту Смуглянка.

За даними досліджень кореневе підживлення рослин аміачною селітрою на фоні повного мінерального живлення сприяє підвищенню показників енергії проростання і лабораторної схожості насіння. Вийнятком є третє підживлення рослин у фазі колосіння – налив зерна, яке викликало часткове вилягання рослин сорту Смуглянка (на 0,3 бала) і сильного вилягання сорту Подолянка (на 2,0-2,5 бала). Це призвело до втрат лабораторної схожості насіння до 2 % у сорту Смуглянка, проте залишилось у межах кондиційності, і на 7-8 % – у сорту Подолянка, внаслідок чого насіння стало некондиційним (схожість 89 %) (рис. 2, 3).

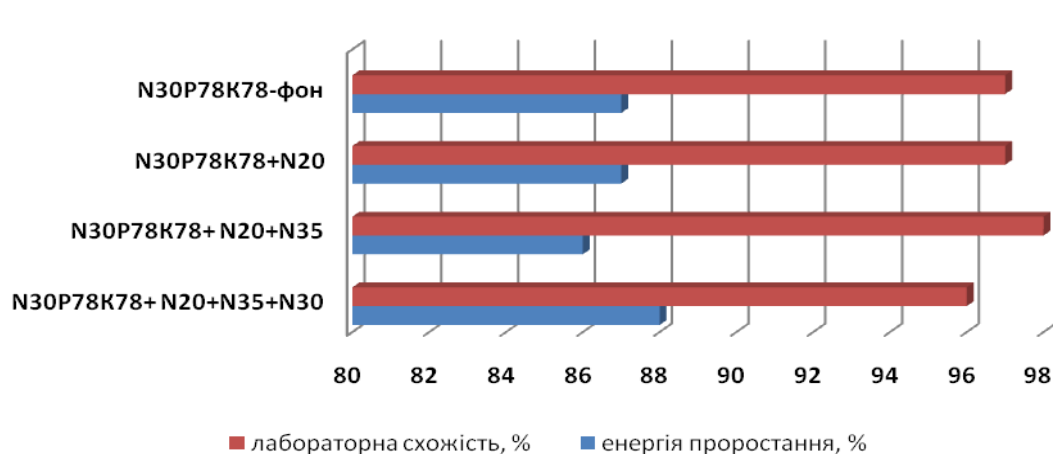


Рис. 2. Вплив мінеральних добрив на формування посівних якостей насіння. Сорт Смуглянка (середнє за 2013 – 2015 рр.)

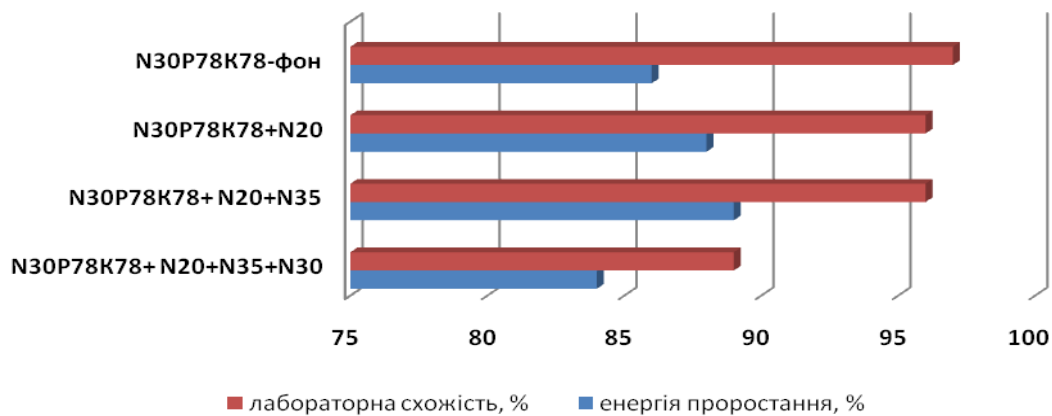


Рис. 3. Вплив мінеральних добрив на формування посівних якостей насіння. Сорт Подолянка (середнє за 2013 – 2015 рр.)

За врожайними властивостями насіння Р-1, у разі пересіву його в Р-2, під впливом підживлень під час вегетації, практично мало різнилося. Лише зменшувалася урожайність на 0,3-0,5 т/га у насіння, одержаного з полеглих рослин сорту Подолянка.

Висновки

Проведені дослідження свідчать, що на фоні мінерального живлення ($N_{30}P_{78}K_{78}$) – контролю, внесеного під основний обробіток ґрунту, під насінницьких посіви розсадників розмноження Р-1 і Р-2 сортів різного ступеня інтенсивності вирощування позакореневе підживлення аміачною селітрою на різних етапах органогенезу рослин не однаково впливає на формування врожайності і посівних якостей насіння. Так, перше весняне підживлення по мерзлоталому ґрунту в дозі N_{20} сприяло прискоренню відновлення вегетації, додатковому кущенню і збільшенню вегетативної і кореневої маси. Друге підживлення в дозі N_{35} під час виходу рослин в трубку забезпечило кращий ріст і розвиток рослин і підвищену густоту стеблестою, особливо менш інтенсивного сорту Подолянка.

Третє підживлення в дозі N_{30} під час колосіння – -налив зерна призвело до незначного зниження у сорту Смуглянка і значного – у сорту Подолянка не тільки врожайності, але й посівних якостей насіння. Це можна пояснити як виляганням, так і їх ураженням хворобами.

Список літератури

1. Прянишников, Д. Н. Популярная агрохимия / Д. Н. Прянишников. – М.: Наука, 1965. – 397 с.
2. Ремесло, В. Н. Селекция и сортовая агротехника пшениці інтенсивного типу / В. Н. Ремесло, В. Ф. Сайко, Ф. М. Куперман [и др.] – М.: Колос, 1982. – 303 с.
3. Дегодюк, Е. Г. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е. Г. Дегодюк, В. Ф. Сайко, М. С. Корнійчук // Урожай. - 1992. – С. 22-24.
4. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 49 с.
5. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур / під ред. В. Вовкодава. – К., 2000. – Вип. 1 – 100 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Методика определения силы роста семян. – М., 1983. – 14 с.
8. Орлюк, А. П. Теоретичні і практичні аспекти насінництва зернових культур: науковий посібник / А. П. Орлюк, О. Д. Жужа, Я. О. Усик – Херсон: Атлант, 2003. – 172 с.

References

1. Pryanischnikov, D.N. (1965). Populyarnaya agrochimiya [Popular agrochemistry]. Nauka, 397.
2. Remeslo, V.N., Sayko, V.F., Kuperman, F.M. (1982). Selekcija i sortovaya agrotehnika pschenicy intensivnogo tipa [Breeding and high-quality agricultural machinery of intensive type of wheat], 303.
3. Degodyuk, E.G., Sayko, V.F., Korniychuk, M.S. (1992). Vyroschuvannya ekologichno chistoi produkci roslinnyctva [Growing environmentally friendly crop production], 22-24.
4. GOST 2240-93. Seed of crops. Varietal and sowing qualities. Terms and definitions.
5. Vovkodav, V. (2000). Metodyka Derzhavnogo sortovyprobuvannya silskogospodarskykh kultur [Methods of State high-quality testing of crops]. Kyiv, 100
6. Dospechov, B.A. (1985), Metodika polevogo opyta [Methods of field experiment], Agropromisdat, 351.
7. Metodika opredeleniya sily rosta semyan [Methods of determining the strength of growing seeds]. (1983). Moskov, 14.
8. Orlyuk, A.P., Zhuzha, O.D., Usik, Y.O. (2003). Teoretychni i praktychni aspekty nasinnnyctva zernovykh kul'tur: naukovyi posibnyk [Theoretical and practical aspects of seed crops: research guide]. Atlant, 172.

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗВЕНЯХ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Д. В. Коновалов

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния внекорневой подкормки азотным удобрением семеноводческих посевов питомников размножения первого и второго годов (П-1 и П-2) сортов пшеницы озимой разной степени интенсивности выращивания на урожайность и посевные качества семян. Исследуемые сорта селекции Института физиологии растений и генетики НАН Украины: Подолянка, Смуглянка. Сортотвора чистота семян за все годы исследований была на уровне 99,9%, что соответствовало требованиям добазовых и базовых семян. Срок сева полевых опытов - 20 сентября с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян/га. Прикормки семеноводческих посевов озимой пшеницы проводили по мерзлоталой почве, выхода растений в трубку и в фазу колошения растений. Установлено, что подкормка аммиачной селитрой по мерзлоталой почве и при выходе растений в трубку на фоне минерального питания ($N_{30}P_{78}K_{78}$ внесенного под основную обработку почвы) способствует как повышению урожайности, так и улучшению посевных качеств семян. Третья подкормка в период колошения среднерослых сортов (Подолянка) привело к полеганию растений, поражения болезнями и, как результат, снижение урожайности и ухудшению посевных качеств семян, а именно энергии прорастания (до 84%) и схожести (до 89%), что не соответствовало стандарту ДСТУ 2240-93. Формирование урожайности и выход кондиционных семян от применения внекорневой подкормки аммиачной селитрой в исследуемых сортах проходило по-разному. В сорте Смуглянка в большинстве положительно, в сорте Подолянка – от положительного к отрицательному.

Ключевые слова: пшеница озимая, сорт, тип интенсивности, удобрения, подкормки растений, посевные качества, схожесть, энергия прорастания, масса 1000 семян

EFFECTS OF FOLIAR FERTILIZATION ON YIELD AND SEEDS QUALITY AT THE STAGES OF PRIMARY SEED MANAGEMENT IN WINTER WHEAT

D. V. Konovalov

Abstract. The results of studies of effects of nitrogen foliar application on crops of breeding nursery of first and second years (P-1 and P-2) of winter wheat varieties with different growing intensity are presented. Investigated varieties of breeding by Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine were: Podolyanka and Smuglyanka. Varietal purity of seed research over the years was at

99.9%, which meet the requirements for prebasic and basic seed. Sowing period of field experiments - September 20, with the sowing rate of 5.5 million germinated seeds per ha. Feeding seed crops of winter wheat was carried out in the early spring, at booting and heading stages. It is found that ammonium nitrate feeding in the early spring and at booting stage under basic level of mineral nutrition of N30P78K78 promotes both yield increase and sowing quality improvement of seeds. The third plant feeding of average growth variety (Podolyanka) at heading stage led to the lodging of plants, lesions and diseases, resulting in lower yields and deteriorating sowing qualities of seeds, namely vigor (84%) and similarity (89%), which did not meet the standard GOST 2240-93. Formation of productivity and output of certified seed depended on application of ammonium nitrate foliar feeding in the studied varieties happened differently. In Smuglyanka it was more positively, in Podolyanka - from positive to negative.

Keywords: winter wheat, variety, type of intensity, fertilizer, plant nutrition, crop quality, germination, vigor, weight of 1000 seeds

**ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ЯРОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ НАСІННЯ ТА ДІЇ
ПРЕПАРАТУ «ПІКТОР» НА ОСНОВІ БОСКАЛІДУ ТА
ДІМОКСІСТРАБІНУ**

П. С. ВИШНІВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук,

І. М. КАТЕРИНЧУК, аспірант^{*}

Національний науковий центр “Інститут землеробства НААН”

E-mail: irahickaya@mail.ru

***Анотація.** Проведені дослідження підтвердили залежність рівня біологічної врожайності сорту та сортозразку ріпаку ярого від величини основних елементів структури врожаю, які визначають рівень продуктивності рослин. Встановлено, що в умовах північної частини Лісостепу України, за сівби насінням фракції 3,6 г і більше в сорту Магнат отримали найвищу біологічну врожайність 5,32 т/га, та у сортозразку МВМ (Гладіатор) 4,45 т/га за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г. Застосування препарату «Піктор» у досліджуваному сорті та сортозразку сприяло підвищенню рівня врожайності на 0,54-0,77 т/га за сівби насінням фракції до 2,5 г та 2,6-3,5 г. Аналіз взаємозв'язку елементів структури із врожайністю ріпаку ярого показав, що незалежно від варіанту (фракційного складу насіння та препарату «Піктор») високий кореляційний зв'язок мали показники: кількість стручків на рослині ($r = 0,84-0,91$), маса 1000 насінин ($r = 0,68-0,79$). Вивчення кореляційних зв'язків між врожайністю культури та елементами структури доводить, що на основні елементи структури врожаю в більшій мірі впливало застосування препарату «Піктор», а в меншій – фракційний склад насіння.*

***Ключові слова:** ріпак ярий, фракційний склад насіння, рістрегулюючий фунгіцид Піктор, структурні елементи, біологічна врожайність, кореляція*

***Актуальність.** Основним показником вирощування ріпаку ярого є його урожайність – інтегруючий показник, який значною мірою залежить від багатьох елементів структури врожаю, погодних умов, які складаються за період вегетації, та інших факторів зовнішнього середовища.*

^{*}Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук П. С. Вишнівський

Важливими показниками, що відображають продуктивність сортів ріпаку ярого є густота рослин, кількість гілок та стручків на рослині, кількість насінин в стручку та маса 1000 насінин. Дані показники дають змогу встановити рівень біологічної врожайності, яка завжди є вищою від фактичної [1, 2]. Максимальний урожай насіння формується за їх оптимального співвідношення, однак у разі недостатнього розвитку одного структурного елемента врожай може бути компенсований за рахунок іншого показника. Елементи структури врожаю є досить мінливими і залежать від конкретних умов, які формують кількісне вираження кожного з них [3].

Тому, з метою отримання високого урожаю, є потреба вивчення впливу існуючих елементів технології вирощування ріпаку ярого, їх удосконалення та розроблення принципово нових підходів, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Мета дослідження – вивчити вплив фракційного складу насіння та рістрегулюючого фунгіцида «Піктор» на формування елементів продуктивності ріпаку ярого.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися у відділі селекції і насінництва ріпаку та льону ННЦ «Інститут землеробства НААН» впродовж 2013, 2014, 2016 роки.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений, типовий для даного агроґрунтового району. Вміст гумусу в 0-20 см шарі 1,60-1,68 %, рН сольової витяжки 5,4; азоту, що легко гідролізується (за Корнфільдом) 5,3-6,4; рухомого фосфору 16,03-17,79 та обмінного калію 10,16-10,56 мг/100г ґрунту (за Чиріковим).

Технологія вирощування культури загальноприйнята для зони Північного Лісостепу, за виключенням елементів, які досліджувались. Рівень удобрення передбачав внесення фосфорних та калійних добрив у дозі $P_{90}K_{90}$ кг/га д.р, N_{90} під передпосівну культивуацію, а також N_{30} у фазі початок стеблуння культури.

Предметом досліджень був сорт ріпаку ярого Магнат та сортозразок МВМ (Гладіатор), насіння яких висівали за фракціями: до 2,5 г; 2,6-3,5 г; 3,6 г і більше. У фазу бутонізації застосовували рістрегулюючий фунгіцид «Піктор» в дозі 0,5 л/га. Спостереження, обліки та аналізи досліджень, здійснювали за методикою запропонованою ННЦ «Інститут землеробства НААН» [4].

Погодні умови за роки проведення досліджень різнились між собою, як за температурним режимом, так і рівнем зволоженості, але були наближеними до середніх багаторічних показників.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз експериментальних даних, щодо формування елементів структури врожаю сортів ріпаку ярого, показав високий вплив різних фракцій насіння на формування кількості стручків на рослині, кількості насінин у стручку та маси 1000 насінин.

Залежно від досліджених фракцій насіння у сорту Магнат, кількість стручків на одній рослині варіювала від 138,3 до 149,9 шт./рослину (табл. 1). Найбільше формування кількості стручків відмічено за сівби насінням фракції до 2,5 г (149,9 шт./рослину). Застосування препарату «Піктор» на посівах сорту Магнат вплинуло на збільшення кількості стручків від 4,2 до 12,5 шт./рослину. Найвищим цей показник виявився на варіанті за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г (150,8 шт./рослину).

У сортозразка МВМ кількість стручків на одній рослині зменшувалася від найдрібнішої фракції насіння до 2,5 г (134,1 шт./рослину) до найкрупнішої фракції насіння 3,6 г і більше (121,3 шт./рослину). Аналогічну закономірність спостерігали за внесення препарату «Піктор».

У середньому кількість стручків на рослині для сорту Магнат становила $139,9 \pm 10,8$ шт./рослину, за внесення препарату «Піктор» їх кількість зростала до $145,9 \pm 27,0$ шт./рослину. У сортозразка МВМ кількість стручків на рослину була дещо нижчою і, залежно від варіанту досліду, змінювалась від $129,3 \pm 5,8$ до $135,5 \pm 9,6$ шт./рослину.

За варіабельністю даного показника (Магнат 14,6-18,1 %, МВМ 11,5-14,7 %) можна стверджувати, що у середньому сорт і сортозразок формують

однакову кількість стручків на рослині, яка залежить від впливу досліджуваних факторів.

1. Елементи структури врожаю ріпаку ярого залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2013, 2014, 2016 роки)

Варіант досліджу		Кількість стручків на рослину, шт./рослину		Кількість насінин у стручку, шт.		Маса 1000 насінин, г	
Сорт, сортозразок	Фракційний склад насіння						
		а	б	а	б	а	б
Магнат	Контроль	125,5	135,8	18,2	18,4	3,5	3,7
	> 2,5	149,9	146,9	18,6	18,9	3,3	3,7
	2,6 - 3,5	138,3	150,8	18,4	18,5	3,4	3,4
	3,6 >	146,1	150,3	17,2	17,2	4,0	3,9
V %		18,1	14,6	8,1	6,9	11,3	10,9
X ± S x		139,9 ± 10,8	145,9 ± 7,0	17,9 ± 0,9	18,3 ± 0,7	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,2
МВМ	Контроль	128,8	134,3	17,1	17,1	3,2	3,3
	> 2,5	134,1	144,3	17,6	17,7	3,1	3,6
	2,6-3,5	132,9	141,2	18,1	18,1	3,4	3,3
	3,6 >	121,3	122,7	17,2	17,7	3,4	3,3
V %		11,5	14,7	8,7	6,3	8,5	11,5
X ± S x		129,3 ± 5,8	135,6 ± 9,6	17,5 ± 0,5	17,6 ± 0,4	3,3 ± 0,6	3,3 ± 0,1

Примітка: а – без оброблення, б – оброблення препаратом «Піктор».

Одним із показників, який істотно впливає на рівень врожайності насіння ріпаку ярого є кількість насінин у стручку. Проте даний структурний елемент є відносно стабільним і практично не змінюється під впливом елементів технології [5]. У наших дослідженнях даний показник для сорту Магнат у середньому становив $17,9 \pm 0,9$ шт., а для сортозразка МВМ – $17,5 \pm 0,5$ шт. Кількість сформованих у стручку насінин на варіанті із препаратом «Піктор» у сорту складала $18,3 \pm 0,7$ шт., а у сортозразка $17,6 \pm 0,4$ шт.. Коефіцієнт варіювання у сорту Магнат за сівби різних фракцій насіння та оброблення препаратом «Піктор» був практично на одному рівні ($V = 6,9-8,1$ %), у сортозразка МВМ він становив $V = 6,3-8,7$ %.

Слід відмітити, що залежно від досліджених фракцій насіння у сорту Магнат кількість насінин у стручку зменшувалася від найменшої фракції до

2,5 г (18,6 шт.) до найбільшої 3,6 г і більше (17,2 шт.). У сортозразка МВМ цей показник знаходився практично на одному рівні, однак найбільша кількість насінин у стручку спостерігалася за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г (18,1 шт.). У разі оброблення препаратом «Піктор» відмічено тенденцію до збільшення кількості насінин у стручку за сівби насінням фракції до 2,5 г та 3,6 г і більше.

Один із важливих показників, який обумовлює кінцеву продуктивність ріпаку ярого – це маса 1000 насінин. Даний показник тісно корелює із застосуванням різних елементів технології вирощування. Залежно від сівби фракцій насіння у сорту Магнат максимальну масу 1000 насінин (4,0 г) отримали за сівби насінням фракції 3,6 г і більше. У сортозразка МВМ найбільший цей показник був за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г та 3,6 г і більше (3,4 г). Застосування препарату «Піктор» призвело до збільшення маси 1000 насінин за сівби насінням фракції до 2,5 г в сорту на – 0,4 г та в сортозразка на – 0,5 г.

У середньому за роки досліджень у сорту Магнат та сортозразка МВМ маса 1000 насінин була практично на одному рівні ($3,6 \pm 0,3$ – $3,3 \pm 0,6$ г). Крім того коефіцієнт варіювання у сорту становив $V = 11,3 \%$, у сортозразка – $8,5 \%$. У середньому препарат «Піктор» забезпечив незначне збільшення маси 1000 насінин у сорту Магнат $3,7 \pm 0,2$ г, у сортозразка МВМ цей показник був на рівні з необробленими варіантами.

Аналіз взаємозв'язку елементів структури із врожайністю ріпаку ярого показав, що незалежно від варіанту (фракційного складу насіння та препарату «Піктор») високий кореляційний зв'язок мали показники: кількість стручків на рослині ($r = 0,84-0,91$), маса 1000 насінин ($r = 0,68-0,79$) (табл. 2).

Кількість насінин у стручку мали слабкий кореляційний зв'язок із врожайністю ($r = 0,29$) та кількістю стручків на рослині ($r = 0,37$), аналогічна тенденція виявлена і за оброблення препаратом «Піктор».

Маса 1000 насінин мала слабкий кореляційний зв'язок із кількістю стручків на рослині $r = 0,37$ та кількістю насінин у стручку $r = 0,15$. За

оброблення препаратом «Піктор» коефіцієнт кореляції між масою 1000 насінин і кількістю стручків на рослині збільшився та становив $r = 0,50$.

2. Кореляційна залежність врожайності від елементів структури врожаю ріпаку ярого (середнє за 2013, 2014, 2016 роки)

Показники		Врожайність, т/га	Кількість стручків на рослину, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г
Урожайність, т/га	а	1			
	б	1			
Кількість стручків на рослину, шт.	а	0,91	1		
	б	0,84	1		
Кількість насінин у стручку, шт.	а	0,29	0,37	1	
	б	0,49	0,27	1	
Маса 1000 насінин, г	а	0,68	0,37	- 0,15	1
	б	0,79	0,50	0,20	1

Примітка: а– без оброблення, б – оброблення Піктором.

Проведені дослідження підтвердили залежність рівня біологічної врожайності сорту та сортозразка ріпаку ярого від величини основних елементів структури врожаю, які визначають рівень продуктивності рослин (табл. 3).

3. Біологічна врожайність ріпаку ярого, залежно від фракційного складу насіння та рістрегулюючого фунгіцида «Піктор», т/га (середнє за 2013, 2014, 2016 роки)

Варіант досліджу		Біологічна врожайність, т/га				
Сорт, сортозразок	Фракційний склад насіння	без оброблення	з обробленням	приріст		
				до контролю		від оброблення Піктором
				без оброблення	з обробленням	
Магнат	Контроль	4,03	4,99	-	-	0,96
	> 2,5	5,01	5,41	0,98	0,42	0,40
	2,6-3,5	4,60	5,14	0,57	0,15	0,54
	3,6 >	5,32	5,42	1,29	0,43	0,10
V %		16,5	10,3	-	-	-
X ± S x		4,74 ± 0,56	5,24 ± 0,21	-	-	-
МВМ	Контроль	3,83	4,20	-	-	0,37
	> 2,5	4,11	4,88	0,28	0,68	0,77
	2,6-3,5	4,45	4,67	0,62	0,47	0,22
	3,6 >	3,93	4,20	0,10	-	0,27
V %		13,0	14,1	-	-	-
X ± S x		4,08 ± 0,27	4,49 ± 0,34	-	-	-

Максимальну продуктивність у сорту Магнат отримали за сівби насінням фракції 3,6 г і більше – 5,32 т/га, що на 1,29 т/га більше від контрольного варіанту (4,03 т/га). У сортозразка найвища урожайність була відмічена за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г (4,45 т/га), що на 0,62 т/га більше від контрольного варіанту (3,83 т/га).

Оброблення препаратом «Піктор» досліджуваного сорту та сортозразка, сприяло збільшенню врожайності за сівби насінням фракції до 2,5 г та 2,6-3,5 г на 0,54-0,77 т/га в порівнянні з необробленими варіантами.

Статистичний аналіз свідчить, що формування рівня врожаю сорту та сортозразка ріпаку ярого характеризувалося відповідним коефіцієнтом варіації за сівби різних фракцій насіння $V = 13,0-16,5 \%$ та за оброблення препаратом «Піктор» – $V = 10,3-14,1 \%$.

Висновки. Встановлено, що в умовах північної частини Лісостепу України за сівби насінням фракції 3,6 г і більше в сорту Магнат отримали найвищу біологічну врожайність 5,32 т/га та у сортозразку МВМ (Гладіатор) – 4,45 т/га за сівби насінням фракції 2,6-3,5 г. Застосування препарату «Піктор» у досліджуваному сорті та сортозразку сприяло підвищенню рівня врожайності на 0,54-0,77 т/га за висіву насінням фракції до 2,5 г та 2,6-3,5 г.

Список літератури

1. Лихочвор В. В. Ріпак озимий та ярий / В. В. Лихочвор. – Львів : Укр. технології, 2002. – 45 с.
2. Бучинський І. М. Урожайність та якість насіння сортів ріпаку ярого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Західного : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / І. М. Бучинський ; Вінниц. держ. аграр. ун-т. — Вінниця, –2010. – 20 с.
3. Гойсюк С. О. Продуктивність озимого ріпака залежно від особливостей та агротехніки вирощування в умовах південної частини Західного Лісостепу України : автореф. Дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / С. О. Гойсюк; Вінниц. держ. аграр. ун-т. — Вінниця, 2003. — 20 с.
4. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / В. Ф. Сайко., В. Ф. Камінський., П. С. Вишнівський [та ін.]; за ред. П. С. Вишнівського. – Київ. – 2011. – 76 с.
5. Шпота В. И. Корреляция признаков у ярового рапса / В. И. Шпота // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1986. – Вып. 11(93). – С. 18-20.

References

1. Lykhochvor, V. V. (2002). Ripak ozymyi ta yaryi [Winter and spring rape]. Lviv : Ukr. Tekhnolohii, 45.
2. Buchynskyi, I. M. (2010). Urozhainist ta yakist nasinnia sortiv ripaku yaroho zalezho vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Yields and quality of seed varieties of spring rape depending on the technological methods of cultivation under steppes West]. Vinnytsia national agrarian university. Vinnytsia, 20.
3. Hoisiuk, S. O. (2003). Produktyvnist ozymoho ripaka zalezho vid osoblyvosti ta ahrotekhniky vyroshchuvannia v umovakh pivdennoi chastyny Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Performance winter rape depending on features agrotechnics and growing conditions in the southern part of the Western steppes of Ukraine]. Vinnytsia national agrarian university. Vinnytsia, 20.
4. Vyshnivskyi, P. S. ed. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [Features of studies on cruciferous oilseeds]. Kyiv, 76.
5. Shpota, V. Y. (1986). Korrelyatsyya pryznakov u yarovoho rapsa [Correlation traits in spring rape]. Scientific and technical bulletin of VNIIMK. Krasnodar, 11, (93), 18-20.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАПСА ЯРОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА СЕМЯН И ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТА «ПИКТОР» НА ОСНОВЕ БОСКАЛИДА И ДИМОКСИСТРАБИНА П. С. Вишневский, И. Н. Катеринчук

***Аннотация.** Проведенные исследования подтвердили зависимость уровня биологической урожайности сорта и сортообразца рапса ярового от величины основных элементов структуры урожая, которые определяют уровень продуктивности растений. Установлено, что в условиях северной части Лесостепи Украины при посеве семенами фракции 3,6 г и более в сорте Магнат получили наивысшую биологическую урожайность 5,32 т/га, а у сортообразце МВМ (Гладиатор) 4,45 т/га при посеве семенами фракции 2,6-3,5 г. Применение препарата «Пиктор» в исследуемом сорте и сортообразце способствовало повышению уровня урожайности на 0,54-0,77 т/га при посеве семенами фракции до 2,5 г и 2,6-3,5 г. Анализ взаимосвязи элементов структуры с урожайностью рапса ярового показал, что независимо от варианта (фракционного состава семян и препарата «Пиктор») высокую корреляционную связь имели показатели: количество стручков на растении ($r = 0,84-0,91$), масса 1000 семян ($r = 0,68-0,79$). Изучение корреляционных связей между урожайностью культуры и элементами структуры показывает, что на основные элементы структуры урожая в большей степени влияло применение препарата «Пиктор», а в меньшей – фракционный состав семян.*

Ключевые слова: рапс яровой, фракционный состав семян, рострегулирующий фунгицид Пиктор, структурные элементы, биологическая урожайность, корреляция

**FORMATION OF THE PRODUCTIVITY ELEMENTS IN SPRING
RAPE DEPENDING ON FRACTIONAL COMPOSITION OF SEED AND OF
DRUG ACTION "PICTOR" BASED ON BOSKALIDU AND
DIMOKSISTRABINU**

P. S. Vyshnivskyi, I. N. Katerynychuk

Abstract. *The researches prove the dependence of biological variety and yield variety sample spring rape on the size of the main elements of yield structure that determine the level of productivity of plants. It was established that in a northern steppes of Ukraine, by sowing the seed fraction of 3.6 g or more in Magnat variety received the highest biological yield of 5.32 t/ha, and in variety sample MWM (Gladiator) 4.45 t/ha at sowing seeds Application fraction 2,6-3,5 g. Usage of the drug "Pictor" in the tested variety and variety sample contributed to raising the level of yield 0,54-0,77 t/ha at sowing by the seeds to 2.5 g fractions and 2,6-3 5 g.*

Analysis of the relationship in structural elements of spring rape yield showed that regardless of the option (fractional composition of seeds and preparations "Pictor") had high correlation indicators: number of pods per plant ($r = 0,84-0,91$), 1000 seeds weight ($r = 0,68-0,79$). Study of correlation between yields and structural elements proves that the present structures of the crop are more influenced by the drug "Pictor" and less - fraction composition of seeds.

Keywords: *spring rape, fractional composition seed, growth-regulatory fungicide Pictor, structural elements, biological yield, correlation*

**ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ
ЛЮПИНУ ВУЗЬКОЛИСТОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

В. І. РАТОШНІЮК, кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Інститут сільського господарства Полісся НААН України

E-mail: viktor.ratoshnyuk@ukr.net

Анотація. Метою статті є вивчення особливостей формування рослинами люпину вузьколистого листової поверхні, накопичення ними сухої речовини, визначення чистої продуктивності фотосинтезу посівами залежно від сорту, удобрення, способу сівби, норми висіву насіння та умов мінерального живлення, враховуючи дію позакореневого підживлення в різні фази розвитку культури.

Оптимізація умов мінерального живлення за рахунок внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30-60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із двома позакореновими підживленнями водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами, забезпечує формування найбільших показників площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, фотосинтетичної продуктивності рослин люпину вузьколистого, що, в свою чергу, створює передумови для одержання його максимальної продуктивності.

Ключові слова: люпин вузьколистий, фотосинтетична діяльність, листової поверхня, суха речовина, чиста продуктивність фотосинтезу, удобрення, строк сівби, норма висіву насіння, позакореневе підживлення, зона Полісся

Актуальність. Фотосинтез – важливий процес життєдіяльності рослин. Основними чинниками, за допомогою яких створюється оптико-біологічна структура в посівах сільськогосподарських культур, є спосіб розміщення і густота стояння рослин. Всі інші процеси, які відбуваються в рослині, зокрема процес мінерального живлення, необхідні і ефективні в тому випадку, коли вони забезпечують формування і активну роботу фотосинтетичного апарату та раціональне використання його продуктів у процесі росту і розвитку, що безпосередньо пов'язано з формуванням урожайності. Опосередковано на продуктивність фотосинтезу впливають строки сівби культури, оскільки вони дають можливість довший або коротший період часу використовувати

рослинами сонячну радіацію із певним спектральним складом в умовах короткого або довгого дня.

Глибоке і всебічне вивчення фотосинтезу та його взаємозв'язку з іншими процесами життєдіяльності створює міцну наукову базу для теорії та практики підвищення продуктивності рослинництва. У зв'язку з цим вивчення показників фотосинтетичної діяльності рослин є важливим напрямом досліджень сучасної аграрної науки [7].

Урожай сільськогосподарських культур формується в результаті засвоєння кореневою системою рослин елементів мінерального живлення із зовнішнього середовища та включення їх у процеси обміну речовин. Від інтенсивності та напрямку проходження процесів обміну в кінцевому підсумку визначається рівень урожайності та якості рослинницької продукції. Засвоєння елементів мінерального живлення, частка яких становить 5-10 % сухої речовини врожаю, можливе тільки за наявності фотосинтезу, тому що для надходження мінеральних речовин із ґрунту в рослину, для переміщення їх в рослині потрібна енергія, яка створюється в процесі фотосинтезу. Поряд із цим внаслідок проходження фотосинтезу створюються органічні речовини, які мають виключно важливу роль для мінерального живлення рослин. Також слід зауважити, що не можна вважати процес мінерального живлення другорядним та менш важливим видом живлення рослин тому, що без нього неможливо одержати урожай так як і без фотосинтезу[4,5].

Мета досліджень— вивчення особливостей формування рослинами люпину вузьколистого листової поверхні, накопичення ними сухої речовини, визначення чистої продуктивності фотосинтезу посівами залежно від сорту, удобрення, способу сівби, норми висіву насіння та умов мінерального живлення, враховуючи дію позакореневого підживлення в різні фази розвитку культури.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження з вивчення впливу способу сівби, норми висіву насіння, удобрення та умов мінерального живлення на фотосинтетичну діяльність посівів різних сортів люпину

вузьколистого проводились на ізольованих ділянках селекційної та насінницької сівозмін відділу первинного та елітного насінництва Інституту сільського господарства Полісся НААН впродовж 2011 – 2013 рр. Грунти району дерново-середньо-підзолисті супіщані на морені із наступною агрохімічною характеристикою орного (0-20 см) шару: рН – сольової витяжки – 5,4, гідролітична кислотність – 1,64 мг/екв. на 100 г ґрунту, вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,12 %, вміст рухомих форм P_2O_5 – 5,2 та K_2O – 4,8 мг на 100 г повітряно-сухого ґрунту.

Схема досліду передбачала варіанти удобрення: без добрив, $P_{60}K_{60}$ – рекомендована в зоні вирощування, $N_{30}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні із двома позакореновими підживленнями азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами у два строки (перше – у фазі бутонізації $10-45-15 + 0,5MgO + ME$, друге – у фазі початок наливання насіння $9-12-40 + 0,5MgO + ME$). Попередник – зернові культури. Сорти люпину вузьколистого – Олімп, Переможець, Грозинський 9, висівались рядкового (15 см), черезрядкового (30 см), широкорядного (45 см) способів сівби з нормою висіву насіння 0,6, 0,9, 1,2 млн шт./га у три строки: перший строк – з настанням можливості проведення сівби (РТР – 5 °С) (контроль), другий строк – через 10 діб після першого (РТР – 8 °С), третій строк – через 20 діб після першого (РТР – 10 °С).

З метою виявлення залежностей формування та функціонування фотосинтетичного апарату люпину вузьколистого впродовж вегетаційного періоду дослідженнями було передбачено визначення таких показників фотосинтетичної діяльності рослин: площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, накопичення сухої речовини, чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетична продуктивність. Для їх знаходження ми використовували абсолютні значення показників площі листової поверхні на одну рослину, листовий індекс, тривалість вегетації культури та окремо за міжфазними періодами визначали динаміку нагромадження сухої органічної речовини на одну рослину та на одиницю

площі.

Результати дослідження та їх обговорення.Відомо, що 90-95 % сухої речовини врожаю культурних рослин створюється за рахунок фотосинтезу, який проходить в зелених листках і під впливом засвоюваної сонячної енергії, вуглекислого газу та води. У зв'язку з цим урожайність сільськогосподарських культур в значній мірі залежить від динаміки наростання площі листової поверхні рослин та інтенсивності їх роботи впродовж вегетаційного періоду. Площа листової поверхні є досить мінливою величиною на формування якої істотно впливають умови вологозабезпечення, мінерального живлення та інші технологічні прийоми вирощування[1].

На думку А. А. Ничипоровича [2, 3], формування максимальної врожайності культурних рослин відбувається при оптимальному розмірі площі листків, яка знаходиться в діапазоні 40-50 тис м²/га. Однак ця величина площі листової поверхні не може бути оптимальною завирощування різних сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Величина площі листової поверхні у рослин люпину вузьколистого залежить від сортових особливостей, фази вегетації та густоти стеблестою, мінерального живлення та ін. Відмічено, що площа листків у процесі росту та розвитку рослин люпину вузьколистого поступово збільшується, досягаючи максимальних величин у фазі початок наливання насіння. Після цієї фази вегетації спостерігається зменшення площі листової поверхні, що зумовлено особливостями біології розвитку культури, зокрема перерозподілом та посиленням відтоком пластичних речовин із вегетативних органів у насіння. Це, в свою чергу, спричиняє відмирання та обсипання листків під час дозрівання насіння люпину вузьколистого.

Дослідженнями встановлено, що площа листової поверхні рослин люпину вузьколистого сорту Олімп залежала від строку сівби досліджуваної культури. Так, в середньому за 2011– 2013 рр., за сівби люпину в другий строк (заРТР-8 °С) за норми висіву насіння 0,6 млн шт./га, культура в фазі наливу насіння забезпечила найбільшу площу листової поверхні, яка в зазначеній фазі

розвитку складала за: рядкового (15 см) – 17,84-26,83 тисм²/га, черезрядкового (30 см) – 18,71-28,14 та широкорядного (45 см) – 16,66-25,06 тисм²/га. Збільшення ширини міжрядь рослин люпину до 45 см спричиняло зменшення площі асиміляційної поверхні (див. табл.).

Посів насіння люпину в перший та третій строки за РТР-10 °С, спричинив зменшення площі листової поверхні посівів люпину вузьколистого сорту Олімп, показники якої у фазі наливу зерна були найнижчими і складали: за першого строку сівби – 16,20-24,37 тис м²/га за рядкового, 16,99-25,56 за черезрядкового та 15,13-22,76 тис м²/га – за широкорядного способу сівби; за третього строку сівби: 14,61-21,98 тис м²/га за рядкового, 15,33-23,06 за черезрядкового та 13,65-20,53 тис м²/га – за широкорядного способу сівби.

Найбільшу площу листової поверхні в досліді, яка сформувалась у фазі наливу зерна і залежала від системи удобрення, строку та способів посіву, отримали за висіву 1,2 млн шт./га насінин за рядкового способу висіву в другий строк – 24,89-37,42 тис м²/га, дещо нижчу в перший – 22,61-33,98 і найнижчу в третій – 20,39-30,05 тисм²/га; за черезрядкового способу висіву відповідно 24,6-37,7; 22,30-34,10; 21,4-30,9 тис м²/га; та за широкорядного відповідно 19,20-12,14; 18,47-12,06; 15,28-12,05 тисм²/га.

За даними наших досліджень встановлено, що величина площі листової поверхні залежала не тільки від кількості висіяного насіння, а й від фази росту і розвитку рослин. Сівба в ґрунт 0,6 млн шт. насінин люпину вузьколистого сорту Олімп забезпечила формування асиміляційної поверхні одного гектару посіву у фазі гілкування 5,25 тис м²/га, бутонізації – 10,96, цвітіння – 16,15 та наливу насіння 17,84 тис м²/га. Збільшення норми висіву насіння до 1,2 млн шт., сприяло зростанню площі листової поверхні з 7,31 тис м²/га у фазі бутонізації до 24,89 тисм²/га у фазі наливу насіння. Аналогічною була залежність і у сортів Переможець та Грозинський 9.

