

Зміст електронного журналу

«Наукові доповіді НУБіП України»

№ 64 (Грудень), 2016

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 4 від 26 жовтня 2016 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Прикуп Л. О. ДИНАМІКА ОРГАНІЗАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ УГІДЬ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**
- 2. Ломова Н. М., Наріжний С. А., Сніжко О. О. ПЕРВИННА ПІДГОТОВКА АППРОДУКТІВ У БІОТЕХНОЛОГІЇ ЙОГУРТУ «МЕДОВИЙ»**
- 3. Олійник О. О., Мельничук М. Д., Клюваденко А. А., Ліханов А. Ф. АНАТОМО-ГІСТОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАГОНІВ ПЕРСПЕКТИВНИХ СОРТІВ ТРОЯНДИ ЕФІРООЛІЙНОЇ**
- 4. Колосова І. І., Майор В. В., Шаторна В. Ф. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМБРІОТОКСИЧНОСТІ АЦЕТАТУ СВИНЦЮ У ПОЄДНАННІ З ЦИТРАТАМИ ЗОЛОТА, СРІБЛА ТА ЗАЛІЗА НА РІЗНИХ ТЕРМІНАХ ВАГІТНОСТІ ЩУРІВ**
- 5. Коломієць Ю. В., Григорюк І. П., Буценко Л. М. ДІАГНОСТИКА БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РОСЛИН ПОМІДОРІВ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО І ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ УКРАЇНИ**
- 6. Павленко А. В., Чайка В. М., Міняйло А. А. СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ЧИННИК ЗОВНІШНЬОГО ВПЛИВУ НА СТАН ПОПУЛЯЦІЙ ТВАРИН МИСЛИВСЬКИХ ВИДІВ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**
- 7. Chaika V. M., Rubezhniak I. G., Petryk O. I. THE CONTROL OF CYDIA POMONELLA L. IN APPLE ORCHARDS OF FOREST STEPPE OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF CLIMATIC CHANGE**
- 8. Хомич В. В., Митяй І. С. ВИДОВИЙ СКЛАД УГРУПОВАНЬ ГІДРОБІОНТІВ КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Агрономія

- 9. Макух Я. П. ВЕРБА ЕНЕРГЕТИЧНА І ХІМІЧНІ СТРЕСИ**

10. Матвіїв Г. М., Кравченко Ю. С., Матвіїв В. М. СЕЗОННА ДИНАМІКА ЩІЛЬНОСТІ СКЛАДЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА РІЗНОГО ВИКОРИСТАННЯ В АГРОЦЕНОЗАХ

Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва

11. Галат М. В., Шпирка Н. Ф., Таран М. В., Паренюк О. Ю., Шаванова К. Є. РОЗРОБКА НОВОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ ТОКСОПЛАЗМОЗУ НА ОСНОВІ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ НАНОЧАСТИНОК ОКСИДУ ЦИНКУ

12. Засєкін Д. А., Кучерук М. Д., Соколюк В. М. ВПЛИВ ЛИЗУНЦЯ «КЕНДІЛАКТ» НА ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ НЕСПЕЦИФІЧНОГО ІМУННОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ КОРІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ БІОГЕОХІМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

13. Данчук О. В. ДИНАМІКА ВМІСТУ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ У ЕРИТРОЦИТАХ СВИНЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДІЇ СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ

14. Mezhenska N., Bubela S. BIOLOGICAL HAZARDS OF FISH FARMING IN UKRAINE

15. Васильєва Т. Б. НЕСПЕЦИФІЧНІ ФАКТОРИ ГУМОРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ У НЕТЕЛІВ ТА ОТРИМАННИХ ВІД НИХ ТЕЛЯТ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ ВАКЦИНИ «МЕТАКОЛ»

16. Салівон В. О., Сухонос В. П. АУТОРЕІНФУЗІЯ АСЦИТНОЇ РІДИНИ ПРИ ЛІКУВАННІ СОБАК З УСКЛАДНЕНОЮ АСЦИТОМ ПОРТАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ

Лісівництво і декоративне садівництво

17. Горелов А. М. ЭНЕРГО-ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ – ТРАДИЦИЯ И ИННОВАЦИЯ

Техніка та енергетика АПК

18. Арнаута Н. В., Арнаута О. В. ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗА ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

19. Пилипака С. Ф., Муквич М. М. УТВОРЕННЯ ІЗОТРОПНИХ ЛІНІЙ ТА МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛОСКИХ КРИВИХ, ЗАДАНИХ ФУНКЦІЯМИ НАТУРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА

ДИНАМІКА ОРГАНІЗАЦІЇ РІЗНИХ ТИПІВ УГІДЬ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Л. О. ПРИКУП, кандидат географічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: Prykup_lena@ukr.net

Анотація. У статті представлена методика оцінки екологічного стану територій, загальна організація різних типів угідь Одеської області та розраховано показники екологічної стабільності і антропогенного навантаження за 2008 – 2014 рр. за рекомендаціями «Головного науково-дослідного та проектного інституту землеустрою». Наведена екологічна оцінка та визначено стан земель досліджуваної території Одеської області з урахуванням організації типів угідь. Деталізація розрахунків за коефіцієнтами екологічної стабільності дозволяє більш чітко виділити території з різними екологічними умовами та виділити екологічно стабільні території з меншим рівнем антропогенного навантаження.

Ключові слова: територія Одеської області, екологічна стабільність, антропогенне навантаження, оцінка екологічного стану земель

Актуальність. Землекористування на території України пов'язане з високим рівнем сільськогосподарського освоєння території, зокрема її розораністю, що майже не має аналогів у світі, а проведення земельної реформи призвело до встановлення в аграрній сфері приватно-орендних відносин. В умовах організації агроландшафтів знижується екологічна стійкість територій та їх продуктивність. Однією з основних умов існування стійких агроландшафтів є оптимальне співвідношення між сільськогосподарськими угіддями, лісонасадженнями, луками та іншими видами угідь.

Матеріали та методи дослідження. Еколого-господарський баланс території – це збалансоване співвідношення різних видів земельних угідь, яке забезпечує стійкість ландшафтів [1], а методологічною основою оцінки агроекологічного стану земельних угідь є системний підхід до вибору необхідних критеріїв і комплексу показників [2].

Як вже зазначалося, територія України характеризується високим рівнем сільськогосподарського освоєння, однак відсутність наукового обґрунтування

земельної реформи призвело до появи нових проблем у землекористуванні. Загострилась проблема опустелення і деградації земель, а негативні процеси виснаження ґрунтів посилюють ерозію, формується від'ємний баланс основних біогенних елементів й вуглецю [3].

Третяк А. М., Сохнич А. Я., Данилишин Б. М., Дорогунцов С. І., Собка О. О., Медведєв В. В. та ін. [4-6] займалися питанням вивчення проблеми екологічної стійкості території та підвищення ефективності використання земельних ресурсів. В працях названих вчених запропоновано критерії та системи показників економічної, екологічної та соціальної ефективності використання земельних ресурсів, ландшафтів, ґрунтів і шляхи більш раціонального їх використання. Ракоїд О. О., Сахарчук Р. П., Дзюба Л. П., Мельник Г. Г., Макаренко Н. А. та ін. визначили агроекологічний стан окремих земель Київщини та надали екологічну оцінку сучасним системам землекористування Київської області [7, 8]. На сьогодні продовжуються дослідження територій за даними показниками.

Екологічний стан територій за рекомендаціями ДП «Головний науково-дослідний та проектний Інститут землеустрою» [9] можна оцінювати за коефіцієнтами екологічної стабільності (K_{ec}) і антропогенного навантаження (K_{an}), які розраховуються за формулами:

$$K_{ec} = \frac{\sum Kc \cdot S'}{\sum S}, \quad (1)$$

$$K_{an} = \frac{\sum_{n=i}^1 SB}{\sum_n^1 S}, \quad (2)$$

де, K_{ec} – коефіцієнт екологічної стабільності території; Kc – коефіцієнт екологічних властивостей різних угідь; S' – площа конкретного угіддя; S – загальна площа усіх угідь районів; K_{an} – коефіцієнт антропогенного навантаження; B – бал антропогенного навантаження.

Оцінка екологічного стану земель виконується згідно із градаціями коефіцієнтів екологічної стабільності і антропогенного навантаження, наведених в таблиці 1.

1. Оцінка екологічного стану земель за показниками *Кес* та *Кан* [2]

Коефіцієнти		Екологічна стабільність території	Рівень антропогенного навантаження
<i>Кес</i>	<i>Кан</i>		
$\leq 0,33$	4,1 – 5,0	Екологічно нестабільна	Високий
0,34 – 0,50	3,1 – 4,0	Слабко стабільна	Підвищений
0,51 – 0,66	2,1 – 3,0	Середньо стабільна	Середній
$\geq 0,67$	1.0 – 2,0	Екологічно стабільна	Низький

Результати досліджень та їх обговорення. Для визначення екологічної стабільності та антропогенного навантаження необхідно враховувати загальну площу всіх угідь районів, площу угідь певного типу призначення, коефіцієнт екологічних властивостей та бал антропогенного навантаження.

В попередніх роботах автора [10] виконана деталізація розрахунків організації типів угідь за коефіцієнтами екологічної стабільності, враховуючи встановлені та вдосконалені коефіцієнти екологічних властивостей територій та коефіцієнтами антропогенного навантаження на півдні Одеської області. Дослідження дало можливість встановити, що коефіцієнти екологічної стабільності Кілійського району найкращі в обох випадках і становлять 0,45 та 0,59, що свідчить про слабко стабільну та середню стабільність території. Кілійський район зазнає середнього рівня антропогенного навантаження, оскільки коефіцієнт рівний 2,77.

Враховуючи встановлений коефіцієнт екологічних властивостей в розрахунках коефіцієнт екологічної стабільності найменший в Гарутинському районі і рівний 0,19, що свідчить про екологічну нестабільність території. Агроекологічні умови Овідіопольського району найгірші. Коефіцієнти екологічної стабільності становить 0,22 та 0,34, в той час, як коефіцієнт антропогенного навантаження склав 3,86. Ця територія характеризується як екологічно нестабільна та яка зазнає підвищеного рівня антропогенного навантаження. Деталізація дослідження дозволила встановити, що,

розглядаючи невеликі території, можливо краще оцінити екологічний стан території за коефіцієнтами. Важливе значення для покращення екологічного стану території мають природні угіддя, заповідники, заказники.

Загальна площа території Одеської області 3331,3 тис га. Найбільші площі зайняті сільськогосподарськими землями, площа яких перевищує 2500 тис га. в 2008 – 2014 рр. Площа сіножатей та пасовищ змінюється від 402,5 тис га в 2014 році до 405,4 тис га в 2008, тобто порівняно з 2008 роком площа даних угідь зменшилась на 3 тис га. Стосовно забудованих земель спостерігається тенденція до збільшення площ із року в рік.

Перелogi і відкриті землі без рослинного покриву займають найменші площі території Одеської області. Площі відкритих земель змінювалися від 33,1 (2012 р.) до 33,6 тис га (2008 – 2009 рр.), а площі перелогів – від 27,4 (2012 – 2014 рр.) до 29,4 (2008 –2010 рр.). За шість досліджуваних років значного коливання значення площ будь-якого типу угідь не виявлено.

За коефіцієнтами екологічної стабільності та антропогенного навантаження визначено екологічний стан території Одеської області (табл. 2). Територія характеризується як екологічно нестабільна, що зазнає підвищеного рівня антропогенного навантаження. Жодних покращень ситуації не спостерігається.