Необхідно відмітити, що на формування площі листової поверхні позитивно впливали внесені мінеральні добрива. На фоні внесення фосфорно-калійних добрив (Р₆₀К₆₀) загальна площа листової поверхні сортів збільшилась

1. **Формування площі листкової поверхні посівів люпину вузьколистого залежно від впливу строків, способів сівби, норм висіву насіння та умов мінерального живлення, тис м²/га (в середньому за 2011 – 2013 рр.) за висіву 1,2 млн шт./га насіння і внесенні добрив у нормі N₃₀P₆₀K₆₀**

№ п/ п	Способи сівби	Підживлення	Перший строк – з настаннямможливостіпроведеннясівби (РТР - 5 ⁰ С) (контроль)					Другий строк - через 10 днів післяпершого (РТР - 8 ⁰ С)					Третій строк – через 20 днів післяпершого (РТР - 10 ⁰ С)				
			гілкуван ня	бутоніза ція	повне цвітіння	наливан ня насіння	повна стигліст ь	гілкуван ня	бутоніза ція	повне цвітіння	наливан ня насіння	повна стигліст ь	гілкуван ня	бутоніза ція	повне цвітіння	наливан ня насіння	повна стигліст ь
Люпин вузьколистий – Олімп																	
1	Рядковий (15 см)	Без підживлення	6,85	14,45	25,27	28,29	18,58	7,53	15,99	27,14	31,15	20,67	6,45	13,71	22,91	25,52	17,55
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	6,88	14,64	25,99	29,34	18,98	7,57	16,20	27,91	32,30	21,11	6,49	13,89	23,56	26,46	17,92
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	6,91	14,82	26,69	30,21	19,39	7,59	16,40	28,66	33,27	21,56	6,51	14,06	24,19	27,25	18,31
2	Черезрядкови й (30 см)	Без підживлення	6,83	14,43	25,24	28,30	18,56	7,54	16,01	27,18	31,20	20,70	6,57	13,95	23,31	26,00	17,86
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	6,90	14,69	26,06	29,40	19,04	7,61	16,29	28,07	32,50	21,23	6,34	13,59	23,05	25,90	17,53
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	6,95	14,90	26,83	30,40	19,50	7,65	16,53	28,89	33,50	21,74	6,17	13,33	22,94	25,80	17,36
3	Широкорядн ий (45 см)	Без підживлення	3,16	6,67	11,67	13,07	8,58	3,52	7,47	12,68	14,55	9,66	3,14	6,67	11,15	12,42	8,54
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	2,66	5,65	10,03	11,32	7,32	2,81	6,02	10,38	12,01	7,85	2,78	5,95	10,08	11,32	7,67
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	2,62	5,62	10,12	11,45	7,35	2,55	5,52	9,65	11,20	7,26	2,71	5,85	10,06	11,34	7,61
Люпин вузьколистий – Переможець																	
4	Рядковий (15 см)	Без підживлення	6,27	13,23	23,14	25,90	17,01	6,89	14,64	24,85	28,52	18,92	5,91	12,55	20,98	23,37	16,07
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	6,29	13,40	23,80	26,85	17,37	6,92	14,83	25,55	29,57	19,32	5,93	12,72	21,57	24,22	16,41
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	6,32	13,56	24,42	27,64	17,74	6,95	15,01	26,22	30,44	19,73	5,95	12,87	22,14	24,94	16,75
5	Черезрядкови й (30 см)	Без підживлення	6,22	13,14	22,99	25,70	16,91	6,87	14,60	24,78	28,40	18,87	5,69	12,10	20,21	22,50	15,48
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	6,28	13,38	23,77	26,80	17,35	6,93	14,86	25,59	29,60	19,36	5,76	12,35	20,95	23,50	15,94
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	6,32	13,59	24,46	27,70	17,77	6,98	15,08	26,32	30,60	19,82	5,80	12,55	21,59	24,30	16,33
6	Широкорядн ий (45 см)	Без підживлення	2,94	6,21	10,87	12,17	7,99	3,59	7,61	12,92	14,83	9,84	3,11	6,62	11,06	12,32	8,48
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	2,61	5,56	9,88	11,15	7,21	2,74	5,88	10,14	11,73	7,66	2,79	5,99	10,16	11,41	7,72
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	2,43	5,23	9,41	10,66	6,84	2,83	6,12	10,68	12,40	8,04	2,74	5,91	10,18	11,46	7,70
Люпин вузьколистий – Грозинський 9																	
7	Рядковий (15 см)	Без підживлення	7,65	16,16	28,27	31,64	20,78	8,41	17,88	30,36	34,84	23,11	7,21	15,33	25,63	28,54	19,62
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	7,70	16,39	29,10	32,84	21,24	8,47	18,14	31,25	36,16	23,63	7,26	15,55	26,39	29,62	20,06
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	7,72	16,57	29,85	33,79	21,67	8,49	18,34	32,05	37,21	24,11	7,27	15,73	27,06	30,48	20,47
8	Черезрядкови й (30 см)	Без підживлення	7,67	16,22	28,38	31,77	20,85	8,46	18,00	30,56	35,06	23,25	7,06	15,01	25,10	27,95	19,21
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	7,76	16,52	29,33	33,10	21,42	8,56	18,33	31,57	36,53	23,88	7,15	15,32	26,00	29,19	19,77
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	7,80	16,73	30,15	34,12	21,89	8,60	18,57	32,44	37,67	24,41	7,19	15,55	26,75	30,13	20,24
9	Широкорядн ий (45 см)	Без підживлення	3,63	7,66	13,40	15,00	9,85	3,18	6,76	11,48	13,17	8,73	3,50	7,43	12,42	13,83	9,51
		1П – 10-45-15+0,5MgO+ME	3,02	6,43	11,42	12,88	8,33	2,71	5,81	10,02	11,59	7,57	3,18	6,81	11,56	12,98	8,79
		2П – 9-12-40+0,5MgO+ME	2,47	5,29	9,53	10,79	6,92	2,45	5,30	9,26	10,75	6,96	2,93	6,34	10,90	12,28	8,25

з 19,37 тис м²/га замінімальної норми висіву до 28,53 тисм²/га замаксимальної норми висіву насіння, а приріст кількості листя на одному гектарі посіву у порівнянні з неудобrenим фоном тим часом становив відповідно 1,53 та 2,25 тис м²/га. Із внесенням повного мінерального добрива N₃₀P₆₀K₆₀ площа листкової поверхні збільшилась на 4,5 тис м²/га замінімальної норми висіву до 6,26 тис м²/га за норми висіву 1,2 млн шт. насінин. Завнесення подвоєної норми азоту площа листкової поверхні збільшилась на 5,65 тис м²/га занормивисіву насіння 0,6 млн шт. до 9,97 тисм²/га занормивисіву до 1,2млн шт. насінин.

Дещо меншою площа листкової поверхні 16,41-24,73 тис м²/га в залежності від норми висіву насіння була в сорту Переможець. Із внесенням мінеральних добрив площа листкової поверхні наростала і складала 17,78-34,27 тис м²/га.

В люпину сидерального напрямку використання Грозинський 9 листкова поверхня була найбільшою і складала 20,31-27,85 тис м²/га в залежності від норми висіву насіння та 22,05-41,89 тис м²/га в залежності від системи удобрення. Проте процеси впливу норм висіву насіння та удобрення в цих сортів були аналогічними, що й у сорту Олімп.

В процесі проведених досліджень виявлено, що на динаміку формування листкової поверхні люпину вузьколистого відчутний вплив мають проведення позакореневих підживлень рослин водорозчинними NPK-добривами з мікроелементами у різні фази їх розвитку.

Встановлено, що величина площі листкової поверхні на різних варіантах досліду змінювалась в залежності від застосування позакореневих підживлень водорозчинними NPK-добривами з мікроелементами: у сорту Олімп – від 0,03-0,10 у фазі гілкування до 0,99-2,73 тис м²/га у фазі наливання насіння, у сорту Переможець – відповідно 0,04-0,08 та 0,96-2,48 тис м²/га та у сорту Грозинський 9 від 0,06 до 0,12 тис м²/га у фазі гілкування та від 1,20 до 3,25 тис м²/га у фазі наливання насіння.

Отже, вивчення динаміки наростання асиміляційної поверхні показало, що норма висіву насіння 1,2 млн шт. заякої відбувалося інтенсивне наростання

площі листової поверхні до 24,89 тис м²/га виявилось найбільш оптимальним.

Величина врожаю рослин визначається в значній мірі розміром і роботою листків[4]. Тімірязєв К. А. [8] писав, що «всі органічні речовини, які б вони не були різноманітні, де б вони не зустрічалися, пройшли через листок і утворилися з речовин, вироблених листком». Дослідження багатьох авторів свідчать про те, що найбільш високі врожаї забезпечуються створенням оптимально розвинутої листової поверхні[6].

Розрахований показник листового індексу свідчить, що найбільша площа листової поверхні – 2,39-2,92 м² на один м² площі посіву сортів люпину вузьколистого Олімп, Переможець, Грозинський 9 формувалась на варіанті другого строку висіву насіння із шириною міжрядь 30 см та нормою висіву 1,2млншт. на 1 га. Ці показники перевищували аналогічні варіанти першого строку сівби на 0,22-0,27м²/м², а третього – на 0,43-0,53м²/м².

Зміна площі, а також відповідний рівень густоти стояння рослин обумовили диференціацію величини листового індексу. Незалежно від рівня абсолютних показників листового індексу позитивний вплив мінеральних добрив проявлявся в дослідженнях із більшістю сортів.

Внесення мінерального добрива позитивно впливало на формування індексу листової поверхні люпину вузьколистого досліджуваних сортів. Внесення мінеральних добрив в дозі Р₆₀К₆₀ сприяло зростанню показника листового індексу в фазах найінтенсивнішого росту листової поверхні на 6-8 %, в дозі N₃₀Р₆₀К₆₀ – на 18-20, N₆₀Р₆₀К₆₀ – на 25-40 %. Запровадження позакореневого підживлення водорозчинними комплексними мінеральними добривами з мікроелементами сприяло додатковому збільшенню індексу листової поверхні залежно від умов мінерального живлення на 3-7 %.

В досліді спостерігався прояв загальнобіологічної особливості – зменшення площі листової поверхні в період формування врожаю, що пов'язується із перерозподілом пластичних речовин між вегетативними і генеративними органами. Під час проходження цього процесу відбувається реутилізація поживних речовин, які містяться у нижніх листках, для

формування насіння. Нами було встановлено, що попри здатність люпину «відростати», процес реутилізації поживних речовин починається із фази наливання насіння у бобах до повної їх стиглості. В зв'язку із цим площа листків на одній середньозваженій рослині, починаючи із фази наливання насіння і до завершення вегетації, поступово зменшувалась. Так, станом на фазу фізіологічної стиглості, цей показник на варіантах дослідів зменшувався на 30-38% від максимальних значень, відмічених на початку наливання насіння.

Таким чином, рекомендований за узагальненими даними [9] для бобових рослин показник листового індексу ($4-6 \text{ м}^2/\text{м}^2$), був досягнутий лише на варіантах дослідів з висівом 1,2 млн шт. на 1 га звичайним рядковим або черезрядковим способом посіву із застосуванням повного мінерального удобрення $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ та $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ у поєднанні із двома позакореновими підживленнями водорозчинними NPK-добривами з мікроелементами. Отже, найсприятливіші передумови для формування високих показників продуктивності фотосинтезу формуються у разі вирощування люпину вузьколистого на варіантах із другим строком сівби із шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 1,2 млн на 1 га.

Висновки

Оптимальна оптико-біологічна структура посівів, яка забезпечує найбільш раціональне використання фотосинтетичного потенціалу люпину вузьколистого, складається з норми висіву насіння 1,2 млн на 1 га в другий строк із шириною міжрядь 15 см.

Оптимізація умов мінерального живлення за рахунок внесення мінеральних добрив у нормі $\text{N}_{30-60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ у поєднанні із двома позакореновими підживленнями водорозчинними азотно-фосфорно-калійними добривами з мікроелементами забезпечує формування найбільших показників площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, фотосинтетичної продуктивності рослин люпину вузьколистого, що, в свою чергу, створює передумови для одержання його максимальної продуктивності.

Список літератури

1. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А. А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – С. 5-36.
2. Ничипорович А. А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности / А. А. Ничипорович. // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – Т. 1. – С. 309-353.
3. Ничипорович А. А. Хлорофилл и фотосинтетическая продуктивность растений / А. А. Ничипорович // Хлорофилл. – Минск: Наука и техника, 1974. – С. 49-62.
4. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (Методы и задачи учета в связи с формированием урожаев) / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова, С. Н. Чмора. – М.: Изд. Академии наук СССР, 1961. – 133 с.
5. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность и пути повышения их продуктивности / А. А. Ничипорович. // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука, 1972. – С. 12-16.
6. Оканенко А. С. Фотосинтез и продуктивность растений. / А. С. Оканенко, Е. П. Смелянская, В. И. Погольская, Б. А. Митрофанов. – Киев: Изд-во "Наукова думка", 1965. – 81 с.
7. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьякова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.
8. Тимирязев К. А. Избранные сочинения / К. А. Тимирязев. – М.: Сельхозгиз, т. 3, 1949. – С. 149.
9. Tremain P.P., Sale W.G., Jessop R.S. Effect of solubility of applied phosphate on the growth of narrowleafed lupin (*lupinus angustifolius* L.) // Fertil. Res. 1987. – Vol. 13. – № 2. – P. 117-125.

References

1. Nichiporovich, A.A. (1963). Ways to improve the productivity of plant photosynthesis in crops. In the book .: photosynthesis and plant productivity issues. - M .: Publishing. USSR Academy of Sciences, 5-36.
2. Nichiporovich, A.A. (1967). Ways to control photosynthetic activity of plants in order to increase their productivity. In the book .: Physiology of agricultural plants. M .: MGU. – T. 1., 309-353.
3. Nichiporovich, A.A. (1974). The chlorophyll and the photosynthetic efficiency of plants. Chlorophyll. Minsk: Science and Technology, 49-62.
4. Nichiporovich, A.A., Stroganova, L.E., Chmora, S.N. (1961). The photosynthetic activity of plants sown in the islands (accounting methods and problems in connection with the formation of crops). M .: Publishing. USSR Academy of Sciences, 133.

5. Nichiporovich, A.A. (1972). Photosynthetic activity and ways to increase their productivity. In Sat.: Theoretical Foundations of photosynthetic productivity. - M.: Nauka, 12-16.
6. Okanencko, A.C., Smelyanskaya, E.P., Pogolskaya, V.I., Mitrofanov, B.A. (1965). Photosynthesis and plant productivity. Kiev: Publishing house "Naukova Dumka", 81.
7. Tretyakov, N.N. (1990). Workshop on Plant Physiology. M.: Agropromizdat, 270.
8. Timiryazev, K.A. (1949). Selected Works. M.: Sel'khozgiz, T. 3, 149.
9. Tremain P.P., Sale W.G., Jessop R.S. (1987). Effect of solubility of applied phosphate on the growth of narrowleafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.) Fertil. Res. 13: 2, 117-125.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

В. И. Ратошнюк

***Аннотация.** Целью статьи является изучение особенностей формирования растениями люпина узколистного листовой поверхности, накопления ими сухого вещества, определение чистой продуктивности фотосинтеза посевами в зависимости от сорта, удобрения, способа посева, нормы высева семян и условий минерального питания, учитывая действие внекорневой подкормки в различные фазы развития культуры.*

Оптимизация условий минерального питания за счет внесения минеральных удобрений в норме $N_{30-60}P_{60}K_{60}$ в сочетании с двумя внекорневыми подкормками водорастворимыми азотно-фосфорно-калийными удобрениями с микроэлементами, обеспечивает формирование наибольшие показатели площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала, фотосинтетической продуктивности растений люпина узколистного, что в свою очередь создает предпосылки для получения его максимальной производительности.

***Ключевые слова:** люпин узколистный, фотосинтетическая деятельность, листовая поверхность, сухое вещество, чистая продуктивность фотосинтеза, удобрения, срок посева, норма высева семян, внекорневые подкормки, зона Полесья*

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF BLUE LUPINE PLANTING DEPENDING ON THE ELEMENTS OF CULTIVATION TECHNOLOGY IN CONDITIONS OF UKRAINIAN POLISSIA

V. I. Ratoshnyuk

***Abstract.** The purpose of this article is to study of characteristics of leaf surface formation by plants of blue lupine, accumulation of dry substance, determination of*

net planting productivity of photosynthesis depending on variety, fertilizer, sowing method, seeding rate and the conditions of mineral nutrition, taking into account the effect of foliar application in different phases of culture development.

Optimization of the conditions of mineral nutrition by mineral fertilizers in N_{30} - $P_{60}K_{60}$ norm in combination with two foliar feedings by water-soluble nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers with microelements provides the formation of the largest indicators of leaf area, photosynthetic potential and photosynthetic plant productivity of blue lupine, which in its turn creates the preconditions of its maximum productivity.

Keywords: *blue lupine, photosynthetic activity, leaf surface, dry matter, net photosynthetic productivity, fertilizing, sowing method and sowing seeds rates, foliar feeding, Polissiazone*

UDC 581.19:634.11:664.857.3

**FORMATION OF AROMATIC SUBSTANCES IN TABLE APPLE WINE
MATERIALS DEPENDING ON STORAGE LENGTH OF FRUIT**

V. VOYTSEKHIVSKIY

National University of Life and Environmental Sciences, Kiev, Ukraine

A. TOKAR

National university of horticulture, Uman

I. SMETANSKA

*University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, Agricultural Faculty,
Weidenbach, Germany*

E-mail: vinodel@i.ua

Abstract. *The research results of changes that happen with aromatic substances (of terpene alcohols) in apple wine material depending on storage length of fruit are submitted. The research found that for getting qualitative table wine materials is reasonable to storage fruit Rubinove Duky sort in the storehouses without artificial cooling no longer than 10 days.*

Keywords: *fruit, apple-tree, wine materials, terpenoids, storing, quality*

Quality of fruit wines and drinks depends on interrelated factors complex. Light aromatic substances are causing pleasant scent of fruit that appears intensely only in the process of fruit maturing. These are chemical compounds such as terpenes, higher alcohols, monocarboxylic acids, esters, ketones and aldehydes, but they can acetify very fast, turn into polymers, and lose their properties under the influence of oxygen, storing, yeast etc. [1-3, 7]. The composition of aromatic compounds some kinds of fruit largely depends on sort, ripeness, growing and storage conditions. Among many aromatic components there are specific for kind or sort of fruit. The main role in the scent formation for certain fruit and products for processing is played by esters, terpenes and aldehydes; higher alcohols and volatile acids play a minor role [1,4]. In plants, terpenoids synthesized from 20-40moreover one -two substances are in significant concentrations and other are in quite low. In most cases the main role in the formation of sortscent fruit and food for processing belongs terpene alcohols, which are concentrated in fruit in free and bound conditions [2, 5]. There are data that the intensity of the scent also depends on the concentration

of esters [12]. In fruit juices aromatic substances undergo significant changes: during crushing, pressing, fermentation esters destruct to organic acids and alcohols, unstable aldehydes with intense scent and the decreasing of terpenes is observing [3, 4, 6, 12].

In spring, during the mass harvesting of fruit is not always possible and reasonable the transportation and processing of large mass of material. According to the main rules of fruit apple wine production before processing fruit should be on the raw plat form no more than two days [9], when under the current technological instruction in production of juices is allowed to store apples of autumn-winter sorts on the raw platform during 5-7 days and for 40-60 days with the temperature 0-3 °C in cooling storages [11]. Fruit raw often storage in the specialized storage houses with or without artificial cooling. There are not enough data about impact of storage length on the amount of juice and change of terpene compounds concentration in apple wine materials, quality and suitability of fruit to processing. This was the reason to research.

Goal – the research of impact on amount of juice by apples storage length in the specialized storage house without artificial cooling, scent formation and quality of fruit wine materials.

Material and methods of the research. The research is done in the laboratory of innovative food technologies Institute of Horticulture (IH) NAAS, department of storage technology, processing and product standardization at the B. V. Lesyk of NULES of Ukraine and at the department of storage technology and processing of fruits and vegetables Uman National University of Horticulture. Apples Rubinove Duky sort (selected as an example of high technological reserve of aromatic substances) is on the stage of maturity crew were laying on short-term storage at research farm «Novosilky» Research Institute NAAS. Raw for processing was stored in specialized storehouse without artificial cooling in containers (200-220 kilo). Fruit for processing selected with an interval 5 days then juice was extracted, settled and fermented, then it was left for storing in a hermetic container. Samples of wine materials (WM) which were got investigated by biochemical and organoleptic

characteristics. Organoleptic assessment carried out by eight-point scale, the chemical composition of the wort before fermentation and wine materials were determined by the methods adopted in winemaking [8, 10].

Results of the research. During storage in fruit happen physiological and physical processes such as respiration and evaporation of water. Loss of fruit moisture changes its technological characteristics, especially juice yield. Juice yield from apples of Rubinove Duky sort at the moment of storage deposition was 62 %, in 10 days it increased by 3 % and was 65 %, but then the amount of juice was decreasing: on the 20th day of apple storage in the specialized storehouse without cooling it was by 9 % less.

During the fermentation of apple mash undergoes significant quantitative and qualitative changes all the biochemical composition. Established that reducing the concentration of free terpene alcohols (TA) in mash was more than 29 % related – 12 % (figure).

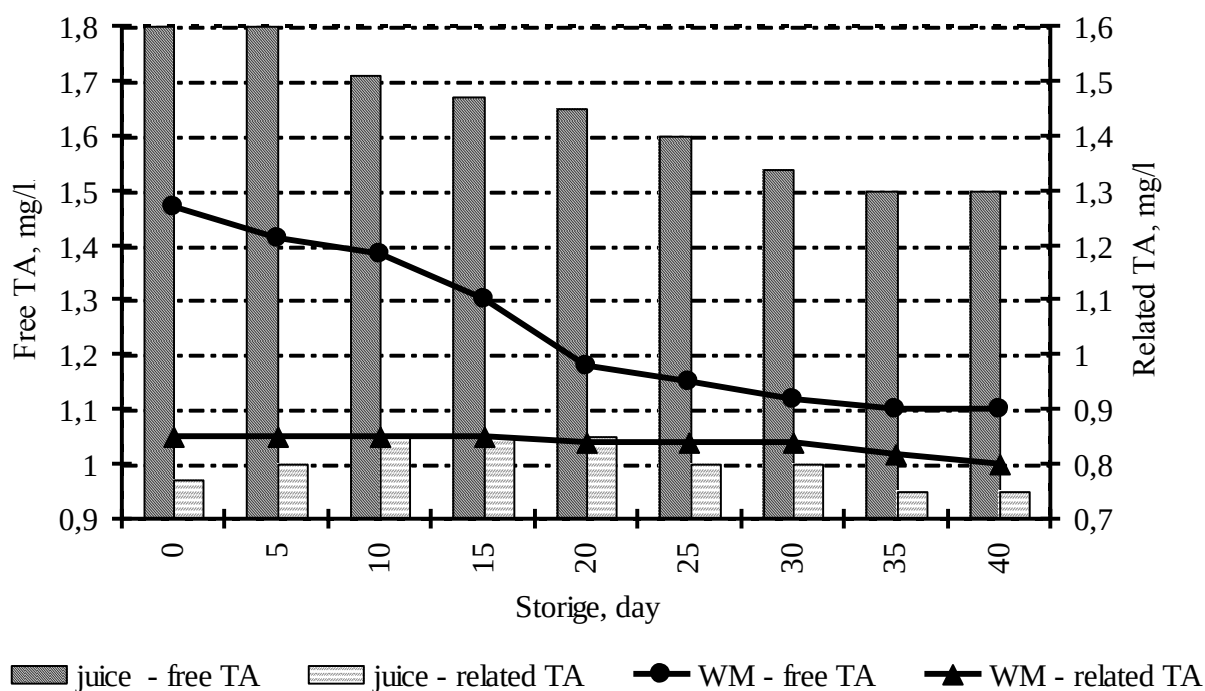


Figure. Changes of free and bound terpene alcohols (TA) in apple table wine materials.

In the resulting fruit juices after storage for various terms contained varying concentration of the aromatics compared with the control (without storage). depending on the duration of fruit storage. In all samples of fruit juices noted a concentration decreasing of free terpene alcohols after 10-20 storing days was 5,0 – 8,3 %, 40 days – 16,7 %, at the same time a content of bounded TA was increasing during fruit storage for 15-20 days by 7,6 % and after 40th day was decreasing by 2,1 %.

Wine materials obtained from the fruit of the varying storage length contain much lower concentrations of studied substances. Content of free terpene alcohols in the WM prepared from the fruit after 10-15 days of storage decreased by 6.3 %, 20 days – by 25,2 %, 30 and 40 days – by 27,2 % and 29,7 % respectively. Content bounded terpene alcohols barely decreased after 20 days of storage at 1.2 %, after 40 days at 5.8 %, the data value within the error of research. These changes are associated with a lower content of these substances for fermentation, oxidation of free terpene alcohols to less non-aromatic substances, but at the same time bounded terpenoids are changing into free.

Samples of apple table wine differed in optical density (transparency) and organoleptic marks (table).

Organoleptic indexes of apple table WM from Rubinove Duky

Storage, day	Characteristic of wine materials	Optical density, D_{420}	Testing mark, ball
control sample	light opal, harmonious aroma, full taste	0,41	7,90
5	light opal, harmonious aroma, harmonious taste	0,40	7,90
10	light opal, expressed varietal aroma, harmonious taste	0,40	7,80
15	opal, expressed varietal aroma, full harmonious taste	0,44	7,79
20	opal, expressed varietal aroma, full taste	0,48	7,75
25	opal, less expressed aroma than control sample and sample №4, notfull taste	0,50	7,65
30	opal, less expressed aroma than control sample, not full taste	0,55	7,60
35	muddy sample, aroma is weaker than the storage of 25 days, the taste has light foreign tones	0,60	7,50
40	muddy sample, weaker aroma, the taste has light foreign tones	0,62	7,45

Analysis of the data revealed that transparency WM made from the fruit after 15 days storage worsened by 10 %, 20 days – by 20 %, after 40 days – by 51,2 %. Organoleptic indexes of WM which were got from apples after 10-20 days storage were at 0,10-0,15 points lower than the control sample, after 30 and 40 days storage they decreased respectively by 0,30 and 0,45 points.

Conclusion. The amount of juice from apples of Rubinove Duky sort after 10 days storage increases by 3 % but for further storage it decreases. The result of the research of changes terpene alcohols during fermentation of apple table wine materials set that a free terpene alcohols concentration decreases by 29 % but bounded just by 12 %. To prepare quality apple table wine materials advisable to minimize the storage time before processing fruits. If necessary, it is advisable to keep the fruit of Rubinove Duky sort maximum 10 days, which doesn't degrade the quality of wine materials. Prolonged storage from 20 to 40 days causes a significant decreasing of free terpene alcohols (40 %) and bounded (15 %) in wine materials, the juice yield decreases by 9 % and quality in general. Making wine materials from the fruit after storage leads to reduced transparency (optical density), after 15-20 days by 10 % and 20 %, and after 40 days by 51,2 % that negatively effect on the organoleptic properties and quality of wine materials. The data is expedient to consider when planning storage and processing of apple fruit to produce quality and competitive domestic products, including fruit alcoholic beverages.

List literature

1. Абдуразакова С. Х. Биогенез терпеноидных соединений дрожжами / С. Х. Абдуразакова, Т. М. Фомичева, С. П. Хакимова // Известия вузов. – 1982. – №2(145). – С. 134-135.
2. Войцехівський В. І. Залежність якості яблучних столових виноматеріалів від раси дріжджів / В. І. Войцехівський // Наук. вісн. Національного аграрного університету. – 2000. – Вип. 31. – С. 191-193.
3. Войцехівський В. І. Вміст терпенових спиртів у соках залежно від сорту яблук / В. І. Войцехівський // Науковий вісник університету ім. Т.Шевченка. – 2003. – С. 36-39.
4. Билько М. В. Терпены и их роль в аромате вин / М. В. Билько, В. Г. Гержикова // Сб. науч. тр. “Научно-технический прогресс в агроиндустрии”. – МГУПП. – НИИВиВ “Магарач”. – 1997. – С. 121.

5. Кондратенко Т. Є. Залежність біохімічного складу плодів яблуні від метеорологічних умов / Т. Є. Кондратенко, В. І. Войцехівський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – Вип. 47. – С. 237-243.
6. Основные правила производства плодовых вин / В сб. технологических инструкций и нормативных материалов по плодово-ягодному виноделию. – Кн. 1: Технология плодово-ягодных вин / Под ред. А. М. Литовченко. – Днепропетровск: Сич, 1998. – С.19-28.
7. Литовченко О. М. Покращення біохімічного складу компонентів плодово-ягідних вин / О. М. Литовченко, В. І. Войцехівський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2000. – Вип. 24. – С. 165-170.
8. Литовченко О. М. Біохімічний склад яблучних виноматеріалів залежно від використаних ферментних препаратів та флокулянтів / О. М. Литовченко, В. І. Войцехівський, В. П. Чернявський // Садівництво. – Вип. 54. – 2002. – С. 222-232.
9. Методы технохимического и микробиологического контроля в виноделии / [С. Т. Огородник, Н. М. Павленко, Н. И. Бурьян и др.]; Под ред Г. Г. Валуйко. – М.: Пищепром, 1981. – 145 с.
10. Технохімічний контроль продукції рослинництва: навч. посіб. / Н. Т. Савчук, Г. І. Подпрятков, Л. Ф. Скалецька [та ін.] – К.: Арістей, 2005. – 256 с.
11. Технологическая инструкция по производству плодовых и ягодных соков (кроме цитрусовых и виноградного) / В сб. технологических инструкций по производству консервов. – Т. II: Консервы фруктовые. – Ч. 1. – М., 1992. – С. 149-222.
12. Rapp A. Natural flavours of wine. Correlation between instrumental analysis and sensory perception // Fresenius Z. anal. chem. – 1989. – Vol. 334. – Т. 7. – Р. 613-614.

References

1. Abdurazakova S.H., Fomicheva T.M. & Hakimova S.P. (1982). Biogenez terpenoidnyih soedineniy drozhzhami [Biogenesis of yeast terpenoid compounds]. Izvestiya. Proceedings of the universities, 2(145), 134-135. [in Ukrainian].
2. Voytsehlvskiy V.I. (2000). Zalezhnist yakosti yabluchnih stolovih vinomaterialiv vid rasi drizhdzhiv [Dependence quality apple table wine yeasts to race]. Scientific Bulletin National Agrarian University, 31, 191-193. [in Ukrainian].
3. Voytsehlvskiy V.I. (2003). Vmist terpenovih spirtiv u sokah zalezhno vid sortu yabluk [Terpene alcohols content in juices depending on the variety of apples]. Scientific Bulletin University T. Shevchenko. 36–39. [in Ukrainian].
4. Bilko M.V., Gerzhikova V.G. (1997). Terpeni i ih rol v aromate vin [Terpenes and their role in the flavor of wine. Collection of scientific works "Scientific and technological progress in the agro-industry". 121. [in Russian].
5. Kondratenko T.E. Voytsehlvskiy V.I. (2002). Zalezhnist biokhimichnogo skladu plodiv yabluniv vid meteorologichnih umov [Dependence biochemical

composition of fruits apple on meteorological conditions]. Scientific Bulletin of National Agrarian University. 47. 237-243. [in Ukrainian].

6. Litovchenko A.M. ed (1998). Osnovnyie pravila proizvodstva plodovyih vin. [Basic rules for the production of fruit wines] The book. 1: Technology fruit wines. Dnepropetrovsk: Sich. [in Russian].

7. Litovchenko O.M., Voytsehvskiy V.I. (2000). Pokraschennya biohimichnogo skladu komponentiv plodovo-yagIdnih vin [Biochemical composition of apple wine, depending on the used enzymes and flocculants]. Scientific Bulletin of National Agrarian University, 24. 165–170. [in Ukrainian].

8. Litovchenko O.M., Voytsehvskiy V.I., V.P. Chernyavskiy (2002). Biohimichniy sklad yabluchnih vinomaterialiv zalezho vid vikoristanih fermentnih preparativ ta flokulyantiv. [Biochemical composition of apple wine, depending on the used enzymes and flocculants]. Sadivnitstvo – Horticulture, 54. 222–232. [in Ukrainian].

9. Ogorodnik S.T., Pavlenko N.M., Buryan N.I. et all. (1981). Metodi tehnohimicheskogo i mikrobiologicheskogo kontrolya v vinodelii. [Methods of techno-chemical and microbiological control in Winemaking]. M.: Pischeprom – Food processing industry, 145. [in Russian].

10. Savchuk N.T., Podpryatov G.I., Skaletska, L.F. Ninko P.I. ta in. (2005). Tehnohimichniy kontrol produktsiyi roslinnitstva. [Techno- chemical control crop production]. K.: Aristey. 256. [in Ukrainian].

11. Tehnologicheskaya instruktsiya po proizvodstvu plodovyih i yagodnyih sokov (krome tsitrusovyih i vinogradnogo). [Technological instruction on production of fruit and berry juices (except citrus and grape)]. The collection of technological instructions for the production of canned food, 1. 149-222. [in Russian].

12. Rapp A. (1989). Natural flavours of wine. Correlation between instrumental analysis and sensory perception. Vol. 334, 7, 613-614. [in English].

ФОРМУВАННЯ АРОМАТИЧНИХ РЕЧОВИН У СТОЛОВИХ ЯБЛУЧНИХ ВІНОМАТЕРІАЛАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ

В. Войцехівський, А. Токар, І. Сметанська

***Анотація.** Представлені результати дослідження змін ароматичних речовин (терпенових спиртів) у яблучних виноматеріалах залежно від терміну зберігання плодів. Дослідженнями встановлено, що для отримання якісних столових виноматеріалів доцільно зберігати плоди сорту Рубінове Дуки у сховищі без штучного охолодження не довше 10 діб.*

***Ключові слова:** плоди, яблуна, виноматеріали, терпеноїди, зберігання, якість*

ФОРМИРОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В СТОЛОВЫХ ЯБЛОЧНЫХ ВИНМАТЕРИАЛАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ

В. Войцеховский, А. Токарь, И. Сметанская

***Аннотация.** Представлены результаты исследований изменения ароматических веществ (терпеновых спиртов) в яблочных виноматериалах в зависимости от продолжительности хранения плодов. Исследованиями установлено, что для получения качественных столовых виноматериалов целесообразно хранить плоды сорта Рубиновые Дуки в специализированном хранилище без искусственного охлаждения не более 10 суток.*

***Ключевые слова:** плоды, яблоня, виноматериал, терпеноиды, хранение, качество*

УДК 577.151/152.1:591.1/3

**СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДЕГІДРОГЕНАЗ ЦИКЛУ
КРЕБСА І АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ М'ЯЗОВИХ ТКАНИН
ГУСЕЙ В УМОВАХ ГІПО- ТА ГІПЕРОКСІЇ**

О.В. ЯКОВІЙЧУК¹, аспірант^{*}

І.Ю. БУГОНЬКО¹, аспірант^{*}

М.І. ГОЛУБЄВ², кандидат сільськогосподарських наук, доцент

О.О. ДАНЧЕНКО¹, доктор сільськогосподарських наук, професор

¹*Мелітопольський державний педагогічний університет*

ім. Богдана Хмельницького

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: sanek.sanek.91@bk.ru

Анотація. Встановлено, що в посмугованих м'язах гусей специфічність функціонування дегідрогеназ циклу Кребса полягає в їх стрімкій активізації в ембріогенезі, зниженні активності після наклёвування шкаралупита наступною активізацією цих ферментів у ранньому постнатальному онтогенезі. В тканинах шлунку підвищення активності дегідрогеназ відбувається більш повільно, з досягненням максимуму в постнатальному періоді. Дані кореляційного аналізу свідчать про узгодженість енергетичного обміну та пероксидного окиснення, що підтверджується достовірними кореляційними зв'язками активності 2-оксоглутарат дегідрогенази і каталази та піруват дегідрогенази з глутатіон пероксидазою в досліджених м'язових тканинах гусей.

Ключові слова: баланс, дегідрогенази, цикл Кребса, антиоксидантний захист, гіпоксія, гіпероксія, онтогенез, гуси

Актуальність. Процеси енергетичного обміну є основними для функціонування всіх живих організмів, оскільки в них синтезуються фосфорильовані форми пуринових і піримідинових основ. Однак в окисно-відновних процесах енергетичного обміну, окрім синтезу основних макроергічних сполук, утворюється велика кількість активних форм Оксигену, які ініціюють вільнорадикальні процеси в клітинах [1, 6]. Відомо, що вільнорадикальні реакції окиснення ліпідів постійно протікають в організмі і мають важливе значення, оскільки забезпечують ряд синтетичних,

енергетичних та регуляторних функцій [6]. Під час фізіологічного функціонування організму включається цикл взаємної регуляції, за якого надмірна активізація енергетичних процесів зумовлює інтенсифікацію пероксидного окиснення, що, в свою чергу, гальмує енергетичні процеси. Однак посилення продукції вільних радикалів, яке супроводжує більшість патологічних станів, призводить до різноманітних ушкоджень клітини[1].

Окремо механізми пероксидного та енергетичного окиснення з'ясовані достатньо детально для більшості організмів, як за фізіологічних умов так і за різноманітних патологічних станів[1, 2, 5, 7,9-11, 13-16, 20-22, 25]. Втім, фізіологічне функціонування будь-якого організму передбачає не тільки певний рівень окисно-відновних процесів, а й динамічний баланс між різними їх видами. Встановлення механізмів підтримки цього балансу сприятиме вірному вибору стратегії застосування корекційних заходів.

Тому **метою дослідження** було з'ясування особливостей функціонування ферментативної системи ЦТК і антиоксидантного захисту у фізіологічно напружений період переходу від ембріонального до постнатального існування у м'язових тканинах гусей та їхніх ембріонів. Гусей, тканини яких характеризуються великим умістом субстрату окисних процесів жирних кислот обрано в якості модельного виду у зв'язку з високою інтенсивністю їхнього метаболізму.

Матеріали і методи дослідження. Для інкубації використано яйця гусей харківської породи масою ($145,7 \pm 2,62$) г. Дослідження процесів енергозабезпечення та антиоксидантного захисту здійснювали впродовж другої половини ембріогенезу та під час постнатальної адаптації (1-14 доба), відбір біологічного матеріалу проводили у фізіологічно зумовлені терміни[5].

Об'єктом дослідження було обрано м'язи кінцівок та шлунку. Зібраний біологічний матеріал попередньо промивали у фізіологічному розчині, та гомогенізували в 50 мМ фосфатному буфері ($pH= 7,4$).

Рівень активності дегідрогеназ циклу Кребса визначали за ступенем відновлення Калію гексоціаноферату (III) з використанням інкубаційних

середовищ, описаних у наступних джерелах: сукцинатдегідрогенази (SD)(КФ1.3.5.1)[6], α -кетоглутаратдегідрогенази (2-OGD)(КФ 1.2.4.2)[17], піруватдегідрогенази (PD)(КФ 1.2.4.1)в модифікації[18], малатдегідрогенази (MD)(КФ 1.1.1.37)[23].

Активність ферментів антиоксидантного захисту визначали за відомими методиками: супероксиддисмутази (SOD) (КФ 1.15.1.1)[12], каталази(CAT) (КФ 1.11.1.6)[8], глутатіонпероксидази(GPO) (КФ 1.11.1.9)[4].

Математичну обробку результатів проводили з використанням програмного забезпеченняMicrosoft Office Excel 2013 та SPSSv.13. Достовірність результатів визначали із застосуванням t-критерію Стьюдента, статистично значущими вважали відмінності між показниками на рівні $\leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Дегідрогенази ЦТК, іммобілізовані на кристах мітохондрій, за винятком PD[21, 22] та деяких ізоформ MD[19, 24].За низькоїкількості мітохондрій та ступеня їхньої диференціації на початку ембріогенезу зрозумілою є мінімальна активність ДГ на 15 добу ембріогенезу. Подальше зростання активності цих ДГ до кінця ембріонального розвитку пов'язане із збільшенням вмісту мітохондрій у саркоплазмі клітин[9],та структурного ускладнення мітохондріального апарату в умовах гіпоксії. Дійсно, в обох видах тканин мінімальна SD-активність встановлена в 15-добових ембріонів. Така низька активність в тканинах ембріонів цього віку, крім того, зумовлена низьким парціальним тиском кисню, оскільки саме SD-активністьв значній мірі визначає швидкість утворення АТФ і споживання кисню [1]. З 15 до 28 доби ембріонального періоду спостерігалось достовірне зростання активності цього ферменту в тканинах посмугованих м'язів, у шлунку цей процес більш повільний (рис. 1). Постнатальна адаптація супроводжувалась стабілізацією цього показника в обох видах досліджених тканин. За середнім рівнем SD-активність посмугованих м'язів і м'язів шлунку на порядок вища, ніж активність інших дегідрогеназ у цих тканинах. АджеSD одночасно є ферментом ЦТК і компонентом II комплексу електронно-транспортного ланцюга, що виконує ряд регуляторних, транспортних та

інтегративних функцій в клітині[11]. З літературних джерел відомо, що у птиці сукцинат окислюється активніше в 1,5 – 2 рази, ніж 2-оксоглутарат [10].

В 15-добових ембріонів також встановлено мінімальний рівень 2-OGD, причому в посмугованих м'язах активність цього ферменту в 1,7 рази вища, ніж у шлунку. Активність саме цього ферменту характеризується найбільшою тканинною специфічністю як за характером динаміки (коефіцієнт кореляції $r = 0,11$), так і за рівнем. Якщо в посмугованих м'язах 28-добових ембріонів активність 2-OGD досягала максимального рівня, то в шлунку достовірне збільшення цього показника встановлено вже після наклеювання шкаралупи. Постнатальна адаптація також характеризувалась протилежно спрямованими змінами активності 2-OGD в досліджених тканинах.

2-OGD є своєрідним маркером окисно-відновної рівноваги в мітохондріях[21], що регулює їх функціональний стан. Для запобігання окисного ушкодження органели [16], 2-OGD зазнає зворотного, опосередкованого вільними радикалами гальмування [15]. Тому зрозумілим є достовірне зниження активності 2-OGD скелетних м'язів після наклеювання шкаралупи. Втім, динаміка активності 2-OGD шлунку в цей період має протилежно спрямований характер (Рис. 2).

Активність MD досліджуваних тканин на початку експерименту також характеризувалась мінімальним значенням. Подальші ембріональні перебудови клітин в другій половині ембріогенезу, накопичення мітохондрій та активізація їхнього ферментного апарату [9] зумовлюють підвищення MD-активності наприкінці ембріогенезу(Рис. 3).

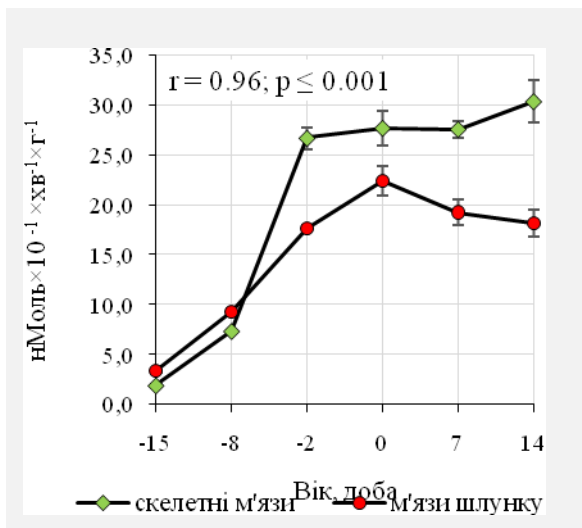


Рис. 1. SD-активність тканин

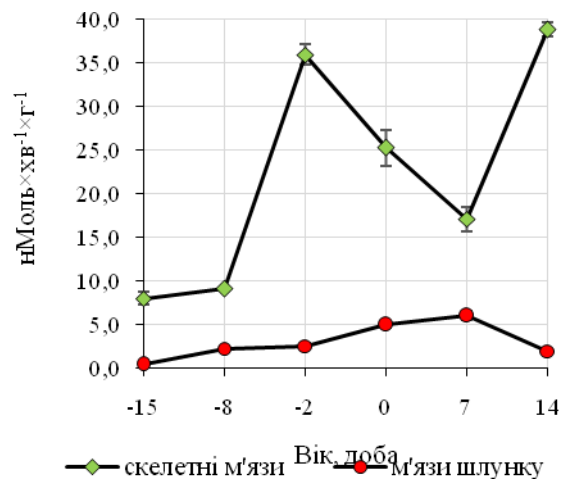


Рис. 2. 2-OGD-активність тканин

Перехід до постнатального періоду характеризується стабілізацією активності ензиму в тканинах шлунку та скелетних м'язів, що є логічним, оскільки малатдегідрогеназа окрім окиснення малату в ЦТК виконує ряд транспортних та енергетичних функцій [7], тому активність її наприкінці ембріонального та початку постнатального онтогенезу має утримуватись на сталому рівні, щоб забезпечити функціонування пов'язаних з нею систем. Останній тиждень досліджувався протилежно спрямованими змінами MD-активностей посмугованих м'язах і шлунку. Втім, у цілому динаміка активності цього ферменту в досліджених тканинах подібна ($r=0,74$; $p \leq 0.1$), а за середнім рівнем MD-активність посмугованих м'язів перевищує відповідний показник шлунку на 47,5 %.

Активність PDна початку досліджу в обох досліджених тканинах також характеризувалась низьким рівнем, втім мінімальна активність цього ферменту спостерігалась вже в постнатальному періоді. Впродовж ембріогенезу в посмугованих м'язах і шлунку відбувалось достовірне (у 1,77 і 1,5 рази відповідно) підвищення активності цього ферменту (Рис. 4).

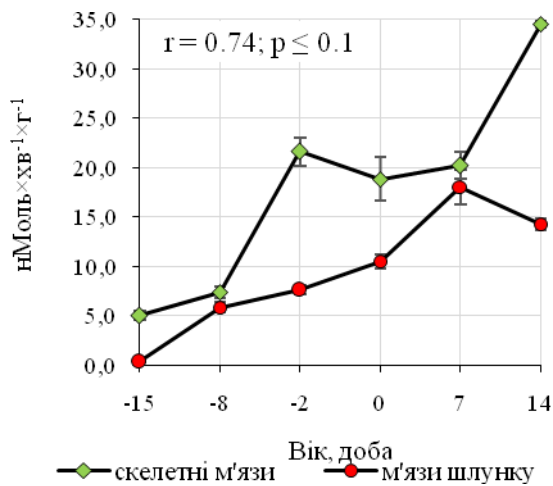


Рис. 3. MD-активність тканин

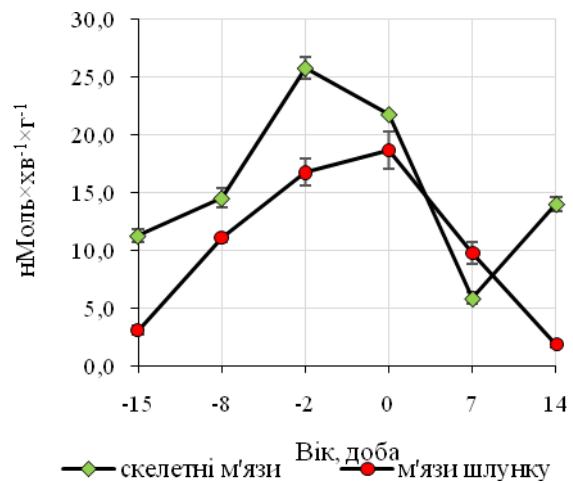


Рис. 4. PD-активність тканин

Така активізація PD в цей період, можливо, пов'язана з тим, що провідним енергетичним циклом у пренатальний період онтогенезу птиці є гліколіз, оскільки мало диференційовані мітохондрії не в стані забезпечити енергетичні потреби організму [9]. Перехід до постнатального періоду (з 28 доби ембріогенезу до 7 доби постнатального періоду супроводжувався значною дезактивацією цього ферменту. І тільки із 7 доби впродовж останнього тижня дослідження в посмугованих м'язах спостерігається збільшення PD-активності в 2,4 рази. Ймовірно, зниження PD-активності у разі переходу від гіпоксії кінця ембріонального періоду до гіпероксії атмосферного дихання пов'язано із інтенсифікацією аеробних процесів, підвищенням активності НАД-залежних дегідрогеназ циклу Кребса [3] та пригніченням гліколізу.

Стан системи АОЗ залежить від перебігу метаболічних процесів в організмі, інтенсивність яких посилюється під час росту і залежить від фізіологічного стану організму [10]. Підвищення активності ферментів циклу трикарбонових кислот має супроводжуватись інтенсифікацією активності ферментів АОЗ, оскільки в ході реакцій анаеробної й аеробної фаз розщеплення вуглеводів, а також у дихальному ланцюгу мітохондрій утворюється основна кількість активних форм Оксигену [14].

В досліджених м'язових тканинах найвищою САТ-активністю характеризується середина ембріогенезу (15 доба). Динаміка активності

каталази м'язів кінцівок та шлунку має подібний характер (рис. 5), специфічність її функціонування виявляється лише у постнатальному періоді онтогенезу стабілізацією САТ-активності посмугованих м'язів на тлі зниження активності цього показника у шлунку 7-добових гусенят на 60% і подальшим її відновленням впродовж останнього тижня. За середнім показником САТ-активність досліджуваних тканин достовірно не відрізнялась.

GPO-активність скелетних м'язів наприкінці ембріогенезу досягає максимального значення з подальшою стабілізацією до 1 доби, водночас активність цього ферменту в шлунку, навпаки, знижується до мінімального рівня (рис. 6). На початку постнатального існування (до 7 доби) спостерігалось зниження GPO-активності скелетних м'язів, у шлунку ці зміни протилежно спрямовані.

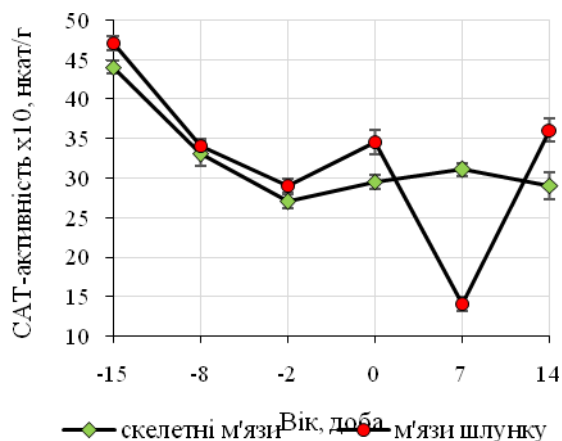


Рис. 5. САТ-активність тканин

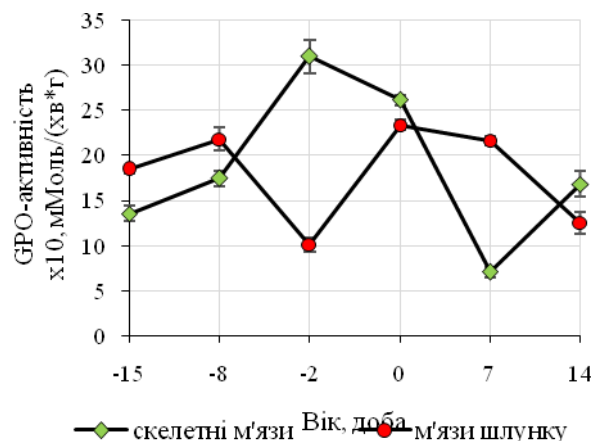


Рис. 6. GPO -активність тканин

Досліджені м'язові тканини характеризувались достатньо високим вихідним рівнем SOD-активності (рис. 7), проте для скелетних м'язів цей показник достовірно поступався, що узгоджується з літературними даними [5].

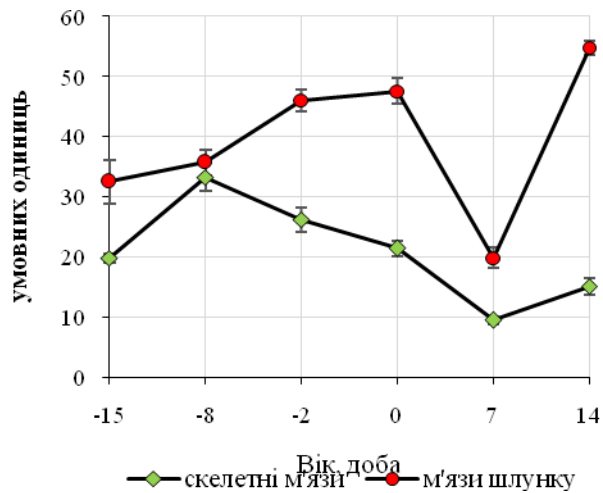


Рис. 7.SOD-активність тканин

Перехід до постнатального існування в умовах гіпероксії супроводжувався зниженням активності SOD у посмугованих м'язах, водночас у шлунку встановлено стабілізацію активності цього ферменту з подальшим зниженням в 2,4 рази впродовж першого тижня життя гусенят. Другий тиждень постнатального періоду (з 7 до 14 доби) характеризується підвищенням активності СОД у шлунку і скелетних м'язах.

Результатами кореляційного аналізу активності досліджених ферментів у посмугованих м'язах доведено достатньо високий рівень їхньої узгодженості, а саме: SD і 2-OGD ($r=0,826$; $p\leq 0,05$), SD і MD ($r=0,893$; $p\leq 0,05$), 2-OGD і MD ($r=0,904$; $p\leq 0,05$). Такого ж рівня зв'язок встановлено між PD і GPO ($r=0,849$; $p\leq 0,05$), SD і CAT ($r=-0,858$; $p\leq 0,05$) та дещо слабший – між 2-OGD і CAT ($r=-0,756$; $p\leq 0,1$).

У шлунку з усіх можливих кореляційних зв'язків достовірним є лише один – між 2-OGD і CAT ($r=-0,824$; $p\leq 0,05$).

Такі зв'язки є логічними, оскільки накопичення Гідроген пероксиду призводить до інгібування активності 2-оксоглутаратдегідрогенази, шляхом глутатіонування ліпоєвої кислоти домену E2 ферменту[16, 17] для захисту його від радикального ушкодження. Водночас такі зміни можуть призводити до

модуляції активності глутатіонпероксидази, та активації каталази для усунення надлишку пероксиду.

Висновки

Отже, тканинна специфічність функціонування дегідрогеназ ЦТК у посмугованих м'язах полягає в їх більш стрімкій активізації впродовж ембріогенезу, гальмуванні активності під час переходу до постнатального існування і подальшій активізації з 7 доби на тлі формування адаптивної відповіді до нових умов існування. У шлунку активізація усіх дегідрогеназ відбувається більш повільно і досягає максимального рівня вже в постнатальному періоді.

Підтримка балансу біологічного та пероксидного окиснення досліджених тканин реалізується за рахунок взаємної регуляції через активність 2-OGD і САТ, а для посмугованих м'язів ще й РД і GPO, на що вказують тісні кореляційні зв'язки між даними показниками.

Список літератури

1. Активность сукцинатдегидрогеназы в печени крыс при острой циркуляторной гипоксии / Н.Н. Иванская, Л.В. Просина, И.Н. Дементьев, Ю.Н. Басырова // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2. – С. 135-136.
2. Белик С.Н. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная активность у хряков-производителей различных генотипов / С. Н. Белик, В. В. Белик, Т. С. Колмакова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – № 2, Т. 17. – С. 1-4.
3. Вплив іноксарилу на енергетичний обмін серцевого м'яза в умовах експериментального адреналін-гидрокортизонового інфаркту міокарда / Д. В. Гаман, Н. М. Кононенко, М. В. Рибалкін, В. В. Гнатюк // Український біофармацевтичний журнал. - 2012. – № 3. – С. 54-57.
4. Гаврилова А.Р. Определение активности глутатионпероксидазы эритроцитов / А.Р. Гаврилова, Н. В. Хмара // Лаб. Дело. – 1986. – № 12. – С. 721– 724.
5. Данченко О.О. Антиоксидантный статус гусей в условиях гипо- и гипероксии / О.О. Данченко, Л.М. Здоровцева, Ю.П. Пашенко // Вісник запорізького національного університету. Біологічні науки. – 2011. – №2. – С. 75– 81.
6. Ещенко Н. Д. Определение количества янтарной кислоты и активности сукцинатдегидрогеназы / Н. Д. Ещенко, Г. Г. Вольский // Методы биохимических исследований. – Л: Изд-во Ленинградского университета, 1982. – С. 207–210.

7. Ковалів Л.М. Ізоферментний спектр лактат- і малатдегідрогенази в цитоплазмі тканин новонароджених телят за впливу біологічно активних речовин/ Л. М. Ковалів // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. Гжицького. – 2013. – Т. 15, № 3 (57). – С. 106-113.
8. Метод определения активности каталазы / [М.А. Королук, М. И. Иванова, И.Т. Майорова, В.Е Токарев] // Лаб. Дело. – 1988. – № 1. – С.18.
9. Морфология развивающегося сердца (структура, ультраструктура, метаболизм) / [В. А. Козлов, И. В. Твердохлеб, И. С. Шпонька, В. Д. Мишалов.] – Д: Днепропетровская государственная медицинская академия, 1995. – 220 с.
10. Мартинюк У. А. Вікові, видові та органо -тканинні особливості процесів перекисного окиснення ліпідів у птахів у ранньому постнатальному періоді / У. А. Мартинюк. // Біологія тварин. – 2006. – Т. 8, № 1-2.
11. Мохорева С. И. Коррекция мелатонином изменений активности сукцинатдегидрогеназы в печени крыс с экспериментальной патологией печени / С.И. Мохорева, О.В. Колоскова // Ксенобиотики и живые системы: материалы III Международной научной конференции. – Минск, 22–24 октября 2008.– С. 97– 99.
12. Пат. 2144674 Российская Федерация, G01N33/52, G01N33/68. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений / Сирота Т.В.; заявитель и патентообладатель Сирота Татьяна Валерияновна. – № 99103192/14 ; заявл. 24.02.1999; 20.01.2000. – 3 ф-лы, 2 табл., 7 ил.
13. Перекисное окисление липидов: противоречия проблемы / В. К. Казимирко, Л. Н. Иваницкая, В. В. Кутовой [и др.] // Український ревматологічний журнал. – 2014. – № 3 (57). – С. 13-17.
14. Яремчук Т. С. Показники енергетичного обміну та активність ферментів антиоксидантного захисту печінки перепелів в онтогенезі та за дії селену і кадмію. Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. – К., 2011. – 20 с.
15. Applegate M. A. Reversible inhibition of alpha-ketoglutarate dehydrogenase by hydrogen peroxide: glutathionylation and protection of lipoic acid / M. A. Applegate, K. M. Humphries, L. I. Szweda. // Biochemistry. – 2008. – №47 (1). – С. 473–478.
16. Glutathionylation of α -ketoglutarate dehydrogenase: The chemical nature and relative susceptibility of the cofactor lipoic acid to modification / A. L. McLain, P. J. Cormier, M. Kinter, L. I. Szweda. // Free radical biology & medicine. – 2013. – P. 161–169.
17. Gupta S. C. Evidence for the Identity and Some Comparative Properties of α -Ketoglutarate and 2-Keto-4-hydroxyglutarate Dehydrogenase / C.G. Subhash, E. E. Dekker. // The J. Biol. Chem. – 1980. – Vol. 255, №3, Issue 10 – P. 1107–1112.
18. Kresze G. B. Inactivation and Disassembly of the Pyruvate Dehydrogenase Multienzyme Complex from Bovine Kidney by Limited Proteolysis with an Enzyme from Rat Liver / G.B. Kresze, L. Steber // Eur. J. Biochem. – 1979. – Vol. 95 – P. 569–578.

19. Malate Dehydrogenases - Structure and Function / P. Minarik, N. Tomaskova, M.Kollarova, M. Antalík // *Gen. Physiol. Biophys.* – 2002. – №21. – P. 257–265.
20. McLain A. L. α -Ketoglutarate dehydrogenase: A mitochondrial redox sensor / A. L. McLain, P. A. Szweda, L. I. Szweda. // *Free radical biology & medicine.* – 2011. – №45 (1). – P. 29–36.
21. Patel. M.S. Pyruvate dehydrogenase complex as a marker of mitochondria metabolism/ M.S.Patel, L.G.Korotchkina // *Oxidative Stress Biomarkers and antioxidant protocols. Part II. In: Methods in Mol.Biol.- Ed. D.Armstrong.- Humana Press Inc., Totowa.* – 2008. – № 186. – P.255–264.
22. Patel. M.S. Regulation of the pyruvate dehydrogenase complex / M.S.Patel, L.G.Korotchkina // *Biochem.Soc.Trans.* – 2006. – № 34. – P.217–222.
23. Purification and Characterization of Membrane-bound Malate Dehydrogenase from *Acetobacter* sp. SKU 14 / [E. Shinagawa, T. Fujishima, D. Moonmangmee et al.]. // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2002. – №66 (2). – P. 298–306.
24. Yudina R.S. Malate dehydrogenase in plants: Its genetics, structure, localization and use as a marker / R.S. Yudina // *Advances in Bioscience and Biotechnology.* – 2012. – № 3. – P. 370– 377.
25. Zhilwan R. Pyruvate Dehydrogenase Complex Deficiency (PDCD). // R. Zhilwan // *Undergraduate Research Journal for the Human Sciences.* — 2011. — Vol. 10.

Reference

1. Yvanskaja N.N., Prosyna L.V., Dement'ev Y.N., Basyrova Ju.N. (2004). Aktivnost' suksinatdehydrogenazy v pecheny kryys pry ostroj cyrkuljatoroj gypoksyy [The succinate dehydrogenase activity in the liver of rats with acute circulatory hypoxia]. *Fundamental'nyye yssledovanyja*, 2, 135-136.
2. Belyk S.N., Belyk V. V., Kolmakova T. S. (2015). Perekysnoe okyslenye lypidov y antyoksydantnaja aktivnost' u hrjakov-proyzyvodytelej razlychnyyh genotypov [Lipid peroxidation and antioxidant activity in breeding boars of various genotypes]. *Zdorov'e y obrazovanye v XXI veke*, 2 (17), 1-4.
3. Gaman D. V., Kononenko N. M., Rybalkin M. V., Gnatjuk V. V. (2012). Vplyv inoksarylu na energetychnyj obmin sercevoogo m'jaza v umovah eksperymental'nogo adrenalin-gidrokortyzonovogo infarktu miokarda [The Influence of inoksaryl on energy metabolism of cardiac muscle in conditions experiental adrenaline-hydrocortisone myocardial infarction]. *Ukrai'ns'kyj biofarmacevtychnyj zhurnal*, 3, 54-57.
4. Gavrylova A.R., Hmara N.V. (1986). Opredelenye aktivnosti glutatyonperoksydazy erytrocytov [Determination of erythrocyte glutathione peroxidase activity]. *Lab. Delo*, 12, 721-724.
5. Danchenko O.O., Zdorovceva L.M., Pashhenko Ju.P. (2011). Antyoksydantnyj status gusej v umovah gipo- i giperoksii' [Antioxidant status of geese in a hypo- and hyperoxia]. *Visnyk zaporiz'kogo nacional'nogo universytetu. Biologichni nauky*, 2, 75-81.

6. Eshhenko N. D., Vol'skyj G. G. (1982). Opredelenye kolychestva jantarnoj kyslotyy y aktyvnosty sukcyinatdegidrogenazy [Determination of the number of succinic acid and succinate dehydrogenase activity]. *Metody byohymycheskyh yssledovanyj*. Leningrad, Russia: Yzd-vo Llenyngradskogo unyversyteta, 207-210.
7. Kovaliv L.M. (2013). Izofermentnyj spektr laktat- i malatdegidrogenazy v cytoplazmi tkany novonarodzhenyh teljat za vplyvu biologichno aktyvnyh rehovyn [Isozyme spectrum of lactate and malate dehydrogenase in the cytosol tissue of newborn calves under the influence of biologically active substances]. *Naukovyj visnyk LNUVMBT im. S. Gzhyc'kogo*, 3 (57), 106-113.
8. Koroljuk M.A., Yvanova M.Y., Majorova Y.T., Tokarev V.E. (1988). Metod opredelenija aktyvnosty katalazy [The method for determining the activity of catalase]. *Lab. Delo*, 1, 18.
9. Kozlov V. A., Tverdohleb Y. V., Shpon'ka Y. S., Myshalov V. D. (1995). Morfologija razvyvajushhegosja serdca (struktura, ul'trastruktura, metabolizm) [The morphology of the developing heart (structure, ultrastructure, metabolism)]. – D: Dnepropetrovskaja gosudarstvennaja medycynskaja akademyja, 220.
10. Martynjuk U. A. (2006). Vikovi, vydovi ta organo -tkanyzni osoblyvosti procesiv perekysnogo okysnennja lipidiv u ptahiv u rann'omu postnatal'nomu periodi [Age, specific and organ-tissue features of lipid peroxidation in birds in the early postnatal period]. *Biologija tvaryn*, 8 (1-2).
11. Mohoreva S.Y., Koloskova O.V. (2008). Korrekcyja melatonynom yzmenenyj aktyvnosty sukcyinatdegidrogenazy v pecheny kryys s eksperymental'noj patologiej pecheny [Melatonin correction of the changes of succinate dehydrogenase activity in the liver of experimental rats with liver disease]. *Ksenobyotyky y zhyvyje systemy. materyaly III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencyj, 22–24 oktjabrja*. Mynsk, (Belorussia), 97-99.
12. Syrota T.V. (2000). The method for determining the antioxidant activity of superoxide dismutase and chemical compounds. Patent of Russian Federation. G01N33/52, G01N33/68. №2144674; declared 24.02.1999; published 20.01.2000.
13. Kazymyrko V. K., Yvanyckaja L. N., Kutovoj V. V. Et al. (2014). Perekysnoe okyslenje lypydov: protyvorechja problemy [Lipid peroxidation: the contradiction of problem]. *Ukrai'ns'kyj revmatologichnyj zhurnal*, 3 (57), 13-17.
14. Jaremchuk T. S. (2011). Pokaznyky energetychnogo obminu ta aktyvnist' fermentiv antyoksydantnogo zahystu pechinky perepeliv v ontogenezi ta za dii' seleniu i kadmiju [Indicators of energy metabolism and activity of antioxidant enzymes in the quail's liver in ontogeneze and for the actions of selenium and cadmium]. *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Kiev, Ukraine. – 20 s.
15. Applegate M. A., Humphries K. M., Szweda L. I. (2008). Reversible inhibition of alpha-ketoglutarate dehydrogenase by hydrogen peroxide: glutathionylation and protection of lipoic acid. *Biochemistry*, 47 (1), 473-478.
16. McLain A. L., Cormier P. J., Kinter M., Szweda L. I. (2013). Glutathionylation of α -ketoglutarate dehydrogenase: The chemical nature and

relative susceptibility of the cofactor lipoic acid to modification. Free radical biology & medicine, 161 – 169.

17. Subhash C.G., Dekker E. E. (1980). Evidence for the Identity and Some Comparative Properties of α -Ketoglutarate and 2-Keto-4-hydroxyglutarate Dehydrogenase. The J. Biol. Chem., 255, 3 (10), 1107-1112.

18. Kresze G.B., Steber L. (1979) Inactivation and Disassembly of the Pyruvate Dehydrogenase Multienzyme Complex from Bovine Kidney by Limited Proteolysis with an Enzyme from Rat Liver. Eur. J. Biochem., 95, 569-578.

19. Minarik P., Tomaskova N., Kollarova M., Antalík M. (2002). Malate Dehydrogenases - Structure and Function. Gen. Physiol. Biophys., 21, 257-265.

20. McLain A. L., Szweda P. A., Szweda L. I. (2011) α -Ketoglutarate dehydrogenase: A mitochondrial redox sensor. Free radical biology & medicine, 45 (1), 29-36.

21. Patel M.S., Korotchkina L.G. (2008). Pyruvate dehydrogenase complex as a marker of mitochondria metabolism. Oxidative Stress Biomarkers and antioxidant protocols. Part II. In: Methods in Mol.Biol.- Ed. D.Armstrong.- Humana Press Inc., Totowa, 186, 255-264.

22. Patel M.S., Korotchkina L.G. (2006). Regulation of the pyruvate dehydrogenase complex. Biochem.Soc.Trans., 34, 217-222.

23. Shinagawa E., Fujishima T., Moonmangmee D. et al. (2002). Purification and Characterization of Membrane-bound Malate Dehydrogenase from Acetobacter sp. SKU 14. Biosci. Biotechnol. Biochem., 66 (2), 298-306.

24. Yudina R.S. (2012). Malate dehydrogenase in plants: Its genetics, structure, localization and use as a marker. Advances in Bioscience and Biotechnology, 3, 370-377.

25. Zhilwan R. (2011). Pyruvate Dehydrogenase Complex Deficiency (PDCD). Undergraduate Research Journal for the Human Sciences, 10.

СПЕЦИФИЧНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДЕГИДРОГЕНАЗ ЦИКЛА КРЕБСА И АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ГУСЕЙ В УСЛОВИЯХ ГИПО- И ГИПЕРОКСИИ

А. В. Яковейчук, И. Ю. Бугонько, М. И. Голубев, Е. А. Данченко

***Аннотация.** Установлено, что в поперечнополосатых мышцах гусей специфичность функционирования дегидрогеназ цикла Кребса состоит в их стремительной активизации в эмбриогенезе, снижении активности после наклева скорлупы и последующей активизации этих ферментов в раннем постнатальном онтогенезе. В тканях желудка повышение активности дегидрогеназ происходит более медленно, с достижением максимума в постнатальном периоде. Данные корреляционного анализа свидетельствуют о согласованности энергетического обмена и перекисного окисления, что подтверждается достоверными корреляционными связями активности 2-оксоглутаратдегидрогеназы и каталазы, пируватдегидрогеназы и глутатионпероксидазы в исследованных мышечных тканях гусей.*

Ключевые слова: баланс, дегидрогеназы, цикл Кребса, антиоксидантная защита, гипоксия, гипероксия, онтогенез, гуси

**SPECIFICITY FUNCTIONING OF THE KREBS CYCLE
DEHYDROGENASES AND ANTIOXIDANT ENZYMES OF GOOSE
MUSCLE TISSUES IN HYPO- AND HYPEROXIA**

O. V. Yakoviiichuk, I. Y. Bugonko, M. I. Golubev, O. O. Danchenko

Abstract. *It was found, that the specificity of functioning of Krebs cycle dehydrogenases in striated muscles of geese is their rapid activation in embryogenesis, decrease of activity after shell pipping and next activation of these enzymes in the early postnatal ontogenesis. In the stomach tissues increasing of dehydrogenases activity occurs more slowly, with a maximum in the postnatal period. The results of correlation analysis show the consistency of energy metabolism and peroxidation, that is confirmed by significant correlation of activity of 2-oksoglutarat dehydrogenase and catalase, pyruvate dehydrogenase and glutathione peroxidase in the muscle tissues of the geese.*

Keywords: *balance, dehydrogenase, Krebs cycle, antioxidant protection, hypoxia, hyperoxia, ontogeny, geese*

УДК 658.8-047.24:[619:001]

**БЕНЧМАРКІНГ І ФАНДРАЙЗИНГ ЯК ЗАСОБИ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ТА ІНТЕНСИФІКАЦІЇ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ
ВЕТЕРИНАРНОЇ НАУКИ**

Ю. С. ГОЛУБ, кандидат ветеринарних наук, доцент

В. В. НЕДОСЄКОВ., доктор ветеринарних наук, професор

М. О. ЖУКОВСЬКИЙ, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: nfvm@ukr.net

***Анотація.** В статті розглядаються такі поняття, як бенчмаркінг і фандрайзинг, а також проблеми фінансування вітчизняної ветеринарної науки. Обговорюються передумови і перспективи впровадження у вітчизняній ветеринарній науці та освіті процесів бенчмаркінгу і фандрайзингу як важливих елементів системи управління науковою діяльністю та ефективних засобів інтенсифікації їх діяльності.*

Ключові слова: *бенчмаркінг, фандрайзинг, ветеринарна медицина, управління, аналіз, наука*

Актуальність. Інтелектуальний капітал завжди був і залишається одним із найцінніших ресурсів будь-якої країни. Україна має високий рівень інтелектуального потенціалу, але існуюча система управління країною, наукою не спроможна його повноцінно реалізовувати і перетворити на готовий продукт [3]. Постійне скорочення видатків держави на науково-дослідні роботи, хронічне мізерне фінансування науково-освітньої галузі, неспроможність провести дієву реформу у цій сфері вже стало, на жаль, візитівкою практично всіх урядів країни. В Законі «Про наукову і науково-технічну діяльність» вказано, що до січня 2020 року держава гарантує фінансування науки в розмірі не менше ніж 1,7 % від ВВП. Але, проблема в тому, що кожного року фінансування науки у відсотках від ВВП, навпаки, зменшується. Якщо у 2015 році воно складало трохи більше 0,2 %, то в поточному році менше за 0,17 % від ВВП [4].

Згадаємо слова колишнього президента США Рональда Рейгана: «Ми виділяємо на науку величезні кошти не тому, що США заможна країна. США – заможна країна саме тому, що ми виділяємо багато коштів на науку» [2]. А президент США Барак Обама на зверненні до нації у 2008 році сказав: «Ми подолаємо нинішню кризу, як і раніше, покладаючись на науку [8]. Як це не банально звучить, але, перш за все, необхідно забезпечити фінансування науки на належному рівні, розділивши фінансові потоки за прозорими схемами конкурсного розподілу коштів та міжнародною експертною оцінкою результатів наукової діяльності [10].

Реформування наукової сфери України є одним із пріоритетних завдань для державної стратегії реформ в цілому, оскільки подальший розвиток держави багато в чому залежать від того чи вдасться побудувати якісну науково-освітню систему. Як не прикро, але руйнування української науки триває і замість рішучих кроків знову маємо зменшення державного фінансування [3]. Ветеринарній науці потрібні не адміністрування, не керування, не керівництво і, навіть, не менеджмент, а сучасна ефективна система управління науковою діяльністю [6].

Мета дослідження – обґрунтувати важливість започаткування і активного впровадження в практичну діяльність вітчизняних наукових організацій ветеринарної галузі процесів бенчмаркінгу і фандрайзингу як важливих елементів системи управління науковою діяльністю та ефективних засобів інтенсифікації їх діяльності.

Матеріали і методи дослідження. Проведений аналіз літературних джерел, матеріалів власних досліджень з питань ветеринарного менеджменту і маркетингу та перспективних напрямків реформування ветеринарної науки.

Результати дослідження та їх обговорення. Останні зміни у філософії менеджменту акцентують підвищену увагу до питань конкуренції [1], до особливостей конкурентної боротьби у всіх сферах діяльності людини, в т. ч. наукової та навчальної. І одним із продуктів еволюційного розвитку світового менеджменту, важливою ланкою концепції конкурентоспроможності став

бенчмаркінг, як один із методів управління [12]. Згодом він почав входити у трійку найпоширеніших методів управління бізнесом у провідних міжнародних корпораціях.

Вперше, як науковий, цей метод був розроблений в 1972 році Інститутом стратегічного планування в Кембріджі (США) для оцінки ефективності бізнесу. Тоді зародилася сама концепція бенчмаркінгу в його сучасному розумінні [9]. Вважають, що цілеспрямовано використовувати бенчмаркінг на практиці вперше почала компанія Rank Xerox (у момент важкої кризи 1979 р.) для аналізу витрат і якості власної продукції в порівнянні з японською. Були отримані позитивні результати, тому його використання активно впроваджувалося багатьма фірмами у 80-х роках минулого століття. Але, як відомо, все нове – це забуте старе і, звичайно, займатися діяльністю, яку сьогодні гучно іменують «бенчмаркінгом» в різних країнах світу у найрізноманітніших його формах почали задовго до інституту в Кембріджі та Xerox. Так, ще древні люди, дивлячись на добротні сусідські будинки, вдале полювання, щедрі земельні ділянки, успішну економічну або творчу діяльність – задавали собі питання: «Чому у інших це так добре виходить?» і намагалися впровадити щось позитивне із того у своєму житті. Або, наприклад, ще здавна японські компанії «позичали» своїх працівників іншим організаціям або просто обмінювалися між собою фахівцями на певний період. Така мудра практика примушувала працівників оцінювати власні внутрішні виробничі процеси в порівнянні з подібними у інших організаціях і повертатися «додому» з новими ідеями, методами і прийомами роботи, що сприяло подальшому розвитку.

Сам термін бенчмаркінг походить від англ. *benchmark* – «початок відліку», а у більш загальному сенсі – це щось, що володіє певною кількістю, якістю і здатністю бути використаним як еталон у разі порівняння з чимось іншим. Визначень поняття «бенчмаркінг» є багато, одними із них є такі: «мистецтво знаходити і впроваджувати кращі практики», «мистецтво виявляти те, що інші організації роблять краще» або «це механізм порівняльного аналізу ефективності роботи однієї компанії з показниками інших більш успішних

фірм». В основу бенчмаркінгу покладена ідея порівняння діяльності не тільки підприємств-конкурентів, але і передових фірм інших галузей. Бенчмаркінг – це систематична діяльність, що спрямована на пошук, аналіз, оцінку і впровадження кращих форм ведення будь-якої справи. Бенчмаркінг у деяких наукових школах (наприклад, у французькій) називають бенчмаркетинг.

Бенчмаркінг вважається найефективнішим напрямком консалтингу, він подібний аудиту, який систематичними оцінками практичної діяльності, спроможний збагачувати інформацією, необхідною для ефективної роботи керівництва організації (хоча сам по собі аудит не сприяє вдосконаленню практичних дій). Більше того, бенчмаркінг є природним інструментом для оцінки, ротації і зміцнення керівництва організаціями та їх підрозділами [5].

Прагнення бути кращими з кращих, відображає суть бенчмаркінгу. А його мета полягає не в тому, щоб щось просто скопіювати, механічно перенести, а в тому, щоб знайти і вивчити кращі практики інших (т. з. вибраних «партнерів», об'єктів для «наслідування»), зрозуміти методи і прийоми їх роботи, за допомогою яких можна підвищити власну ефективність праці. Бо те, що є найкращим для однієї організації (наприклад, агрономічної фірми або ветеринарної аптеки), може мати негативні або, навіть, катастрофічні наслідки для іншої (наприклад, для наукової установи ветеринарної медицини). Практика показує, що грамотне використання досвіду конкурентів і успішних компаній дозволяє скоротити витрати, підвищити прибуток і забезпечити вдалий вибір оптимальної стратегії діяльності вашої організації. Фактично бенчмаркінг – це альтернативний метод стратегічного планування, в якому завдання визначаються не від вже досягнутого вами, а на основі аналізу показників успішних конкурентів.

Сьогодні слово «бенчмаркінг» стає все більш модним серед вітчизняних управлінських кіл, хоча, нажаль, багато хто з управлінців до цього поняття відносяться поки ще насторожено, побоюючись, що ним прикривається промислова, фінансова, інтелектуальна або інша форма крадіжки, шпигунства, розвідки. Такі керівники відносять його до екзотичних продуктів американсько-

японської бізнес-практики. Але це у них від нерозуміння світових тенденцій маркетингу, від сталих традицій компартійного та партійно-адміністративного керівництва, від спроможності тільки керувати, а не управляти. Нажаль, лєвова частка сучасних керівників українських наукових та науково-навчальних закладів використовують, в основному, модифіковану за рахунок оновлених лозунгів систему радянських «партбюро» та «парткомів».

Важливо зазначити, що ефективний бенчмаркінг не є одноразовою дією, це безперервний процес удосконалення (як тільки один напрямок, захід закінчується, починається інший і так постійно). Тому, для отримання бажаної ефективності необхідно зробити його інтегральною частиною процесу інновацій і удосконалень у вашій діяльності.

В останні роки такі організації як урядові агентства, медичні лікарні та університети також почали відкривати для себе переваги бенчмаркінгу і застосовувати його основні постулати для суттєвого поліпшення своєї діяльності [13, 14]. Але є чинники, які обмежують можливості ветеринарної науки ефективно застосовувати бенчмаркінг. По-перше, це відсутність або розмитість чітких критеріїв для об'єктивної оцінки результатів діяльності наукових організацій. Так, промислові компанії можуть вимірювати своє удосконалення, виходячи із скорочення або підвищення об'єму продаж або прибутку, рівня популярності їх товарів, тоді як результати бенчмаркінгу у сфері ветеринарії науки в основному виражаються в якісній формі, суб'єктивному баченні і тому вимагають більш ретельного аналізу. Але критерії існують і один із них – це впровадження наукових розробок у практику і реальний економічний ефект від цього для науковців. Сучасні наукові працівники воліють працювати в атмосфері, де заохочується професійний ріст, новаторське мислення, інновації, високі стандарти, якісні послуги тощо [7].

Існує багато видів бенчмаркінгу: внутрішній, функціональний, оперативний, стратегічний, загальний, глобальний, асоціативний та інші. Внутрішній бенчмаркінг повинен бути відправною точкою будь-якого іншого процесу бенчмаркінгу [17, 18]. Можливо абсолютно прості нововведення в

одній лабораторії, кафедрі зовсім невідомі або недооцінені в інших. Переваги внутрішнього бенчмаркінгу численні. Це і узгодженість роботи, можливість навчатися і займатися діяльністю за низького рівня ризику, залучення «внутрішнього» партнера допоможе виявити потенційні проблеми, які потім будуть враховані у роботі з зовнішніми організаціями [15].

Головна помилка в бенчмаркінгу – не помітити справжньої причини того, чому якась організація діє краще, ніж ваша, не знайти дійсне джерело «блиску» конкурента. Одна з поширених помилок – відсутність підготовки. Перш ніж відвідати, наприклад, інший університет (факультет, кафедру), слід провести ретельну попередню підготовчу роботу: зібрати інформацію із зовнішніх джерел (газети, журнали, річні звіти, електронні ресурси), дізнатися з інших джерел про все, що вас цікавить (консультації з експертами, зустрічі візаві). Важливо зрозуміти, як, наприклад, конкурент розподіляє свої ресурси, зрозуміти його загальну фінансову силу і все, що допоможе вам виявити причини переваги одних організацій у порівнянні з іншими. Для досягнення більш ефективного результату рекомендують не тільки знайти такі організації і накопичувати інформацію про їх діяльність, але й встановити прямі контакти з ними [16].

Реалізація нових ідей потребує коштів і немалих. Це стосується і впровадження процесу бенчмаркенгу у ветеринарних наукових підрозділах. Все більше і більше організацій в нашій країні стикаються з необхідністю отримувати такі кошти через систему грантів. Грант – це цільова субсидія, що надається на конкурсній основі організації, ВУЗу, кафедрі, лабораторії, ініціативній групі або окремій особі для реалізації якогось проекту. Що ж необхідно для того, щоб зробити власну організацію, установу чи творчий колектив одним з грантоотримувачів? Потрібний фандрайзинг (fundraising). В українській мові зустрічається два варіанти написання, і відповідно, вимови даного терміну – «фандрейзинг» і «фандрайзинг», ми будемо використовувати більш поширений другий варіант. Термін «фандрайзинг» (з англ.: fund – кошти, фінансування; raise – піднімати, добувати, збирати; т.ч. українською можна

сказати, що це збирач, добувач коштів) означає пошук ресурсів (людей, устаткування, інформації, часу, грошей та інше) для реалізації проектів або підтримання існування організації. Це ціла наука про успішне переконання інших у тому, що діяльність вашої організації заслуговує уваги і підтримки, це один із поширених способів економічного виживання. У самому загальному сенсі цим терміном інколи позначається «мистецтво випрошування грошей». Але це не так, це не випрошування грошей. Випрошують милостиню, а організація, яка працює в науковій сфері, потребує не «подачок», а фінансування, зробленого усвідомлено. Фандрайзинг – це не пошук грошей, а це комплексна діяльність із вирішення конкретних проблем, для виконання яких потрібні гроші!