2. Екологічний стан земель Одеської області

Роки	<i>Кесl</i>		<i>Кан</i>	
	коэф.	стан	бал	стан
2008	0,3136	Екологічно нестабільна	3,96	Підвищений
2009	0,3135	Екологічно нестабільна	3,96	Підвищений
2010	0,3134	Екологічно нестабільна	3,96	Підвищений
2011	0,3131	Екологічно нестабільна	3,96	Підвищений
2012	0,3128	Екологічно нестабільна	3,96	Підвищений
2013	0,3126	Екологічно нестабільна	3,64	Підвищений
2014	0,3126	Екологічно нестабільна	3,64	Підвищений

В 2013 – 2014 рр. бал антропогенного навантаження дещо зменшився, однак рівень навантаження залишається підвищеним. Проте дані розрахунки коефіцієнту екологічної стабільності в 2012 – 2014 рр. свідчать про погіршення екологічного стану території.

Висновки. Проведено дослідження стосовно динаміки організації різних типів угідь на території Одеської області, що дозволяє встановити екологічну нестабільність області та підвищений рівень антропогенного навантаження. Для покращення стану території необхідно зменшити площі сільськогосподарських угідь та змінити їх організацію.

Список літератури

1. Шершун М. Х. Екологічні проблеми природокористування в аграрному секторі економіки / М. Х. Шершун // Агроекологічний журнал. – 2009. – №3. – С.13-16.
2. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. О. О. Ракоїд. – К.: Логос, 2008. – 51с.
3. Тараріко О. Г. Подолання опустелення та деградації земель як базова основа збалансованого розвитку сільського господарства / О. Г. Тараріко // Екологічний вісник. – 2007. – №5 (45). – С.20-22.
4. Третьак А. М. Методологія і методика наукових досліджень у землевпорядкуванні: Навч. посіб. / А. М. Третьак, В. М. Друга. – Аграрна наука, 2005. – 300 с.
5. Сохнич А. Я. Моніторинг земель: Навч. посіб. / А. Я. Сохнич. – Львівський державний агроуніверситет, Львів, 1997. – 131 с.
6. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. / За ред. Академіка УААН та РАСГН, доктора технічних наук, проф. П. І. Коваленка. – К.: Аграрна наука, 2001. – 214 с.
7. Агроекологічний стан окремих земель Київщини: комплексна оцінка та заходи щодо його поліпшення: Метод. рек. / Н. А. Макаренко, О. О. Ракоїд, Є. Л. Москальов [та ін.]; За ред. О. І Фурдичка. – К.: 2005. – 54 с.
8. Екологічна оцінка сучасних систем землекористування Київської області / [О. О. Ракоїд, Р. П. Сахарчук, Л. П. Дзюба, Г. Г. Мельник] // Агроекологічний журнал. – 2006. – № 4 – С. 35-41.
9. Третьак А. М. Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування / А. М. Третьак, Р. А. Третьак, М. І. Шквир. – К.: Інститут землеустрою УААН, 2001. – 15с.
10. Ляшенко Г. В. Агроекологічна оцінка якості ґрунтів на півдні Одеської області / Г. В. Ляшенко, Л. О. Прикуп // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. – № 12. – С. 80-87.

References

1. Shershyn, M.H. (2009). Ekolohichni problemu prurodokorustyvannja v ahrarnomy sectori economic [Ecological environmental issues in the agricultural sector]. Agroecology Jornal, 3, 13-16.
2. Rakoyid, O.O. ed. (2008) Metoduchni recomendacii z kompleksnoi ahroecolohichnoi ocinku zemel silskohospodarsroho pruznachennja [Guidelines for comprehensive evaluation of agroecological farming land]. Logos, 51.
3. Tarariko, O.H.(2007) Podolannja opystelennja ta dehradacii zemel jak bazova osnova zbalansovanoho rozvutky silskoho hospodarstva [Combating desertification and land degradation as a basic foundation of sustainable agricultural development]. Ecological Gazette, 5 (45), 20-22.
4. Tretyak, A.M., Dryha, V.M. (2005). Metodolohija I metoduca naykovux doslidshen y zemlevporjadkyvanni [Methodology and methods of scientific research in land management]. Agricultural Science, 300.
5. Sohnych, A.I. (1997). Monitorunh zemel [Land monitoring]. Lviv State ahrouniversyty, 131.
6. Kovalenko, P.I. (2001). Sychasnuj stan osnovni problem vodnux melioracij ta shljaxu ix vurishennja [The current state of the main problems and water reclamation solutions] Agricultural Science, 214.
7. Makarenko, N.A. ed. (2005). Ahroecolohichnuj stan okremux zemel Kuivshchunu: kompleksna ocinka ta zaxodu shchodo joho polipshennja [Agroecology state of individual land the Kiev region, a comprehensive assessment and measures for its improvement], 54.
8. Rakoyid, O.O., Saharchuk, R.P., Dziuba, L.P., Melnuk, G.G.(2006). Ecolohichna ocinka sychasnux sistem zemlekorustyvannja Kuivskoi oblasti [Environmental assessment of current land Kyiv region]. Agroecology magazine, 4, 35-41.
9. Tretiak, A.M., Tretiak, R.A., Shkvyrya, M.I. (2001). Metoduchni recomendacii ocinku ecolohichnoi stabilnosti ahrolandshaftiv ta silskohospodarskoho zemlecorustyvannja [Guidelines assessment of environmental sustainability of agricultural landscapes and agricultural land]. Institute of Land Management of Agrarian Sciences, 15.
10. Lyashenko, G.V, Prykup, L.O.(2011). Ahroecolohichna ocinka jakosti hryntiv na pivdni Odeskoi oblasti [Agroecological estimation of soil in southern Odessa region]. Herald of Odessa State Environmental University, 12, 80-87.

ДИНАМИКА ОРГАНИЗАЦИИ РАЗНЫХ ТИПОВ УГОДИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Л. А. Прикуп

Аннотация. В статье представлена методика оценки экологического состояния территорий, общая организация различных типов угодий Одесской области и рассчитаны показатели экологической стабильности и антропогенной нагрузки за 2008 – 2014 гг. по рекомендациям «Главного научно-

исследовательского и проектного института землеустройства». Приведена экологическая оценка и определено состояние земель исследуемой территории Одесской области с учетом организации типов угодий. Детализация расчетов по коэффициентам экологической стабильности позволяет более четко выделить территории с разными экологическими условиями и выделить экологически стабильные территории с меньшим уровнем антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: *территория Одесской области, экологическая стабильность, антропогенная нагрузка, оценка экологического состояния земель*

**DYNAMIC OF ORGANIZATION DIFFERENT TYPES OF LAND IN
ODESSA REGION
L. O. Prykup**

Abstract. *The article presents a method of estimating the environmental state of the territory, the general organization of various types of land Odessa region and calculated indicators of environmental sustainability and human burden for 2008-2014 using recommendations "Chief Research and Design Institute land". Reduced environmental assessment and land condition defined study area of Odessa region on the basis of types of land. Details of payments for environmental sustainability ratios can more clearly identify different ecological conditions and identify environmentally stable area with less human activity.*

Keywords: *the territory of Odessa Region, environmental sustainability, human pressure, evaluation of the ecological state lands*

**ПЕРВИННА ПІДГОТОВКА АПІПРОДУКТІВ У БІОТЕХНОЛОГІЇ
ЙОГУРТУ «МЕДОВИЙ»**

Н. М. ЛОМОВА, кандидат технічних наук,
доцент кафедри харчових технологій і технологій
переробки продукції тваринництва

E-mail: mig21f13@ukr.net

С. А. НАРІЖНИЙ, кандидат технічних наук,
асистент кафедри харчових технологій і технологій
переробки продукції тваринництва

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: sam_nsa@bigmir.net

О. О. СНІЖКО, кандидат технічних наук,
провідний фахівець відділу державних закупівель

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: snezhko82@mail.ru

***Анотація.** На сьогодні у галузі харчування застосовують різні шляхи удосконалення кисломолочних напоїв. Апіпродукти не знайшли широкого впровадження у біотехнології йогуртів, оскільки не досліджені технологічні особливості їх виробництва. Мета статті – обґрунтування технології первинної підготовки апіпродуктів у біотехнології йогурту. В роботі використані зразки апіпродуктів прикарпатських районів України. Дослідження проводили за стандартними лабораторними методами.*

Досліджено вплив ступеня подрібнення бджолиного обніжжя на органолептичні характеристики йогурту і встановлено оптимальні розміри частинок подрібненої сировини, які складають 10-20 мкм. Проаналізовано якість порошку, отриманого чотирма видами подрібнювача: млинком-ступкою, шаровим, ріжучим, ударним. На основі технічних характеристик отриманого матеріалу та енергоефективності кожного пристрою обґрунтовано використання млінка-ступки у біотехнології йогурту «Медовий». Досліджено розчинність меду за температури від 10 °С до 45 °С і встановлено оптимальну температуру розчинника, що складає 40 ± 2 °С.

З'ясовано, що вміст жирової фракції молока впливає на розчинність маточного молочка. Рекомендовано цю добавку розчиняти у коров'ячому молоці з масовою часткою жиру 0,05 % (знежирене молоко). У разі підвищення

титрованої кислотності знежиреного молока розчинність маточного молочка у ньому знижується. Тому, маточне молочко рекомендовано розчиняти у молоці кислотністю 18 ± 1 °Т.

Проведені дослідження розчинності маточного молочка після змішування його з цукровою пудрою у різних співвідношеннях від 1 : 1 до 1 : 6. З метою покращення розчинності встановлене оптимальне співвідношення – одна міра маточного молочка і п'ять мір цукрової пудри.

Ключові слова: *аніпродукти, йогурт, подрібнення обніжжя, розчинність маточного молочка*

Актуальність. Йогурт посідає провідне місце в організації здорового харчування населення України та інших країн світу [4, с. 183-185]. На сьогодні у галузі харчування широко застосовують різні шляхи удосконалення кисломолочних напоїв з метою збагачення їх корисними дефіцитними нутрієнтами. Така необхідність виникає у зв'язку з підвищенням рафінованості та техногенності сировинних компонентів кисломолочних продуктів [2, 7]. Крім того, за останні двісті років харчування зазнало значних змін. Різко збільшилося вживання модифікованих харчових продуктів, негативний вплив яких нині все більше турбує світову наукову спільноту. Змінився склад і співвідношення нутрієнтів, що беруть участь у забезпеченні організму пластичними та регуляторними сполуками. Різко зменшилося надходження в організм сучасної людини молочнокислих бактерій (LAB) [1, 11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Наразі для збагачення кисломолочних напоїв використовують синтетичні, рідше природні, інгредієнти, які, до того ж, можуть стимулювати приріст пробіотичної мікрофлори у готовому продукті [16].

В якості природних джерел збагачення кисломолочних напоїв застосовуються коренеплід топінамбуру, корінь солодки [14], цикорію [10], злакові культури (рис, гречка, овес, кукурудза) і продукти їх переробки [12, 15]. Лікарські рослини (липа, шипшина, обліпиха, горобина, ехінацея, алое, люцерна) містять БАР, які успішно використовуються для стимуляції життєдіяльності пробіотичної мікрофлори та підвищення біологічної цінності ферментованих молочних продуктів [6, 8]. Ряд важливих есенціальних

нутрієнтів містять рослинні олії [9, 13], ефірні масла (трояндове, лавандове), фруктові, плодові, ягідні та овочеві концентрати (Пат. UA36835, Pat. US2007166433 A1) тощо. Вони активно застосовуються вітчизняними спеціалістами молокопереробної галузі для створення продуктів сучасного зразка.