У центрі фандрайзингової діяльності стоїть особлива людина – фандрайзер або менеджер із фандрайзингу та успішність залучення коштів багато в чому залежить від того, наскільки ця людина володіє професійними навичками і сама вірить у те, у чому намагається переконати інших. Які джерела фандрайзингу? Це можуть бути вітчизняні або іноземні приватні компанії, або окремі особи, державні підприємства, установи і недержавні фонди тощо. Вони можуть бути інвесторами, спонсорами, донорами, меценатами або грантодавцями.

Завданнями, що стоять перед фандрайзером складні й основні із них це: пошук потенційних донорів та постійна робота з ними (підтримка і розвиток зв'язків); формування громадської думки щодо діяльності організації (колективу), збір листів підтримки, придбання авторитету; вміння виявити інтереси потенційних донорів та довести їм, що ваша організація як найкраще спроможна виконати завдання, що пов'язані із цими інтересами; вміння своєчасно та правильно скласти заявку (письмове звернення до грантодавчої організації, фонду із проханням про виділення гранту) та інші. Таким чином, фандрайзинг – це складний і важливий процес, це не халява, а наука і мистецтво [10]. Класичний фандрайзинг, як наука, робить акцент на тому, що в центрі всього процесу діяльності перебуває людина. Залучення фінансів – це завжди і залучення людей. Завоювати донора – це перш за все значить не

розчарувати його. Потенційні донори, як покупці, головне завдання – зрозуміти їх інтереси та продати їм ідеї. Зазвичай донори дають гроші на фінансування можливостей, а не потреб, дають гроші успішним, а не нужденним. Фандрайзер – це потрібна людина в потрібному місці в потрібний час.

В даний час фандрайзингова діяльність в Україні тільки зароджується і в цій сфері, в тому числі і у галузі ветеринарної медицини, мало професіоналів, які мають спеціальну підготовку і досвід фандрайзингу, здатних ефективно залучати ресурси в об'єкти ветеринарної наукової діяльності. І таку ситуацію слід терміново виправляти. Міністерство науки і освіти, Національна академія наук України мали б ввести посади фандрайзера до штатного розпису наукових колективів та організувати систему навчання, а в подальшому і курси підвищення кваліфікації (можливо на базі провідних університетів, наукових установ) майбутніх ветеринарних фандрайзерів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. 1. Україна має високий рівень інтелектуального потенціалу, але в сучасних умовах вона не спроможна його повноцінно реалізовувати, перетворити в готовий продукт і отримати економічний ефект. Потрібна ефективна управлінська система.

2. Руйнування української науки триває, в т.ч. і науки, яка так потрібна для практичної ветеринарної медицини. Але наука – можливо, найважливіша складова загальної національної безпеки, а ветеринарна наука – харчової, епізоотичної, екологічної, соціальної безпеки. Місія науки – генерувати візії подальшого розвитку країни, галузі. Тим не менше, замість рішучих кроків маємо зменшення державного фінансування, у відповідь на що адміністрації ветеринарних наукових установ переводять своїх працівників на 0,75; 0,5; 0,25 ставки. Пояснюючи такі дії порятунком колективу, керівники закладів насправді допомагають урядові приховувати безробіття.

3. Десятиліттями назріла модернізація національної ветеринарної науки вимагає створення дієвої системи для розробки, аналізу, тестування та здійснення змін, які приведуть до її поліпшення. Це вимагає організованого і

систематичного підходу, а також часу і ресурсів. Як-то кажуть – терапія тут безсила, потрібна хірургія! І бажано оперативна!

4. Одним із продуктів еволюційного розвитку світового менеджменту, став бенчмаркінг, як один із методів управління. Бенчмаркінг – це систематична діяльність, що спрямована на пошук, аналіз, оцінку і впровадження кращих форм ведення будь-якої справи. Його можна розглядати як один з найважливіших напрямків стратегічно орієнтованих маркетингових досліджень. Це альтернативний метод стратегічного планування, в якому завдання визначаються не від вже досягнутого вами, а на основі аналізу показників конкурентів. Прагнення бути кращими з кращих, відображає суть бенчмаркінгу.

5. Бенчмаркінг – це дослідницько-аналітичний вид діяльності. І наукова діяльність, в т.ч. і ветеринарна – теж дослідницько-аналітичний вид. Тому, для власного виживання і розвитку ветеринарна наука просто зобов'язана займатися цим дослідницько-аналітичним процесом.

6. Існує багато видів бенчмаркінгу, але внутрішній бенчмаркінг повинен бути відправною точкою. Головні помилки у цьому процесі – не помітити справжньої причини того, чому якась організація діє краще, ніж ваша та відсутність необхідної підготовки до такої діяльності.

7. Реалізація нових ідей потребує коштів. Це стосується і впровадження процесу бенчмаркенгу у ветеринарних наукових підрозділах. Все більше і більше організацій в нашій країні намагаються отримувати такі кошти через систему грантів. Тому потрібна активна фандрайзингова діяльності та особлива людина – фандрайзер або менеджер з фандрайзингу. Тому, що залучення коштів багато в чому залежить від того, наскільки ця людина володіє професійними навичками і сама вірить у те, у чому намагається переконати інших.

8. В даний час фандрайзингова діяльність в Україні тільки зароджується і в цій сфері, в тому числі і у галузі ветеринарної медицини, мало професіоналів, які мають спеціальну підготовку і досвід фандрайзингу, здатних ефективно

залучати ресурси в об'єкти ветеринарної наукової діяльності. І таку ситуацію слід терміново виправляти. Необхідно ввести до штату кожної ветеринарної наукової установи посаду фандрайзера – спеціаліста (науковця-менеджера), який, після ґрунтового навчання опікувався б національними та міжнародними грантами та мав би відповідну матеріальну та моральну мотивацію від своєї діяльності.

Список літератури

1. Армстронг Г. Маркетинг. Загальний курс / Г. Армстронг, Ф. - Котлер, 5-те видання.: Пер. з англ.: Уч. пос.- М.: Видавн. Дім «Вільямс», 2007. – 608с.
2. Вики-цитатник [Електронний ресурс] Рональд Рейган – Режим доступу: https://ru.wikiquote.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B4_%D0%A0%D0%B5%D0%B9%D0%B3%D0%B0%D0%BD (дата звернення 12.09.2016 р.). – Назва з екрана.
3. Гаврилів Т. Українська наука: зреформувати незреформовне [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://novostiua.org/news...zreformuvati_nezreformovne/ (дата звернення 8.09.2016 р.). – Назва з екрана.
4. Глава профсоюзу НАНУ: "Украинская наука держится на голом энтузиазме" 25.08.2016 - 08:38 [Electronic resource] – Режим доступу: <https://styler.rbc.ua/rus/intervyu/anatoliy-shirokov-zhelatelno-nashey-vlastnoy-1472053414.html> (дата звернення 12.09.2016 р.). – Назва з екрана.
5. Голуб Ю. С. Основи маркетингової діяльності ветеринарних організацій / Ю. С. Голуб, В. М. Шевчук. – Методичні вказівки. – К., 2013. – 67 с.
6. Голуб Ю. С. Менеджменту та маркетинг у ветеринарній медицині: основи управління біологічними процесами та імунобіологічними засобами: посібник / Ю. С. Голуб, В. В. Недосєков, О. І. Албулов. – Херсон: Грін Д. С., 2015. – 660 с.
7. Етичний кодекс фандрайзерів [Електронний ресурс] // Інститут Професійного Фандрайзингу – Режим доступу: <http://fundraiser.org.ua/pro/dokumenty-ipf/etychnyj-kodeks-fandrajzeriv/> (дата звернення 6.09.2016 р.). – Назва з екрана.
8. Избранный президент США Барак Обама обратился в среду к согражданам с призывом объединить усилия для преодоления экономического кризиса. 25 декабря 2008 года, 11.47 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.chaskor.ru/news/obama_obratilsya_k_natsii_2231 (дата звернення 12.09.2016 р.). – Назва з екрана.
9. Огородник В. О. Фандрайзинг – інструмент активізації соціально-відповідальної взаємодії суб'єктів суспільних відносин / Економіка і організація управління. – 2014. – №1 (17) – 2(18). – С. 195-199.
10. Пропозиції по реформуванню наукової сфери України [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://www.bitp.kiev.ua/files/doc/young/proposals_for_reforming_science.pdf (дата звернення 26.08.2016 р.). – Назва з екрана.

11. «Фандрейзинг – це не халява, а наука і мистецтво» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://besplatno1.narod.ru/fandr.htm> (дата звернення 26.08.2016 р.). – Назва з екрана.

12. Щедровицкий Г. П. Философия. Наука. Методология. – М., 1996. – 641 с.

13. Bucknall, C. E., Ryland. I., Cooper. A., et al (2000) National benchmarking as a support system for clinical governance. Journal of the Royal College of Physicians of London, 34, 52–56.

14. Bullivant, J. R. N. (1996) Benchmarking in the UK National Health Service. International Journal of Health Care Quality Assurance, 9, 9–14.

15. Ellis, J. (1995) Using benchmarking to improve practice. Nursing Standard, 9 (35), 24–30.

16. Lenz, S., Myers, S., Norlund. S. et al (1994) Benchmarking: finding ways to improve. Journal on Quality Improvement, 20, 250–259.

17. Patterson, P. (1993) Benchmarking study identifies hospitals' best practices. OR Manager, 9 (4), 11–15.

18. Sussex, J. (1999) Cost benchmarking - utilities show the way. British Journal of Healthcare Management, 5, 265–267.

БЕНЧМАРКИНГ И ФАНДРАЙЗИНГ КАК СПОСОБЫ ТРАНСФОРМАЦИИ И ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ

Ю. С. Голуб, В. В. Недосеков, М. О. Жуковский

***Анотация.** В статье рассматриваются такие понятия как бенчмаркинг и фандрайзинг, а также проблемы финансирования отечественной ветеринарной науки. Обсуждаются предпосылки и перспективы внедрения в отечественную ветеринарную науку и образование процессов бенчмаркетинга и фандрайзинга как важных элементов системы управления научной деятельностью и эффективных способов интенсификации их деятельности.*

***Ключевые слова:** бенчмаркинг, фандрайзинг, ветеринарная медицина, управление, анализ, наука*

BENCHMARKING AND FUNDRAISING AS MEANS OF TRANSFORMATION OF DOMESTIC AND INTENSIFICATION VETERINARY SCIENCE

Y. S. Golub, V. V. Nedosekov, M. O. Zhukovskyi

***Abstract.** The article deals with concepts such as benchmarking and fundraising, as well as the problem of financing the national veterinary science. We discuss conditions and prospects for implementation in the domestic veterinary science and education and fundraising processes of benchmarking as an important*

element of managing scientific activities and effective means of intensifying their activities.

Keywords: *benchmarking , fundraising, veterinary medicine, management , analysis , science*

**МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ – МЕТОД ВЕТЕРИНАРНО-
САНІТАРНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ**

О. Ф. УШАКОВ, аспірант*

Одеський державний аграрний університет

Т. В. ТАРАН, кандидат ветеринарних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: ttaran@ukr.net

***Анотація.** В Україні надходить в реалізацію значна кількість ковбасних виробів, які можуть мати певний ризик для здоров'я споживача. Мета дослідження – провести мікроструктурний аналіз ковбасних виробів. Завдання дослідження – провести дослідження варених, напівкопчених, сирокочених ковбасних виробів різних найменувань та виробників, що реалізують у супермаркетах м. Одеса. Метод дослідження – гістологічний. Встановлено, що досліджені варені ковбаси фальсифіковано шляхом внесення у фарш субпродуктів більше від норми на 13,3 %, жиру – на 15 %, також виявлено хрящову тканину – 6 %, не ідентифіковані домішки – 8 %, що не відповідає вимогам чинних нормативно-правових актів. Під час дослідження напівкопчених ковбас із 4 дослідних проб лише одна відповідала вимогам. Інші ковбасні виробимістили: 40 % – субпродуктів; 10 % хрящової тканини і 4 % домішок, у двох ковбасах відзначали збільшення вмісту жиру від норми понад 20 %. У сирокочених ковбасах було виявлено серцеву тканину з домішками гіалінового хряща, жиру понад 10% та неідентифікованих домішок 5%. Таким чином встановлено, що практично всі досліджені ковбасні вироби виготовлені з порушенням рецептури.*

Запропоновано до системи контролю безпечності та якості ковбасних виробів ввести мікроструктурний аналіз.

***Ключові слова:** ковбасні вироби, гістологічні дослідження, ветеринарно-санітарна експертиза*

Актуальність. Нині в Україні виробляють значну кількість ковбасних виробів, які можуть мати ризик для здоров'я споживача [1].

Особливо актуальні питання ветеринарно-санітарного контролю ковбасних виробів, якщо їх виготовляють на м'ясопереробних підприємствах та

* Науковий керівник – доктор ветеринарних наук В. М. Ковбасенко

суб'єктами індивідуального підприємництва, де не впроваджена система самоконтролю якості відповідно до вимог НАССР [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Встановлено, що людина без шкоди для здоров'я може не вживати повноцінні білки, зокрема м'ясні, лише 4 місяці на рік. Крім того, з м'ясопродуктами в організм людини надходять вітаміни групи В і РР, калій, фосфор та інші необхідні мінеральні та біологічно активні речовини [3, 4].

Проте в сучасних умовах викликає занепокоєння використання в ковбасному виробництві сої та кукурудзи. Деякі виробники м'ясопродуктів не маркують свою продукцію щодо вмісту ГМО. Тому, нині є необхідність контролю за виробництвом ковбасних виробів і за їх чітким маркуванням [5, 6].

В Україні, відмовившись практично від виробництва продукції за ДСТУ, підприємства розробляють і затверджують свій асортимент у, так званих, технічних умовах, що часто дозволяє виготовляти м'ясну продукцію з якісними показниками, що не відповідають державним стандартам, зокрема, щодо вмісту не зазначених у нормативно-правових актах та маркуванні складників [7].

Фальсифікація ковбасних виробів відбувається, в першу чергу, частковою заміною високосортного м'яса низькосортним, субпродуктами, свинячими шкурами, соєю і навіть органами і тканинами тварин, які взагалі не застосовують у харчовій промисловості. Також використовують у виробництві малоцінні добавки, не передбачені рецептурою (гортань, трахея, стравохід, шлунок, сім'яники, матка тощо) [8]. Поширено використання під час виготовлення ковбасних виробів м'ясної маси, яку отримують за умови дообвалювання кісток. У ній залишається значна кількість мікроскопічних кісток, що ушкоджують слизову оболонку шлунково-кишкового тракту під час вживання продукту. Кількість м'ясної маси, яку додають у ковбаси становить 40-76 % в залежності від виду і сорту ковбас. Проте на виробках часто немає відповідного маркування [9].

Мета дослідження – провести мікроструктурний аналіз ковбасних виробів. **Завдання дослідження** – провести дослідження варених,

напівкопчених, сирокочених ковбасних виробів різних найменувань та виробників, що реалізують у супермаркетах м. Одеса.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у 2015 році в лабораторії кафедри епізоотології, паразитології та ветсанекспертизи Одеського державного аграрного університету.

Матеріалом для досліджень були 12 проб варених, напівкопчених та сирокочених ковбас вищого гатунку відомих українських виробників, які закуповували у супермаркетах м. Одеса, (табл.1). Кожен вид ковбас був відібраний у кількості 3 одиниць із різних партій.

1. Перелік досліджуваних ковбасних виробів

№	Найменування ковбас	НД, за якою виготовлені ковбаси	Виробник
Варені			
1	Любительська свиняча	ДСТУ 4436:2005	П/П «Алан»
2	Любительська		ТОВ «ВЕККА»
3	Теляча	ТУ У 15.1-31806583-002-2002	П/П «Сегросс»
4	Теляча з вершками	ДСТУ 4436:2005	ТОВ «Єрмеївсий»
Напівкопчені			
5	Одеська	ТУ У 15.1-25531939-008:2007	ТОВ «ВЕККА»
6	Одеська	ДСТУ 4427:2005	ТОВ «Гармаш»
7	Українська		ТОВ «Колос»
8	Українська		ТОВ «Залож»
Сирокопчені			
9	Московська	ДСТУ 4427:2005	П/П «Алан»
10	Московська		ТОВ «ВЕККА»
11	Особлива		ПРАТ «Роганський м'ясокомбінат»
12	Особлива		ТОВ «Колос»

Мікроструктурний аналіз ковбасних виробів проводили за ДСТУ 7063:2009 «Напівфабрикати м'яса та м'ясо-рослинні січені. Визначення складників мікроструктурним методом» та методичних рекомендацій [10].

Результати досліджень та їх обговорення. Проведеним мікроструктурним аналізом ковбас, встановлено, що практично всі вони виготовлені з порушенням рецептури (табл. 2).

2. Мікроструктурний аналіз складу фаршу дослідних ковбас

(n = 12)

Види ковбас	Наповнювачі, кількість ковбас (шт.)							
	субпродукти вище за норму на		жир вище за норму на		гіаліновий хрящ		не ідентифіковані домішки	
	к-ть проб	%	к-ть проб	%	к-ть проб	%	к-ть проб	%
Варені	4	13,3	2	15,0	2	6,0	3	8,0
Напівкопчені	3	40,0	2	20,0	3	10,0	3	4,0
Сирокопчені	4	30,0	4	10,0	4	15,0	4	5,0
ВСЬОГО	11	70,0	8	45,0	9	31,0	10	17,0

Згідно ДСТУ 4436-2005 варені ковбаси вищого гатунку повинні містити не менше 20% яловичини знежилованої вищого гатунку або 35% яловичини знежилованої вищого гатунку та свинини не жирної в будь-якому співвідношенні та не більше 30% субпродуктів першої категорії (язик, печінка, серця яловичі, баранячі, свинячі) та спеції. Про щільну сполучну тканину (хрящову) та інші домішки у ДСТУ не зазначено. Проте з результатів досліджень, наведених у таблиці 2 видно, що варені ковбаси фальсифіковано шляхом внесення у фарш субпродуктів більше від норми на 13,3 %, жиру – на 15 %, також відзначали наявність хрящової тканини в кількості 6 % та не ідентифіковані домішки– 8 %.

Результати мікроструктурного дослідження варених ковбас представлено на рисунках 1 і 2.

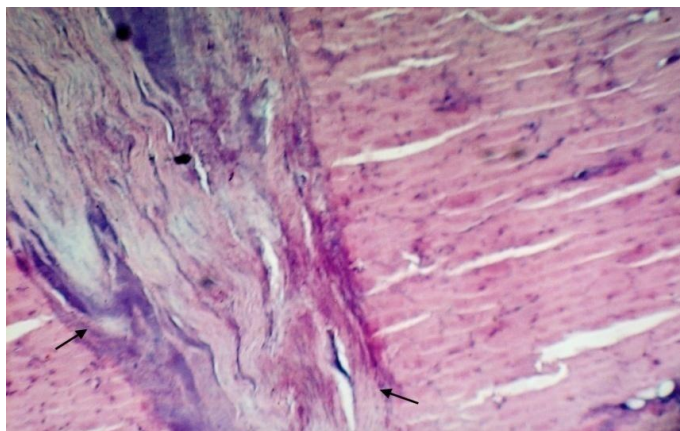


Рис. 1. Проба вареної ковбаси № 2. Фарш мелений. Щільна сполучна тканина. Гематоксилін та еозин.× 60

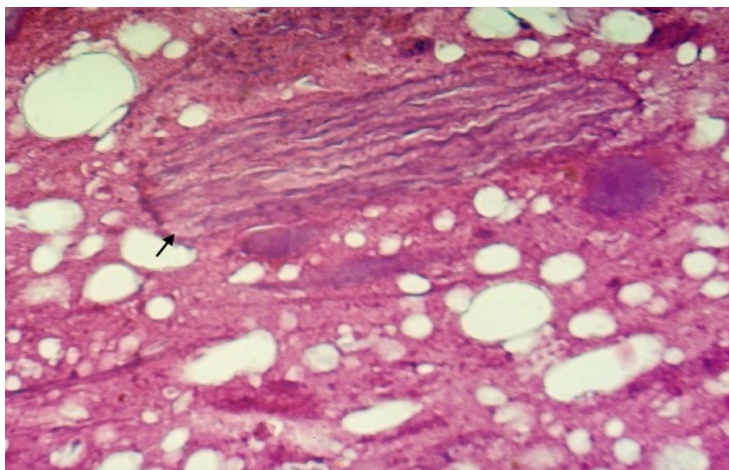


Рис. 2. Проба вареної ковбаси № 3. Фарш кутерований із домішками сполучної тканини. Гематоксилін та еозин.×100.

Також під час досліджень варених ковбас були виявлені не ідентифіковані домішки (рис.3).

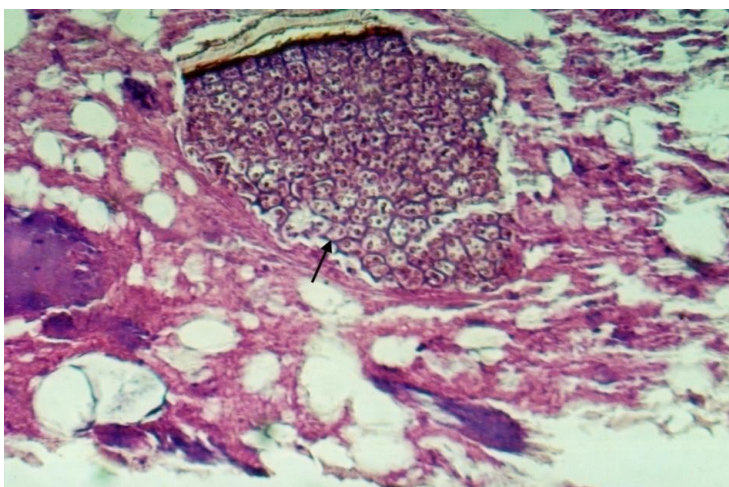


Рис. 3. Проба вареної ковбаси № 4. Фарш кутерований. Не ідентифіковані домішки. Гематоксилін та еозин.×100

Відповідно ДСТУ 4435:2005 ковбаси напівкопчені вищого ґатунку повинні містити: яловичину вищого ґатунку односортну, ковбасну; свинину не жирну або напівжирну односортну ковбасну; конину вищого і першого ґатунку, не менше 100% зокрема: яловичину вищого ґатунку, односортну, ковбасну не

більше 40%; свинину жирну ковбасну; сало ковбасне хребтове та бокове, грудинку свинячу не більше 50%; м'ясо птиці не більше 10%.

Під час дослідження напівкопчених ковбас із 4 дослідних проб лише одна – № 7 відповідала вимогам ДСТУ 4435:2005. Згідно таблиці 2 три ковбасні вироби, які було досліджено містили: 40% субпродуктів; 10% хрящової тканини і 4% домішок, а у двох ковбасах відзначали збільшення вмісту жиру від норми понад 20 % (рис.4)

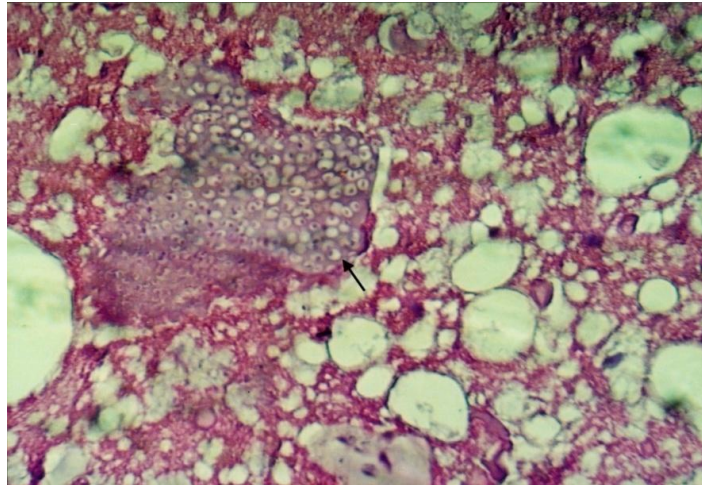


Рис. 4. Проба напівкопченої ковбаси № 6. Фарш кутерований. Гіаліновий хрящ. Гематоксилін та еозин.× 100.

За ДСТУ 4427:2005 сирокопчені ковбаси вищого ґатунку повинні містити: яловичину першого та вищого ґатунку не менше 20% або свинину не жирну не менше 100%.

У сирокопчених ковбасах дослідних проб було виявлено серцеву тканину з домішками гіалінового хряща (рис.5).

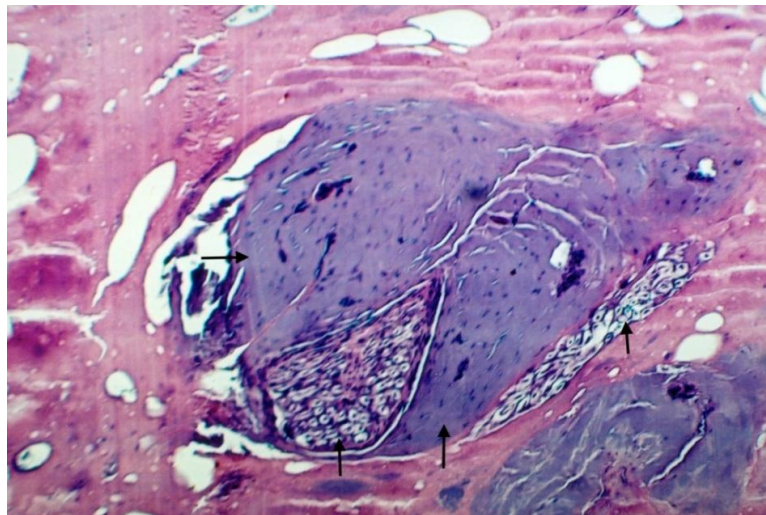


Рис. 5. Проба сирокопченої ковбаси № 10. Фарш мелений. Серцева тканина з домішками хрящової тканини. Гематоксилін та еозин.×60

У досліджених пробах сирокопчених ковбас також виявлено жиру понад 10 % та не ідентифікованих домішок 5 %.

Особливу небезпеку становить вміст у сирокопчених ковбасах не ідентифікованих домішок, серед яких можуть бути і токсичні складові (рис. 6,7).

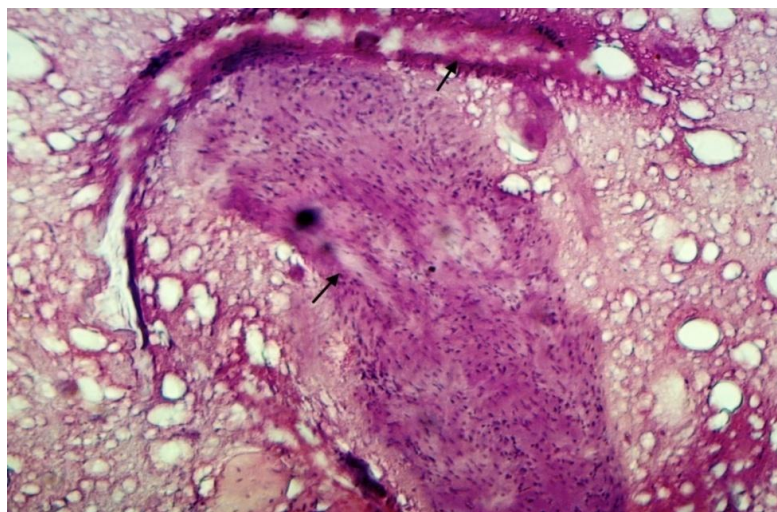


Рис. 6. Проба сирокопченої ковбаси № 11. Фарш кутерований. Не ідентифіковані домішки. Гематоксилін та еозин.× 100

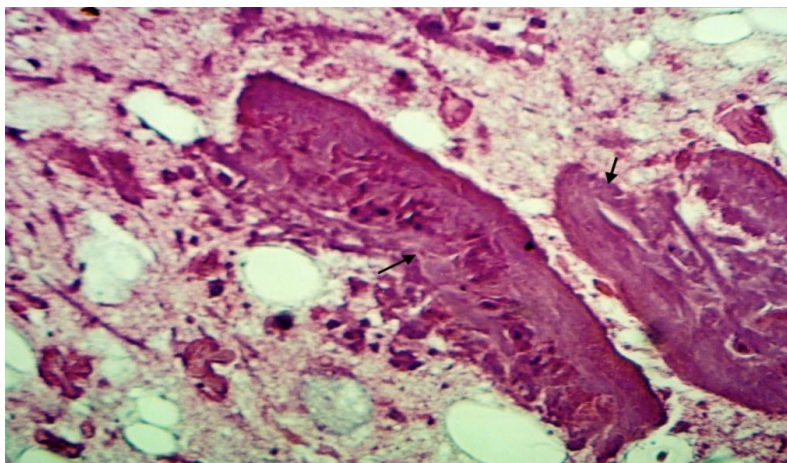


Рис. 7. Проба сирокопченої ковбаси № 9. Фарш кутерований. Не ідентифіковані домішки. Гематоксилін та еозин. ×100.

Висновки

1. Встановлено, що варені ковбаси вітчизняних виробників П/П «Алан», ТОВ «Векка», П/П «Сегрос», ТОВ «Єреміївський» були фальсифіковані внесенням до їх складу більше норми субпродуктів на 13,3 %, жиру – 15 %, компонентами, що не мають бути у фарші: хрящовою тканиною – 6 %, неідентифікованими домішками – 8 %.
2. Напівкопчені ковбаси виробників ТОВ «Векка», ТОВ «Гармаш», ТОВ «Залож» не відповідали вимогам ДСТУ, оскільки містили субпродукти – 40 %, хрящову тканину – 10 %, неідентифіковані домішки – 4 %; у двох пробах, крім того, відзначали вміст жиру на 20% більше порівняно з нормою.
3. У сирокопчених ковбасах виробників П/П «Алан», ТОВ «Векка», ПРАТ «Роганський м'ясокомбінат», ТОВ «Колос» було виявлено серцеву тканину та гіаліновий хрящ, які не зазначено в ДСТУ, як їх складову. Крім того, виявлено на 10 % більше жиру та неідентифіковані домішки у кількості 5 %.

Список літератури

1. Кудряшова А.А. Вторичные ресурсы и их использование для решения продовольственных, экологических и энергетических проблем / А.А. Кудряшова, Е.И. Лебедев, Х.Х. Ариас Депре// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – №12. – С. 45-46.
2. Акименко Е.А. Внедрение системы управления безопасностью пищевой продукции / Е.А. Акименко // Стандарты и качество. – 2008. – № 2. – С. 90-92.

3. Козак В.Л. Оцінка якості м'ясо-туш і м'ясопродуктів / В.Л.Козак // Вісник аграрної науки. – 1992. – №3. – С.45-46.
4. Лысая Н.Г. Пищевая ценность мяса и показатели его качества / Н.Г. Лысая, С.А. Петя // Мясное дело – 2002. – №1. – С.16-17.
5. Пасічний В. Н. Характеристика основної м'ясної сировини та субпродуктів для виробництва ковбасних виробів вареної групи / В. Пасічний, О.Захандревич// Мясное дело. – 2008. – №1. – С. 39-42.
6. Пасечный В.Н. Пищевые добавки в производстве продуктов питания / В.Н. Пасечный, П.Н. Сабадаш // Продукты и ингредиенты. – 2007. – №4. – С. 27 – 29.
7. Касянчук В.В. Сучасні міжнародні вимоги щодо безпеки харчових продуктів / В.В. Касянчук// Ветеринарна медицина України. – 2000. – №5. – С.18-19.
8. Коцюмбас Г.І. Експертиза ковбасних виробів гістологічним методом / Г.І. Коцюмбас, О.М. Щербаківська, І.Я.Коцюмбас. – Львів. – 2012. – 103 с.
9. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л. Г. Винникова // Киев. – ИНКОС. – 2006. – 600 с.
10. Научно-методические рекомендации по микроструктурному анализу мяса и мясных продуктов /[под ред. Хвыли С.И.] – М.: ВНИИМП. – 2002. – 41.

References

1. Kudryashova A. A. Vtorychnye resursy y ykh yspol'zovanye dlya reshenyya prodovol'stvennykh, tkolohchyestykh enerhetycheskykh problem / A. A. Kudryashova, E. Y. Lebedev, Kh. Kh. Aryas Depre // Khraneniye y pererabotka sel'khozsyrya. – 2000. – № 12. – S. 45 – 46.
2. Akymenko E. A. Vnedreniye systemy upravleniyya bezopasnost'yu pyshchevoy produktsyy / E. A. Akymenko // Standarty ykachestvo. – 2008. – № 2. – S. 90 – 92.
3. Kozak V. L. Otsinka yakosti m'iaso-tushim'iaso produktiv / V. L. Kozak // Visnyk ahrarnoi nauky. – 1992. – № 3. – S. 45 – 46.
4. Lysaya N. H. Pyshchevayatsennost' myasay pokazatelyeho kachestva / N. H. Lysaya, S. A. Petya // Myasnoe delo – 2002. – №1. – S.16 – 17.
5. Pasichnyi V. N. Kharakterystyka osnovnoi m'iasnoi syrovyny ta subproduktiv dlia vyrobnytstva kovbasnykh vyrobiv varenoi hrupy / V. Pasichnyi, O. Zakhandrevych // Miasnoedelo. – 2008. – №1. – S. 39 – 42.
6. Pasechnyy V. N. Pyshchevye dobavky v proyzvodstve produktov pytanyya / V. N. Pasechnyy, P. N. Sabadash // Produkty y ynhredyenty. – 2007. – №4. – S. 27 – 29.
7. Kasianchuk V. V Cuchasni mizhnarodni vymohy shchodo bezpeky kharchovykh produktiv / V. V. Kasianchuk // Veterynarna medytsyna Ukrainy. – 2000. – № 5. – S. 18 – 19.
8. Kotsiumbas H. I. Ekspertyza kovbasnykh vyrobiv histolohichnym metodom / H. I. Kotsiumbas, O. M. Shcherbakivska, I. Ia. Kotsiumbas. – Lviv. – 2012. – 103 s.

9. Vynnykova L. H. Tekhnolohyya myasa y myasnykh produktov / L. H. Vynnykova // Kyev. – YNKOS. – 2006. – 600 s.

10. Nauchno-metodycheskiye rekomendatsyy po mykrostrukturnomu analyze myasa y myasnykh produktov / [podred. KhvylyS.Y.] – M.: VNYIMF. – 2002. – 41.

МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ – МЕТОД ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

О. Ф. Ушаков, Т. В. Таран

***Аннотация.** В Украине поступает в реализацию значительное количество колбасных изделий, которые могут представлять определенный риск для потребителя. Цель исследования – провести микроструктурный анализ колбасных изделий. Задачи исследования – провести исследования вареных, полукопченых, сырокопченых колбасных изделий различных наименований и производителей, реализуемых в супермаркетах г. Одесса. Метод исследования – гистологический. Установлено, что исследованные вареные колбасы фальсифицировано путем внесения в фарш субпродуктов больше нормы на 13,3%, жира – на 15%, также обнаружено хрящевую ткань – 6%, неидентифицированные примеси – 8%, что не соответствует требованиям действующих нормативно-правовых актов. Во время исследования полукопченых колбас из 4 проб только одна – № 7 отвечала требованиям. Другие колбасные изделия содержали 40% – субпродуктов, 10% хрящевой ткани и 4% неидентифицированных примесей, в двух колбасах отмечали увеличение содержания жира более чем на 20%. В сырокопченых колбасах было обнаружено сердечную ткань с примесью галинового хряща, жира более 10%, неидентифицированных примесей 5%. Таким образом установлено, что практически все исследованные колбасные изделия изготовлены с нарушением рецептуры. В перспективе исследовать колбасы других производителей. Предлагаем в систему контроля безопасности и качества колбасных изделий ввести микроструктурный анализ.*

***Ключевые слова:** колбасные изделия, гистологические исследования, ветеринарно-санитарная экспертиза*

MICROSTRUCTURAL ANALYSIS AS A METHOD OF VETERINARY-SANITARY EXAMINATION SAUSAGE

A. Ushakov, T. Taran

***Abstract.** Relevance – in Ukraine comes to the implementation of a significant amount of sausage products that may pose a risk to the consumer. The goal – to conduct analysis of the microstructure of sausages. Tasks – to carry out studies cooked, smoked, smoked sausages and different kinds of manufacturers sold in the supermarkets Odessa. Method – histology. Results. It was found that the investigated boiled sausages falsified by making beef offal in overweight 13.3%, oil – by 15%, also found cartilage – 6% unidentified impurities – 8%, which is not in accordance*

with normative legal acts . During the study, half-smoked sausages of 4 samples, only one – № 7 meets the requirements. Other sausages contain 40% – by-products; Cartilage 10% and 4% of the impurities in two sausages marked increase in fat content from the norm more than 20%. The smoked sausages were found to cardiac tissue with an admixture of hyaline cartilage, fat, more than 10%, not indetifitsirovannyh 5% impurities. Thus, it found that almost all the investigated sausages are made in violation of the formulation.

Prospects. Proissledovat sausages from other manufacturers. We offer sausages safety and quality control system to enter the microstructural analysis.

Keywords: sausages, histological studies, veterinary and sanitary examination

**ВМІСТ ЦЕРУЛОПЛАЗМІНУ В СИРОВАТЦІ КРОВІ СВИНЕЙ
РІЗНИХ ТИПІВ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА
ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТРЕСУ**

А. П. ВАСИЛІВ, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: andriyvasiliv@gmail.com

Анотація. Встановлено достовірний вплив коркових процесів на вміст церулоплазміну в сироватці крові тварин. Сила і врівноваженість коркових процесів чинить достовірний вплив на вміст церулоплазміну в сироватці крові тварин протягом всього періоду досліджень ($\eta^2_x=0,30-0,51$; $p<0,05-0,001$). Однак, вміст церулоплазміну у свиней сильних типів вищої нервової діяльності до дії технологічного подразника достовірно не різниться, а в свиней слабого типу вищої нервової діяльності нижче на 12,1-14,7 % ($p<0,01$) від показника тварин сильних врівноважених типів вищої нервової діяльності.

Технологічний стрес нівелює вплив врівноваженості коркових процесів до 7-ї доби після дії стрес-фактору на вміст церулоплазміну в сироватці крові свиней, тоді як вплив сили коркових процесів тільки зростає ($\eta^2_x=0,53$; $p<0,001$). Технологічний стрес сприяє зниженню вмісту церулоплазміну в сироватці крові тварин всіх типів вищої нервової діяльності. У тварин сильних і врівноважених типів вищої нервової діяльності вміст церулоплазміну знижується на 25-26 % ($p<0,001$), а у тварин свиней сильного неврівноваженого та слабого типів вищої нервової діяльності відповідно у 1,8 та 1,5 рази ($p<0,001$). Динаміка зростання вмісту церулоплазміну в сироватці крові тварин після технологічного стресу залежить від типологічних особливостей нервової системи, що підтверджується встановленими функціональними зв'язками.

Ключові слова: вища нервова діяльність, церулоплазмін, технологічний стрес, свині

Актуальність. Індивідуальні особливості коркових процесів зумовлені спадковістю, фізіологічним станом, життєвим досвідом тварин та іншими численними чинниками [1]. Відмінності у реакції тварин на різні стресові фактори та швидкість адаптації до них у тварин різних типів вищої нервової діяльності різняться [2-5]. Пристосування до мінливих умов існування відбувається за рахунок пластичності тваринного організму, яка проявляється у

*Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор В. І. Карповський

певних функціональних перебудовах і залежить від сили, врівноваженості та рухливості нервових процесів, а отже визначається типом його вищої нервової діяльності.

Церулоплазмін (ЦП) – купрумвмісна феррооксидаза (КФ.1.16.3.1). Основним джерелом синтезу ЦП в організмі є печінка, однак і деякі інші тканини також здатні його виробляти [6]. Процеси, в яких бере участь ЦП, мають як ферментативну, так і неферментативну природу [5, 7]. Серед різноманітних функцій ЦП в даний час можна виділити такі основні: транспорт і регулювання обміну Купруму в крові і органах; ферооксидазна дія і іммобілізація сироваткового Феруму; антиоксидантна дія; участь у гострофазних реакціях та регуляція рівня біогенних амінів в організмі [7]. Тому, актуальним напрямом наукових досліджень є вивчення вмісту церулоплазміну в сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за технологічного стресу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зменшення впливу техногенних факторів чинить позитивний вплив на продуктивність та резистентність тварин [2]. Рівень продуктивності та резистентності тварин залежать від функціонального стану нервової системи, зокрема вищої нервової діяльності [10].

Стрес є процесом із багатофакторних причин, які виробляють органічну реакцію, що генерує негативні ефекти (зниження продуктивності і резистентності тварин. якості продукції). Серед усього різноманіття причин стресу у свинарстві найчастіше спостерігається технологічний стрес відлучення і переформування тварин, без чого неможливий технологічний цикл. Адаптація тварин до стресового фактору носить індивідуальний характер, що залежить від типологічних особливостей нервової системи. В той же час відомо, що стрес виникає зниження вмісту церулоплазміну в сироватці крові тварин. Антиоксидантні властивості церулоплазміну проявляються у феррооксидазній, аскорбатоксидазній та сепероксидазній активності [6-8]. Церулоплазмін, як інгібітор ліпідної пероксидації, приблизно на два порядки менш ефективний,

ніж супероксиддисмутаза, однак він циркулює в крові в той час, як супероксиддисмутаза – внутрішньоклітинний фермент.

Мета дослідження – дослідити динаміку вмісту церулоплазміну в сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за технологічного стресу.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальні дослідження проводили у виробничих умовах свиноферми ТОВ «Гейсиське» Ставищенського району Київської області на 20 свинках-аналогах великої білої породи 5-6-місячного віку. Тварини утримувались утипових свинарниках на сухому концентратному типі годівлі, доступ до води – вільний. Годівля свиней проводилась вдосталь. У свиней визначали силу, врівноваженість і рухливість нервових процесів модифікованою методикою, розробленою на кафедрі фізіології, патофізіології та імунології тварин НУБіП України [11]. В її основі лежить вивчення (в типових індивідуальних станках) рухової реакції тварини на місці підкріплення кормом, швидкості вироблення умовного рухово-харчового рефлексу, ступеня орієнтовної реакції і зовнішнього гальмування, утворення переробки умовних рухово-харчових рефлексів і реакції тварини на гальмівний подразник. На підставі аналізу отриманого матеріалу було сформовано 4 групи тварин, по 5 голів у кожній: I група – сильний врівноважений рухливий тип (CBP); II група – сильний врівноважений інертний тип (CBI); III група – сильний нерівноважений тип ВНД (CH); IV група – слабкий тип вищої нервової діяльності.

Після формування дослідних груп проводили переформування груп на утриманні і змінювали раціон (технологічний подразник). До впливу технологічного подразника та через 1, 7, 14, 21, 28 діб після нього проводили відбір крові тварин із яремної вени. У сироватці крові визначали вміст церулоплазміну за принципом окиснення n-фенілендіаміну[12].

Статистичну обробку експериментально одержаних даних проводили за методиками М.О. Плохинського та Е. В. Монцевічюте Ерінгене, застосовуючи інструменти пакету аналізу даних середовища Microsoft Excel. Обраховано

середнє арифметичне значення, його похибка та вірогідність різниці між аналогічними даними з різних дослідних груп. Також проведений кореляційний аналіз із визначенням коефіцієнту кореляції і однофакторний дисперсійний аналіз даних із метою визначення ступеню впливу (η^2_x) сили, врівноваженості та рухливості на вміст церулоплазміну в сироватці крові.

Результати досліджень та їх обговорення. Як видно із таблиці, вміст церулоплазміну у свиней сильних типів ВНД до дії технологічного подразника достовірно не різниться, хоча у тварин нерівноваженого типу ВНД проявляється тенденція щодо його меншого вмісту. У свиней слабого типу ВНД вміст церулоплазміну в сироватці крові достовірно нижче на 12,1 % ($p < 0,01$) від показника тварин СВР типу ВНД та на 14,7 % ($p < 0,001$) від такого у тварин СВІ типу ВНД.

Технологічний стрес сприяє зниженню вмісту ЦП в сироватці крові тварин всіх типів ВНД (табл. 1). Так, у тварин сильних та врівноважених типів ВНД вміст даного білку знижується на 25-26 % ($p < 0,001$), а у тварин свиней СН та слабого типу ВНД відповідно у 1,8 та 1,5 рази ($p < 0,001$).

Слід відмітити, що через добу після дії стресового фактору вміст церулоплазміну в сироватці крові тварин СВР та СВІ типу ВНД був достовірно вищим від такого у тварин СН та слабого типу ВНД на 10,4-35 % ($p < 0,05-0,001$).

Із 7 до 14 доби після дії стресового фактору вміст ЦП в сироватці крові тварин сильних та врівноважених типів зростає на 16-17 % ($p < 0,01-0,001$), тоді як у тварин СН та слабого типу ВНД проявляється лише тенденція щодо його зростання, внаслідок чого даний показник у цих тварин достовірно нижче (на 11,3 % та 27,4 %; $p < 0,01-0,001$) та від такого у тварин СВР типу ВНД.

Встановлено, щоз 14 до 21 доби життя вміст ЦП в сироватці крові тварин сильних типів ВНД зростає на 8,1-20,7 % ($p < 0,05-0,001$) та достовірно не різниться із показником тварин до дії стресового фактору. Однак у тварин слабого типу ВНД не дивлячись на зростання даного показника на 11,1 % ($p < 0,051$) він нижче на 13,8 % ($p < 0,001$) від такого до дії стресового фактору

та на 28-40 % ($p < 0,001$) від показників тварин сильних типів ВНД. Навіть після зростання до 28 доби після дії стрес-фактору (на 16 %; $p < 0,001$) уміст ЦП у сироватці крові тварин слабого типу ВНД достовірно нижче від показників тварин сильних типів ВНД на 12,1-19 % ($p < 0,001$).

1. Вміст церулоплазміну в сироватці крові свиней різних типів вищої нервової діяльності за дії технологічного стресу, г/л ($M \pm m$, $n = 5$)

Термін дослідження		Тип ВНД			
		СВР	СВІ	СН	С
До дії стрес-фактору		0,66 $\pm$ 0,02	0,68 $\pm$ 0,02	0,60 $\pm$ 0,03	0,58 $\pm$ 0,01**
Після дії стрес-фактору	1 доба	0,53 $\pm$ 0,02	0,54 $\pm$ 0,03	0,48 $\pm$ 0,01*	0,40 $\pm$ 0,03***
	7 доба	0,53 $\pm$ 0,01	0,50 $\pm$ 0,01	0,51 $\pm$ 0,02	0,42 $\pm$ 0,02***
	14 доба	0,62 $\pm$ 0,01	0,58 $\pm$ 0,04	0,55 $\pm$ 0,02**	0,45 $\pm$ 0,02***
	21 доба	0,67 $\pm$ 0,02	0,70 $\pm$ 0,03	0,64 $\pm$ 0,02	0,50 $\pm$ 0,01***
	28 доба	0,69 $\pm$ 0,02	0,68 $\pm$ 0,02	0,65 $\pm$ 0,01	0,58 $\pm$ 0,03***

Примітка: Різниця із тваринами СВР типу ВНД достовірна за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Як видно із рисунку1, сила та врівноваженість коркових процесів чинила достовірний вплив на вміст ЦП у сироватці крові тварин та протягом всього періоду досліджень ($\eta^2_x = 0,30-0,51$; $p < 0,05-0,001$).

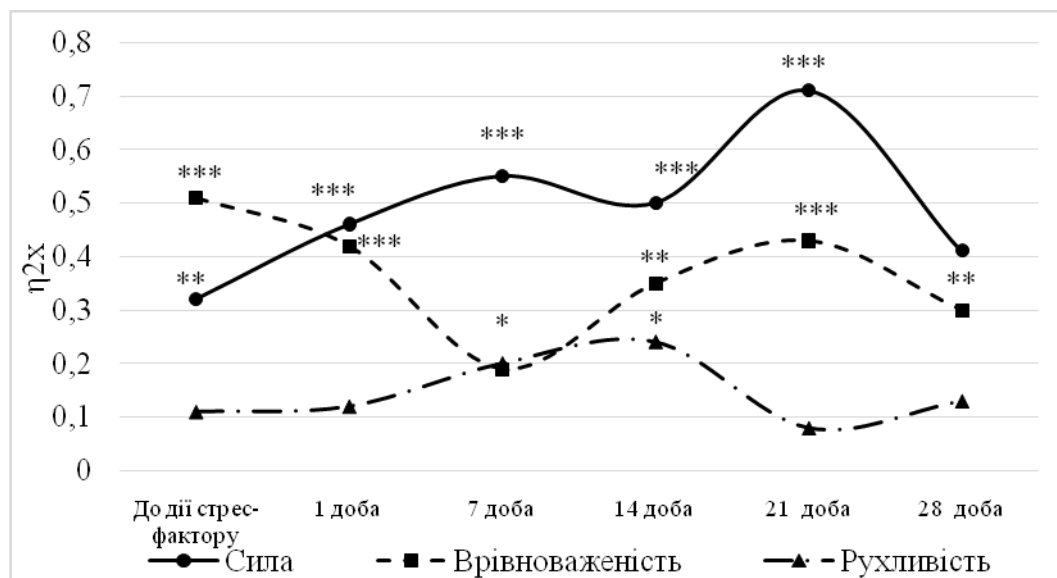


Рис. 1. Сила впливу основних властивостей коркових процесів на вміст церулоплазміну в сироватці крові свиней, η^2_x , $n=20$.

Примітка: Різниця достовірна за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

Технологічний стрес сприяв послабленню впливу врівноваженості коркових процесів до 7 доби після дії стрес-фактору, тоді як вплив сили коркових процесів тільки зростає ($\eta^2_x = 0,53$; $p < 0,001$).

Рухливість коркових процесів достовірної сили впливу до дії стресового фактору на вміст ЦП у сироватці крові тварин не чинить ($\eta^2_x = 0,11$), однак, уже через сім та чотирнадцять діб після дії стресового фактору встановлюється достовірний вплив рухливості на вміст даного метаболіту в сироватці крові свиней ($\eta^2_x = 0,20-24$; $p < 0,05$), який до 21 доби досліджень зникає ($\eta^2_x = 0,08$).

Встановлені достовірні функціональні зв'язки сили ($r = 0,54$; $p < 0,05$) та врівноваженості ($r = 0,57$; $p < 0,01$) коркових процесів із вмістом ЦП у сироватці крові свиней до технологічного стресу (рис. 2).

Слід відмітити посилення функціональних зв'язків сили коркових процесів з вмістом ЦП у сироватці крові тварин протягом доби після дії стресового фактору ($r = 0,77$; $p < 0,001$). Водночас дані зв'язки залишаються на високому рівні до кінці дослідного періоду ($r = 0,70-0,83$; $p < 0,001$).

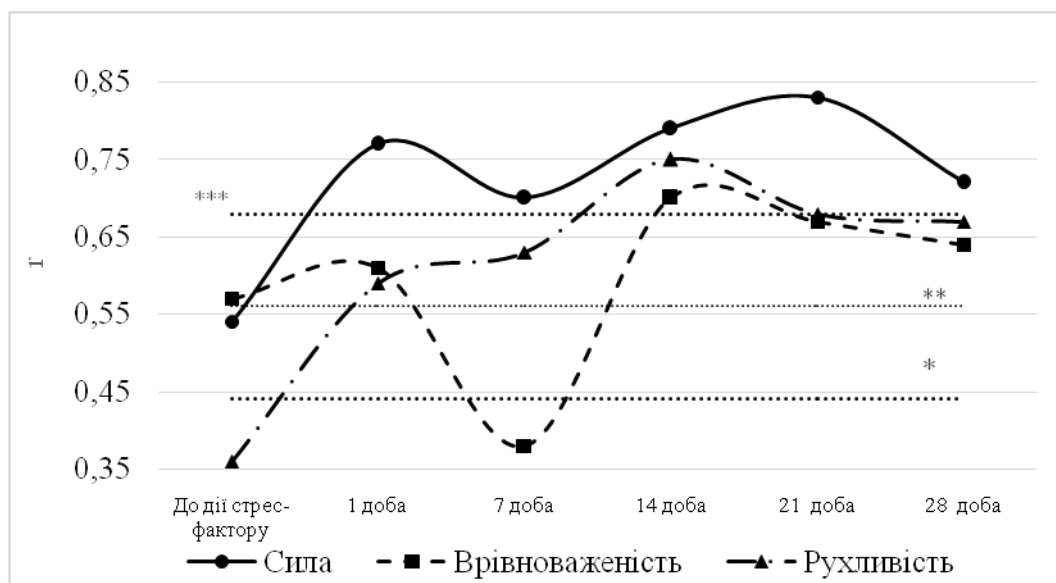


Рис.2. Функціональний зв'язок (r) основних властивостей коркових процесів та вмісту церулоплазмину в сироватці крові свиней, $n = 20$.

Встановлено послаблення функціональних зв'язків врівноваженості коркових процесів із вмістом ЦП у сироватці крові свиней до 7 доби після дії

стрес-фактору ($r = 0,38$), однак уже до 14 доби вони істотно посилюються і стають достовірними ($r = 0,70$; $p < 0,001$).

Не дивлячись на відсутність достовірних функціональних зв'язків рухливості коркових процесів із вмістом ЦП у сироватці крові тварин до технологічного стресу ($r = 0,36$), встановлено встановлення прямих функціональних зв'язків між цими показниками протягом доби після стресу ($r = 0,59$; $p < 0,01$), який до 14 доби досліджень тільки посилюється ($r = 0,75$; $p < 0,001$) і не зникає до кінця дослідного періоду посилюється ($r = 0,67-68$; $p < 0,01$).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Встановлено достовірний вплив коркових процесів на вміст церулоплазміну в сироватці крові тварин. Внаслідок технологічного стресу проходить зниження вмісту церулоплазміну в сироватці крові свиней всіх типів ВНД. Динаміка зростання вмісту церулоплазміну в сироватці крові тварин після технологічного стресу залежить від типологічних особливостей нервової системи, що підтверджується встановленими функціональними зв'язками.

Список літератури

1. Павлов И. П. Полное собрание сочинений : в 6 т. Т. 3. / АН СССР. – Москва : Изд-во АН СССР, 1945. – С. 369–377.
2. Науменко В.В. Некоторые особенности высшей нервной деятельности и типы нервной системы у свиней: автореф. дис. ... докт. биол. наук: спец. 802 «Ветеринарная физиология» / В.В. Науменко. – Львов. 1968, 36 с.
3. Данчук О. В. Індекси інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів у свиней за дії стресового фактора / О. В. Данчук, В. І. Карповський, В. В. Данчук // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Їжицького. – 2016. – № 1 (2). – С. 47-50.
4. Вміст ТБК-активних продуктів в еритроцитах свиней різних типів вищої нервової діяльності / [О. В. Данчук, В. А. Добровольський, В. А. Чепурна та ін.] // Біологія тварин. – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 43-47
5. Данчук А.В. Интенсивность пероксидного окисления липидов в эритроцитах свиней разных типов высшей нервной деятельности / [В. И. Карповский, В. А. Трокоз, В. В. Карповский, П. В. Карповский] // Материалы XXII Международной научно-практической конференции «Научный фактор в

стратегии инновационного развития свиноводства». – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2015 року. – С. 335-339.

6. Floris G., Medda R., Padiglia A., Musci G. The physiopathological significance of ceruloplasmin. A possible therapeutic approach. // *Biochem. Pharmacol.* — 2000. — Vol. 60, N 12. — P. 1735-1741.

7. Таирова А. Р. Ограничение свободнорадикального окисления в организме бычков при транспортном стрессе препаратами на основе хитина /А. Р.Таирова, Е. В.Сенькевич, Р. Р. Фаткуллин // *Фундаментальные исследования.* – 2012. – № 9-3. – С. 586-589.

8. Вавилова Т.П. Роль церулоплазмينا при развитии неопластических процессов. / Т. П.Вавилова, Ю. Н. Гусарова, О. В.Королева, А. Е.Медведев // *Биомед. химия.* — 2005. — Т. 51, Вып. 3. — С. 263–275.

9. Адаптивно-компенсаторні процеси в організмі великої рогатої худоби за умов хімічного стресу і в залежності від зрівноваженості нервових процесів / А. Й. Мазуркевич, В. І. Карповський, М. О. Малюк [та ін.] // Конференція викладацького складу, наукових співробітників та аспірантів, присвячена 80-річчю факультету ветеринарної медицини: тези доповідей / Національний аграрний університет. – К., 2000. – С. 54.

10. Карповський В. І. Вплив типологічних особливостей нервової системи на продуктивність свиней в період технологічного стресу / В. І. Карповський, О. В. Данчук, А. П. Василів // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми фізіології тварин».* – Одеса, 2016. – С. 22.

11. Патент на корисну модель № 95204 Україна. А61D 19/00 Спосіб дослідження умовно-рефлекторної діяльності свиней / [Карповський П. В., Карповський В. І., Ландсман А. О., Данчук О. В., Трокоз В. О., Постой Р. В., Скрипкіна В. М., Карповський В. В., Трокоз А. В.] – Заявник і власник НУБіП України, № u201407747. – Заявл. 10.07.2014, опубл. 10.12.2014, бюл. № 23.

12. Лабораторні методи дослідження у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: Довідник. / За ред. д.в.н. професора В. В. Влізла.-. Львів: Сполом, 2012. – 760 с.

References

1. Pavlov I. P. *Polnoe sobranie sochineniy* : v 6 t. T. 3. / AN SSSR. – Moskva : Izd-vo AN SSSR, 1945. – S. 369–377.

2. Naumenko V. V. *Nekotorye osobennosti vysshey nervnoy deyatel'nosti i tipy nervnoy sistemy u sviney*: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk: spets. 802 «Veterinarnaya fiziologiya» / V. V. Naumenko. – Lvov. 1968, 36 s.

3. Danchuk O. V. *Indeksi intensivnosti peroksidnogo okisnennya lipidiv u sviney za diyi stresovogo faktora* / O. V. Danchuk, V. I. Karpovskiy, V. V. Danchuk // *Naukoviy visnik Lvivskogo natsionalnogo universitetu veterinarnoyi meditsini ta biotekhnologiy Im. Gzhitskogo.* – 2016. – # 1 (2). – S. 47-50.

4. *Vmist TBK-aktivnih produktiv v eritrotsitah sviney riznih tipiv vischoyi nervovoyi diyal'nosti* / [O. V. Danchuk, V. A. Dobrovolskiy, V. A. Cherpurna ta In.] // *Biologiya tvarin.* – 2015. – T. 17, # 1. – S. 43-47

5. Danchuk A. V. Intensivnost peroksidnogo okisleniya lipidov v eritrotsitah sviney raznyih tipov vysshey nervnoy deyatel'nosti / [V. I. Karpovskiy, V. A. Trokoz, V. V. Karpovskiy, P. V. Karpovskiy] // Materialy XXII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchnyy faktor v strategii innovatsionnogo razvitiya svinovodstva». – Grodno: Grodnenskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet, 2015 roku. – S. 335-339.
6. Floris G., Medda R., Padiglia A., Musci G. The physiopathological significance of ceruloplasmin. A possible therapeutic approach. // Biochem. Pharmacol. — 2000. — Vol. 60, N 12. — P. 1735-1741.
7. Tairova A.R. Ogranichenie svobodnoradikal'nogo okisleniya v organizme byichkov pri transportnom stresse preparatami na osnove hitina / A.R. Tairova, E.V. Senkevich, R.R. Fatkullin // Fundamentalnyie issledovaniya. – 2012. – # 9-3. – S. 586-589.
8. Vavilova T.P. Rol tseruloplazmina pri razviti neoplasticheskikh protsessov. / T.P. Vavilova, Yu.N. Gusarova, O.V. Koroleva, A.E Medvedev // Biomed. himiya. — 2005. — T. 51, Vyip. 3. — C. 263–275.
9. Adaptivno-kompensatorni protsesi v organizmi velikoyi rogozhi hudobi za umov hromichnogo stresu i v zalezhnosti vid zrinovazhenosti nervovih protsesiv / A. Y. Mazurkevich, V. I. Karpovskiy, M. O. Malyuk [ta In.] // Konferentsiya vikladatskogo skladu, naukovih spivrobItnikiv ta aspirantiv, prisvyachena 80-riIchchyu fakultetu veterinarnoYi meditsini: tezi dopovidy / Natsionalniy agrarniy unIversitet. – K., 2000. – S. 54.
10. Karpovskiy V. I. Vpliv tipologichnih osoblivostey nervovoYi sistemi na produktivnist sviney v period tehnologichnogo stresu / V. I. Karpovskiy, O.V. Danchuk, A.P. Vasilliv // Materiali mIzhnarodnoYi nauko-vo-praktichnoYi konferentsiYi «Aktualni problemi fiziologIYi tvarin». – Odesa, 2016. – S. 22.
11. Patent na korisnu model # 95204 UkraYina. A61D 19/00 Sposib doslidzhennya umovno-reflektornoYi diyalnostI sviney / [Karpovskiy P. V., Karpovskiy V. I., Landsman A. O., Danchuk O. V., Trokoz V. O., Postoy R. V., Skripkina V. M., Karpovskiy V. V., Trokoz A. V.] – Zayavnik i vlasnik NUBIP UkraYini, # u201407747. – Zayavl. 10.07.2014, opubl. 10.12.2014, byul. # 23.
12. Laboratorni metodi doslidzhennya u biologIYi, tvarinnitstvi ta veterinarniy meditsini: Dovidnik. / Za red. d.v.n. profesora V. V. VIlzla.-. Lviv: Spolom, 2012. – 760 s.

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕРУЛОПЛАЗМИНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ СВИН ЕИ РАЗНЫХ ТИПОВ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

А. П. Васи́лив

***Аннотация.** Установлено достоверное влияние корковых процессов на содержание церулоплазмина в сыворотке крови животных. Сила и уравновешенность корковых процессов оказывает достоверное влияние на содержание церулоплазмина в сыворотке крови животных в течение всего периода исследований ($\eta^2_x = 0,30-0,51$; $p < 0,05-0,001$). Однако содержание*

церулоплазмина у свиней сильных типов высшей нервной деятельности к действию технологического раздражителя достоверно не отличается, а у свиней слабого типа высшей нервной деятельности ниже на 12,1-14,7 % ($p < 0,01$) показателя животных сильных уравновешенных типов высшей нервной деятельности.

Технологический стресс нивелирует влияние уравновешенности корковых процессов до 7 суток после воздействия стресс-фактора на содержание церулоплазмина в сыворотке крови свиней, тогда как влияние силы корковых процессов только растет ($\eta^2x = 0,53$; $p < 0,001$). Технологический стресс способствует снижению содержания церулоплазмина в сыворотке крови животных всех типов высшей нервной деятельности. У животных сильных и уравновешенных типов высшей нервной деятельности содержание церулоплазмина снижается на 25-26% ($p < 0,001$), а у животных свиней сильного неуравновешенного и слабого типов высшей нервной деятельности соответственно в 1,8 и 1,5 раза ($p < 0,001$). Динамика роста содержания церулоплазмина в сыворотке крови животных после технологического стресса зависит от типологических особенностей нервной системы, что подтверждается установленными функциональными связями.

Ключевые слова: *высшая нервная деятельность, церулоплазмин, технологический стресс, свиньи*

CONTENT OF CERULOPLASMIN IN SERUM OF PIGS WITH DIFFERENT TYPES OF HIGHER NERVOUS SYSTEM UNDER TECHNOLOGICAL STRESS

A. P. Vasyliv

Abstract. *Established that cortical processes influence on the content of ceruloplasmin in the serum of animals. Strength and balance of cortical processes has significant effect on the content of ceruloplasmin in the serum of animals during the period of research ($\eta^2x = 0,30-0,51$, $p < 0,05-0,001$). However, ceruloplasmin content in pigs with strong types of higher nervous activity after technological stimulus was not significantly different, in the same time in pigs with weak type of higher nervous activity ceruloplasmin content was lower in 12,1-14,7% ($p < 0.01$) in relation to animals with strong well-balanced types of higher nervous activity.*

Technological stress eliminates the influence of balance of cortical processes to the 7th day after exposure to stress factors on the content of ceruloplasmin in the serum of pigs, while the influence of power of cortical processes only increases ($\eta^2h = 0.53$, $p < 0.001$). Technological stress contributes the reducing of ceruloplasmin content in serum of animals of all types of higher nervous activity. In animals with strong and balanced type of higher nervous activity ceruloplasmin content is reduced in 25-26% ($p < 0.001$) and in animals with strong unbalanced and weak type of higher nervous activity ceruloplasmin content is reduced in 1.8 and 1.5-fold ($p < 0.001$), respectively. Dynamic of increasing the content of ceruloplasmin in the serum of animals after the stress depends on the typological characteristics of the nervous system, as evidenced by the established functional connections.

Keywords: *higher nervous activity, ceruloplasmin, technological stress, pigs*

**ГІСТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ У МІОКАРДІ ЩУРІВ ЗА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО СФОРМОВАНОЇ ІШЕМІЇ**

А. Й. МАЗУРКЕВИЧ, доктор ветеринарних наук, професор

В. В. КОВПАК, кандидат ветеринарних наук

О. С. КОВПАК, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: alex88-87@yandex.ru

***Анотація.** Встановлено, що інфаркт міокарда, змодельований шляхом накладання лігатури на коронарну артерію, супроводжується розвитком класичної картини усіх стадій його розвитку, що дозволяє прослідкувати стадійність процесу та визначити оптимальні терміни для проведення клітиннозаміщувальної терапії. Перебіг інфаркту ускладнюється внаслідок набряку пошкоджених кардіоміоцитів та стискання ними судин позаінфарктної зони, внаслідок чого патологічний процес захоплює не лише зону інфаркту, а й сусідні ділянки, де також спостерігаються ознаки прогресуючого периферичного інфаркту міокарда: набряк кардіоміоцитів, активацію стромального компоненту.*

***Ключові слова:** експериментальна ішемія, гістологічні зміни, ішемія міокарда*

Актуальність. У практиці лікування дрібних тварин кардіологічні захворювання займають значну частину випадків захворювань внутрішніх органів. Загальна кількість випадків хвороб серця у дрібних тварин у цілому складає близько 10%. На відміну від людей у домашніх тварин інфаркт міокарда більш рідкісне явище, проте становить не меншу загрозу для здоров'я та якості життя [5].

Практичний інтерес до ветеринарної кардіології почався в 1960-х роках, після надходження інформації, отриманої від посмертних розтинів тварин. Незважаючи на багато наукових відкриттів, спрямованих на зниження захворюваності на серцево-судинну недостатність та смертності, можливість зниження цих показників залишається найбільш проблемною. Провідну роль у

* Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор А. Й. Мазуркевич

виникненні основних захворювань серця у домашніх тварин відіграють розлади коронарного кровообігу, які у свою чергу призводять до ішемічних, некротичних чи фібринозних змін міокарда [9].

Тромбоз або емболія коронарних артерій сприяє виникненню в серці зони ішемії і некрозу кардіоміоцитів, які з часом заміщаються сполучнотканинним рубцем. Через свої особливості анатомії та функції пошкоджений міокард ніколи не відновлює своєї початкової структури. Це спричинює тяжкі наслідки через патологічні зміни функції серця і розвитку таких ускладнень, як серцева недостатність, аритмії, аневризми, розрив міокарда тощо.

На даний час і досі тривають пошуки методів лікування ішемії інфаркту та його наслідків. Оскільки одним із важливих кроків у дослідженні патології є правильно сформована експериментальна модель, то актуальним є визначення оптимального методу формування ішемії міокарда з типовими змінами, характерними для даної патології.

Аналіз останніх даних та публікацій. Для відтворення гострого інфаркту міокарда в експерименті зазвичай використовують лігування коронарних артерій. Даний метод дозволяє повністю зупинити кровообіг у даній артерії [4]. Більшість науковців [7, 8] сходяться на думці, що після лігування коронарних судин виникають характерні некротичні зміни в міокарді. Проте використання даного методу пов'язана з високою летальністю дослідних тварин [2], що зумовлює необхідність пошуку альтернативних методів формування даної патології [3, 6, 1].

Мета дослідження - визначити оптимальний метод формування експериментальної ішемії міокарда та у динаміці дослідити мікроструктурні зміни у ньому задля подальшого дослідження способів лікування даної патології.

Матеріали і методи дослідження. Експерименти на тваринах були проведені з дотриманням вимог Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (ст. 230 від 2006 року), «Загальних етичних принципів експериментів над тваринами», схвалених Національним конгресом

із біоетики і узгоджених з положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментах та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986).

Для досліджень використовували самиць лабораторних щурів масою 210-250 г, віком 3 місяці. Тварини були розділені на три групи: I – тварини з лігваною лівою коронарною артерією, II – з коагульованою лівою коронарною артерією, III – контрольна (торакотомія без маніпуляцій на серці). Всі маніпуляції з тваринами виконувалися під загальним наркозом для чого одноразово внутрішньочеревно вводили 2 %-й розчин тіопенталу-натрію з розрахунку 4 мг на 100г живої маси.

Торакотомію виконували в умовах штучної вентиляції легень по лінії розрізу. Інфільтраційну анестезію проводили 0,5 %-им розчином новокаїну. Розріз довжиною 5 см виконували з лівого боку у 5-му міжребер'ї. Для кращого доступу до серця за допомогою ранорозширювачів розсували ребра, після чого розсікали перикард.

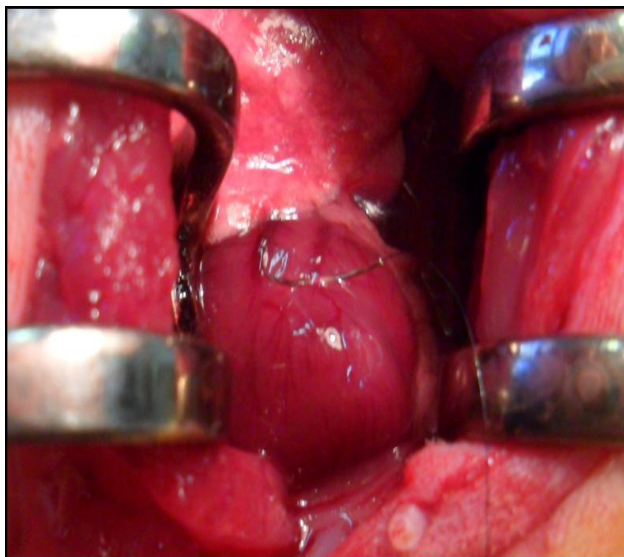


Рис. 1. Лігування лівої коронарної артерії.

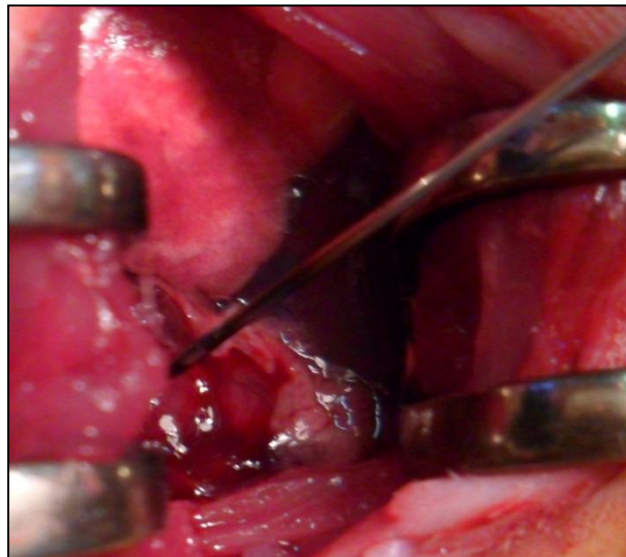


Рис. 2. Коагулювання лівої коронарної артерії.

Для визначення оптимального методу моделювання інфаркту використовували два способи. У першій дослідній групі інфаркт міокарда моделювали шляхом накладання лігатури. Голку, що має діаметр 0,2 мм та

довжину 6,5 мм, підводили під передню нисхідну гілку лівої коронарної артерії на відстані приблизно 3 мм від верхівки серця та затягували лігатуру. Враховуючи властивості шовного матеріалу маніпуляцію проводили дуже обережно, задля попередження перерізання судини.

У другій групі інфаркт моделювали шляхом коагуляції артерії у вищезазначеному місці за допомогою розжареної голки, припинення кровообігу виникало внаслідок стенозу артерії під дією високої температури.

Після проведення маніпуляції операційну рану ушивали пошарово. Для попередження розгризання швів їх покривали клеєм БФ-6 та накладали марлеву пов'язку.

Відбір проб тканин для гістологічних досліджень за вивчення перебігу ішемічного інфаркту проводили на 7, 12, 17 та 25 добу.

Фіксацію відібраних зразків здійснювали протягом 7 діб, використовуючи 10 %-ий водний розчин нейтрального формаліну, об'єм якого у 20-40 разів перевищував об'єм відібраного матеріалу. Зрізи завтовшки 5-7 мкм виготовляли за допомогою ротаційного мікротома НМ 320 Е (MICROM, Німеччина). Для дослідження гістоструктури міокарду зрізи фарбували гематоксиліном та еозином, з метою виявлення сполучної тканини (за методом Ван Гізон), після чого препарати піддавали світловій мікроскопії (мікроскоп Leica DMR).

Результати досліджень та їх обговорення. Для визначення оптимального методу формування ішемії міокарда з подальшим розвитком ішемічного некрозу ділянки міокарда – інфаркта, дослідили два методи формування даної патології.

На 25 добу після формування ішемії міокарда тварин піддавали евтаназії та досліджували макроскопічні та мікроскопічні зміни, які виникли у міокарді щурів протягом вказаного часу. У групі тварин із ліговою коронарною артерією відмічали яскраво виражені зони некрозу міокарда, макроскопічно вони були дещо світліші та з більш щільною консистенцією, ніж у нормі, поверхня розрізу сухувата, гістологічно виявляли ознаки коагуляційного

(сухого) некрозу (розпад цитоплазми на грудки та виявляли пікноз та рексис ядра, а також розростання сполучної тканини (рис. 3)), по периферії – циркулярні розлади, що проявляються гіперемією судин (рис. 4) і дистрофічні зміни кардіоміоцитів.

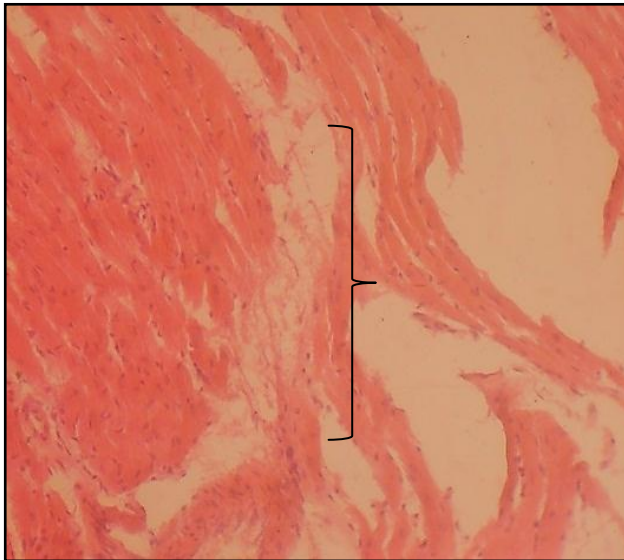


Рис. 3. І дослідна група, ділянка ішемії: розростання сполучної тканини. Гістопрепарат, фарбування гематоксиліном і еозином. 36.×100.

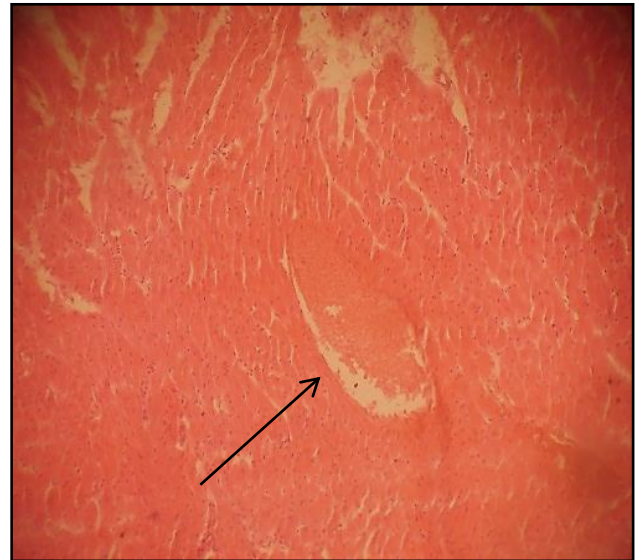


Рис. 4. І дослідна група, ділянка ішемії: гіперемія судини міокарда. Гістопрепарат, фарбування гематоксиліном і еозином. 36.×100.

У групі тварин з коагуляцією лівої коронарної артерії макроскопічно спостерігали червоний вінець на відстані 2 мм від місця припікання, та трохи світліше забарвлення у самому місці маніпуляції, мікроскопічно – виявляли порушення структури кардіоміоцитів (рис. 5). Варто зазначити, що дані зміни характерні для опіку, тому можна стверджувати, що зміни, які виникли, більш характерні для самої маніпуляції (коагуляція) ніж для ішемії. Отримані дані збігаються з результатами, отриманими іншими авторами [6].

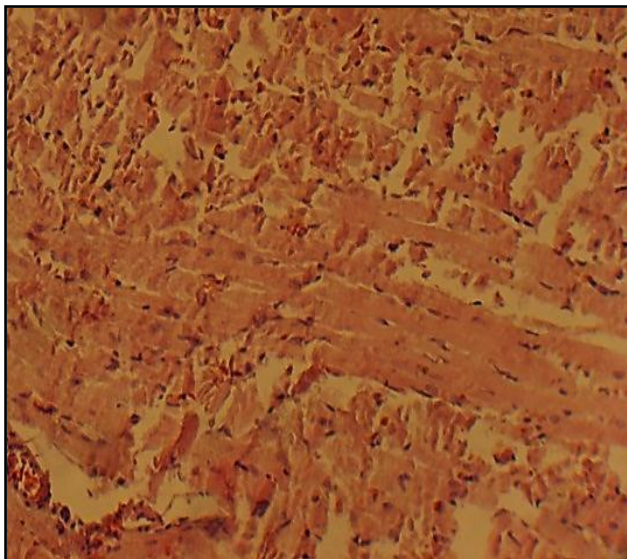


Рис.5. II дослідна група, порушення структури кардіоміоцитів. Гістопрепарат, фарбування гематоксиліном і еозином. 36.×100.

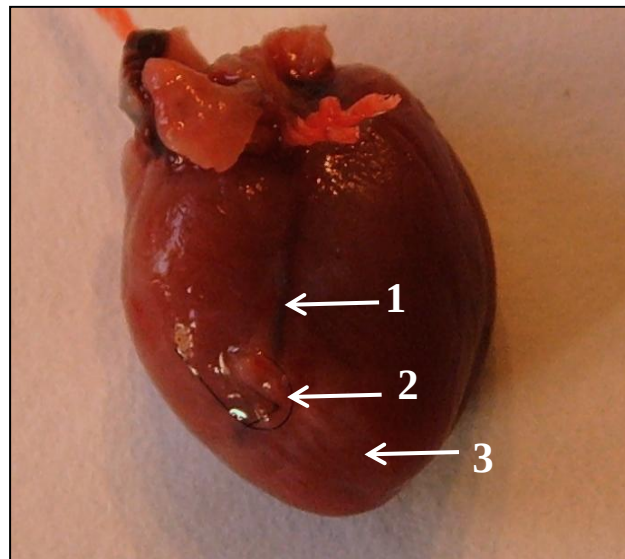


Рис.6. Макроскопічні зміни в серці щура після лігування лівої коронарної артерії: 1 – гіперемійована судина; 2 – місце лігатури; 3 – ділянка ішемії. Макропрепарат. Нативний препарат.

Нами було встановлено, що повною мірою зміни характерні для ішемії міокарда з подальшим некрозом ділянки міокарда можливо досягнути за лігування судини, тому в подальших дослідженнях вивчення перебігу ішемії використовувався зазначений метод.

Кожен препарат серця отриманий від дослідних тварин піддавали макроскопічному порівнянню з серцем неоперованих тварин, лише після підтвердження наявності змін продовжували подальше гістологічне дослідження. Підставою для подальших гістологічних досліджень було: збільшення розмірів серця відносно норми, наявність аневризм, видима зона ішемії (дещо світліша та з більш щільною консистенцією, ніж у нормі) поверхня розрізу сухувата (рис. 6).

На 7 добу після моделювання інфаркту міокарду відмічали наявність запального процесу, інфільтрацію зони пошкодження тканинними макрофагами, лейкоцитами та утворення грануляційної тканини у вигляді бар'єру навколо ділянки пошкодження. У зоні ішемії спостерігали міоцитоліз кардіоміоцитів та коагуляційний некроз; водночас загиблі клітини набрякали, проте зберігали свої контури, оскільки цитоплазматичні білки коагулювались та

ставали стійкими до дії лізосомальних ферментів (рис. 7). Одночасно спостерігали підвищену активність стромального компоненту – проліферацію клітин стромы, активацію ендотеліоцитів (рис. 8).