Проте потенціал натуральних збагачувачів, які мають надзвичайно широкі можливості, не розкритий повністю. Зокрема, таке унікальне джерело есенціальних нутрієнтів – апіпродукти, не знайшли широкого впровадження у виробництво кисломолочних напоїв. Це пов'язано з тим, що біотехнологія таких продуктів передбачає певні технологічні складнощі, продиктовані чутливістю натуральних компонентів до високотемпературної обробки та специфікою їх підготовки і внесення у молочну основу.

Мета дослідження – обґрунтування технології первинної підготовки апіпродуктів у біотехнології йогурту. Для досягнення мети досліджували взаємозв'язок між технологічними та технічними параметрами обробки, якістю апіпродуктів та споживчими властивостями готового продукту.

Матеріали і методи досліджень. В роботі використали зразки апіпродуктів прикарпатських районів України. Дослідження проводили за стандартними методами, зокрема: фізичними, фізико-хімічними (розчинність), гранулометричним, органолептичними, статистичними (обробка отриманих даних).

Результати досліджень та їх обговорення. Якість подрібнення обніжжя бджолиного має помітний вплив на органолептичні особливості готового продукту (табл. 1).

Зразки йогурту, які містили у своєму складі обніжжя, подрібнене до розміру частинок 10-20 мкм, мали найвищу якість. У них був гармонійний смак та аромат, відмінна консистенція. Зразки, які містили порошок більш крупного помелу також володіли високими смаковими якостями, проте, присутність наповнювачу у них була більш виражена, що погіршувало загальне враження від продукту і призводило до утворення осаду жовтого кольору.

1. Вплив ступеня подрібнення бджолиного обніжжя на органолептичні характеристики кисломолочних напоїв, $n = 5, p \leq 0,05$

Номер досліду	Розмір частинок	Органолептичні характеристики кисломолочних напоїв з апіпродуктами
1	10 мкм	Запах кисломолочно-медовий, смак гармонійний, у міру солодкий із приємним присмаком меду та обніжжя, консистенція однорідна, порошок обніжжя не відчувається рецепторами ротової порожнини
2	20 мкм	Майже не відрізняються від зразків з обніжжям, подрібненим до розмірів 10 мкм
3	30 мкм	Майже такі, як у попередніх зразках, однак порошок обніжжя більш відчутний рецепторами ротової порожнини
4	40 мкм	Порошок обніжжя відчувається виразно, з'являється візуально помітний осад жовтого кольору

Отже, експериментальні дані свідчать про те, що обніжжя бджолине перед внесенням його до складу йогурту рекомендовано подрібнювати до розміру частинок 15 ± 5 мкм.

З метою обґрунтування вибору типу подрібнювача проведено оцінювання однорідності матеріалу, подрібненого різними подрібнювачами (табл. 2).

2. Характеристика порошку, отриманого за допомогою різних подрібнювачів, $n = 5, p \leq 0,05$

Тип подрібнювача	Характеристика порошку обніжжя бджолиного
Ріжучий	Порошок високої якості, 99 % часточок мають розмір 60 мкм
Млинок-ступка	Порошок високої якості, 99 % частинок мають розмір 10-15 мкм у разі подрібнення обніжжя вологістю 4 %
Шаровий	Якість порошку наближена до ідеального рівня – 99,9 % часточок мають розмір < 15 мкм
Ударний	Порошок однорідний, проте ступінь подрібнення > 40 мкм не задовольняє основної вимоги до порошку

З чотирьох досліджених варіантів подрібнювачів вимоги до характеристик порошку задовольняють млинок-ступка та шаровий. Ріжучий та ударний типи не забезпечили подрібнення обніжжя до розміру частинок 15 ± 5 мкм.

Використання високоефективного шарового подрібнювача дає можливість отримати порошок найвищої якості за встановленими показниками.

Проте, цей тип подрібнювача має низьку енергоефективність у порівнянні з іншими типами приборів, що приймали участь у експерименті (табл. 3)

3. Витрати електроенергії під час подрібнення обніжжя різними пристроями, $n = 4$, $p \leq 0,05$

№ досліджу	Подрібнювач	Час обробки 100 г матеріалу, хв	Витрати електроенергії, кВ/год
1	Ріжучий	$5,0 \pm 0,5$	$0,21 \pm 0,05$
2	Млинок-ступка	$3,0 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,05$
3	Шаровий	$7,0 \pm 1,0$	$0,25 \pm 0,07$
4	Ударний	$4,5 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,05$

Встановлено, що за показниками витрат електроенергії найефективніше використання млинка-ступки та ударного подрібнювачів. Проте, як згадувалося вище, останній не забезпечує поставлених вимог до однорідності та розміру частинок порошку. Обробка 100 г матеріалу шаровим подрібнювачем триває довше, ніж млинком на 40 %, що призводило до збільшення витрат електроенергії. Ріжучий подрібнювач також поступається перед млинком-ступкою у енергоефективності. Отже, рекомендовано використання млинка-ступки для зменшення енергомісткості і підвищення якості процесу подрібнення обніжжя бджолиного.

У біотехнології йогурту «Медовий» рекомендовано використовувати мед рідкої консистенції, зокрема акацієвий [16, с. 56-57]. Однак технологією передбачено використання й інших видів квіткового меду, наприклад різнотрав'я.

Мед може мати різну консистенцію – від рідкої до твердої, що обумовлює неоднакові способи його подальшої обробки. Розтоплювання меду передбачається у термокамерах за температури не вище 40 ± 2 °С. Підготовлений наповнювач рекомендується вносити у підігріту до температури 40 ± 2 °С молочну основу, що позитивно вплине на швидкість його розчинення (рис. 1).

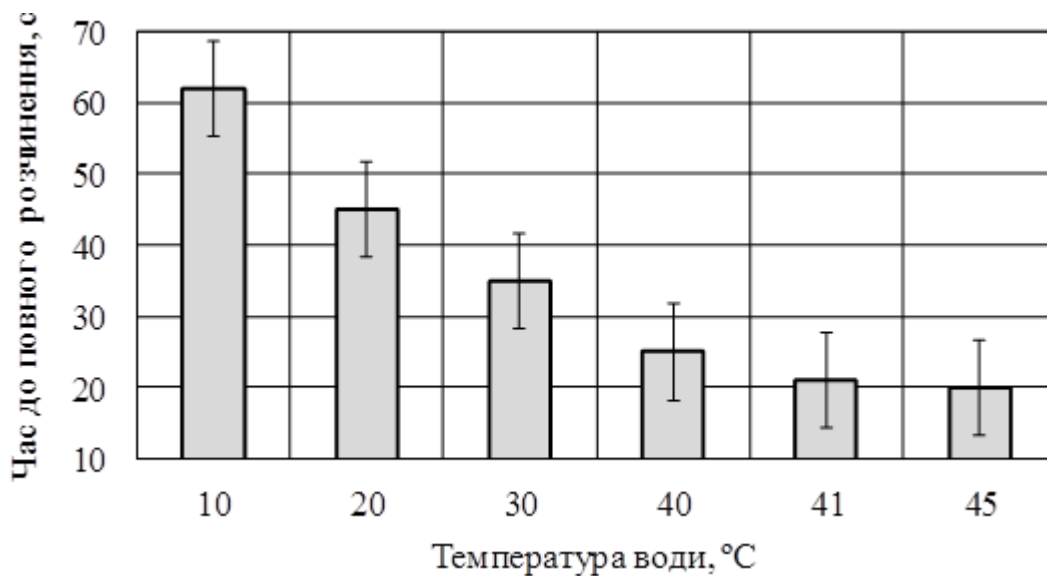


Рис. 1. Динаміка швидкості розчинення меду за різної температури розчинника

Відтак, підвищення температури розчинника з 10 °C до 40 °C у 2,5 рази прискорює розчинення меду. Температура вище 40 °C не забезпечує таких високих позитивних результатів, а вище 42 °C, до того ж, згубно впливає на цінні біологічно активні компоненти [2]. Підігрівати або охолоджувати мед і молочну основу поза межами 38-40 °C недоцільно.

Встановлено, що розчинність маточного молочка залежить від вмісту жирової фракції розчинника (рис. 2)

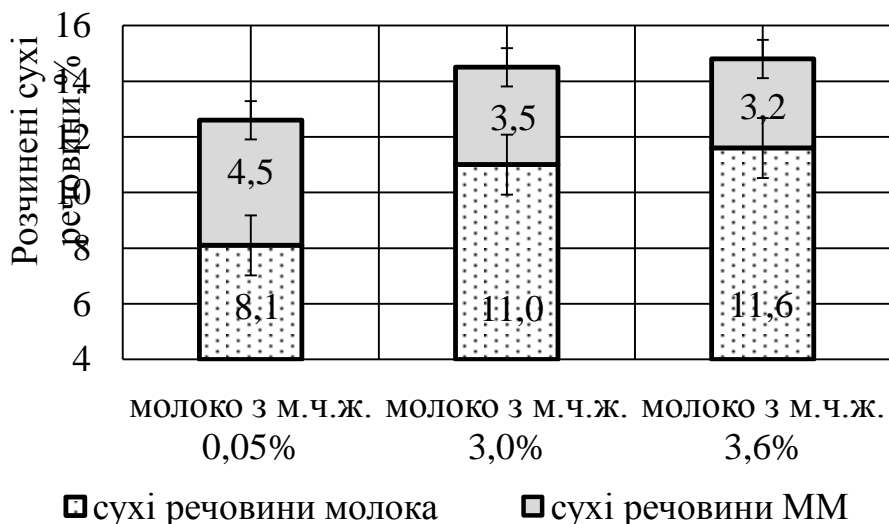


Рис. 2. Залежність розчинності сухих речовин маточного молочка від вмісту жирової фракції у молоці

Примітка: ММ – маточне молочко.

Розчинність маточного молочка погіршується зі зростанням вмісту жирової фракції у молоці. У супернатанті на основі молока з масовою часткою жиру (м. ч. ж.) 0,05 % було виявлено всього 12,6 % сухих речовин. З них власне маточного молочка – 4,5 %, оскільки, як було визначено раніше, вміст сухих речовин у знежиреному молоці склав 8,1 %. У супернатанті на молоці з м. ч. ж. 3,0 % розчинилося 3,5 % сухих речовин маточного молочка. Цей же показник для молока з м. ч. ж. 3,6 % дорівнював 3,2 %, що на 1,3 % менше, ніж у першому варіанті, де використовували знежирене молоко.

Тому, рекомендовано маточне молочко розчиняти у коров'ячому молоці з м. ч. ж. 0,05 % (знежирене молоко). Така особливість була врахована у розробці біотехнології йогурту «Медовий».

За даними R. Krell маточне молочко краще розчиняється у лужному середовищі, а зберігається – у кислому [3]. Зважаючи на це, було досліджено розчинність маточного молочка у молоці з різним показником титрованої кислотності (рис. 3).