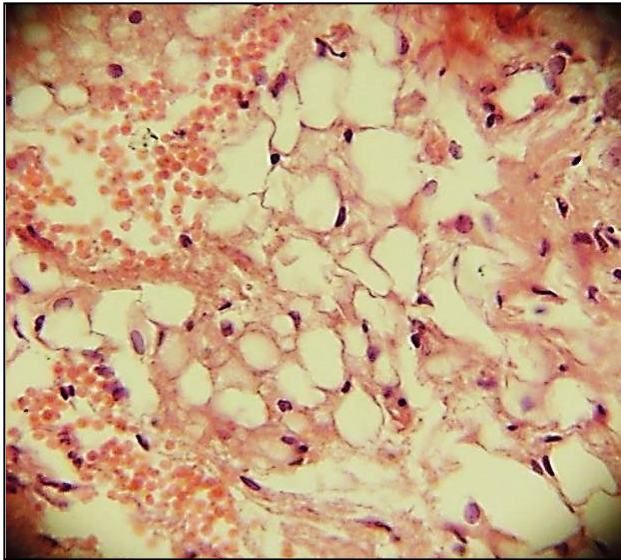


Рис.7. 7-й день після лігування артерії. Ознаки коагуляційного некрозу. Гістопрепарат, фарбування гематоксиліном і еозином. 36.×400.

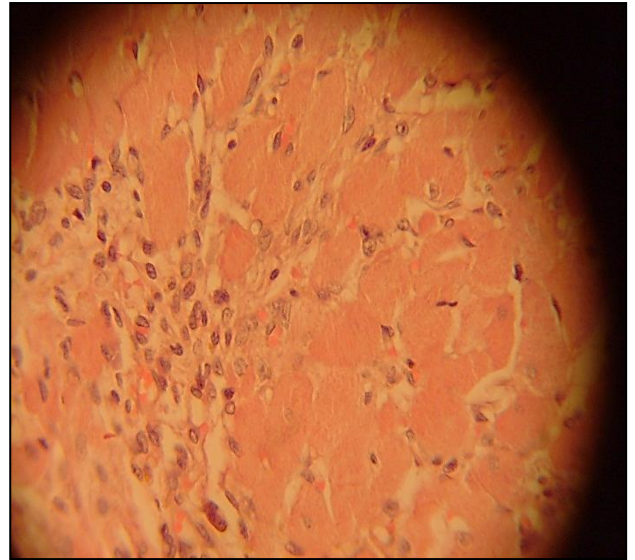


Рис.8. 7-й день після лігування артерії. Проліферація клітин стромы. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізон. 36.×400.

На 12 добу після формування інфаркту спостерігали активізацію процесів формування рубцевої тканини і відкладання колагену без утворення колагенових волокон (рис. 9). В позаінфарктній зоні спостерігали набряк кардіоміоцитів та формування складжів еритроцитів у капілярах. На окремих ділянках зони інфаркту спостерігали окремі острівці некротизованих кардіоміоцитів (рис. 10).

На 17 добу у ділянці патологічного процесу спостерігались початкові етапи формування сполучної тканини. Тим часом в зоні виявлялась значна кількість судин та фібробластів (рис. 11). У центральних ділянках інфаркту відмічалась присутність сформованих колагенових волокон (рис.12). Поза зоною пошкодження спостерігався інтрацелюлярний набряк кардіоміоцитів.

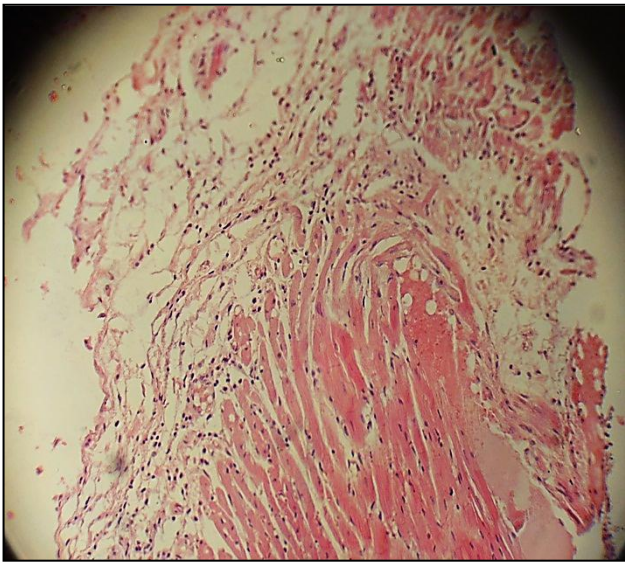


Рис. 9. 12 доба після лігування артерії. Активація процесів утворення рубцевої тканини. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізона. 36.×400.

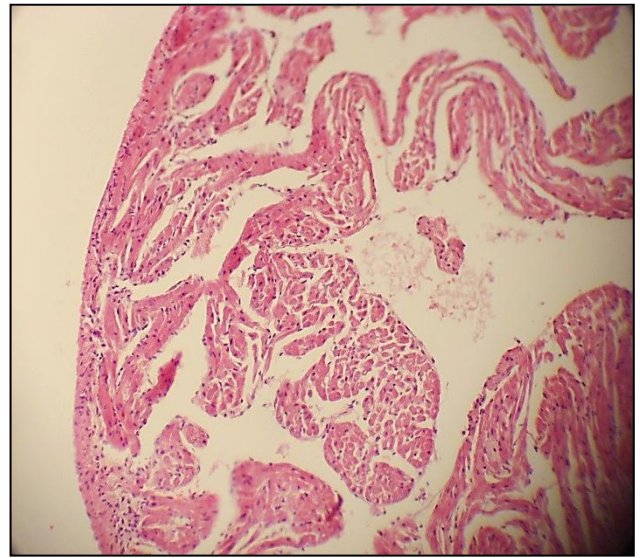


Рис. 10. 12 доба після лігування артерії. Окремі островці некротизованих кардіоміоцитів. Гістопрепарат, фарбування гематоксиліном і еозином. 36.×100.

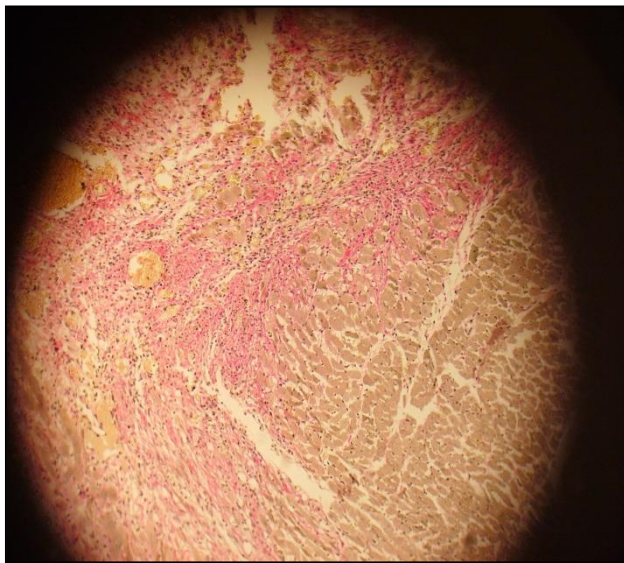


Рис. 11. 17 доба після лігування артерії. Початковий етап формування сполучної тканини: значна кількість судин та фібробластів. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізона. 36.×100.

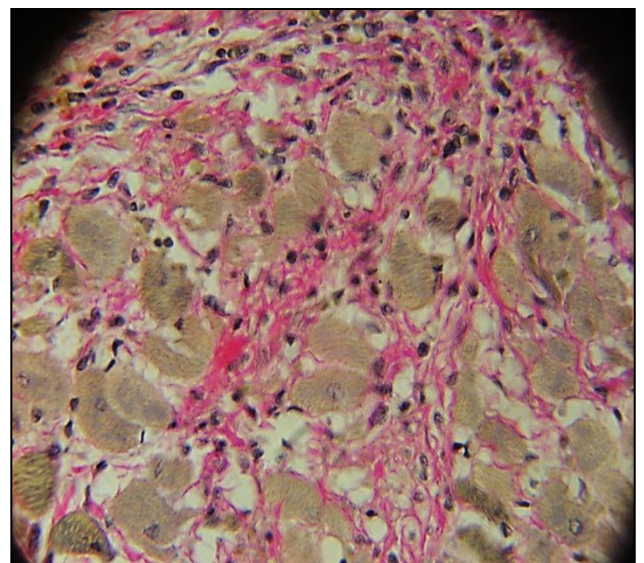


Рис. 12. 17 доба після лігування артерії. Сформовані колагенові волокна у центральній ділянці ішемізованого міокарда. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізона. 36.×400.

На 25 добу після формування інфаркту у зоні пошкодження спостерігали активне формування і структуризацію сполучної тканини. У сполучній тканині відмічали значну кількість судин синусоїдного типу. Патологічний процес

захоплював не лише зону інфаркту, а й сусідні ділянки, де також спостерігались ознаки прогресуючого периферичного інфаркту міокарду (рис. 13): набряк кардіоміоцитів, активацію стромального компоненту, формування грануляційної тканини. В окремих ділянках відмічали повне заміщення некротичної тканини рубцевою. Рубцева тканина була неоднорідна (рис. 14), що свідчить про неодномоментність її розвитку.

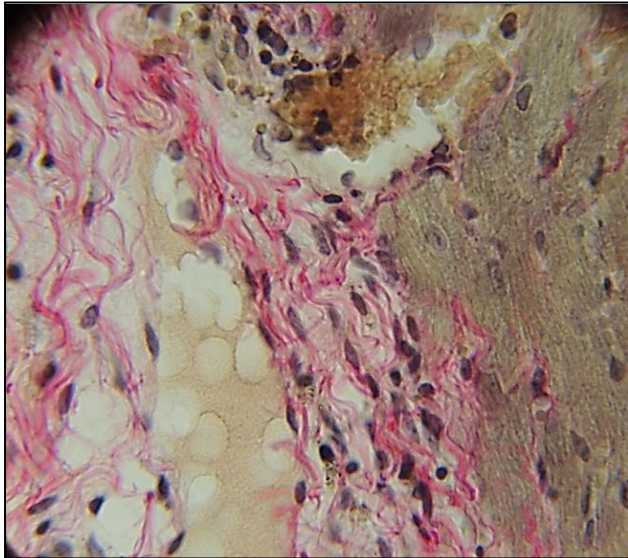


Рис. 13. 25 доба після лігування артерії. Прогресуючий периферичний інфаркт міокарда. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізон. 3б.×400.

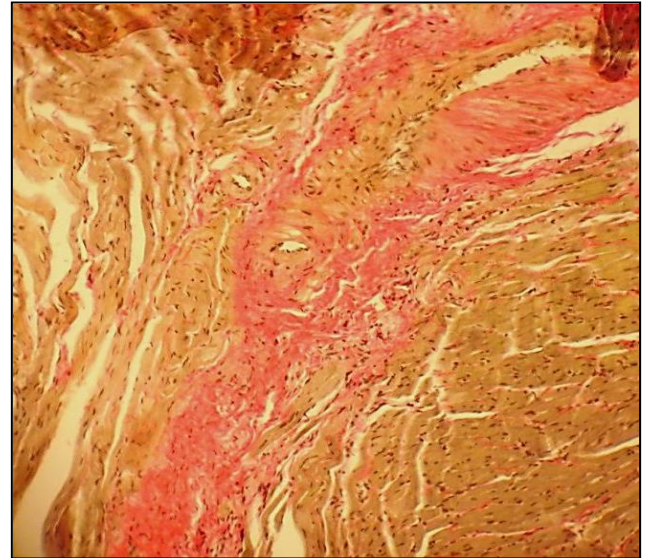


Рис. 14. 25 доба після лігування артерії. Утворення сполучнотканинного рубця. Гістопрепарат, фарбування за методом Ван Гізон. 3б.×400.

У процесі перебігу інфаркту його зона збільшувалась, що, можливо, відбувалося за рахунок стисканням судин набряклими пошкодженими кардіоміоцитами.

Висновки

1. Оптимальним методом формування ішемії міокарда у щурів є лігування лівої коронарної артерії.
2. Ішемія міокарду, змодельована шляхом накладання лігатури на коронарну артерію, супроводжується розвитком класичної картини ішемічної хвороби серця.

3. Процес перебігу інфаркту ускладнюється розширенням ішемічної зони, очевидно, внаслідок набряку пошкоджених кардіоміоцитів та стискання ними судин позаінфарктної зони.

4. Дослідження мікроструктурних змін міокарду на фоні ішемічного інфаркту дозволяє прослідкувати стадійність процесу.

Перспективи подальших досліджень. Представлена модель ішемічного інфаркту міокарду у щурів та наведені результати дослідження мікроструктурних змін у ньому на різних строках використання в подальших дослідженнях із вивчення ефективності застосування клітинної терапії за ішемічного інфаркту міокарда.

Список літератури

1. Биотехнологические принципы формирования экспериментального некроза миокарда / А. Г. Бабаева, Т. В. Шканд, Н. А. Чиж [и др.] // Весник неотложной и восстановительной медицины. – 2012. – 13, № 1. – С.11-15.
2. Разработка модели инфаркта миокарда в хроническом эксперименте у крыс / П. С. Большов, А. О. Чижмак, С. В. Мульский [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5. – С. 52-53.
3. Джиджихия К. М. Лабораторный синтез экспериментальной модели инфаркта миокарда у крыс/ К. М. Джиджихия, А. Х. Каде, С. А. Занин // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 12 – С.461-465.
4. Лопухин М.Ю. Экспериментальная хирургия./ М. Ю. Лопухин – М.:Медицина, 1971. – 346с.
5. Мартин М.В. Кардиореспираторные заболевания собак и кошек/ М. В. Мартин, Б. М. Коркорэн; пер. с англ. С. Л. Черятников. – М.: «Аквариум-Принт», 2004. – 496 с.
6. Овсепян А. А. Моделирование инфаркта миокарда на мышах: методология, мониторинг, патоморфология / А. А. Овсепян, Д. Н. Панченков, Е. Б. Прохорчук // Acta Naturae. – 2011. – 3, № 1(8). – С.114-122.
7. Огнев Б.В. Кровеносные сосуды сердца в норме и патологии / Б. В. Огнев, В. Н. Саввин, Л. А.Савельева. – М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1954г. – 120 с.
8. Фетисова Т.В. Биохимия инфаркта миокарда / Т. В. Фетисова, Р. А. Фролькис. – К.:Здоровье, 1976г. – 168 с.
9. Philip R. Fox. Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice / Philip R. Fox, David Sisson, N. Sydney. – [2nd ed.]. – Philadelphia: W.B.SAUNDERS COMPANY, 1999. – 955p.

References

1. Babaeva A. H. (2012). Byotekhnolohycheskye pryntsypy formyrovaniya éksperymental'nogo nekroza myokarda [Biotechnological principles of experimental myocardial necrosis] *Journal of Emergency and rehabilitation medicine*. 13: 1, 11-15 [in Russian].
2. Bol'shov P.S., Chizhmak A.O., Mul'skiy S.V. et al. (2015). Razrabotka modeli infarkta miokarda v khronicheskom eksperimente u krys [Development of a model of myocardial infarction in the chronic experiment in rats] *International Journal of Applied and fundamental research*. 5, 52-53 [in Russian].
3. Dzhidzhikhiya K.M., Kade A.Kh. and Zanin S.A. (2013). Laboratornyy sintez eksperimental'noy modeli infarkta miokarda u krys [Laboratory synthesis of experimental model of myocardial infarction in rats] *Basic research*. 12, 461-465 [in Russian].
4. Lopukhin M.Yu. (1971). Eksperimental'naya khirurgiya [Experimental Surgery]. Medicine, Moscow [in Russian].
5. Martin M.V. and Korkoren B.M. (2004). Kardiorespiratornyye zabolevaniya sobak i koshek [Cardiorespiratory diseases of dogs and cats], translated by Cheryatnikov S.L., Akvarium-Print, Moscow [in Russian].
6. Ovsepyan A.A., Panchenkov D.N. and Prokhorchuk Ye.B. (2013). Modelirovaniye infarkta miokarda na myshakh: metodologiya, monitoring, patomorfologiya [Modeling of myocardial infarction in mice: methodology, monitoring, pathomorphology] *Acta Naturae*. 3: 1(8), 114-122 [in Russian].
7. Ognev B.V., Savvin V.N. and Savel'yeva L.A. (1954). Krovenosnyye sosudy serdtsa v norme i patologii [The blood vessels of the heart in health and disease]. Gosudarstvennoye izdatel'stvo meditsinskoy literatury - State Publishing House of the medical literature, Moscow [in Russian].
8. Fetisova T.V. and Frolkis R.A. (1976). Biokhimiya infarkta miokarda [Biochemistry of myocardial infarction]. Zdorov'ye. – Health, Kiev [in Russian].
9. Philip R. Fox, Sisson D., Sydney N. (1999). Moise Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice, 2nd ed. W. B. Saunders company, Philadelphia.

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МИОКАРДЕ КРЫС ПОСЛЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО СФОРМИРОВАННОЙ ИШЕМИИ

А. И. Мазуркевич, В. В. Ковпак, О. С. Ковпак

Аннотация. Установлено, что инфаркт миокарда, смоделированный путем наложения лигатуры на коронарную артерию, сопровождается развитием классической картины всех стадий его развития, позволяет проследить стадийность процесса и определить оптимальные сроки для проведения клеточнозаместительной терапии. Течение инфаркта осложняется вследствие отека поврежденных кардиомиоцитов и сжатия ними сосудов внеинфарктной зоны, в результате чего патологический процесс захватывает не только зону инфаркта, но и соседние участки, где также

наблюдаются признаки прогрессирующего периферического инфаркта миокарда: отек кардиомиоцитов, активацию стромального компонента.

Ключевые слова: *экспериментальная ишемия, гистологические изменения, ишемия миокарда*

HISTOLOGICAL CHANGES IN MYOCARDIUM OF RATS BECAUSE OF EXPERIMENTALLY FORMED ISCHEMIA

A. Mazurkevych, V. Kovpak, O. Kovpak

Abstract. *Myocardial ischemia, modeled by ligation imposing on coronary artery, is followed by the development of classical picturing of coronary heart disease and to determine the optimal time for cell replacement therapy. The process of myocardial infarction course is complicated with the expansion of ischemic zone, apparently due to swelling of damaged cardiomyocytes and squeezing by them the vascular of zone, outside the infarction which is also showing signs of progressive peripheral myocardial infarction: swelling of cardiomyocytes, the activation of the stromal component.*

Keywords: *experimental ischemia, histological changes, myocardial ischemia*

ЦИТОТОКСИЧНА АКТИВНІСТЬ ЛЕЙКОЦИТІВ І СИРОВАТКИ КРОВІ ЩУРІВ ВІДНОСНО АЛОГЕННИХ КУЛЬТУР КЛІТИН КІСТКОВОГО МОЗКУ ТА ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ

В. В. КОВПАК, кандидат ветеринарних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vitkovpak@mail.ru

***Анотація.** Досліджено цитотоксичну активність сироватки та лімфоцитів крові сенсibilізованих тварин відносно культури клітин кісткового мозку та підшлункової залози. Встановлено, що лейкоцити крові контрольної та дослідної групи не проявляли цитотоксичного ефекту до зазначених культур клітин. Варто відмітити, що сироватка крові сенсibilізованих тварин залишалася інтактною до культури клітин кісткового мозку й індекс проліферації відповідав контролю. У той самий час нами відмічено цитотоксичний вплив сироватки крові сенсibilізованих тварин на культуру клітин підшлункової залози, який знижувався зі збільшенням пасажів, індекс проліферації за використання клітин I-го пасажу складав 0,73, IV -го пасажу – 0,94.*

***Ключові слова:** цитотоксичність, сироватка крові, лейкоцити, культура клітин кісткового мозку, культура клітин підшлункової залози*

Актуальність. Цукровий діабет – ендокринне захворювання, що характеризується синдромом хронічної гіперглікемії, є наслідком недостатньої продукції і/або дії інсуліну, що призводить до порушення всіх видів обміну речовин, насамперед вуглеводного, ураження судин (ангіопатії), нервової системи (нейропатії), а також інших органів і систем [Ошибка! Неизвестный аргумент ключа., 5]. Інтерес до вивчення цієї патології не згасає і спонукає науковців до пошуків нових шляхів діагностики і лікування цукрового діабету та його ускладнень. Незважаючи на вище сказане, основним методом терапії цукрового діабету першого типу все ще залишається використання інсуліну [1]. Варто зазначити, що інсулінотерапія загрожує розвитком інсулінорезистентності, появою алергічних реакцій та ліподистрофією. Крім

того, екзогенне введення інсуліну не в змозі попередити прогресування ускладнень цукрового діабету.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У той же час клітинна терапія у лікуванні цукрового діабету – це альтернативний метод, оснований на використанні регенеративного потенціалу стовбурових клітин дорослого організму[9, 7, 4]. Це далеко не новий метод, більш ніж 30 років тому розпочалися експериментальні роботи щодо трансплантації β -клітин острівців Лангерганса[4]. Проте залишається ряд невирішених питань щодо впровадження клітинних технологій у практику. Одним із них є взаємодія організму з трансплантованим клітинним матеріалом. Саме тому ми дослідили цитотоксичну активність лейкоцитів і сироватки крові щурів відносно алогенного клітинного матеріалу та порівняли вплив на клітини отримані з різних органів: кісткового мозку та підшлункової залози.

Мета дослідження – вивчити цитотоксичну активність лейкоцитів і сироватки крові щурів відносно алогенних культур клітин кісткового мозку та підшлункової залози.

Матеріали і методи дослідження. Експерименти на тваринах були проведені з дотриманням вимог Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (ст. 230 від 2006 року), «Загальних етичних принципів експериментів над тваринами», схвалених Національним конгресом з біоетики і узгоджених із положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментах та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986). У досліді використали 15 нелінійних щуренят 12-добового віку, та 9 нелінійних самців щурів середньою масою 300 г. Тварини були розділені на три групи: I – контрольна, II – вводили культуру клітин кісткового мозку, III – культуру клітин підшлункової залози. Всі маніпуляції із тваринами виконувалися під загальним наркозом для чого одноразово внутрішньочеревно вводили 2%-й розчин тіопенталу-натрію з розрахунку 4 мг на 100г живої маси.

Для визначення цитотоксичної активності лімфоцитів крові на 15 добу після введення клітин, в 96-лункові плоскодонні планшети вносили 0,1 мл суспензії клітин у стандартному культуральному середовищі (80% середовища Ігла модифікованого Дюльбеко, 20 % фетальної сироватки телят із додаванням антибіотика-антимікотика у розрахунку 10 мкл/ 1 мл середовища) в концентрації 3×10^4 та ставили в CO₂-інкубатор із метою прикріплення клітин до дна культурального пластику. Через годину в лунки з клітинами мішенями вносили 0,1 мл лімфоцитів у концентрації 1×10^5 (співвідношення клітини-мішені : лімфоцити – 1:3) та інкубували в CO₂-інкубаторі протягом 18 годин за 5%-ого вмісті CO₂, 100 %-й вологості та t=37°C [3].

Цитотоксичну активність сироваток крові на 15 добу визначали за модифікованим співробітниками кафедри методом Г. В. Діденка [2]. Для отримання сироватки крові нестабілізовану кров відстоювали до повного згортання фібриногену, піпеткою відбирали сироватку та центрифугували протягом 5–7 хв за 300 g. Паралельно в 96-лункові плоскодонні планшети вносили 0,1 мл суспензії клітин у стандартному культуральному середовищі в концентрації 3×10^4 та додавали 10мкл сироватки дослідних тварин. Інкубували 40 хв за кімнатної температури. Після чого додавали 0,1 мкл комплементу (розведення 1: 4) та інкубували за стандартних умов 18 год. [7].

Після закінчення інкубації лунки тричі промивали фосфатно-буферним розчином для видалення неприкріплених клітин та лімфоцитів. В кожен лунку вносили по 100мкл 0,25%-ого р-ну трипсин-Версену (t=37°C) розпіпетовували відкріплені клітини та підраховували в камері Горяєва. Про наявність цитотоксичного ефекту відносно трансплантованих клітин свідчить відсутність їх проліферативної активності та зниження життєздатності [3].

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз результатів досліджень показав, що життєздатність та проліферативна активність алогенних культур клітин кісткового мозку та підшлункової залози у цитотоксичному тесті із сироваткою та лімфоцитами крові контрольної та дослідних груп тварин вірогідно відрізняється.

Як видно з таблиці 1, цитотоксичного впливу лейкоцитів та сироватки крові інтактних тварин на культуру клітин як кісткового мозку так і підшлункової залози не відмічали. Відсутність цитотоксичного впливу лейкоцитів і сироватки крові інтактних щурів на досліджувані культури клітин можна пояснити відсутністю попередньої сенсibilізації лімфоцитів тварин антигенними детермінантами досліджуваних клітин, а, отже, відсутністю у сироватці крові тварин контрольної групи специфічних антитіл до їх рецепторів.

1. Проліферативна активність КККМ і ККПЗ щурів під час вивчення цитотоксичної активності лімфоцитів та сироватки крові інтактних тварин

Група тварин	Пасаж	Показники	КККМ		ККПЗ	
			лейкоцити	сироватка	лейкоцити	сироватка
Інтактні тварини (контроль)	I-й	К-ть клітин після культивування	30,2 ± 0,0	30,1 ± 0,1	30,2 ± 0,1	30,2 ± 0,1
		Індекс проліферації	1,01 ± 0,00	1,00± 0,00	1,01±0,01	1,01±0,00
	IV-й	К-ть клітин після культивування	30,3 ± 0,1	30,3 ± 0,1	30,3 ± 0,2	30,3 ± 0,1
		Індекс проліферації	1,01 ± 0,00	1,01 ± 0,01	1,01± 0,00	1,01±0,01
Сенсibilізовані тварини (дослід)	I-й	К-ть клітин після культивування	30,2±0,1	30,2±0,0	30,3 ± 0,2	21,9 ± 0,9***
		Індекс проліферації	1,01 ± 0,00	1,01 ± 0,00	1,01±0,01	0,73 ± 0,03***
	IV-й	К-ть клітин після культивування	30,5 ± 0,2	30,5 ± 0,1	30,4±0,1	28,1±0,4**
		Індекс проліферації	1,02 ± 0,01	1,02 ± 0,00	1,02 ± 0,00	0,94 ± 0,02*

Примітка. * – P<0,05; ** – P< 0,01; *** – P< 0,001 (порівняно з контролем)

За співкультивування культури клітин кісткового мозку лімфоцитами (рис. 2) та сироваткою (рис. 4) сенсibilізованих тварин суттєвих відмінностей

між контролем та дослідними групами як на першому, так і на четвертому пасажі немає (табл. 2). Отримані дані свідчать про відсутність цитотоксичного впливу як сироватки, так і лейкоцитів крові сенсibilізованих щурів на культуру клітин кісткового мозку.

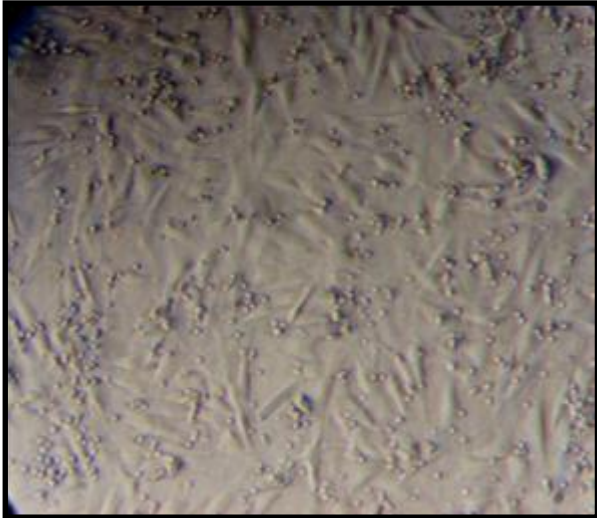


Рис.1. Нативний препарат. Субкультивування культури клітин підшлункової залози щура і лімфоцитів (4-й пасаж). Цитотоксичний ефект відсутній. 36.×320

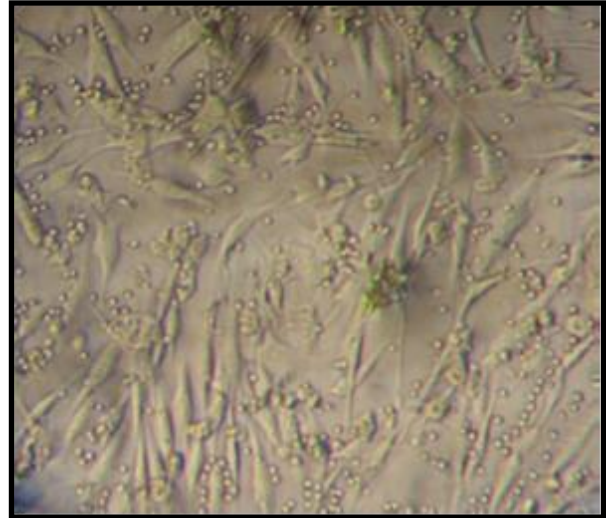


Рис.2. Нативний препарат. Субкультивування культури клітин кісткового мозку щура і лімфоцитів(4-й пасаж). Цитотоксичний ефект відсутній. 36.×320

Відсутність цитотоксичного впливу лейкоцитів крові сенсibilізованих тварин не відмічали і по відношенню до культури клітин підшлункової залози як першого так і четвертого пасажу, індекс проліферації становив 1,01 та 1,02 відповідно.

Відсутність цитотоксичної дії лімфоцитів на культури клітин може бути пов'язана з відсутністю розпізнавання НК-клітинами та цитотоксичними Т-клітинами [8] і супресивним впливом культур клітин на проліферацію та розвиток лімфоцитів [6].

Вивчення цитотоксичності сироватки на культуру клітин підшлункової залози показало достовірне зниження індексу проліферації. За використання в досліді культури клітин підшлункової залози першого пасажу відмічали зниження індексу проліферації до 0,73 (у порівнянні з контролем), візуально відмічали незначну кількість неприкріплених округлих клітин та зниження

щільності моношару. Під час використання клітин 4 пасажу у культуральному середовищі відмічали поодинокі неприкріплені клітини, візуально знижені щільності моношару не відмічали. Отримані дані свідчать про вибіркового цитотоксичний ефект сироватки крові сенсibilізованих тварин на культуру клітин підшлункової залози. Цитотоксичність сироватки на культуру клітин підшлункової залози із її подальшим зниженням із пасажами можна пояснити наявністю у культурі диференційованих клітин, кількість яких із пасажами знижується.

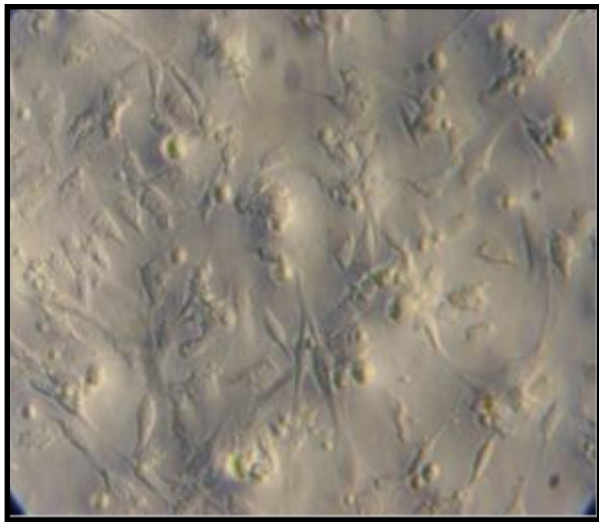


Рис.3. Нативний препарат. Культивування культури клітин підшлункової залози щура з додаванням сироватки сенсibilізованих тварин (4-пасаж). Слабо виражений цитотоксичний ефект. 36.×320

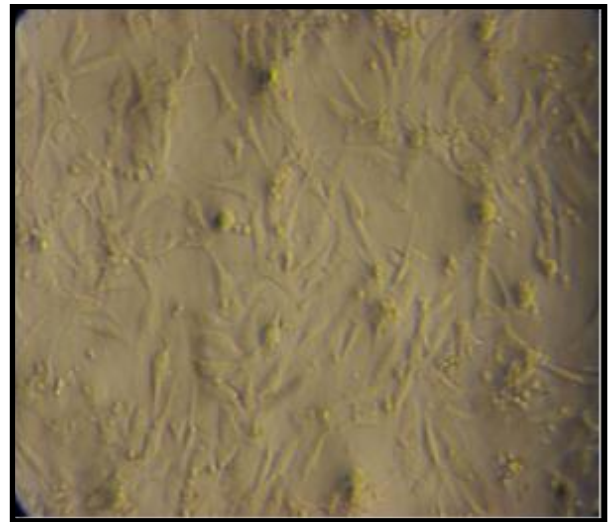


Рис.4. Нативний препарат. Культивування культури клітин кісткового мозку щура з додаванням сироватки сенсibilізованих тварин (4-пасаж). Цитотоксичний ефект відсутній. 36.×320

Вивчення цитотоксичності сироватки на культуру клітин підшлункової залози показало достовірне зниження індексу проліферації до 0,90. Візуально відмічали незначну кількість клітин, що не прикріпилися (рис.3). Отримані дані свідчать про вибіркового цитотоксичний ефект сироватки крові сенсibilізованих тварин на культуру клітин підшлункової залози, що може бути пояснено гетерогенністю культури з окремими більш диференційованими клітинами.

Висновки.

1. Лейкоцити крові сенсibiliзованих тварин не проявляють цитотоксичної дії на культури клітин підшлункової залози та кісткового мозку.
2. Сироватка крові сенсibiliзованих тварин не виявляє цитотоксичної дії на культуру клітин кісткового мозку, індекс проліферації останніх за використання культури клітин I пасажу становить – 0,97, IV пасажу – 1,02, що аналогічний показникам контролю.
3. Виявлено цитотоксичний ефект сироватки сенсibiliзованих тварин на культуру клітин підшлункової залози який знижувався зі збільшенням пасажів, індекс проліферації за використання ККПЗ I пасажу складав 0,73, IV пасажу – 0,94.

Список літератури

1. Боднар П.М. Актуальні питання діагностики та лікування цукрового діабету / П.М.Боднар, Г.П. Михальчишин // Мистецтво лікування. – 2003. – №1. – С.51–55.
2. Діденко Г.В. Розробка протипухлинних аутовакцин на основі білоквмісних метаболітів *b.subtilis* в-7025 та їх вплив на окремі реакції протипухлинного імунітету (експериментальні дослідження): автореф. дис. на здобуття канд. біол. наук: 14.01.07 /Діденка Генадія Васильовича; М-во освіти і науки України, Ін-т експерим. Патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України. – Київ, 2008. 19с.: іл., табл. – Бібліогр. : с. 14-16.
3. Мазуркевич А. Й., Ковпак В. В., Данілов В. Б. Клітинні технології у ветеринарній медицині: навч.посібник для студ. вищ. навч. закладів – К.: КОМПРИНТ – 2014. – 132с.
4. Соколова И.Б. Клеточная терапия сахарного диабета I типа / И.Б.Соколова // Цитология. – 2009. – 51, №12. – С. 964-970.
5. Canine and Feline Endocrinology and Reproduction. 3th edition / Edward C. Feldman, Richard W. Nelson // Saunders, 2003 – 1104 p.
6. Gao K. Inhibitory effect of mesenchymal stem cells on lymphocyte proliferation /K. Gao, Y. Chen, L. Wei // Cell Biochem. Funct. – 2008. –vol.26, № 8. – P.900-907.

7. Phadnis S.M. Human bone marrow-derived mesenchymal cells differentiate and mature into endocrine pancreatic lineage in vivo / S.M. Phadnis, M.V. Joglekar, M.P. Dalvi // *Cytherapy*. – 2011. – Vol.13, No.3. – P. 279-293.
8. Rasmusson I. Mesenchymal stem cells inhibit the formation of cytotoxic T-lymphocytes, but not activated cytotoxic T-lymphocytes or natural killer cells /I. Rasmusson, O. Ringdén, B. Sundberg, K. Le Blanc // *Transplantation*. – 2003. – vol. 76, № 8. – P.1208-1213.
9. Urban V.S. Mesenchymal Stem Cells Cooperate with Bone Marrow Cells in Therapy of Diabetes / V.S. Urban, J. Kiss, J. Kovacs [et al.] // *Stem cells*. – 2008. – Vol.26. – P. 244–253.

References

1. Bodnar P.M., Mykhalchyshyn H.P. (2003). Aktualni pytannya diahnostryky ta likuvannya tsukrovoho diabetu [Recent issues of diagnosis and treatment of diabetes]*Art treatment*.1, 51–55 [in Ukrainian].
2. Didenko H.V. (2008). Rozrobka protypukhlynnykh autovaktsyn na osnovi bilokvmisnykh metabolitiv b.subtilis v-7025 ta yikh vplyv na okremi reaktsiyi protypukhlynnoho imunitetu (eksperymentalni doslidzhennya) [The development of anticancer vaccines based bilokvmisnyh metabolites b.subtilis in 7025, and their impact on the individual reactions of antitumor immunity (experimental study)] (PhD Manuscript)Kiev[in Ukrainian].
3. Masurkewitsch A. J., Kowpak W. W., Danilow W. B. (2014). Klitinni technologii u weterinarnij medyzini. Nawtschal'nij pocibnik [Cellular technology in veterinary medicine. Tutorial]. K.: KOMPRINT [in Ukrainian].
4. Sokolova Y.B. (2009). Kletochnaya terapiya sakharnoho dyabeta I tipa [Cellular therapy of diabetes mellitus type I]*Cytology*. 51:12,964-970.
5. Edward C. Feldman, Richard W. Nelson (2003). Canine and Feline Endocrinology and Reproduction. 3th edition. USA:Saunders.
6. GaoK., ChenY., Wei L. (2008).Inhibitory effect of mesenchymal stem cells on lymphocyte proliferation. *Cell Biochem. Funct*.26: 8, 900-907.
7. PhadnisS.M., JoglekarM.V., Dalvi M.P. (2011).Human bone marrow-derived mesenchymal cells differentiate and mature into endocrine pancreatic lineage in vivo. *Cytherapy*. 13: 3, 279–293.
8. RasmussonI., RingdénO., SundbergB., Le BlancK. (2003).Mesenchymal stem cells inhibit the formation of cytotoxic T-lymphocytes, but not activated cytotoxic T-lymphocytes or natural killer cells. *Transplantation*. 76: 8, 1208-1213.
9. UrbanS., KissJ., Kovacs J.et al. (2008).Mesenchymal Stem Cells Cooperate with Bone Marrow Cells in Therapy of Diabetes. *Stemcells*.26, 244–253.

ЦИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕЙКОЦИТОВ И СЫВОРОТКИ КРОВИ КРЫС ОТНОСИТЕЛЬНО АЛЛОГЕННЫХ КУЛЬТУР КЛЕТОК КОСТНОГО МОЗГА И ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

В. В. Ковпак

***Аннотация.** Исследована цитотоксическая активность сыворотки и лимфоцитов крови сенсibilизированных животных относительно культуры клеток костного мозга и поджелудочной железы. Установлено, что лейкоциты крови контрольной и опытной группы не проявляли цитотоксического эффекта на указанные культуры клеток. Стоит отметить, что сыворотка крови сенсibilизированных животных оставалась интактной к культуре клеток костного мозга и индекс пролиферации отвечал контролю. В то же время нами отмечено цитотоксическое влияние сыворотки крови сенсibilизированных животных на культуру клеток поджелудочной железы, которое снижалось с увеличением пассажей, индекс пролиферации с использованием клеток I пассажа составлял 0,73, IV пассажа – 0,94.*

***Ключевые слова:** цитотоксичность, сыворотка крови, лейкоциты, культура клеток костного мозга, культура клеток поджелудочной железы*

CYTOTOXIC ACTIVITY OF LEUKOCYTES AND BLOOD SERUM OF RATS RELATIVELY TO ALLOGENIC CULTURES OF BONE MARROW CELLS AND PANCREAS CELLS

V. Kovpak

***Abstract.** We investigated the cytotoxic activity of serum and lymphocyte sensitized animals relative to culture bone marrow and pancreas. Was established, that blood leukocytes did not show a cytotoxic effect on said cell both the control and the experimental group. It should be noted that the serum of sensitized animals remained intact to the culture of bone marrow cells and the proliferation index posted control. At the same time we have observed cytotoxic effect serum sensitized animal to culture cells of the pancreas, which decreased with increasing passages, index proliferation the use of first-cell passage was 0,73, IV-passage of 0.94.*

***Keywords:** cytotoxicity, serum, white blood cells, bone marrow cell culture, pancreas cell culture*

**THE INTERNATIONAL APPROACH OF THE BIORISKS MANAGEMENT IN
THE AREA OF LABORATORY BIOSAFETY AND BIOSECURITY**

N. MEZHENSKA, PhD, associated professor

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: nataamezh@gmail.com

Abstract. *It was studied an international approach of creating biorisks management system in sphere of laboratory biosafety and biosecurity. It was established that the basis of the laboratory biosafety and biosecurity is biorisks management system – model AMP (assessment, mitigation and performance). This system is part of the management system, which ensures the development and implementation of policies concerning biological risks and their management in the laboratory. The key factors are the commitment of senior management and the emphasis on continuous improvement, created by the CWA 15793 requirements – Laboratory biorisk management (CEN, 2011).*

Keywords: *laboratory biosafety, laboratory biosecurity, biorisk, biorisks management system*

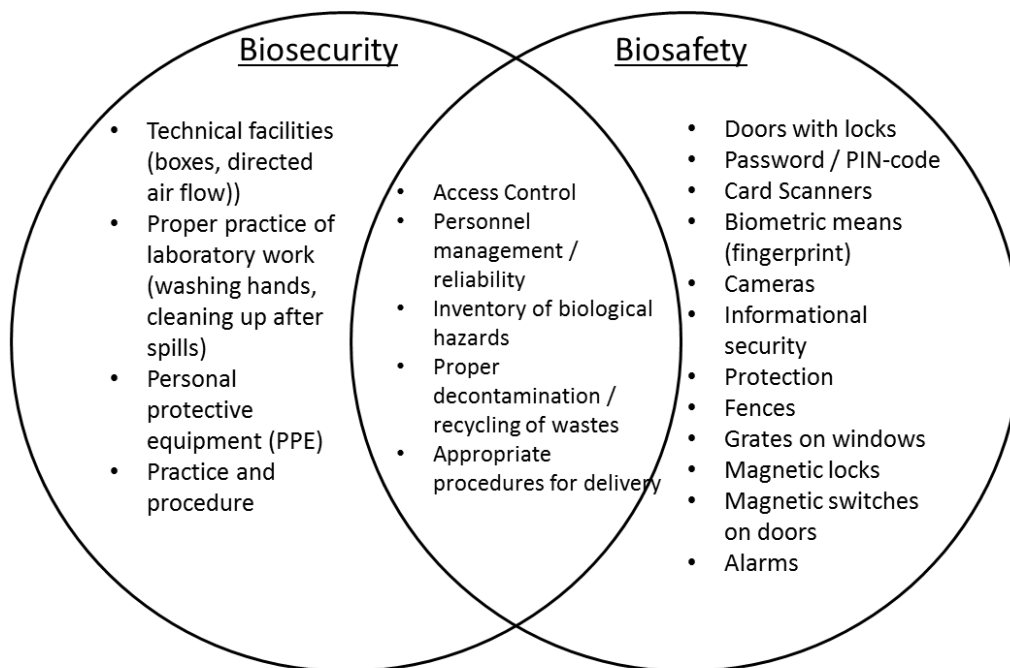
Biosafety is the development of practical methods of protecting humanity, animals and the environment from dangerous biological agents in the circulation and working with them [1, 2]. And biosecurity is a system of measures applied to reduce the risks associated with both intentional and unintentional (due to technological accidents and violations) removal or release of dangerous biological materials [1, 2].