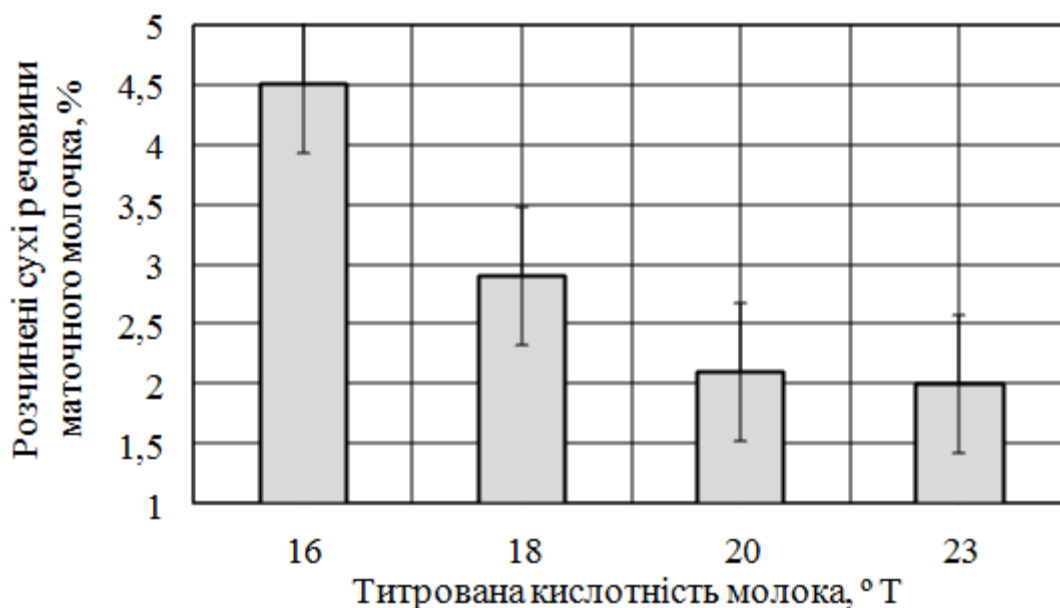


Рис. 3. Розчинність маточного молочка за різної кислотності

Встановлено, що у разі підвищення титрованої кислотності знежиреного молока розчинність маточного молочка у ньому знижується. У разі, коли кислотність молока складає 16 °T розчиняється 4,5 % сухих речовин маточного

молочка. Збільшення кислотності середовища на $7\text{ }^{\circ}\text{T}$ призводить до зменшення відсотку розчинених речовин більше ніж у 2 рази. Тому, маточне молочко рекомендовано розчиняти у молоці кислотністю $18 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{T}$.

Існують дані, що консистенція маточного молочка може корегуватися внесенням до його складу сахарози [5]. У зв'язку з цим були проведені дослідження розчинності маточного молочка після змішування його з цукровою пудрою у різних співвідношеннях від 1,00 до 0,17 (рис. 4).

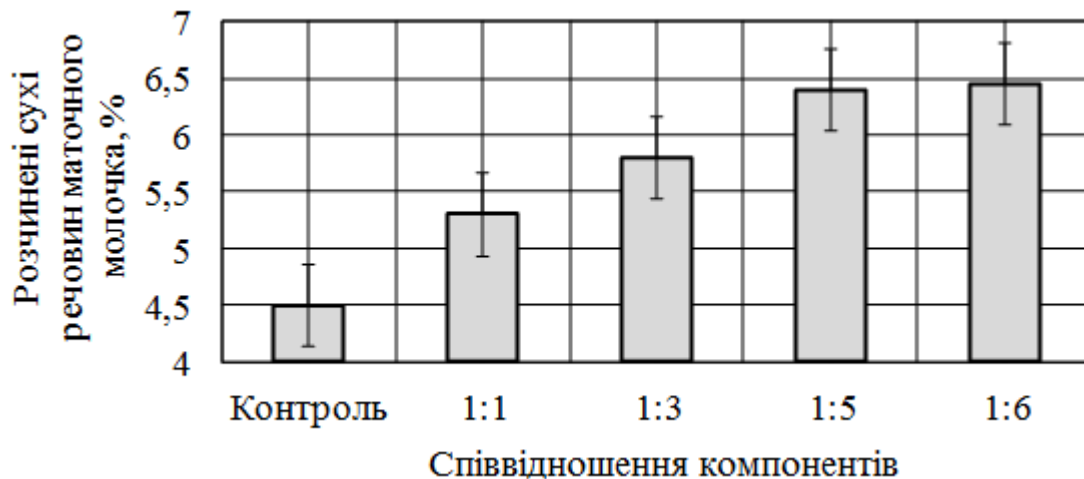


Рис. 4. Розчинність маточного молочка у присутності цукру

Встановлено, що розчинність сухих речовин маточного молочка підвищується на 18 % у разі змішування його з цукром у однакових співвідношеннях. Збільшення кількості цукру у 5 разів підвищує розчинність сухих речовин на 44,5 %. Подальше збільшення цукру суттєво не сприяє розчинності маточного молочка, тому рекомендоване співвідношення становить 1 : 5.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У біотехнології йогурту «Медовий» рекомендовано: підготовку аніпродуктів проводити за температури $40 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; температура розчинника (молочної сировини) також має бути у зазначених межах; маточне молочко розчиняти в коров'ячому молоці з м. ч. ж. 0,05 % кислотність якого $18 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{T}$ та у присутності п'яти мір цукру.

Експериментально встановлено, що для отримання високоякісного кисломолочного напою за органолептичними показниками обніжжя має бути подрібнене до розміру частинок 10-20 мкм.

Обґрунтовано використання млінка-ступки для подрібнення обніжжя бджолиного.

Перспективним напрямком у роботі є оптимізація технічних параметрів подрібнення обніжжя бджолиного.

Список літератури

1. Cherbut, C. Action of guar on the viscosity of digestive contents and on the gastrointestinal motor function in pigs [Text] / C. Cherbut, E Albina, M. Champ, J. L. Doublier, G. Lecannu // *Digestion*. – 1990. – Vol. 46, Issue 4 – P. 205–213. doi:10.1159/000200347

2. Kretavičius, J. Inactivation of glucose oxidase during heat-treatment decrystallization of honey [Text] / J. Kretavičius, B. Kurtinaitienė, J. Račys, V. Čeksterytė // *Zemdirbystės Agriculure*. – 2010. – Vol. 97, Issue 4 – P. 115-122.

3. Krell, R. Value added products from beekeeping [Text] / R. Krell // *FAO Agricultural Services Bulletin*. – 1996. – Vol. 124. – P. 87-113.

4. Webb, D. The role of yogurt in improving the quality of the American diet and meeting dietary guidelines [Text] / D. Webb, S. M. Donovan, S. N. Meydani // *Nutr. Rev.* – 2014 – Vol. 72, Issue 3 – P. 180–189. doi: 10.1111/nure.12098

5. Bogdanov, S. The Royal Jelly Book [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.blackburnbeekeepers.com/Royal%20Jelly%20Book.pdf>

6. Павлюк, Р. Ю. Біотехнологія кисломолочних напоїв з використанням сколотини та добавок із пряних овочів [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, А. В. Хоменко, К. В. Кострова // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* . – 2013. – 4/10 (64) – С. 53–57.

7. Гарматина, Ю. Какой кефир полезен для здоровья? [Электронный ресурс] / Ю. Гарматина // *Аргументы и Факты*. – 2012. – № 49. – Режим доступа : <http://www.aif.ru/food/products/38520>

8. Герасимова, Т. В. Технология кисломолочных напитков: применение экстрактов растительного сырья [Текст] / Т. В. Герасимова, И. А. Евдокимов, А. Д. Лодыгин, Е. А. Абакумова, Д. В. Харитонов // *Молочная промышленность*. – 2012. – № 2. – С. 83–84.

9. Гойко, І. Ю. Використання рослинної сировини як збагачувача кисломолочних напоїв з антиоксидантними властивостями [Текст] / І. Ю. Гойко // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. – 2014. – Т. 20, № 1. – С. 240–247.

10. Грушецький, Р. І. Одержання синбіотика на основі інуліну та біфідобактерій [Текст] / Р. І. Грушецький, Л. М. Хомічак, І. Г. Гриненко // *Продовольчі ресурси* . – 2014. – № 2. – С. 18–22.

11. Демиденко, Э. С. Техногенное развитие общества и трансформация биосферы [Текст] / Э. С. Демиденко, Е. А. Дергачева. – М. : КРАСАНД, 2010. – 288 с.

12. Дідух Н. А. Антиоксидантний комплекс для обогачення ферментованих молочно-зернових напоїв геродиетического призначення [Текст] / Н. А. Дідух, С. І. Викуль // Зернові продукти і комбікорма. – 2008. – № 1. – С. 21–26.
13. Дідух, Н. А. Використання рослинних олій у виробництві молочних геропродуктів [Текст] / Н. А. Дідух, А. В. Зайцева // Молочна пром-сть. – 2006. – № 9. – С. 23–27.
14. Дідух Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Дідух Н. А., Чагаровський О. П., Лисогор Т. А. – Одеса : Поліграф, 2008. – 233 с.
15. Еремина О. Ю. Кисломолочные напитки с крупяными концентратами [Текст] / О. Ю. Еремина, Т. Н. Иванова // Пищ. пром-сть. – 2009. – №3. – С. 55–56.
16. Сніжко, О. О. Обґрунтування біотехнології кисломолочного напою з комплексом апіпродуктів [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / О. О. Сніжко. – К., 2016. – 209 с.

Reference

1. Cherbut, C., Albina, E., Champ, M., Doublier, J. L., Lecannu, G. (1990). Action of guar on the viscosity of digestive contents and on the gastrointestinal motor function in pigs. *Digestion*, 46(4), 205–213. doi:10.1159/000200347
2. Kretavičius, J., Kurtinaitienė, B., Račys, J., Čeksterytė, V. (2010). Inactivation of glucose oxidase during heat-treatment de-crystallization of honey. *Zemdirbystė Agriculure*, 97 (4), 115-122.
3. Krell, R. Value added products from beekeeping (1996). *FAO Agricultural Services Bulletin*, 124, 87-113.
4. Webb, D., Donovan, S. M., Meydani, S. N. (2014). The role of yogurt in improving the quality of the American diet and meeting dietary guidelines. *Nutr. Rev.*, 72 (3), 180–189. doi: 10.1111/nure.12098
5. Bogdanov, S. (2011). *The Royal Jelly Book*. Available at : <http://www.blackburnbeekeepers.com/Royal%20Jelly%20Book.pdf>
6. Pavliuk, R. Yu. (2013). Biotekhnologhiia kyslomolochnykh napoiv z vykorystanniam skolotyny ta dobavok iz prianykh [Biotechnology of fermented milk drinks using buttermilk and additives of spicy vegetables]. *Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovyih tehnologiy*, 4/10 (64), 53–57.
7. Garmatina, Yu. (2012). Kakoy kefir polezen dlya zdorovya? [Which kefir is better for your health?]. Available at : <http://www.aif.ru/food/products/38520>
8. Gerasimova, T. V. (2012). Tehnologiya kyslomolochnyih napitkov: primenenie ekstraktov rastitelnogo syrya [Technology of fermented milk drinks: the use of vegetable extracts of raw materials]. *Molochnaya promyshlennost*, 2, 83–84.
9. Hoiko, I. Iu. (2014). Vykorystannia roslynnoi syrovyny yak zbahachuvacha kyslomolochnykh napoiv z antyoksydantnyimi vlastyvostyamy [Use of herbal raw materials as preparators for production of sour-milk drinks]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologhiy*, 20(1), 240–247.

10. Hrushetskyi, R. I. (2014). Oderzhannia synbiotyka na osnovi inulinu ta bifidobakterii [Receipt of simbiotic on the basis of inulin and bifidobacteria]. *Prodovolchi resursy*, 2, 18–22.
11. Demidenko, E. S. (2010) Tehnogennoe razvitie obschestva i transformatsiya biosferyi [Biosphere transformation in the conditions of technogenic development of society]. *KRASAND*, 288.
12. Diduh, N. A., Vikul, S. I. (2008) Antioksidantnyi kompleks dlya obogascheniya fermentirovannykh molochno-zernovykh napitkov gerodieticheskogo naznacheniya [Antioxidant complex for geriatric dietary fermented milk drinks]. *Zernovi produkty i kombikorma*, 1, 21–26.
13. Didukh, N. A., Zaitseva, A. V. (2006). Vykorystannia roslynnykh olii u vyrobnytstvi molochnykh heroproduktiv [Use of Vegetable Oils in Dairy Product Production]. *Molochna promyslovist*, 9, 23–27.
14. Didukh, N. A., Chaharovskiy, O. P., Lysohor, T. A. (2008). Zakvashuvalni kompozytsii dlia vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia [Starter cultures compositions for functional dairy products production]. *Polihraf*, 233.
15. Eremina, O. Yu., Ivanova, T. N. (2009). Kislomolochnyye napitki s krupyanyimi kontsentrataми [Fermented milk drinks with cereal concentrates]. *Pishchevaya promyshlennost*, 3, 55–56.
16. Snizhko, O. O. (2016). Obhruntuvannia biotekhnolohii kyslomolochnoho napoiu z kompleksom bee produktiv [Justification of fermented milk drink biotechnology with complex api products]. *Kyiv*, 209.

ПЕРВИЧНАЯ ПОДГОТОВКА АПИПРОДУКТОВ В БИОТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА «МЕДОВЫЙ»

Н. М. Ломова, С. А. Нарижный, О. О. Снежко

Аннотация. На сегодня в области питания применяют различные пути совершенствования кисломолочных напитков. Апипродукты не нашли широкого внедрения в биотехнологии йогуртов, поскольку не исследованы технологические особенности их производства. Цель статьи - обоснование технологии первичной подготовки апипродуктов в биотехнологии йогурта. В работе использованы образцы апипродуктов Прикарпатских районов Украины. Исследования проводились по стандартным лабораторными методами.

Исследовано влияние степени измельчения пчелиной обножки на органолептические характеристики йогурта и установлены оптимальные размеры частиц измельченного сырья, которые составляют 10-20 мкм. Проанализировано качество порошка, полученного четырьмя видами измельчителя: мельницей-ступкой, шаровым, режущим, ударным. На основе технических характеристик полученного материала и энергоэффективности каждого устройства обосновано использование мельницы-ступки в биотехнологии йогурта «Медовый». Исследована растворимость меда при

температуре от 10 °C до 45 °C и установлена оптимальная температура растворителя, которая составляет 40 ± 2 °C.

Установлено, что содержание жировой фракции молока влияет на растворимость маточного молочка. Рекомендовано эту добавку растворять в коровьем молоке с массовой долей жира 0,05 % (обезжиренное молоко). В случае повышения титруемой кислотности обезжиренного молока растворимость маточного молочка в нем снижается. Поэтому, маточное молочко рекомендуется растворять в молоке кислотностью 18 ± 1 °T.

Проведенные исследования растворимости маточного молочка после смешивания его с сахарной пудрой в различных соотношениях от 1: 1 до 1: 6. С целью улучшения растворимости установлено оптимальное соотношение - одна мера маточного молочка и пять мер сахарной пудры.

Ключевые слова: апипродукты, йогурт, измельчение обножки, растворимость маточного молочка

INITIAL TRAINING IN BIOTECHNOLOGY BEE PRODUCTS YOGHURT "HONEY"

N. M. Lomova, S. A. Narizhny, O. O. Snezhko

Abstract. At present, various ways of improving the fermented beverage used in the field of nutrition. Bee products not found widespread introduction of biotechnology in yogurt because it does not studied the technological features of their production. The purpose of the article - the primary justification for technology training in biotechnology bee products yogurt. We used samples bee products Carpathian regions of Ukraine. The studies were conducted according to standard laboratory methods.

The influence of fineness of bee pollen on the organoleptic characteristics of yogurt and optimum particle size of the crushed material, which is 10-20 microns. It analyzes the quality of the powder obtained four kinds of chopper: Mortar Grinder, ball, cutting, impact. On the basis of the technical characteristics of the resulting material and energy use of each device is justified-mortar mill in biotechnology yogurt "Honey." Honey was studied solubility at a temperature of 10 °C to 45 °C and an optimum set temperature of the solvent, which amounts to 40 ± 2 °C.

The content of milk fat fractions affects the solubility of royal jelly. Recommend this additive to dissolve in cow's milk with a fat content of 0.05% (skim milk). In the case of increasing the titratable acidity of skim milk solubility of royal jelly in it decreases. Therefore, royal jelly is recommended to dissolve in milk acidity of 18 ± 1 °T.

Studies solubility royal jelly after mixing it with sugar in various ratios from 1: 1 to 1: 6. In order to improve the solubility of the optimal ratio set - one measure of royal jelly and five measures of powdered sugar.

Keywords: bee products, yogurt, grinding pollen, royal jelly solubility

УДК 581.44:582.711.712:631.526.3

**АНАТОМО-ГІСТОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАГОНІВ
ПЕРСПЕКТИВНИХ СОРТІВ ТРОЯНДИ ЕФІРООЛІЙНОЇ**

О. О. ОЛІЙНИК, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

М. Д. МЕЛЬНИЧУК, доктор біологічних наук, професор, академік НААН
України

Національна академія аграрних наук України

А. А. КЛЮВАДЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник

А. Ф. ЛІХАНОВ, кандидат біологічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: osa_solodar@ukr.net

***Анотація.** У статті наведено результати гістохімічного аналізу пагонів троянди ефіроолійної сортів Лань, Лада та Радуга до введення в культуру *in vitro* та в культурі *in vitro*. Певними хімічними реакціями на зрізах пагонів виявлено локалізацію в тканинах крохмалю, М-лігніну, основних білків, поліфенолів та катехінів. Показано, що для успішної адаптації та регенерації експлантатів до умов *in vitro* доцільним є використання хімічних регуляторів, які здатні гальмувати процеси аутоінтоксикації живих тканин.*

***Ключові слова:** гістохімічний аналіз, троянда ефіроолійна, поліфеноли, крохмаль, білки, катехіни.*

Актуальність. В останні десятиліття важливими є біотехнологічні дослідження синтезу поліфенолів у рослинних експлантатах на етапі введення у культуру *in vitro* [7]. Троянда ефіроолійна належить до рослин, які у своєму складі містять велику кількість вторинних метаболітів. У листках рослин родини *Rosaceae* Juss. синтезуються біологічно активні сполуки фенольної природи: аглікони флавоноїдів – кемпферол і кверцетин та їх глікозиди,

* Науковий керівник – д-р біол. наук, проф., акад. НААН України М.Д. Мельничук

пірокатехін, пірогалол, евгенол, проціанідини, серед яких основним вважається епікатехін [3,9]. У молодих стеблах виявлено галову і ферулову кислоти, епікатехін, галатанін і димери проціанідинів. У тканинах здерев'янілих стебел накопичуються флавоон-3-ол(-)-епікатехін, мономери, димери і полімери проціанідинів [7]. Інтенсивний синтез вторинних метаболітів, який супроводжує травматичний стрес і забезпечує захист ушкоджених поверхонь від потенційно небезпечних патогенів [1], за умов їх надмірного нагромадження гальмує регенерацію тканин і створює передумови для незворотних деструктивних процесів і передчасної загибелі клітин [11], які призводять до втрати цінного рослинного матеріалу.

Мета дослідження – вивчення анатомічних особливостей пагонів перспективних сортів троянди ефіроолійної вітчизняної селекції Лань, Лада та Радуга для встановлення методів успішної адаптації експлантатів до умов *in vitro*.

Матеріали і методи дослідження. Для досліджень використовувались живці троянд сортів Лань, Лада, Радуга (селекція Інституту ефіроолійних і лікарських рослин НААН) [5, 6] довжиною 20-30 см із пазушними бруньками, які були ізольовані із 2-річних рослин-донорів та пагони рослин-регенерантів із культури *in vitro*. Анатоомо-гістохімічний аналіз стебел проводили на поперечних зрізах другого міжвузля однорічних пагонів за використання мікроскопу Nikon Eclipse E-200. Структуру рослинних тканин вивчали на нативних препаратах завтовшки 20-30 мкм. Для виявлення катехінів у тканинах використовували 1 % ваніліновий реактив з 5 % соляною кислотою. Фенольні сполуки виявляли 5 % водним розчином хлориду заліза. Локалізацію основних білків визначали за Бонхегом у бромфонеловому синьому [8]. Відкладення М-лігніну визначали за перманганатною реакцією [2, 4].

Фотодокументацію матеріалів здійснювали за допомогою програми Camera Control Pro-2.

Результати досліджень та їх обговорення. Важливим критерієм визрівання тканин стебла є відкладення крохмалю у живих клітинах кори,

серцевинних променів і перимедулярної зони серцевинної паренхіми [10]. За результатами гістохімічного аналізу було з'ясовано, що запасний полісахарид найінтенсивніше накопичується в тканинах стебел сорту Лань. У рослин-регенерантів крохмаль виявлявся лише у клітинах первинної кори. Структурно тканини стебел рослин-регенерантів троянди мають ознаки ювенільності. Клітини кори ізодіаметричні, тонкостінні. Топологічно у первинній корі стебла виділяється екзокортекс, створений із декількох шарів клітин, мезокортекс, представлений крупними клітинами паренхіми та ендокортекс, до складу якого входять декілька шарів клітин. Екзокортекс закладається під епідермою стебла у вигляді багат шарового, зазвичай суцільного кільця, клітини якого з часом диференціюються у коленхіму пластинчастого типу (рис. 1).