Problems of biosafety and biosecurity are relevant in veterinary medicine, especially in institutions where the staff is working with live pathogens (research and diagnostic laboratories and companies of bioindustry). Existing risks of emergence and spread of infectious diseases through the territory of Ukraine increase their importance, which requires consistent actions of science and practice on development, streamlining of production and use of means of control and prevention of these diseases.

The purpose of research. Explore the international approach to biorisks management system in the area of laboratory biosafety and biosecurity.

Material and methods of research. In the process used materials of training course have been used "Management in the area of biosafety," which is a part of the World educational program of biological risk management (Global Biorisk Management Curriculum - GBRMC), which is managed by Sandia National Laboratories [3]. There was Conducted analysis of international regulatory documents concerning the biosafety of laboratory [4], laboratory biosecurity [5], biorisks management in laboratory conditions [6]. In the work was used statistical and analytical methods for the analysis of documentation.

Results. In the Instruction on biological safety [4] it was noted that laboratory biosafety is principles of storage, technologies and practice which are implemented for the prevention of **unintended** exposure of pathogens and toxins, or their accidental release. The concept of laboratory biosafety process includes protection from infections and laboratory chemicals that can cause severe illness. Then, as laboratory biosecurity is a protection, control and accountability of biological materials in laboratories which are directed at preventing of unauthorized access, loss, theft, misuse, diversion or **intentional** distribution [5]. The concept of biosecurity in the laboratory covers the provision of protection, control and accounting of biological agents and toxins in laboratories in order to prevent their loss, theft, misuse, sabotage, unauthorized access or deliberate unauthorized release. Therefore each laboratory that works with infectious diseases of animals and birds, and a person has to develop its own programs of biosafety and biosecurity, whose purpose is to minimize the negative influence of biologically dangerous objects on the health of people, animals and the environment. Examples of measures to ensure biosafety and biosecurity in laboratory conditions are shown in Fig. 1.



↔ / ≡ ↔

Fig. 1. Examples of measures to ensure of laboratory biosafety and biosecurity

The basis of the of laboratory biosafety and biosecurity is biorisks management system. **Biorisk** is a risk of health and life which is associated with the influence of pathogens of biological nature (biological materials and/or infectious agents) within laboratories; while biosafety and biosecurity are considered as the whole. Unit is a combination of harmful impact and potential scale of consequences of harmful effects in cases where the source of such exposure is a biological agent or toxin [1, 3, 7].

The main components of **biorisks management system** in the area of laboratory biosafety and biosecurity by international requirements (**CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CEN, 2011)**) are: biorisks **assessment**, **mitigation** of biorisks and **performance** - the model **AMP**.

- **assessment** of biorisks is process of identifying the hazards and evaluating the risks associated with biological agents and toxins, taking into account the

adequacy of any existing controls, and deciding whether or not the risks are acceptable;

- **mitigation** of biorisks is actions and control measures that are put into place to reduce or eliminate the risks associated with biological agents and toxins;

- **performance** is implementation of the entire biorisks management system, including evaluating and ensuring that the system is working the way it was designed. Another aspect of performance is the process of continually improving the system.

Therefore **biorisks management system** in the area of laboratory biosafety and biosecurity is a part of the control system which provides the development and implementation of policies concerning biological risks and their management in the laboratories [6]. There is an approach of the management system in the basis of the biorisks management main components of which are shown in Fig. 2.

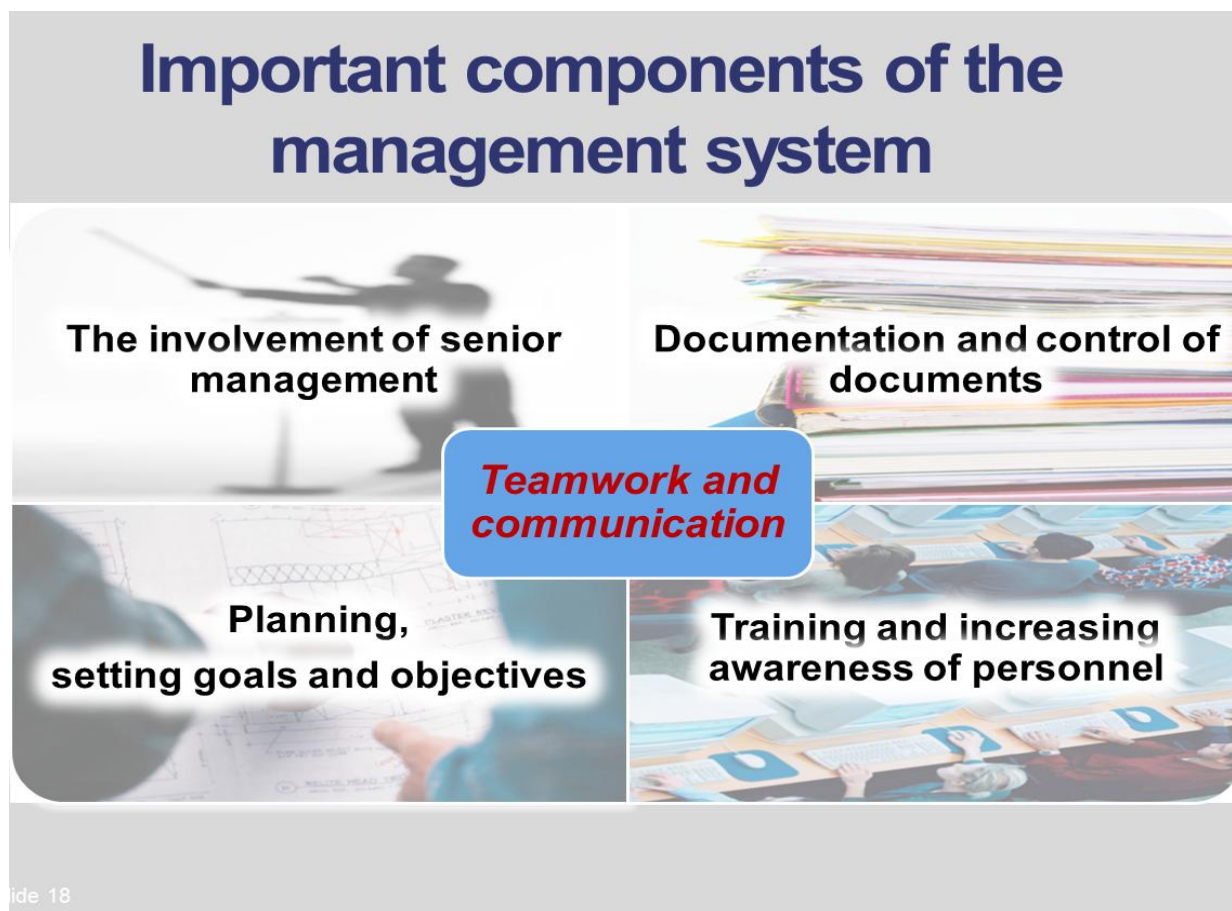


Fig. 2. The main components of the management system

From this figure we see that the key factors in the development and implementation of successful management system in the area of laboratory biosafety and biosecurity is the senior management commitment and the focus on continuous improvement.

The basis of the international management system of laboratory biorisks (**CWA 15793 - Laboratory biorisk management**, [4]) laid **Instruction WHO of biological protection and biological safety of laboratories** [5, 6]. The given system:

- is a complex **basis** for the program of biosecurity and biosafety (biorisk);
- is designed for all types of laboratories working with biological materials;
- is **available** on the website of CEN:
ftp://ftp.cenorm.be/CEN/Sectors/TCandWorkshops/Workshops/CWA15793_September2011.pdf;
- complies with international standards of quality (ISO 9000), Environmental Protection (ISO 14000) and occupational health and safety (OSHAS 18001);
- has a recommended character;
- does not apply to a particular country, that is, the possible harmonization with national and local legislation;
- is allowed organizations to determine the best ways to perform tasks.

Biorisk management committee is created for controlling the biorisks in every laboratory, and on the level of laboratory division is a group which is composed of persons competent in the control of biorisks and other representatives (if necessary). The commission may be the same as commission of management and control of biosafety. The activities of these committees and groups is governed by the provisions of **CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CEN, 2011)** [4].

Conclusions

1. Basis of laboratory biosafety and biosecurity is biorisks management system.
2. AMP (assessment, mitigation and performance) is a simple, but effective biorisks management model in the area of laboratory biosafety and biosecurity.

3. Biorisks management system in the area of laboratory biosafety and biosecurity is a part of the management system, which ensures the development and implementation of policies concerning biological risks and its management in the laboratory.

4. Key factors of successful development and implementation of biorisks management system in the area of laboratory biosafety and biosecurity is a senior management commitment and focus on continuous improvement.

5. CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CEN, 2011) is a complex basis for the creation of laboratory biorisks management system which are developed through international cooperation.

References

1. Stehniia, B. T. ed (2013). Problemy biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarnii medytsyni ta biotekhnolohii: monohrafiia [Problems of biosafety and biological protection in veterinary medicine and biotechnology]. Kharkiv: NTMT, 414.

2. Mezhenka, N. A., Mezhenkyi, A. A. (2014). Pytannia biobezpeky ta biozakhystu v suchasni laboratorii mikrobiolohichnykh doslidzhen kharchovykh produktiv i kormiv [Issue of biosafety and biosecurity in modern laboratory of microbiological testing of food and feed]. Naukovyi visnyk Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, 60, 85-88.

3. Global Biorisk Management Curriculum (GBRMC). International Biological and Chemical Threat Reduction Program. Sandia National Laboratories. Available at: <http://biosecurity.sandia.gov/gbrmc/>.

4. Laboratory Biosafety Manual, Third edition (World Health Organization, 2004). Available at:

<http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/en/Biosafety7.pdf>.

5. Biorisk management - Laboratory biosecurity guidance (World Health Organization, 2006). Available at:

http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2006_6.pdf

6. CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CE, 2011). Available at: https://www.absa.org/pdf/CWA15793_Feb2008.pdf.

7. Nikitova, A. P., Nychyk, S. A., Polupan, I. M., Rozumniuk, A. V., Nedosiekov, V. V., Ivanov, M. Iu. (2016). Analiz bioryzykiv ta yikh nedopushchennia v razi roboty z virusom skazu v laboratorii [Risk Analysis and avoid when working with rabies virus in the laboratory]. Biuleten «Veterynarna biotekhnolohiia», IVM NAAN, 28, 208–216.

8. Makarov, V., Nedosekov, V., Sereda, A., Matvienko, N. (2016). Immunological conception of African swine fever. Zoology and Ecology, 26(3), 236-243.

МІЖНАРОДНИЙ ПІДХІД З УПРАВЛІННЯ БІОРИЗИКАМИ У СФЕРІ ЛАБОРАТОРНОЇ БІОБЕЗПЕКИ ТА БІОЗАХИСТУ

Н. А. Меженська

***Анотація.** Вивчено міжнародний підхід з створення системи управління біоризиками у сфері лабораторної біобезпеки та біозахисту. Встановлено, що основу лабораторної біобезпеки та біозахисту складає система управління біоризиками - модель ОЗВ (оцінка, зниження та виконання). Дана система являє собою частину системи управління, що забезпечує розробку і здійснення політики організації з питань біологічних ризиків та управління ними в лабораторіях, ключовими факторами є зобов'язання вищого керівництва та акцент на постійному удосконаленні, створюється за вимогами CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CEN, 2011).*

***Ключові слова:** лабораторна біобезпека, лабораторний біозахист, біоризик, система управління біоризиками*

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ БИОРИСКАМИ В СФЕРЕ ЛАБОРАТОРНОЙ БИОБЕЗОПАСНОСТИ И БИОЗАЩИТЫ

Н. А. Меженская

***Аннотация.** Изучен международный подход к созданию системы управления биорисками в сфере лабораторной биобезопасности и биозащиты. Установлено, что основу лабораторной биобезопасности и биозащиты составляет система управления биорисками - модель ОСИ (оценка, снижение и исполнение). Данная система представляет собой часть системы управления, что обеспечивает разработку и осуществление политики организации по вопросам биологических рисков и управления ими в лабораториях, ключевыми факторами являются обязательства высшего руководства и акцент на постоянном совершенствовании, создается по требованиям CWA 15793 - Laboratory biorisk management (CEN, 2011).*

***Ключевые слова:** лабораторная биобезопасность, лабораторная биозащита, биориск, система управления биорисками*

УДК 712. 254(477.41)

ВИДОВИЙ СКЛАД І СТАН ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ У СКВЕРАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ВИШГОРОДА (КИЇВСЬКА ОБЛ.)

О. В. ЗІБЦЕВА, кандидат сільськогосподарських наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: stplut@yandex.ua

Анотація: Досліджено деревні і чагарникові насадження на території скверів у центральній частині історичного малого міста Вишгорода Київської області. Визначений видовий склад деревних і чагарникових насаджень на території скверів, частка участі і клас довговічності деревних видів. На території скверів переважають молоді 10-річні посадки (41,6 % дерев), 50-річні (27 %) і 40-річні дерева (11,9 %). Частка дерев віком 60-70 років сягає 12,5 %. Встановлено, що найпоширенішим деревним видом (коефіцієнт зустрічання 1,0) є *Aesculus hippocastanum*. Крайнім станом (на рівні відмінного) і вищою декоративністю відзначаються декоративні форми *Thuja occidentalis*, *Juniperus sabina*. Найгіршим станом характеризуються дерева *Populus nigra* віком понад 60 років. Середній клас довговічності деревних рослин у насадженнях – 2,4. До другого класу довговічності належить 41,7 % дерев, до третього – 50,3 %. Коефіцієнт Сімпсона, що використовується як міра біорізноманіття видів (SDI), для насаджень досліджених скверів дорівнює 9,2. Видовий склад чагарникових насаджень дуже бідний, нараховує 6 видів. Узагальнене співвідношення дерев і кущів у скверах становить 2:1, тобто далеке від нормативного. Всі сквери потребують додаткового введення кущових рослин до досягнення нормативного значення. Асортимент деревно-чагарникових насаджень скверів доцільно розширювати за рахунок стійких декоративних видів

Ключові слова: деревні насадження, види, вік, стан, декоративність

Актуальність. Ріст урбанізації і процеси трансформації природних екосистем привернули увагу до питань оптимізації середовища існування людини, де головна роль належить міським фітоценозам, щодо яких констатується скорочення площ і погіршення стану [6]. Сквери, які є найпоширенішими озелениними територіями загального користування, дозволяють зменшити ефект урбанізації. Однак стан об'єктів озеленення і стійкість деревних і чагарникових рослин до впливу міського середовища залишаються слабо дослідженими [1]. Тому, деревно-чагарникові насадження,

як невід’ємний компонент урболандшафтів і основа екологічної структури, потребують комплексного вивчення для створення науково обґрунтованої системи озеленення міст. Визначення реального стану деревних і чагарникових насаджень, виявлення залежностей від впливу різноманітних факторів та пошук шляхів щодо його покращання залишаються надзвичайно актуальними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Озеленені території за умови раціональної організації суттєво впливають на найважливіші показники якості навколишнього середовища [4]. Науково обґрунтований добір деревних видів, стійких до умов урбанізованого середовища, є одним з важливих факторів, що забезпечують високу ефективність і довговічність створюваних міських насаджень [5]. Показана роль асортименту декоративних деревних рослин у покращанні естетичної та екологічної ситуації [3].

Для підвищення стійкості і декоративності насаджень пропонується урізноманітнювати асортимент деревних рослин [1]. Для ефективного протистояння рекреаційному навантаженню рекомендується збільшувати частку кущів, зокрема у вигляді живоплотів. Водночас існує думка, що введення інтродуцентів негативно впливає на біорізноманіття місцевих видів [11]. Наразі у містах домінує відносно невелика кількість видів. У скверах центральної частини Воронежа виявлено 45 видів дерев [10], у центральній частині Мурманська – 14 видів дерев і 24 види чагарників [4]. Видове різноманіття більшості скверів м. Пермі налічує менше 20 видів [8], а стабільно використовуються в озелененні лише 5 видів дерев, насамперед клен гостролистий. і 3 види чагарників. У скверах Мінська поширені липа дрібнолиста, клени платановидний, сріблястий, ясенелистий, каштан кінський, ялина колюча, сосна звичайна, тополя біла. Комплексними показниками стійкості до умов антропогенного навантаження відзначаються липа європейська, бузок звичайний, черемуха Маака, клен платановидний, троянда зморшкувата, горобина звичайна, глід сибірський [6]. На території скверів Мозиря (Білорусь) виявлено від 5 до 15 видів дерев [2], з яких частіше зустрічається клен гостролистий. Натомість кущі виявлені лише в двох скверах.

Одноманітний видовий склад деревних рослин і у скверах Москви [9], де переважають тополя бальзамічна, клен ясенелистий та ясен пенсільванський і також надзвичайно мало кущів.

Ряд авторів рекомендує «ліберальне використання», за яким види не повинні перевищувати 10 % від загальної чисельності дерев. Водночас, насадження мають бути різновіковими завдяки щорічним посадкам [11].

Під час планування територій необхідно враховувати специфіку і вимоги населення, зберігати аборигенні види і збільшувати видове різноманіття інтродуцентів [2].

Мета дослідження – вивчення видового різноманіття і стану деревних і чагарникових рослин на об'єктах озеленення загального користування у центральній частині малого міста. Для досягнення мети виконувалися задачі: вивчення видового складу і вікової структури деревно-чагарникових насаджень скверів; оцінка стану деревних і чагарникових рослин. Результати досліджень є основою для розробки стійкого асортименту для озеленення малих міст, що в кінцевому результаті, спрямовано на створення сприятливих екологічних та естетичних умов для їх мешканців. Отримані дані можуть бути використані у подальшій рекреаційній організації міста.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктами досліджень слугували території скверів у центральній частині м. Вишгорода. Польові дослідження проводилися протягом 2014 – 2015 рр. методом ландшафтно-візуального аналізу і подеревної інвентаризації насаджень. Видовий склад визначався за допомогою дендрологічних визначників, стан і декоративність деревних рослин – за бальними шкалами, використовуваними нами і раніше [7]. Під час оцінювання біорізноманіття бралися до уваги два фактори: видове багатство і рівномірність розподілу видів з розрахунком індексу різноманітності Сімпсона (SDI) [12].

Результати досліджень та їх обговорення. Наразі зелені насадження загального користування у м. Вишгороді представлені лише скверами.

Асортимент деревних насаджень досліджених скверів нараховує 20 видів (рис. 1).

Дуже висока частка участі (понад 10 %) притаманна лише двом видам – *Thuja occidentalis* L. і *Aesculus hyppocastanum* L. Високою часткою участі (5 –

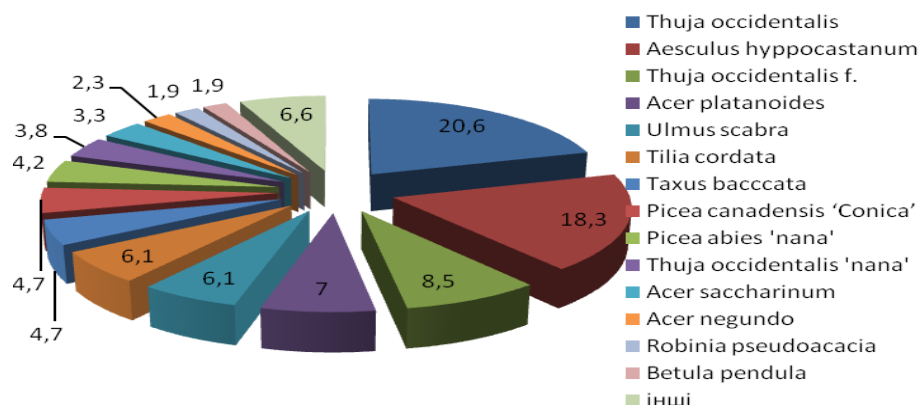


Рис. 1. Узагальнена видова структура деревних насаджень скверів

10 %) у насадженнях характеризуються декоративні форми *Thuja occidentalis*, *Acer platanoides* L., *Ulmus scabra* Mill., *Tilia cordata* Mill. Дванадцять видів мають середню частку участі (1-5 %) і два види – низьку (0,5 %).

Показник зустрічання на рівні не нижче 50 % (тобто, рослини зустрічаються не менше, ніж на половині дослідних об'єктів) мають сім видів: *Aesculus hyppocastanum*, *Betula pendula* Roth., *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* L., *A. saccharinum* L., *Syringa vulgaris* L., *Viburnum opulus* L., між тим *Aesculus hyppocastanum* представлений на всіх дослідних об'єктах, а *Betula pendula* – на 75 %. Решта видів зустрічаються рідше і представлені лише на одному з об'єктів. На рисунку 2 наведений віковий розподіл деревних насаджень скверів.

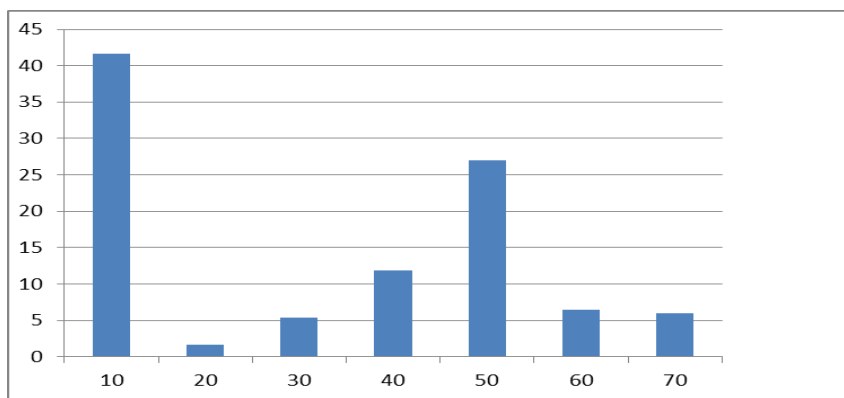


Рис. 2. Віковий розподіл деревних насаджень, %

На території скверів переважають молоді 10-річні посадки (41,6 % дерев), 50-річні (27 %) і 40-річні дерева (11,9 %). Частка дерев віком 60-70 років сягає 12,5 %. Переважання молодих дерев, представлених здебільшого декоративними формами хвойних, свідчить про увагу до питання благоустрою міста в останні роки і зумовлена швидкими темпами житлового багатоквартирного будівництва і супутнім створенням нових скверів.

Вік за межею граничної декоративності (понад 40 років) мають *Betula pendula*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos* Scop., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Acer saccharinum*, разом з тим три останні мають середній вік понад 60 років (рис. 3). Шість деревних видів мають середній вік на рівні 10 років, а саме – це представлені природним поновленням рослини *Acer negundo* L. та *Ulmus scabra*, а також молоді посадки декоративних форм хвойних рослин *Thuja occidentalis*, *Juniperus sabina* L., *Picea excelsa* (Lam.) Link f. *nana*. Середній вік у межах 20-30 років мають *Aesculus hyppocastanum* і *Acer platanoides*. Середній клас довговічності деревних рослин у насадженнях – 2,4. До другого класу довговічності (видів, що зберігають декоративні якості у віці від 30 до 50 років) належить 41,7 % дерев, до третього (до групи недовговічних видів, що зберігають декоративні якості у віці від 25 до 30 років) – 50,3 %.

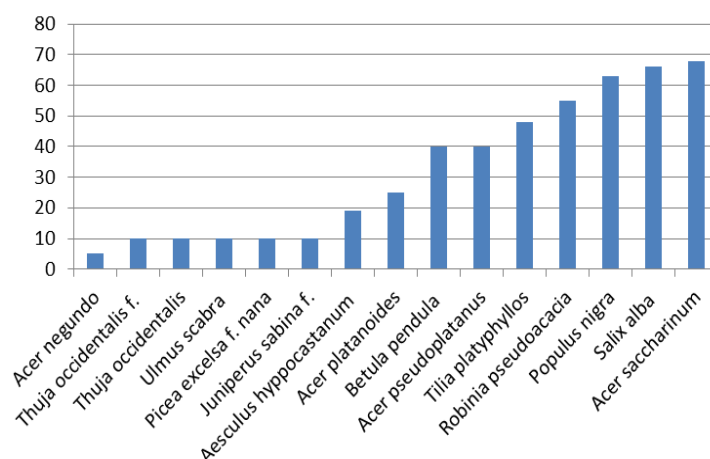


Рис. 3. Середній вік деревних насаджень у розрізі видів, років

На рисунку 4 подано видовий ряд у порядку погіршення стану деревних рослин.

Кращим станом (на рівні відмінного) і вищою декоративністю відзначаються *Thuja occidentalis*, *Juniperus sabina*. Добрий стан і високу декоративність мають *Ulmus scabra*, *Acer negundo*, *Betula pendula*, *Robinia*

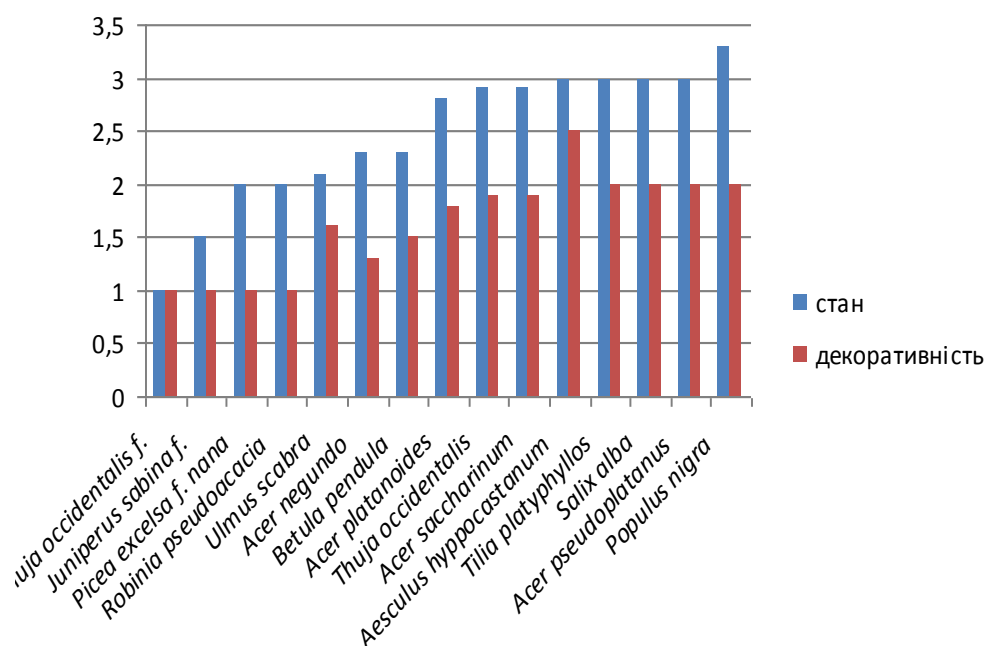


Рис. 4. Стан і декоративність насаджень скверів у розрізі видів, бали

pseudoacacia, незважаючи на те, що два останніх види відзначаються старшим віком (40 і 50 років). Найгіршим станом характеризуються дерева *Populus nigra* віком понад 60 років. Окремі екземпляри старих дерев (віком понад 60 років) *Salix alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, і особливо, *A. saccharinum*., уражені *Viscum album* L., що однак майже не позначається на їх декоративності. Крім того, у більшості скверів зафіксовано наявність природного поновлення *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. negundo*, *Ulmus scabra*, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.

Коефіцієнт Сімпсона, що використовується як міра біорізноманіття видів (SDI), для насаджень досліджених скверів дорівнює 9,2 (аналогічний результат був отриманий для вуличних насаджень міста Спрінгфілд, штат Массачусетс [12]).

Видовий склад чагарникових насаджень дуже бідний, нараховує 6 видів (рис. 5). Переважає *Spiraea vanhouttei* (Briot.) Zbl., на яку припадає понад половини посадок кущів.

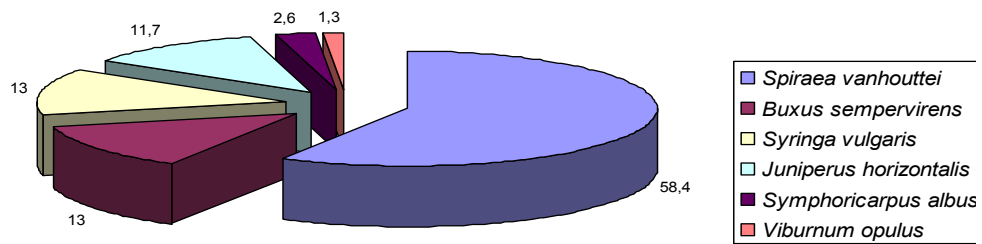


Рис. 5. Видова структура чагарникових насаджень скверів

Відмінним станом і високою декоративністю характеризується *Juniperus horizontalis* Moench., добрим станом і досить високою декоративністю – *Buxus sempervirens* L. і найбільш поширений чагарник – *Spiraea vanhouttei*. Решта три види характеризуються задовільним станом і невисокою декоративністю (рис. 6).

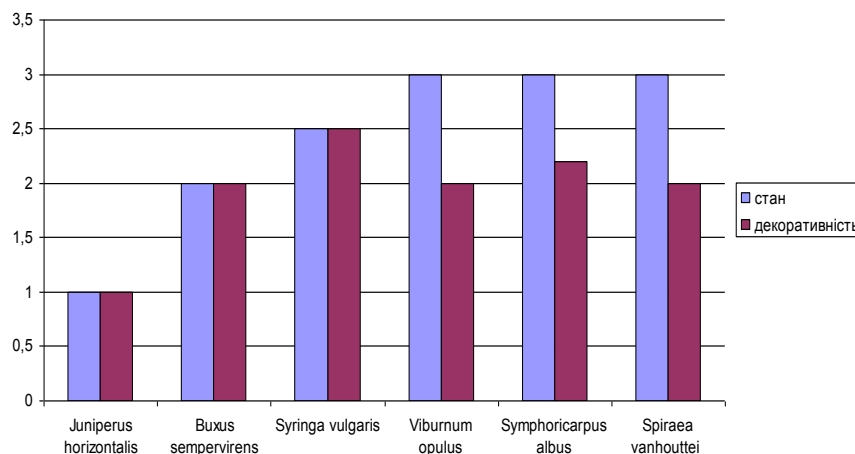


Рис. 6. Стан і декоративність чагарників у скверах, бали

Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Насадження скверів центральної частини Вишгорода представлені 20 видами і формами деревних рослин і 6 – чагарникових. Частка інтродуцентів серед деревних видів складає 55 %, серед чагарникових – 50 %. Як правило, основу скверів складають старші дерева декількох аборигенних видів, до яких додавалися декоративні інтродуценти молодшого віку.

2. Лише один вид – *Aesculus hyppocastanum*, представлений на території всіх досліджених скверів, його показник зустрічання дорівнює 1. Коефіцієнт зустрічання 0,75 мають чотири (або 15,4 %) деревно-чагарникових видів і форм:

Acer platanoides, *Ulmus scabra*, *Tilia cordata*, *Syringa vulgaris* L.; 0,5 – сім (або 26,9 %) видів: *Acer pseudoplatanus*, *A. saccharinum*, *A. negundo*, *Betula pendula*, *Populus nigra*, *Thuja occidentali*, *Spiraea vanhouttei*. Решта 13 видів і форм (50 % від загальної кількості) представлені лише на одному з об'єктів, їх коефіцієнт зустрічання становить 0,25.

3. Співвідношення дерев і кущів у різних скверах становить від 1:0 і 6:1 до 1:2, узагальнене значення – 2:1, тобто у всіх випадках далеко від нормативного. Всі сквери потребують додаткового введення кущових рослин до досягнення нормативного значення.

4. Вважаємо, що асортимент деревно-чагарникових насаджень скверів доцільно розширяти за рахунок стійких декоративних видів, таких як липа крупнолиста, модрина європейська, яблуні сливолиста та ягідна, плакучі форми горобини звичайної і робінії псевдоакації, форзиція звисаюча, вейгела рання, сніжноягідник білий, айва японська, барбариси, ялівці, таволги.

Список літератури

1. Алехина И. В. Видовой состав и состояние древесных интродуцентов в насаждениях г. Брянска / И. В. Алехина, С. И. Шлапакова, Е. С. Лукашов // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. – 2012. – Т. 21-1(140). – С.43-48.

2. Валетов В. В. Видовой состав древесно-кустарниковой флоры рекреационных территорий города Мозыря / В. В. Валетов, А. М. Уласик // Веснік МДПУ. Быялагічныя навукі. – 2013. – Т.2 (39). – С. 3-10.

3. Гаранович И. Особенности озеленения областных центров Беларуси / И. Гаранович // Наука и инновации. – 2015. – №. 3. – С. 4-8.

4. Гонтарь О. Б. Мониторинг состояния древесных насаждений на некоторых объектах озеленения в центральной части города Мурманска / О. Б. Гонтарь, Е. А. Святковская, Н. Н. Тростенюк [и др.] // Природопользование и мониторинг. – 2013. – С. 621-626.

5. Гудзенко Е. О. Оценка состояния древесных растений города Ростова-на-Дону / Е. О Гудзенко // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 112 (08). [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/88.pdf>

6. Жудрик Е. В. Ландшафтная структура дендрофлоры сквера И. Пулихова г. Минска / Е. В. Жудрик // Весці БДПУ. – 2016. – Серыя 3. – № 1. – С. 30-35.

7. Зібцева О. В. Стан вуличних насаджень центральної частини м. Вишгорода / О. В. Зібцева // Науковий вісник НУБіП України. – 2012. – Вип. 171. – Ч. 3. – С. 313-317.

8. Молганов Н. А. Деревья и кустарники скверов Ленинского района города Перми / Н. А. Молганов, С. А. Овеснов // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2014. – № 4. – С. 5-11.

9. Теодоронский. В. Рекомендации по нормативной плотности и видовому составу древесных растений на объектах озеленения / В. Теодоронский. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ruspitomniki.ru/articles/page223.php>.

10. Федорова А. И. Скверы исторического центра г. Воронежа. Разнообразие видов древесных пород и их устойчивость / А. И. Федорова, М. А. Михеева // Вестник Воронежского ГУ. Серия: география, геоэкология. – 2006. – № 2. – С. 78-85.

11. Ali S. M. Vegetation communities of urban open spaces: green belts and parks in Islamabad city/ S. M. Ali, R. N. Malik // Pak. J. Bot. – 2010. Т. 42(2)/ – P. 1031-1039.

12. Sun W. Q. Quantifying species diversity of streetside trees in our cities / Wen Quan Sun // Journal of Arboriculture. – 1992. – 18(2). – P. 91-93.

References

1. Alyohina I. V., Shlapakova S. I., Lukashov E. S. (2012) Vidovoy sostav i sostoyanie drevesnih introdutsentov v nasazhdeniyah g. Bryanska [Species composition and condition of tree plantations of exotic species in the city of Bryansk]. Nauchnie vedomosti BelGU. Seriya: estestvennye nauki, T. 21-1(140). 43–48.

2. Valetov V. V., Ulasik A. M. (2013). Vidovoy sostav drevesno-kustarnikovoy flory rekreatsionnih territoriy goroda Mozirya [The species composition of tree and shrub flora of the recreational areas of the city of Mozyr]. Vesnik MDPU. Biyalogichniya navuki, T. 2 (39). 3–10.

3. Garanovich I. (2015). Osobennosti ozeleneniya oblastnih tsentrov Belarusi. [Features landscaping regional centers of Belarus]. Nauka i innovatsii, T. 3. 4–8.

4. Gontar O. B., Svyatkovskaya E. A., Trostenyuk N. N. (2013). Monitoring sostoyaniya drevesnih nasazhdeniy na nekotorykh obektah ozeleneniya v tsentralnoy chasti goroda Murmansk [Monitoring of tree plantations at some sites of greening in the central part of the city of Murmansk]. Prirodopolzovanie i monitoring. 621–626.

5. Gudzenko E. O. (2015). Otsenka sostoyaniya drevesnih rasteniy goroda Rostova-na-Donu [State evaluation of woody plants in Rostov-on-Don]. Nauchnyi zhurnal KubGAU, T. 112 (08).

6. Zhudrik Ye. V. (2016). Landshaftnaya struktura dendroflory skvera I. Pulihova g. Minska [Landscape structure of the dendroflora in the public garden named after I. Pulikhov in Minsk]. Vestsi BDPU. Seriya 3. – № 1. 30–35.

7. Zibtseva O. V. (2012). Stan vulichnih nasadzen' tsentralnoyi chastini m. Vishgoroda [State of street stands at the central part of Vishgorod t.]. Naukoviy visnik NUBiP Ukraini, Vip. 171 (3). – 313-317.

8. Molganov N. A., Ovesnov S. A. (2014). Derev'ya i kustarniki skverov Leninskogo rayona goroda Permi [Trees and shrubs gardens of Leninsky district of Perm city]. Vestnik Permskogo universiteta, Seriya: Biologiya, T. 4. 5–11.

9. Teodoronskiy V. (2011). Rekomendatsii po normativnoy plotnosti i vidovomu sostavu drevesnih rasteniy na ob'ekтах ozeleneniya [Recommendation concerning regulatory of density and species composition of tree plants at landscaping objects]. Available at : <http://www.ruspitomniki.ru/articles/page223.php>

10. Fedorova A. I., Miheeva M. A. (2006). Skveri istoricheskogo tsentra g. Voronezha. Raznoobrazie vidov drevesnih porod i ih ustoychivost [Squares in historic center of Voronezh city. A variety of tree species and their sustainability]. Vestnik Voronezhskogo GU. Seriya: geografiya, geoekologiya, T. 2. 78–85.

11. Ali S. M., Malik R. N. (2010). Vegetation communities of urban open spaces: green belts and parks in Islamabad city. Pak. J. Bot., 42(2). 1031–1039.

12. Sun W. Q. (1992). Quantifying species diversity of streetside trees in our cities. Journal of Arboriculture, T. 18 (2). 91–93.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СКВЕРАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. ВЫШГОРОДА (КИЕВСКАЯ ОБЛ.)

О. В. Зибцева

Аннотация. Исследованы древесные и кустарниковые насаждения на территории скверов в центральной части исторического малого города Вышгорода Киевской области. Определен видовой состав древесных и кустарниковых насаждений на территории скверов, доля участия и класс долговечности древесных видов. На территории скверов преобладают молодые 10-летние посадки (41,6 % деревьев), 50-ти (27 %) и 40-летние деревья (11,9 %). Доля деревьев возрастом 60-70 лет достигает 12,5 %. Установлено, что наиболее распространенным древесным видом (коэффициент встречаемости 1,0) является *Aesculus hippocastanum*. Лучшим состоянием (на уровне отличного) и более высокой декоративностью отличаются декоративные формы *Thuja occidentalis*, *Juniperus sabina*. Наихудшим состоянием характеризуются деревья *Populus nigra* старше 60 лет. Средний класс долговечности древесных растений в насаждениях – 2,4. Ко второму классу долговечности относится 41,7 % деревьев, к третьему – 50,3 %.