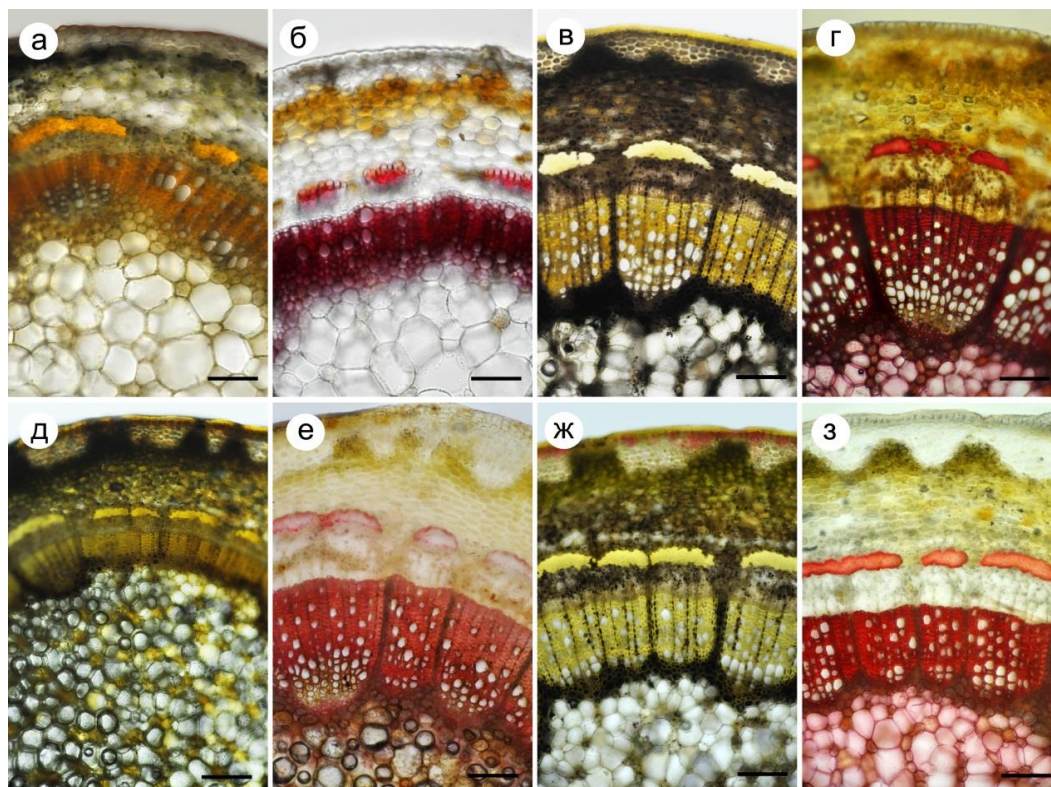


Рис. 1. Локалізація крохмалю (а, в, д, ж) і М-лігніну (б, г, е, з) в тканинах стебла троянди ефіроолійної: а-г – сорт Лань, д-е – сорт Лада; ж-з – сорт Радуга: а, б – рослина-регенерант сорту Лань в умовах *in vitro* (лінійка – 150 мкм)

Втім в умовах *in vitro* даний процес значно уповільнюється, що пов'язано із специфікою міксотрофного живлення і гормонального статусу рослин, на фоні якого гальмується формування вторинних клітинних стінок. Відповідно

пучки екстрацелярних волокон також недостатньо розвинені. Вторинні клітинні стінки склеренхіми слабо здерев'янілі, хоча і мають незначні відкладення М-лігніну. Мезокортекс представлений крупними хлорофілоносними клітинами 30-50 мкм у діаметрі. В умовах *in vitro* у рослин зовнішнє коло клітин кори містить найбільший запас крохмалю. Резервні запасні полісахариди забезпечують енергетичні потреби рослини для процесів синтезу фенольних сполук, зокрема епікатехінів, які у значній кількості накопичуються саме в цій зоні. Локалізація білків (за реакцією на бромфеноловий синій) просторово пов'язана з зосередженням основної маси катехінів та інших поліфенольних сполук, у тому числі оксибензойних і оксикоричних кислот, танінів (рис. 2, б,е). Вважається, що локалізація значних кількостей вторинних метаболітів саме у клітинах первинної кори пов'язана з їх захисними функціями [9].

За результатами гістохімічних досліджень накопичення катехінів найактивніше відбувається у мезокортексі первинної кори і в клітинах серцевинних променів, а також флоєми (рис. 2, а, в). Втім просторово епікатехіни, зазвичай, зосереджені у молодших зонах флоєми. У ксилемі катехіни виявляються лише у паренхімі серцевинних променів.

Очевидно, що у живих тканинах стебла троянди ефіроолійної відбувається не тільки базипетальний і латеральний транспорт фенолів, а і їх синтез. Даний процес є досить інтенсивним у здерев'янілих пагонах і мало виражений у рослин під час культивування на живильних середовищах у стерильних умовах. Слід зазначити, що активація синтезу поліфенолів відбувається у відповідь на травматичне ушкодження тканин первинних експлантатів за введення рослин в культуру *in vitro*. Саме цей етап є найкритичнішим в отриманні життєздатних експлантатів.

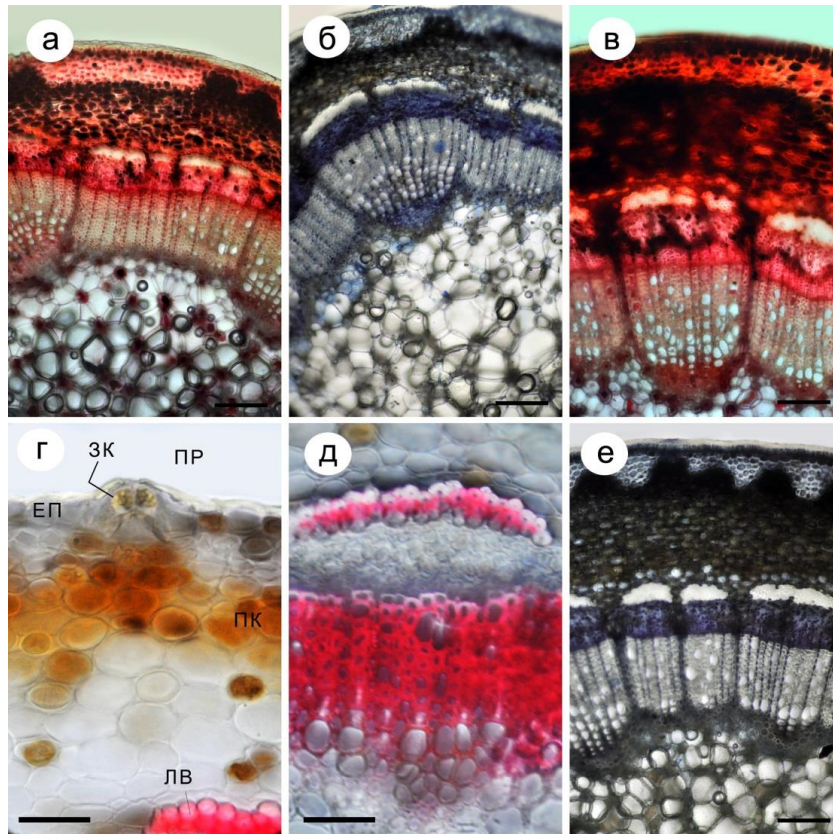


Рис. 2. Особливості гістогенезу і локалізація катехінів (а, в) і білка (б, е) у тканинах стебла троянди ефіроолійної: а-б – сорт Лада, в-е – сорт Радуга; г – формування продиху на стеблі рослини-регенеранту в умовах *in vitro*: зк – замикаючі клітини, пр. – продих, еп – епідерма, лв – луб'яні волокна, пк – паренхіма мезокортексу; д – поступове відкладення лігніну на стінках клітин ксилеми і екстраксілярних волокон (лінійка: а-в, е – 150 мкм; г, д – 50 мкм)

Окислення і полімеризація фенольних продуктів призводить до інактивації ферментів, блокування транспортних систем ксилеми, які забезпечують живлення клітин камбію і апікальних меристем.

Отже, для успішної регенерації первинних експлантатів доцільними є застосування хімічних регуляторів, які гальмують процеси фенілпропаноїдного синтезу і дозволяють зменшити інтенсивність аутоінтоксикації живих тканин.

Висновки. Показано, що в первинній корі, клітинах серцевинних променів і паренхімі флоєми однорічних пагонів троянди ефіроолійної сортів Лань, Лада та Радуга інтенсивно накопичуються катехіни і конденсовані таніни. У разі травматичного стресу в живих тканинах активізуються процеси окиснювання і полімеризація поліфенолів, що призводить до блокування латерального

транспорту поживних речовин, що негативно впливає на життєздатність тканин первинних експлантатів. Локалізація білків просторово пов'язана із зосередженням основної маси катехінів та інших поліфенольних сполук.

За культивування рослин-регенерантів в умовах *in vitro* тканини стебел троянди ефіроолійної набувають ознаки ювенільності. Визначені анатомо-гістохімічні особливості пагонів пов'язані зі специфікою міксотрофного живлення і гормонального статусу рослин, на фоні якого гальмується формування вторинних клітинних стінок.

Список літератури

1. Андреева В.А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений / В. А. Андреева. – М.: Наука, 1988. – 128 с.
2. Дженсен У. Ботаническая гистохимия / У. Дженсен. – М.: Мир, 1965. – 377 с.
3. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функция в растениях. / М. Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
4. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – 336 с.
5. Рубцова О. Л. Рід *Rosa* L. в Україні: генофонд, історія, напрями досліджень, досягнення та перспективи / О. Л. Рубцова. – Київ: Фенікс, 2009. – 375 с.
6. Рубцова О.Л., Чижанькова В.І. Селекція троянд: історія, досягнення, сучасна стратегія // Інтродукція рослин. – 2015. – № 1. – С.69 – 75.
7. Функции и свойства антоцианов растительного сырья / А.М. Макаревич, А.Г. Шутова, Е. В. Спиридович, Е. В. Решетников. // Труды БГУ. – 2010. – №2. – С. 1-11.
8. Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г.Г. Фурст. – М.: Наука, 1979. – С. 40-65.
9. Charles S. B. Flavonoids: new roles for old molecules / S. B. Charles, N. Imin, M. A. Djordjevic. // Journal of Integrative Plant Biology. – 2010. – №52. – С. 98-111.
10. Charles S. B. The transparent testa mutation prevents flavonoid synthesis and alters auxin transport and the response of arabidopsis roots to gravity and light / S. B. Charles, G. K. Mудay. // The Plant Cell. – 2004. – №16. – С. 1191-1205.
11. Ray F. E. Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development / F. Evert Ray. // New Jersey: Hoboken. – 2006. – С. 473-501.

References

1. *Andreeva V. A.* (1988), Ferment peroksydaza: uchastye v zashchytnom mekhanizme rastenyi [The enzyme peroxidase: participation in the defense mechanism of plants]. M.: Science, 128 p.
2. *Dzhensen, U.* (1965), Botanycheskaia hystokhymyia [Botanical histochemistry]. M.: World, 377p.
3. *Zaprometov, M. N.*(1993), Fenolnye soedyneniya. Rasprostraneniye, metabolizm y funktsiya v rastenyiakh [Phenolic compounds. Distribution, metabolism and function in plants]. M.: Science, 272p.
4. *Pylunskaya, O. A.* (1999), Vvedeniye v kulturu in vitro rozy efyromaslychnoi [Introduction to culture in vitro aromatic rose]. Proceedings of the Crimean State Agricultural University, pp.88-97
5. *Pochynok, Kh. N.* (1976), Metody byokhymycheskoho analiza rastenyi [Methods of biochemical analysis of plants]. K.: Scientific thought, 336p.
6. *Rubtsova, O.L.* (2009), Rid *Rosa L.* v Ukraini: henofond, istoriia, napriamy doslidzhen, dosiahnenniia ta perspektyvy [The genus *Rosa L.* in Ukraine: gene pool, history, research areas, developments and prospects]. K.: Phoenix, 375p.
7. *Rubtsova, O.L. and Chyzhankova, V.I.* (2015), Seleksiia troiand: istoriia, dosiahnenniia, suchasna stratehiia [Rose Selection: history, achievements, modern strategy]. Introduction plants №1, pp.69-75
8. *Furst, G.G.* (1979), Metody anatomo-hystokhymycheskoho yssledovaniya rastytelnykh tkanei [Methods of anatomical and histochemical study of plant tissues]. M.: Science, pp. 40-65
9. *Charles, S. B., Imin, N. and Djordjevic, M. A.* (2010). Flavonoids: new roles for old molecules. Journal of Integrative Plant Biology №52, pp. 98–111
10. *Charles, S. B. and Muday, G. K.* (2004), The transparent testa mutation prevents flavonoid synthesis and alters auxin transport and the response of arabidopsis roots to gravity and light. The Plant Cell №16, pp. 1191–1205
11. *Ray, F. E.* (2006), Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development . New Jersey: Hoboken, pp. 473–501.

АНАТОМО-ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОБЕГОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ РОЗЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОЙ О. А. Олейник, М. Д. Мельничук, А. А. Клюваденко, А. Ф. Лиханов

Аннотация. В статье приведены результаты гистохимического анализа побегов розы эфиромасличной сортов Лань, Лада и Радуга до введения в культуру *in vitro* и в культуре *in vitro*. Химическими реакциями на срезах побегов обнаружено локализацию в тканях крахмала, М-лигнина, основных белков, полифенолов и катехинов. Показано, что для успешной адаптации и регенерации эксплантатов к условиям *in vitro* целесообразно использование химических регуляторов, которые способны тормозить процессы аутоинтоксикации живых тканей.

Ключевые слова: гистохимический анализ, роза эфиромасличная, полифенолы, крахмал, белки, катехины

ANATOMICAL AND HISTOCHEMICAL FEATURES OF THE SHOOTS OF PROSPECTIVE VARIETIES OF *ROSA DAMASCENA* MILL.

O. Oliynyk, M. Melnychuk, A. Kluvadenko, A. Likhanov

***Abstract.** The article contains results of histochemical analysis of shoots of *Rosa damascena* Mill. varieties Lan, Lada and Raduga before the introduction into in vitro culture and in the in vitro culture. There were found the localizations of starch, m-lignin, basic proteins, polyphenols and catechins in the tissues of the stems, while conducting chemical reactions on the dissected shoots. It was shown that for successful adaptation and regeneration of the explants under in vitro conditions it is advisable to use chemical controls, which are able to inhibit the processes of auto-intoxication of living tissues.*

***Keywords:** histochemical analysis, *Rosa damascena* Mill., polyphenols, starch, proteins, catechins*

УДК: 618.3:591.39:661.852:661.782-092.9

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕМБРІОТОКСИЧНОСТІ АЦЕТАТУ СВИНЦЮ У
ПОЄДНАННІ ІЗ ЦИТРАТАМИ ЗОЛОТА, СРІБЛА ТА ЗАЛІЗА
НА РІЗНИХ ТЕРМІНАХ ВАГІТНОСТІ ЩУРІВ**

І. І. КОЛОСОВА, В. В. МАЙОР,

викладачі кафедри медичної біології, фармакогнозії та ботаніки,
В. Ф. ШАТОРНА, доктор біологічних наук, завідуючий кафедри
медичної біології, фармакогнозії та ботаніки

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

E-mail: verashatornaya@yandex.ru

***Анотація:** Досліджено вплив ізольованого введення ацетату свинцю та його комбінації з цитратами золота, срібла й заліза на репродуктивну систему і ембріональний розвиток в експерименті на щурах. Були використані анатомічні, морфологічні, статистичні методи, визначення тератогенності проводили за методикою В. Вільсона. Експеримент проводили на 120 вагітних самиць щурів лінії Вістар, яким вводили розчини ацетату свинцю (0,05 мг/кг) та цитратів металів (заліза (1,5 мгк/кг), золота (1,5 мгк/кг), срібла (2 мгк/кг)) з першого дня вагітності до 11, 15 та 19 доби, проводили розтин на 12, 16 та 20 добу вагітності.*

Проведене експериментальне дослідження показало ембріотоксичність розчину ацетату свинцю, про що свідчить підвищення ембіоletalності, зниження маси плодів та плацент щурів. Результати дослідження комбінованого впливу ацетату свинцю та цитратів заліза, срібла, золота, отриманих за аквананотехнологіями виявили їх позитивний вплив на показники ембріонального розвитку дослідних тварин, що проявляється збільшенням кількості живих плодів, зниженням показників загальної, доімплантаційної та постімплантаційної ембріональної смертності. Тератогенної дії досліджуваних речовин у даних концентраціях не виявлено.

***Ключові слова:** ембріональний розвиток, цитрат срібла, цитрат золота, цитрат заліза, ацетат свинцю*

Дане дослідження є фрагментом міжкафедральної планової наукової теми Державного закладу «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» «Біологічні основи морфогенезу органів та тварин під впливом нанометалів в експерименті» (номер державної реєстрації 0115U004879).

Актуальність. Останнім часом одним із пріоритетних напрямів досліджень є вивчення особливостей і механізмів дії на організм людини і тварин найбільш поширених важких металів в концентраціях, які раніше вважалися безпечними. Наявність ксенобіотиків у воді, ґрунті та рослинах призводить до накопичення їх в організмі людини і тварин та спричиняє зміни у морфологічному та фізіологічному стані. Наприклад, дія високої концентрації солей свинцю викликає мертвонародження, викидні, народження ослабленого потомства, виникнення вроджених вад розвитку, зміни у статевих органах [2, с.45; 3, с. 30; 4, с. 34]. Ні на одній зі стадій свого розвитку ембріон і плід повністю не захищені від впливу токсикантів. Реакція ембріона і плоду на несприятливий екзогенний вплив в значній мірі визначається стадією внутрішньоутробного розвитку. У ранні періоди онтогенезу в ембріона практично відсутні механізми адаптації і специфічні реакції у відповідь на дію патогенних агентів. Лише в міру дозрівання найважливіших органів і систем плода, становлення функцій виникають морфологічні та функціональні передумови для формування відповідних реакцій, характерних для організму новонароджених [4, с. 34; 5, с. 51]. З огляду на те, що плацентарний бар'єр практично не перешкоджає проходженню свинцю із крові матері до плоду [8, с. 66; 11, с. 13-14], можна зробити висновок, що у вагітних тварин, отруєних свинцем, відбувається значне збільшення його в крові, яке може токсично впливати на майбутнє потомство і несприятливо відбиватися на його загальному розвитку [7, с. 29].

Водночас, новітні дослідження показують перспективність використання наночасток мінеральних елементів у вигляді органічних кислот, а саме цитратів, у тваринництві та ветеринарній медицині для забезпечення нормального перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі та профілактики гіпомікроелементозів та низки метаболічних порушень [6, с. 70; 9, с. 2165; 10, с. 240].

Мета дослідження – експериментально дослідити вплив низьких доз ацетату свинцю ізольовано та в комбінації з цитратами металів (заліза, золота, срібла) на загальний хід ембріогенезу щурів 12, 16 і 20 доби гестації.

Матеріали і методи дослідження. Під час вирішенні проблеми токсичної дії експозиції свинцю ми протягом всієї вагітності самицям щурів лінії Wistar щодня *per os* через зонд вводили ацетат свинцю в дозах, що наближаються до тих, які можуть надходити в організм із навколишнього середовища (0,05 мг/кг) та розчини цитратів металів, забезпечили повноцінний харчовий раціон, воду для пиття і ретельний догляд; введення розчинів металів проводили з першого дня вагітності в один і той же час доби (з 11 до 12 години). Перший день вагітності встановлювали на підставі виявлення сперматозоїдів у вагінальному мазку. Про ембріотоксичну дію ацетату свинцю судили за кількістю мертвонароджених, середнім числом особин у посліді, вагою та розмірами одного новонародженого; про тератогенну дію свідчили зовнішні і внутрішні аномалії розвитку. Експериментальні тварини були розділені на 5 груп: 1 група – тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю у дозі 0,05 мг/кг; 2 група – тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю у дозі 0,05 мг/кг та розчин цитрату заліза у дозі 1,5 мкг/кг, 3 група – тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю у дозі 0,05 мг/кг та розчин цитрату золота у дозі 1,5 мкг/кг, 4 група – тварини, яким вводили розчин ацетату свинцю у дозі 0,05мг/кг та розчин цитрату срібла у дозі 2,0 мкг/кг та 5 група – контрольна. В кожній групі вагітні самки поділені на 3 підгрупи в залежності від стадії, на якій планувалось вилучати плоди для подальших досліджень: I підгрупа – самки з терміном вагітності 12 діб, II підгрупа – самки з терміном вагітності 16 діб, III підгрупа – самки з терміном вагітності 20 діб. Дослідження на тваринах проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Київ, 2001), які узгоджуються з Європейською конвенцією про захист експериментальних тварин (Страсбург, 1985). В експериментальних моделях використовували розчини ацетату свинцю та цитрату срібла, золота та заліза,

отриманих за аквананотехнологією [Науково-дослідний інститут нанобіотехнологій та ресурсозбереження України, м. Київ].

Результати досліджень та їх обговорення. Вилучені ембріони вивчали під бінокулярною лупою МБС-2 і фотографували за різних збільшень. Проводили морфометричні виміри плодів та плацент, вираховували показники плодово-плацентарного коефіцієнту, загальної ембріональної смертності, передімплантаційної та постімплантаційної смертності та аналізували отримані результати.

Аналіз результатів дослідження показав, що у контрольній групі всі ембріони відповідали стандартним критеріям розвитку ембріона щура. Зовнішній огляд плодів групи ізольованого введення ацетату свинцю не виявив формування зовнішніх каліцтв, але були визначені зміни біометричних показників (вага та кількість плодів) (рис. 1).

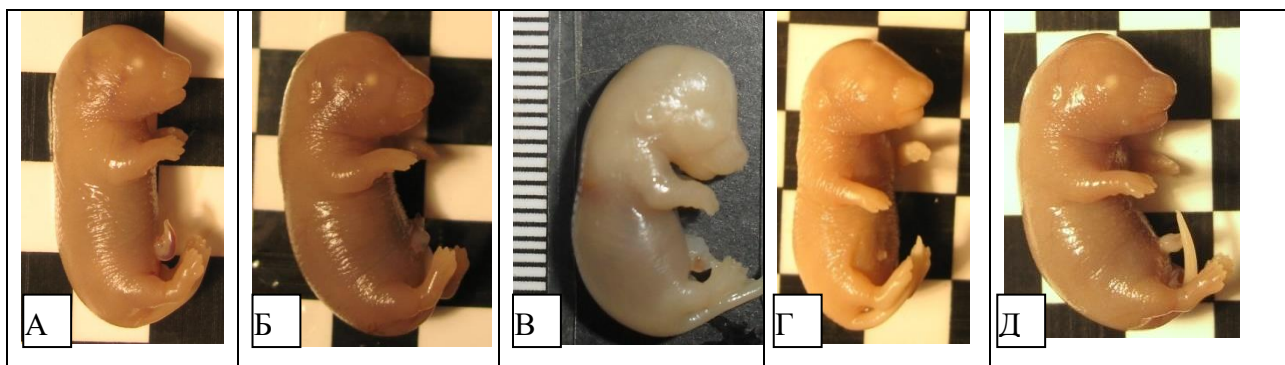


Рис. 1. Фіксовані плоди 20-ї доби вагітності: А – контрольна група, Б – ацетат свинцю Д № 1, В – ацетат свинцю + цитрат заліза Д № 2, Г – ацетат свинцю + цитрат золота Д № 3, Д – ацетат свинцю + цитрат срібла Д № 4.

Результати проведених досліджень показали, що в дослідній групі № 1 на всіх термінах вагітності кількість живих плодів знижується відносно групи контролю в наступному порядку: 12 доба вагітності (- 27,0 % ($p < 0,01$)) > 16 доба (- 26,0 % ($p < 0,01$)) > 20 доба вагітності (- 16,7 % ($p < 0,05$)), що супроводжувалось зменшенням вагових показників ембріонів: на 12 добі

ембріогенезу (- 16,7 % ($p < 0,001$)), 16 добі (- 19,9 % ($p < 0,001$)) та 20 добі ембріогенезу (- 7,3 % ($p < 0,05$)) (табл. 1).