Коэффициент Симпсона, используемый как мера биоразнообразия видов (SDI), для насаждений исследованных скверов равен 9,2. Видовой состав кустарниковых насаждений очень бедный, насчитывает 6 видов. Обобщенное соотношение деревьев и кустов в скверах составляет 2 : 1, то есть далеко от нормативного. Все скверы нуждаются в дополнительном введении кустарниковых растений до достижения нормативного значения. Ассортимент древесно-кустарниковых насаждений скверов целесообразно расширять за счет устойчивых декоративных видов.

Ключевые слова: древесные насаждения, виды, возраст, состояние, декоративность

SPECIES COMPOSITION AND CONDITION OF TREE PLANTATIONS IN GARDENS IN DOWNTOWN OF VYSHGOROD T. (KYIV REGION)

O. V. Zibtseva

Abstract. The tree and shrub plantings in gardens in downtown of historic small town Vyshgorod of Kiev region has been investigated. The species composition of tree and shrub plantings at the gardens territory, share of presence and class of durability of tree species were defined. In the gardens are dominated young 10-year landings (41.6% of the trees), 50-year-old (27%) and 40-year-old trees (11.9%). The proportion of 60-70-year-old trees is 12.5%. Was found, that the most common type of tree species (coefficient of presence 1.0) is *Aesculus hyppocastanum*. The best condition (at excellent) and the highest ornamental state have decorative forms of *Thuja occidentalis*, *Juniperus sabina*. The worst condition is characterized *Populus nigra* trees over 60 years. Middle class durability of tree plants in plantations – 2.4. The second class durability owns 41.7% of trees, the third – 50.3%.

Simpson ratio, which used as a measure of species biodiversity (SDI), to planting gardens is 9.2. The species composition of shrub plantings is very poor, has six species. Generalized ratio of trees and shrubs in the gardens is 2:1 that is far from standard. All gardens require additional input bush plants to achieve the standard value. The species composition of tree and shrub plantings in gardens expedient to expand by using of resistant ornamental species.

Keywords: tree and shrub plantations, species, age, condition, ornamental state

УДК: 633.63:631.35

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИСІВУ НАСІННЯ БУРЯКА ЦУКРОВОГО СІВАЛКАМИ ПНЕВМАТИЧНОГО ТИПУ

М. П. ВОЛОХА, кандидат технічних наук, докторант*

Ю. О. ДОРОШЕНКО, доктор технічних наук, професор

Національний авіаційний університет

E-mail: volmp@i.ua; dua159@ukr.net

***Анотація.** Наведено результати теоретичних досліджень висівного апарату пневматичного типу найбільш поширених бурякових сівалок. Визначені закон руху і рівняння траєкторії польоту насіння після відділення від висіваючого диска, побудовані графіки дальності польоту насіння в залежності від її початкової швидкості і кута нахилу до горизонту.*

***Ключові слова:** цукрові буряки, насіння, посів, сівалка пневматична, початкова швидкість, траєкторія польоту*

Впродовж останніх двох десятиріччів в Україні бурякові сівалки ССТ-12В з механічними висівними апаратами активно витісняються сівалками пневматичного типу дії як західноєвропейського виробництва: «Multicorn» фірми «F. Kleine», «PV-12 Aeromat» – BECKER, «Monoair-80» – Akkord (Німеччина); «Monosem», «Pnemosem» – Node Huzhy (Франція) та ін., так і їх вітчизняними аналогами: УПС-12, СУПК-12 – ПАТ «Червона зірка» (м. Кропивницький), СУ-12 – ПО «Оризон-прибор» (м. Сміла Черкаської області), СПУ-5,6 – завод «Охтирсільмаш» (м. Ахтирка Сумської області) та ін.

Переваги пневматичних сівалок, що полягають у суттєвому покращенні рівномірності розміщення сходів буряків вдовж рядка, доведені у роботах В. Л. Курило, В. М. Сінченко, М. В. Роїка та ін. (Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків УААН), де визначені показники коефіцієнта варіації за різних умов [1, 2], та Л. С. Зеніна (Всеросійський НДІ цукрових буряків і

*Науковий консультант – доктор технічних наук, професор О. О. Дорошенко

цукру) [3], де проведено аналіз впливу робочої швидкості агрегата та норми висіву насіння на точність сівби буряків цукрових (БЦ). Однак поглиблене аналітичне дослідження технологічного процесу висіву насіння БЦ апаратом пневматичного типу з урахуванням наведених нижче особливостей його виконання, є недостатнім.

Відомо, що насіння БЦ постачається до господарств затареним за посівними одиницями – 1 пос. од. містить 100 тис. насінин. Експериментами з визначення маси насіння різних сортів шляхом його зважування при забезпеченні репрезентативності вибірки встановлено, що середня маса, наприклад, дражованої насінини сорту Матадор фракції 3,25-4,25 мм складає 27,34мг ($0,2734 \times 10^{-3}$ г) з відхиленнями в межах від 19,05 до 43,30мг, що становить 22 % за коефіцієнтом варіації. Результатами уповільненої стробоскопічної зйомки встановлено, що навіть за такого незначного коливання незначної маси насінини траєкторії польоту окремих насінин, відповідно, інтервали між ними при падінні у борозну є різними.

Мета досліджень – визначити вплив початкової швидкості падіння відокремленої від комірки висіваючого диска насінини на дальність її польоту.

Результати дослідження та їх обговорення. Висівний апарат пневматичного типу, наприклад сівалки «Multicorn» [3], працює за принципом розрідження повітря, створюваного в його камері 3 за допомогою вакуумного шланга 9 вентилятором, який приводиться в обертання від ВВП трактора. Насіння, що знаходиться в зоні забірної камери 3 бункера 1, проходячи через зону розрідження, присмоктується до комірок висіваючого диска 2. Обладнаний механізмом регулювання 5 скребок 4, знімає зайві насінини, залишивши лише по одній на кожній комірці диска 2. Висіваючий диск переносить кожну із насінин в зону атмосферного тиску, де вона за допомогою камерного колеса – ротора 7 відділяється від комірки і падає у борозну, попередньо створену у ґрунті 10 наральником сошника 8 (рис. 1).

Нами розроблена модель[4], де насінина (матеріальна точка М масою m), відокремившись від диска, який обертається з постійною кутовою швидкістю,

летить у повітрі за траєкторією деякої кривої (рис. 2). Водночас весь посівний агрегат здійснює рівномірний поступальний рух уздовж осі X. Визначені закон руху $m\dot{\vec{W}} = m\vec{g} + \vec{R}$ і рівняння траєкторії точки з початковою швидкістю $\vec{V}_0$, направленою під кутом α до горизонту, за умови, що сила спротиву руху прямо пропорційна швидкості точки $\vec{V}: R = -\mu m \vec{V}$,

де: μ – коефіцієнт, обернено пропорційний масі m при $\vec{V} = \text{const}$.

Після відповідних перетворень рівняння траєкторії точки має вигляд [4]:

$$Y = \frac{1}{\mu} \frac{g - \mu V_0 \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} x + \frac{g}{\mu^2} \ln(1 - x) \frac{\mu}{V_0 \cos \alpha}$$

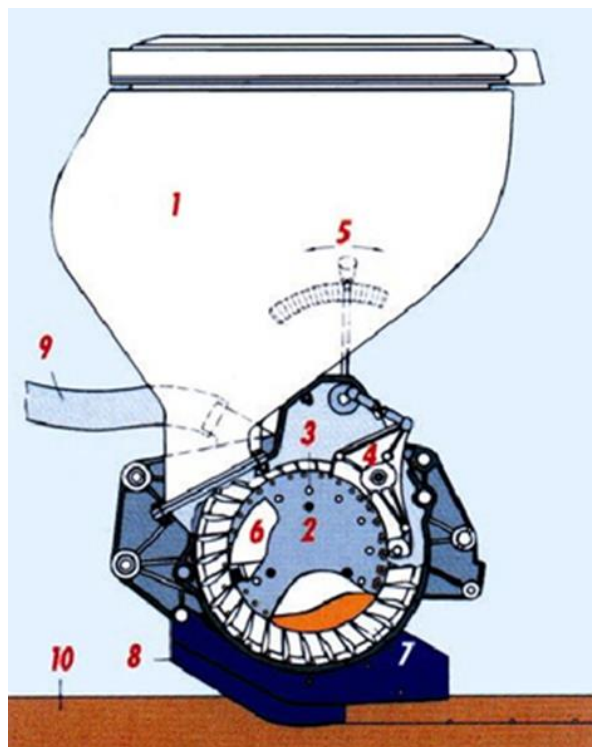


Рис. 1. Висівний апарат пневмосівалки в розрізі: 1 – бункер для насіння; 2 – висіваючий диск; 3 – захват; 4 – скребок насіння; 5 – регулятор скребка насіння; 6 – знімач насіння; 7 – ротор; 8 – сошник; 9 – вакуумний шланг; 10 – ґрунт.

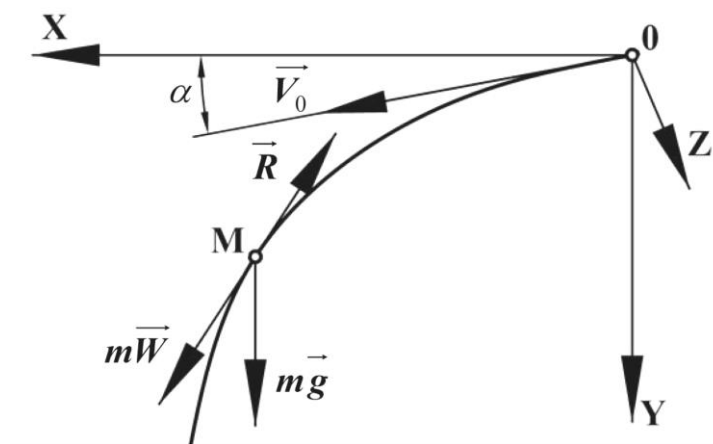


Рис. 2. Схема траєкторії падіння насінини

Графічна інтерпретація отриманої моделі приведена на рис. 3 і рис. 4.

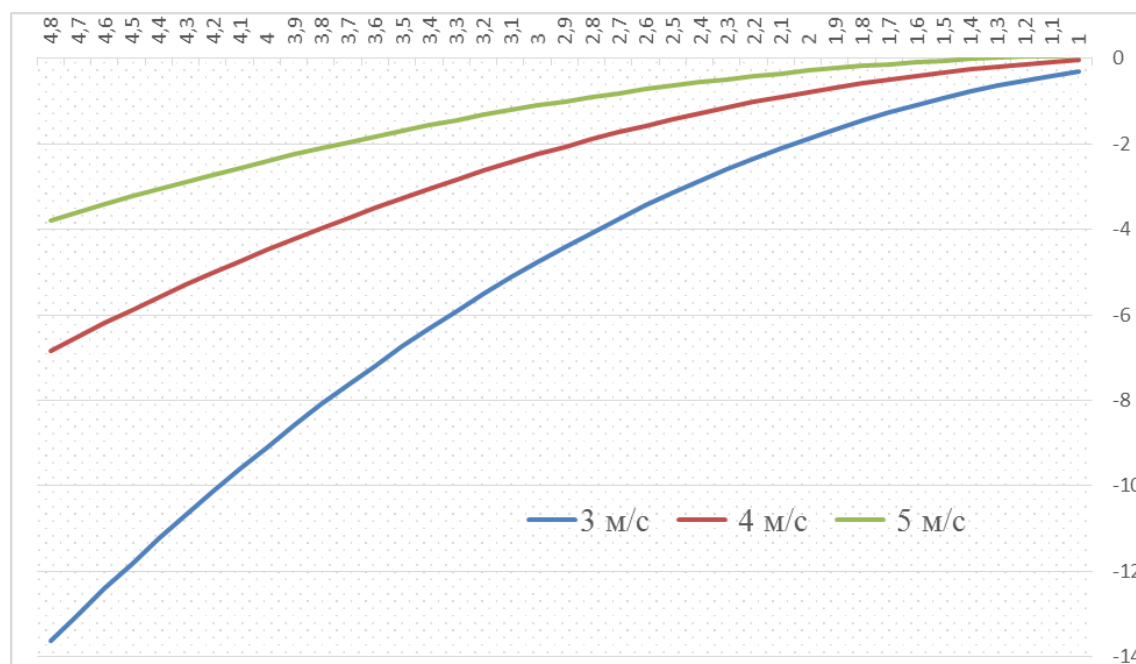


Рис. 3. Вплив початкової швидкості на траєкторію падіння насінини

Як видно з графіків, зі збільшенням початкової швидкості падіння насінини $\vec{v}_0$ дальність її польоту збільшується, а зі збільшенням кута її нахилу до горизонту α - зменшується.

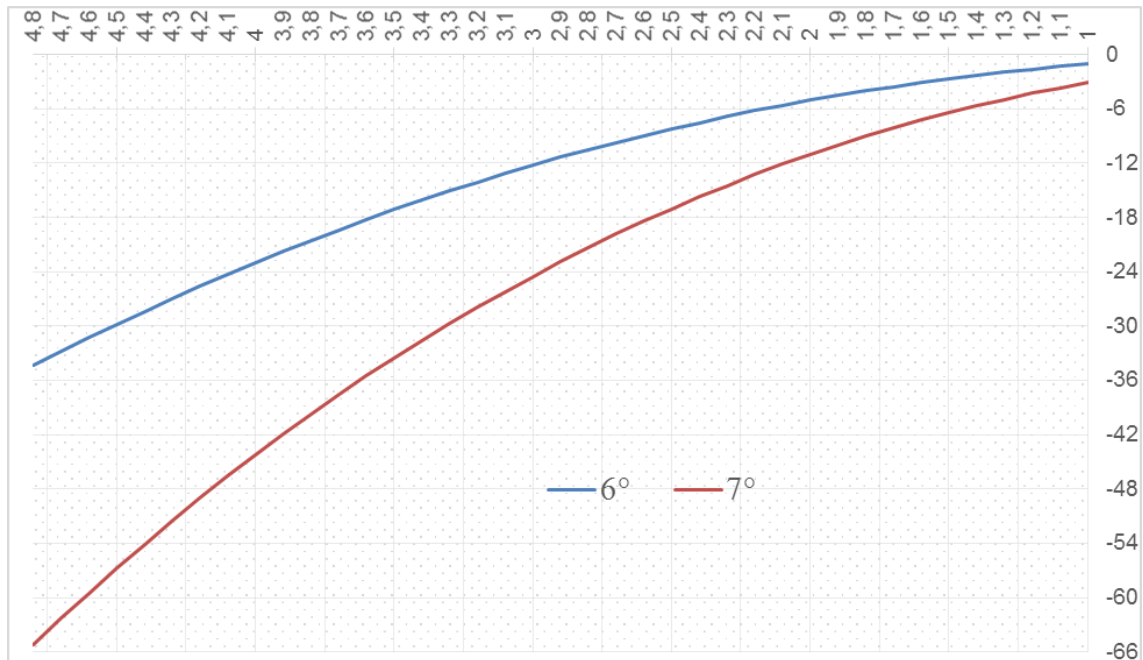


Рис. 4. Вплив кута нахилу початкової швидкості до горизонту на траєкторію падіння насінини

Висновки. Дальність польоту насінини буряків цукрових після її відділення від комірки висіваючого диска пневмосівалки залежить прямо пропорційно від початкової швидкості падіння і обернено пропорційно від кута нахилу її вектора до горизонту. Зазначене дозволяє визначати точність висіву (довжину інтервалів між висіяним у ґрунт насінням) і оцінювати технологічний процес та є вихідними умовами для визначення оптимальних параметрів робочого органу.

Список літератури

1. Творчо застосовувати технологію сівби цукрових буряків / Роїк М. В., В. Л. Курило, В. І. Пиркін., В. М. Сінченко //Цукрові буряки. – 2012. – № 2-3. – С. 34-36.

2. Курило В. Л. Якісна сівба – запорука високого врожаю цукрових буряків / Курило В. Л., П. О. Войтюк, І. А. Пачевський // Цукрові буряки. – 2008. – № 1. – С. 18-20.

3. Зенин Л. С. Точный высев сахарной свеклы / Зенин Л. С. // Сахарная свекла. – 2007 – № 4. – С. 14-18.

4. Дорошенко Ю. О. Моделювання траєкторії польоту насінини при сівбі висівним апаратом пневматичного типу / Ю. О.Дорошенко, М. П. Волоха // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь : ТДАТУ, 2012. – Т. 55, Вип. 4. – С. 81-86.

References

1. Royik M. V., Kurylo V. L., Pyrkin V. I., Sinchenko V. M. (2012). Tvorchozastosovuvaty tekhnolohiyu sivby tsukrovyykh buryakiv [Creatively use technology sowing sugar beet]. Sugar beet, 2-3, 34-36. (in Ukraine).

2. Kurilo V. L., Voytyuk P. O., Pachevs'kiy I. A. (2008) Yakisna sivba – zaporuka visokogo vrozhayu tsukrovyykh buryakiv [Quality sowing - the key to high yields of sugar beet]. Sugar beet, 1, 18-20. (in Ukraine).

3. Zenin L. S. (2007). Tochnyy vysev sakharney svekly [Accurate sowing of sugar beet]. Sugar beet, 4, 14-18. (in Ukraine).

4. Doroshenko Yu. O., Volokha M. P. (2012). Modelyuvannya trayektoriyi polyotu nasynyny pry sivbi vysivnym aparatom pnevmatychnoho typu [Modeling trajectory sowing seeds in the seed machine pneumatic type]. Applied geometry and engineering graphics. Labor Tauride Agrotechnological State University. Melitopol: Tavricheskiy State Agrotechnology University, v. 554, 81-86. (in Ukraine).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСЕВА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ СЕЯЛКАМИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТИПА

Н. П. Волоха, Ю. А. Дорошенко

Аннотация. Приведены результаты теоретических исследований посевного аппарата пневматического типа наиболее распространенных свекловичных сеялок. Определены закон движения и уравнение траектории полета семени после отделения от высевającego диска, построены графики дальности полета семени в зависимости от ее начальной скорости и угла наклона к горизонту.

Ключевые слова: сахарная свекла, семена, посев, сеялка пневматическая, начальная скорость, траектория полета

STUDY OF SUGAR BEET SEED PNEUMATIC SEED DRILL TYPE

M. P. Volokha, Yu. O. Doroshenko

Abstract. *The results of theoretical research of seed machine pneumatic type most common beet planters. Determined law of motion and the equation seed flight path after separation from the seed disc constructed flight distance graphs seeds depending upon its initial velocity and angle to the horizontal.*

Keywords: *sugar beet, seeds, crop, pneumatic seed drill, the initial velocity, flight path*

УДК 631.3: 631.674

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ И СПОСОБОВ УКЛАДКИ
УВЛАЖНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ
ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

ХАЙДЕР РААД НАДИМ АЛЬ-ХАЗААЛИ, аспирант^{*},

В. П. КОВБАСА, доктор технических наук, профессор,

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

E-mail: raad77@mail.ru, KovbasaV@ukr.net

Аннотация. В статье проанализированы конструкции систем и способы укладки увлажнителей для внутрипочвенного орошения многолетних плодовых насаждений. Сделан вывод о необходимости разработки наиболее перспективного (бестраниейного) способа укладки трубопроводов совместно с противοфилътрационным экраном.

Ключевые слова: плодовые насаждения, внутрипочвенное орошение, трубопровод, увлажнитель, противοфилътрационный экран

Актуальность. Эффективность орошения садов зависит не только от соблюдения рационального поливного режима, но и от способа и техники проведения полива.

Существенным недостатком, тормозящим внедрение внутрипочвенного орошения в производство, является слабая практическая и теоретическая разработка его приемов, отсутствие широкой экспериментальной проверки этого способа полива.

Современные способы и техника полива должны обеспечивать создание оптимальных условий для выращивания плодовых культур; способствовать сохранению структуры почвы; проведению поливов с минимальным расходом оросительной воды на единицу площади; получению высоких урожаев с хорошим качеством плодов; препятствовать возникновению водной эрозии; механизировать и автоматизировать процесс полива; регулировать в определенном диапазоне водный, питательный и воздушный режимы почвы и

^{*} Научный руководитель – доктор технических наук, профессор В. П. Ковбаса

растений; повышать степень надежности и коэффициент полезного действия оросительных систем; уменьшать энергетические затраты [1].

Цель исследования – проведение анализа существующих конструкций систем для внутripочвенного орошения для дальнейших исследований, направленных на уменьшение стоимости этих систем и увеличение их экономической эффективности путем совершенствования существующих конструкций систем внутripочвенного орошения и методов расчета режима полива, а также конструкций машин для прокладки оросительных систем.

Результаты исследования и их обсуждение. Основным конструктивным элементом, определяющим особенности системы подпочвенного (внутripочвенного) орошения, – увлажнители, конструкция и материал которых могут влиять на характер и распределение воды и увлажнения почвы.

Увлажнители распределяют поливную воду, удобрения, воздух и тепло по площади орошения. От конструкции внутripочвенных увлажнителей зависит надежность работы оросительной системы, характер увлажнения почвы и размер затрат на строительство. По способу устройства внутripочвенных увлажнителей различают *внутripочвенное орошение по трубам*, выполненным из различных материалов (керамические и пластмассовые трубы, пустотелый кирпич, черепица, доски и т.п.) и по, так называемым, *кротовинам*, нарезка которых осуществляется специальными механизмами, путем выдавливания в почве цилиндрической или иной формы полости [2].

Наибольшее производственное применение нашли трубчатые системы внутripочвенного орошения. Испытано множество различных видов труб – это гончарные и керамические с выходом воды в стыках, пластмассовые трубы, через отверстия, щели в стенках труб, бетонные, песчано-битумные, из толя и другие.

Использование гончарных трубок позволяет выполнять увлажнители длиной до 300 м при оптимальных уклонах 0,001...0,0005. Величина напора в голове увлажнителя не должна превышать глубину укладки последнего более чем на 0,1...0,15 м.

Учитывая значительную трудоемкость при укладке увлажнителей, большие потери воды на фильтрацию, гончарные трубы укладываются стык к стыку на желоб из полиэтиленовой пленки, а сверху прикрываются другой пленкой равной ширины [3].

В последнее время предпочтение стали отдавать трубам из полимерных материалов – полиэтиленовым и полихлорвиниловым с выходом воды через перфорации и щели. Это связано с тем, что строительство системы внутрисочвенного орошения при этом значительно дешевле и укладка труб может быть полностью механизирована. Эти трубы обладают малой массой, эластичностью, высокой механической прочностью и химической стойкостью. Строительные расходы при бестраншейной укладке полиэтиленовых труб сокращаются на 60-80 % [4]. Выполнение различных перфораций в таких трубах позволяет уменьшить заиливание и зарастание корнями растений внутренней полости увлажнителей.

При использовании цельнотянутых труб в качестве увлажнителей упростился процесс строительства участков внутрисочвенного орошения, особенно с применением бестраншейных трубоукладчиков. Отпадает одна из самых трудоемких работ – выполнение стыков труб, нет опасности смещения стыков в траншее и выхода из строя увлажнителей. Как следствие – увеличивается надежность в эксплуатации участков внутрисочвенного орошения.

Укладка труб в почвах может осуществляться *траншейным, узкотраншейным и бестраншейным способами.*

Траншейный и узкотраншейный способы укладки труб характеризуются значительным объемом работ, выносом минеральной почвы на дневную поверхность и смешиванием последней с гумусным слем при засыпке траншей. Кроме того, конструкция современных траншейных трубоукладчиков характеризуется наличием значительного количества кинематических связей, что при работе в условиях абразивной среды приводит к частым поломкам. Такие трубоукладчики теряют работоспособность на пластических липких почвах.

Глубину закладки трубчатых увлажнителей рекомендуется выдерживать в пределах 0,45...0,5 м, так как во время механизированной обработки почвы возможно повреждение последних сельскохозяйственными орудиями и машинами.

Проектирование и строительство систем внутripочвенного орошения с трубчатыми увлажнителями может быть осуществлено при уклонах от 0,0001 до 0,001 и более [3].

Наиболее широкие исследования внутripочвенного орошения проведены в Узбекистане (в Голодной степи). Полиэтиленовые трубки-увлажнители закладывали как с помощью узкотраншейного экскаватора, так и бестраншейным способом. Применялись трубки диаметром от 38 до 16 мм с перфорацией диаметром 1,5...2 мм и расстоянием между увлажнителями от 0,9 до 1,8 м.

Уклон вдоль увлажнителей длиной до 200 м был равен 0,002-0,01.

В зарубежных источниках описаны преимущественно деляночные опыты, где изучалась связь различных конструкций увлажнителей с урожаем и расходом воды. Испытывались пластмассовые трубки малого диаметра с колотой и сверленной перфорацией, а также со щелевыми водовыпусками. Позднее перфорацию стали защищать специальными козырьком, пружинными клапанами, открывающимися только на время полива. Применение эластомеров для изготовления трубок позволило выполнять щелевые отверстия, перекрывающиеся за счет эластичности самого материала без помощи пружин. Принцип их действия основан на закрытии щелей при понижении напора в увлажнителе и раскрытии при увеличении напора.

Имеется множество других решений для выравнивания раздачи воды по длине трубок-увлажнителей: применение асбестовых или нейлоновых фитилей, изменение плотности волокон по длине трубки. Для защиты перфорации от забивания применяют также пластмассовые насадки, которыми оснащаются увлажнители при укладке в почву.

Как правило, для укладки увлажнителей применяют бестраншейный способ, в том числе модифицированные сельскохозяйственные орудия.

Ряд ученых: С. В. Кравец, О. Л. Романовский, М. Д. Каслин, В. М. Супонев [7-9] подтвердили целесообразность прокладывания подземных коммуникаций бестраншейным способом. Он избавляет от недостатков, которые свойственны траншейному и узкотраншейному способам и снижает себестоимость строительства на 12 % [10].

Основные преимущества бестраншейного способа прокладывания подземных коммуникаций [11.]:

- высокая рабочая скорость прокладывания (до 5 км/час), а с нею и производительность труда;
- уменьшение объема земляных работ в 3-5 раз за счет совмещения процессов формирования щели, подачи и кладки трубы и закрытия щели;
- сохранение гумусного слоя на поверхности почвы и, соответственно, минимизация техногенного влияния на окружающую среду;
- возможность использования в обвалных почвах, а также в почвах с высоким уровнем стояния грунтовых вод.

Рабочие органы бестраншейных укладчиков труб имеют простую конструкцию, высокую надежность и сравнительно невысокую стоимость. В сравнении с траншейными их удельная энергоемкость на 15-20 %, а удельная металлоемкость на 40-50 % меньше [11].

Анализ патентной и научно-технической литературы показал, что существует ряд технических решений, направленных на выполнение операций по укладке трубопроводов бестраншейным способом, который базируется на принципе вертикального заглубления гибких трубопроводов [12].

Известны методы бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций – горизонтальная проходка в грунтах и протягивание (протаскивание) в образовавшуюся скважину отдельных модулей труб или плетей трубопроводов.

Проходка горизонтальных (наклонных) скважин, а также вертикальных стволов и протягивание в них трубопроводов могут производиться

следующими методами: горизонтальное (наклонное) направленное бурение (в том числе шнековое), микротоннелирование, ударно-импульсное продавливание, раскатка скважин.

Раскатка скважин представляет собой непрерывный процесс образования в грунте цилиндрической полости путем деформации и уплотнения грунта раскатывающим механизмом, или раскатчиком (рис. 1) [13].



Рис. 1. Раскатчик скважин РТ-470 с закрепленной в хвостовой части трубной плетью для протаскивания в горизонтальную скважину

Преимуществом метода раскатки по сравнению с горизонтальным (наклонным) направленным бурением является отсутствие необходимости использования передвижных насосных установок (для подачи воды к буровому инструменту) или компрессора (для подачи сжатого воздуха к пневмопробойнику). Кроме того, при использовании раскатчиков полностью исключается просадка грунта на поверхности.

На основе данного метода в сельском хозяйстве используется *внутрипочвенно-котовое орошение*, которое является наиболее дешевым и доступным. При этом способе полива увлажнители имеют вид «земляных труб», называемых искусственными с хорошо выраженной капиллярностью.

Широкое внедрение в производство внутрипочвенно-кротового орошения сдерживается из-за короткого срока службы таких систем. Для уменьшения проникновения воды в глубокие слои почвы (особенно на почвах с высокой фильтрацией) и лучшего распространения ее в горизонтальном направлении на трубчатых системах внутрипочвенного орошения устраивают различные противофильтрационные экраны, выполненные из полиэтиленовой пленки, рубероида, стекловаты и т.д. [5].

Исследователями Германии были поставлены широкие опыты с внутрипочвенным орошением по методу Нидервеммера [6].

Предложенная Нидервеммером система внутрипочвенного орошения для условий аридной зоны западной части Турции на хлопчатнике (Средиземноморское побережье) достаточно дорогостоящая, однако эксплуатационные затраты меньше, чем при дождевании в 3,4 раза.

Наилучшие результаты внутрипочвенное орошение давало при укладке пленочного экрана на глубине 0,8 м, на который помещался полиэтиленовый трубопровод малого диаметра через 3 м. Отмечено, что пленочный экран шириной 2 м ограничивал накопление зимне-весенней влаги в период дождей, поэтому поливы приходилось начинать раньше. Наличие фильтра из послойно переработанного грунта (сначала на экран попадают крупные фракции, затем средние и мелкие) создает благоприятные условия для бокового распределения воды по полосе шириной 2...4 м.

Известными есть технические решения, направленные на разработку конструкций рабочих органов для осуществления многоярусной разработки грунта [11, 12, 14], которая характеризуется наименьшей энергоемкостью.

Также известны ножевые кабеле- и трубоукладчики [12], работа которых основывается на принципе разрезания почвы.

Для прокладывания пластмассовых трубопроводов используют укладчики на базе колесных и гусеничных тракторов. По типу базового шасси можно использовать прицепные, навесные и полунавесные трубоукладчики [15].

Так например, трубоукладчик STR 150 (рис. 2) (Австралия) укладывает оросительные трубопроводы диаметром до 70 мм на глубину до 0,6 м. Рабочее оборудование включает вертикальный разрезной нож с незаостренной резальной кромкой и долотообразный нож, а также трубонаправляющее устройство для подачи труб.



а



б

Рис. 2. Трубоукладчик STR 150: а – рабочее оборудование трубоукладчика; б – трубоукладчик STR 150 в рабочем положении

Трубоукладчик Caterpillar (США) на базе гусеничного трактора Caterpillar D6H (рис. 3) выполнен в виде ножа-распушителя с шарнирно-закрепленным трубонаправляющим устройством для подачи трубопровода диаметром до 70 мм [16]. Глубина укладки труб до 0,6 м.



а



б

Рис. 3. Трубоукладчик Caterpillar D6H: а – рабочее оборудование трубоукладчика; б – трубоукладчик Caterpillar D6H в рабочем положении

В укладчиках труб КУ – 25 и КУ – 120 в качестве рабочего оборудования используются долотообразные ножи. Эти укладчики предназначены для бестраншейного укладывания полиэтиленовых труб толщиной 35-75 мм на глубину 1,2 м с одновременным прокладыванием контрольной ленты [17], то есть, рабочие органы бестраншейных укладчиков труб имеют простую конструкцию, высокую надежность и сравнительно невысокую стоимость, что существенно увеличивает возможности применения бестраншейного способа.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что все рассмотренные способы укладки труб не позволяют достичь оптимальных условий для сохранения и распространения влаги при внутрпочвенном орошении сельскохозяйственных растений.

Наиболее приемлемым для этого является бестраншейный способ укладки. Однако рассмотренный способ не позволяет укладывать противофильтрационный экран совместно с увлажнителем. В связи с этим, исследования следует направить на разработку способа и технического решения бестраншейной укладки увлажнителей совместно с противофильтрационным экраном.

Список литературы

1. Bagrov, M. N (1975) Crop irrigation regime / M. N. Bagrov // Overview. – Moscow: TSBNTI Minvodkhoz, 76 p.
2. Декруа, М. Различные методы «локального» орошения, применяемые во Франции: Труды IX Международного конгресса по ирригации и дренаж / М. Декруа // В сб.: Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. – М.: ТсБНТИ Минводхоза СССР. – 1975. – С. 58-76.
3. Боровой, Е. П. Научное обоснование техники и технологии внутрпочвенного орошения кормовых культур: дисс. ... докт. техн. наук: 06.01.02 / Е. П. Боровой. – Волгоград, 1999. – 413 с.
4. Ветренко, Е. А. Научно-экспериментальное обоснование применения подпочвенного орошения яблоневого сада: дисс. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Е. А. Ветренко. – Волгоград. – 2003. – 209 с.
5. Акутнева, Е. В. Применение внутрпочвенного орошения в плодоводстве / Е. В. Акутнева // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science . – Year: 2014 Issue: 10 Volume: 18. – P. 11-17.

6. Мертин, В. Результаты подпочвенного орошения по методу Нидервермера: Труды IX Международного конгресса по ирригации и дренаж / В. Мертин // В сб.: Прогрессивные способы орошения, включая машинное орошение. – М.: ТСБНТИ Минводхоза СССР. – 1975. – С. 89-99.

7. Романовський, О. Л. Дослідження технологічного процесу роботи та обґрунтування параметрів багатоярусного робочого органа безтраншейного дренажувача : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.20.01 «Механізація сільськогосподарського виробництва» / Романовський Олександр Леонтійович; – Луцьк, 1996. – 16 с.

8. Каслин, Н. Д. Механизация работ при прокладке распределительных трубопроводов / Н.Д. Каслин, В. Н. Супонев // Вестник ХНАДУ. – Харьков, 2007. – Вып 38. – С. 107-110.

9. Супонев, В. Н. Определение параметров рабочего оборудования трубозаглубителей / В. Н. Супонев // Энергосбережение. Энергоаудит. Общегосударственный научно-производительный информационный журнал. – Харьков: СВЭКО, 2006. – Вып. – 10. – С. 23-30.

10. Артемьева, З. Н. Технично – экономическая оценка строительства пластмассового дренажа бестраншейным способом / З. Н. Артемьева, Р. А. Неврова // Сб. научн. тр. СевНИИГиМ-Л. – 1982. – С. 145-151.

11. Бестраншейные дренажувачики в СССР и за рубежом / [Е. Д. Томин, А. Н. Ефремов, Б. И. Люлькин, В. Н. Буравцев] – М.: ЦБНТИ Минводхоз СССР, 1983. – №13. – С. 84.

12. Патент 101524 UA МПК А01В 13/00 Землерийний робочий орган / С. В. Кравец, О. Л. Романовський, О. Ю. Васильчук та ін.; заявник і власник патенту НУВГП – № а201105496; заявл. 29.04.2011; опубл. 10.04.2013. Бюл. № 7.

13. Проспект компании «РосПайп». – Режим доступа: <http://ros-pipe.ru/clauses/stroitelstvo-remont-truboprovodov/klassifikatsiya-bestransheyinykh-metodov-prokladki-/>

14. Патент на полезную модель 38342 RU, МКИЗ E02F 5/10 Землеройный рабочий орган для бестраншейного укладчика труб / Н. А. Ермошин, С. Б. НORYШЕВ – № 2004106468/20; заявл. 27.02.2004; опубл. 10.06.2004.

15. Машины для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций / [С. В. Кравец, Н. Д. Каслин, В. К. Руднев, В. Н. Супонев] – Харьков: ООО «Фавор», 2008. – 256 с:

16. Проспект фирмы «GOUCH ENGINEERING». – Режим доступа: <http://fieldchief.co.nz>

17. Проспект фирмы «Mihnevskiy remontno – mehanicheskij zavod». – Режим доступа: <http://www.cdminfo.ru>

References

1. Bagrov, M. N (1975). Crop irrigation regime. Overview. – Moscow, Russia, 76.

2. Dekrua, M. (1975). Razlichnye metody «lokal'nogo» orosheniya, primenyaemye vo Francii [Different methods of local irrigation, applied in France]. (1975). Proc. 9th inter. congress for irrigations and drainage / M. Dekrua // Progressivnye sposoby orosheniya, vklyuchaya mashinnoe oroshenie [Progressive methods of irrigation, including machine irrigation]. – Moscow, Russia, 58-76.
3. Borovoj, E. P. (1999). Nauchnoe obosnovanie tekhniki i tekhnologii vnutripochvennogo orosheniya kormovyh kul'tur [Scientific ground of technique and technology of interflow irrigation of forage crops]. Volgograd, 413.
4. Vetrenko, E. A. (2003). Nauchno-eksperimental'noe obosnovanie primeneniya podpochvennogo orosheniya yablonevogo sada [Scientific and experimental ground of application of subsoil irrigation of apple-tree garden]. Volgograd, 209.
5. Akutneva, E. V. (2014). Primenenie vnutripochvennogo orosheniya v plodovodstve [Application of interflow irrigation in fruit growing]. International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. 10/18, 11-17.
6. Mertin, V. Rezultaty podpochvennogo orosheniya po metodu Nidervemmera [Results of subsoil irrigation on the method of Nidervemmer]. (1975). Proc. 9th inter. congress for irrigations and drainage / V. Mertin // Progressivnye sposoby orosheniya, vklyuchaya mashinnoe oroshenie [Progressive methods of irrigation, including machine irrigation]. – Moscow, Russia, 89-99.
7. Romanovskiy, O. L. (1996). Doslidzhennya tehnologichnogo protsesu roboti ta obgruntuvannya parametriv bagatoyarusnogo robochogo organa beztransheynogo drenoukladacha [Researches of technological process of work and ground of parameters of many-tier working organ of trenchless drainage machine]. Lutsk, 16.
8. Kaslin, N. D., Suponev, V. N. (2007). Mehanizatsiya rabot pri prokladke raspredelitelnyh truboprovodov [Mechanization of works at laying of distributive pipelines]. Messenger of the Kharkov national road-transport university, 38, 107–110.
9. Suponev, V. N. (2006). Opredelenie parametrov rabocheho oborudovaniya trubozaglubiteley [Determination of parameters of working equipment of stacker pipes]. Energy-savings. Energyaudit. National scientific and production informative magazine, 10, 23–30.
10. Artemeva, Z. N., Nevrova, R. A. (1982). Tehniko – ekonomicheskaya otsenka stroitelstva plastmassovogo drenazha bestransheynym sposobom [Technical and economic estimation of building of plastic drainage by a trenchless method]. Collection of scientific works of the North research institute of the hydraulic engineering and land-reclamation, 145–151.
11. Tomin, E. D., Efremov, A. N., Lyulkin, B. I., Buravtsev, V. N. (1983). Bestransheynye drenoukladchiki v SSSR i za rubezhom [Trenchless packers of drains in the USSR and abroad]. Central bureau of scientific and technical information. – Moscow, Russia, 84.
12. Kravets, S. V., Romanovskiy, O. L., Vasilchuk, O. Yu. (2013). Earth-moving working organ. Patent of Ukraine on an invention. A01V 13/00. № 101524; declared 29.04.2011; published 10.04.2013, № 7.

13. Advertisement of firm «RosPipe». Available at: <http://ros-pipe.ru/clauses/stroitelstvo-remont-truboprovodov/klassifikatsiya-bestransheynykh-metodov-prokladki>.
14. Ermoshin, N. A., Noryishev, S. B. (2004). Earth-moving working organ for the trenchless packer of pipes. Patent of Russia for useful model. E02F 5/10. № 38342; declared 27.02.2004; published 10.06.2004, №11.
15. Kravets, S. V., Kaslin, N. D., Rudnev, V. K., Suponev, V. N. (2008). Mashinyi dlya bestransheynoy prokladki podzemnyih kommunikatsiy [Machines for the trenchless laying of underground communications] Kharkov, Ukraine, 256.
16. Advertisement of firm «GOUCH ENGINEERING». Available at: <http://fieldchief.co.nz>.
17. Advertisement of firm «Mihnevskiy remontno – mehanicheskiy zavod». Available at: <http://www.cdminfo.ru>.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ ТА СПОСОБІВ УКЛАДАННЯ ЗВОЛОЖУВАЧІВ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЗРОШЕННЯ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Хайдер Раад Надім Аль-Хазаалі, В. П. Ковбаса

***Анотація.** В статті проаналізовані конструкції систем та способи укладання зволожувачів для зрошення багаторічних плодових насаджень. Зроблено висновок про необхідність розроблення найбільш перспективного (безтраншейного) способу укладання трубопроводів разом із протифільтраційним екраном.*

***Ключові слова:** плодові насадження, системи зрошування, внутрішньогрунтове зрошення, трубопровід, зволожувач, протифільтраційний екран*

ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS OF THE SYSTEMS AND METHODS OF PILING OF HUMECTANTS FOR INTERFLOW IRRIGATION OF THE FRUIT PLANTING

Hayder Raad Nadim Al-Hazaali, V. P. Kovbasa

***Abstract.** The constructions of the systems and methods of piling of humectants for interflow irrigation of the long-term fruit planting are analyzed in this article. A conclusion is done about the necessity of development of the most perspective method of piling of pipelines jointly with an anti-filtration screen.*

***Keywords:** fruit planting, interflow irrigation, pipeline, humectant, anti-filtration screen*