В дослідних групах № 2-4 комбінованого введення ацетату свинцю та цитратів металів спостерігалась тенденція до збільшення кількості живих плодів на одну самицю та маси тіла одного плода у порівнянні із групою, яка впродовж вагітності отримувала ацетат свинцю (табл. 1).

Порівняльний аналіз кількості жовтих тіл вагітності показав, що в групі тварин, які отримували ацетат свинцю цей показник був менший в порівнянні з контрольною групою на 12 добу (- 7,8 % ($p > 0,05$)), на 16 (- 12,0 % ($p < 0,05$)) та на 20 добу гестації (-2,0 % ($p > 0,05$)), що свідчить про гонадотоксичну дію ацетату свинцю.

1. Морфометричні показники ембріонального розвитку щурів контрольної та дослідних груп ($M \pm m$, $n = 120$)

Показники	Доба вагітності	Групи				
		конт- рольна	дослідні			
			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Кількість живих плодів на 1 самицю, од	12	8,9 ± 0,63	6,5 ± 0,42**	9,1 ± 0,35 ^{ooo}	8,9 ± 0,35 ^{oo}	9,3 ± 0,67 ^{oo}
	16	9,4 ± 0,53	7,0 ± 0,46**	9,6 ± 0,32 ^{ooo}	9,5 ± 0,33 ^{oo}	10,3 ± 0,55 ^{oo}
	20	9,0 ± 0,40	7,5 ± 0,53*	9,1 ± 0,27 ^o	11,5 ± 0,93* ^{ooo}	10,1 ± 0,32*, ^{oo}
Маса тіла 1 плода, г	12	0,012 ± 0,0004	0,010 ± 0,0002***	0,012 ± 0,0004	0,012 ± 0,0004	0,012 ± 0,0002
	16	0,361 ± 0,0053	0,289 ± 0,0070***	0,379 ± 0,0057 ^{ooo}	0,365 ± 0,0077 ^{ooo}	0,381 ± 0,0041 ^{ooo}
	20	2,380 ± 0,0770	2,206 ± 0,1638	2,215 ± 0,1201	2,277 ± 0,0368	2,251 ± 0,0901
Кількість жовтих тіл вагітності на 1 самицю	12	10,3 ± 0,61	9,3 ± 0,37	10,8 ± 0,41 ^o	10,8 ± 0,45 ^o	10,5 ± 0,56
	16	10,8 ± 0,45	9,5 ± 0,33*	11,3 ± 0,41 ^{oo}	11,3 ± 0,31 ^{oo}	11,5 ± 0,56 ^{oo}
	20	10,1 ± 0,44	9,8 ± 0,31	10,5 ± 0,38	12,9 ± 0,97*, ^{oo}	11,1 ± 0,44 ^o
Маса плаценти, г	12	-	-	-	-	-
	16	0,311 ± 0,0084	0,282 ± 0,0041**	0,307 ± 0,0069 ^o	0,308 ± 0,01 ^{oo}	0,307 ± 0,0069
	20	0,592 ± 0,0201	0,572 ± 0,0203	0,553 ± 0,0201	0,553 ± 0,0200	0,543 ± 0,0102
Плодово-	12	-	-	-	-	-

плацентарний коефіцієнт, од	16	0,87± 0,023	0,98 ± 0,029***	0,85 ± 0,02 ^{ooo}	0,83 ± 0,02 ^{ooo}	0,80 ± 0,020 ^{ooo}
	20	0,24 ± 0,021	0,25 ± 0,022	0,25 ± 0,021	0,24 ± 0,022	0,25 ± 0,021
Індекс плодовитості, од	12	1	0,80	0,90	0,80	0,90
	16	1	0,80	0,90	0,80	0,88
	20	0,80	0,90	0,80	0,80	0,80

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ відносно групи контролю; ^o – $p < 0,05$; ^{oo} – $p < 0,01$; ^{ooo} – $p < 0,001$ відносно групи ізольованого введення ацетату свинцю

В дослідних групах комбінованого введення ацетату свинцю з цитратами металів кількість жовтих тіл в яєчниках самиць була більшою порівняно з контролем, але ці показники не мали статистичної різниці .

За відношенням групи ізольованого введення ацетату свинцю показники кількості жовтих тіл розташувались таким чином зменшуючись у ряду: на 12 добу вагітності Д № 2 (+ 16,1 % ($p < 0,01$)) = Д № 3 (+ 16,1 % ($p < 0,05$)) > Д № 4 (+ 12,9 % ($p < 0,05$)), на 16 добу: Д № 4 (+ 21,0 % ($p < 0,01$)) > Д № 2 (+ 18,9 % ($p < 0,01$)) = Д № 3 (+ 18,9 % ($p < 0,01$)) і на 20 добу гестації у Д № 3 (+ 31,6 % ($p < 0,01$)) > Д № 4 (+ 13,3 % ($p < 0,05$)) > Д № 2 (+ 4,0 % ($p < 0,05$)).

Індекс плодовитості самок в дослідних і контрольній групах складав 0,8-0,9 од., що відповідає середньостатистичним показникам для тварин даного виду (табл. 1).

Визначення маси плаценти показало, що у контрольній групі цей показник на 16 добу становить $0,311 \pm 0,008$ г, до нього наближаються дані експериментальних груп комбінованого впливу, що становить близько 0,31 г (табл. 1). Маса плаценти 16 доби за умов введення розчину ацетату свинцю зменшується на 9,7 % ($p < 0,01$), 20 доби на 3,4 % менше у порівнянні з контролем ($p > 0,05$). У групах комбінованого введення маса плаценти є нижчою від контрольної групи, на нашу думку це пов'язано із великою кількістю плодів та, відповідно, плацент у цих групах, що призводить до зниження їх маси.

На 16 та 20 добу вагітності після відокремлення плаценти вимірювали її діаметр та зважували для визначення плодово-плацентарного коефіцієнту як одного з важливих показників зрілості фетоплацентарного комплексу (табл. 1).

Обчислення плодово-плацентарного коефіцієнту на 12 добу вагітності не проводилось через неможливість відокремити ембріон від плаценти.

Морфофункціональні зміни гематоплацентарного бар'єру за ізольованого введення ацетату свинцю призводять до зменшення маси плода і плаценти, що свідчить про порушення компенсаторно-приспосувальної реакції системи мати-плацента-плід. Різниця отриманих нами в експерименті масометричних показників ($p > 0,05$) розцінювалась нами як адаптаційно-компенсаторне пристосування організму вагітної самиці до забезпечення кращого живлення плодів в умовах впливу шкідливого дестабілізуючого фактору.

Таким чином, морфометричні показники наявно показали ембріотоксичну дію ацетату свинцю в дослідній групі № 1, що виражається в зменшенні кількості та маси ембріонів по відношенню до групи контролю на всіх термінах розвитку.

В групі експозиції ацетату свинцю показник доімплантаційної смертності (ДІС) перевищував значення контрольної групи в 1,2 рази ($p < 0,01$), відмічали наявність плаценти за відсутності ембріона в матці – постімплантаційну смертність (ПІС), що свідчило про ембріотоксичний вплив ацетату свинцю на ембріон після процесу імплантації, проте даний показник не мав достовірної відмінності щодо групи контролю (табл. 2).

2. Показники ембріотоксичності контрольної та дослідних груп, ($M \pm m, n = 120$)

Показник	Доба гестації	Групи				
		конт- рольна	дослідні			
			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Загальна ембріональна смертність, %	12	12,99± 4,22	29,86± 6,70*	14,46± 3,81	15,23± 5,77	12,33± 2,40°
	16	12,57± 3,82	26,17± 4,63*	14,12± 2,55 °	15,37± 2,81	10,69± 2,84°
	20	11,11± 4,43	24,05± 1,33*	8,40± 2,46 ^{ooo}	10,68± 3,82 ^{oo}	8,99± 4,46 ^{oo}
Доімплантаційна (передімплантаційна) смертність, од	12	0,12± 0,04	0,27± 0,05*	0,13± 0,04°	0,10± 0,07	0,11± 0,02°
	16	0,11± 0,03	0,23± 0,06	0,11± 0,03	0,14± 0,02	0,10± 0,02
	20	0,10± 0,05	0,23± 0,06	0,09± 0,04	0,11± 0,10	0,09± 0,04

Постімплантаційна смертність, од	12	-	0,03± 0,03	0,01± 0,01	0,04± 0,02	0,01± 0,01
	16	0,01± 0,01	0,02± 0,02	0,02± 0,02	0,01± 0,01	-
	20	0,01± 0,01	0,02± 0,02	-	-	-

*Примітки:** - $p < 0,05$ відносно групи контролю; ° - $p < 0,05$; °° - $p < 0,01$ відносно групи ізольованого введення ацетату свинцю.

Рівень загальної ембріональної смертності в дослідній групі № 1 у порівнянні із контролем більше на всіх стадіях гестації: на 12 добі в 2,3 рази ($p < 0,05$), на 16 добі – в 2,1 ($p < 0,05$), і на 20 добі – в 2,2 ($p < 0,05$) рази.

В дослідних групах комбінованого введення ацетату свинцю та цитрату заліза (дослідна № 2), цитрату золота (дослідна № 3) та цитрату срібла (дослідна № 4) спостерігали поліпшення показників ЗЕС, ДІС та ПІС у відношенні до групи ізольованого введення ацетату свинцю (дослідна № 1).

Під час вивчення показників впливу цитратів металів на загальну ембріональну смертність нами було встановлено, що застосування комбінації ацетату свинцю з цитратами металів призвело до зниження показника на усіх стадіях гестації відносно дослідної групи № 1. Так, на 12 добу ембріонального розвитку відмічалось зниження ЗЕС наступним чином: Д № 4 комбіноване введення з цитратом срібла (- 58,7 % ($p < 0,05$)) > Д № 2 комбіноване введення з цитратом заліза (- 51,6 % ($p > 0,05$)) > Д № 3 комбіноване введення з цитратом золота (- 49,0 % ($p > 0,05$)) відносно показників групи щурів, яким вводили ацетат свинцю. На 16 добу гестації відмічалась подібна тенденція у зниженні показника ЗЕС у дослідних групах комбінованого введення ацетату свинцю та цитратів металів: цитрат срібла (- 59,2 % ($p < 0,05$)) > цитрат заліза (- 46,0 % ($p < 0,05$)) > цитрат золота (- 41,3 % ($p > 0,05$)) щодо групи ізольованого введення ацетату свинцю ацетат свинцю. ЗЕС на 20 добу ембріонального розвитку змінювалась відносно дослідної групи № 1 наступним чином: цитрат заліза (- 65,1 % ($p < 0,001$)) > цитрат срібла (- 62,6 % ($p < 0,01$)) > цитрат золота (- 55,6 % ($p > 0,05$)).

Зниження показника загальної ембріональної смертності на всіх стадіях гестації у дослідних групах № 2-4 свідчить про попередження цитратами заліза,

срібла та золота негативного впливу ацетату свинцю за умов комбінованого введення (табл. 2).

Тератогенної дії низьких доз свинцю у даних експериментальних умовах не виявлено. Порівняння серії горизонтальних зрізів за методикою Вільсона плодів групи впливу розчину ацетату свинцю свідчить про відповідність рівня розвитку всіх органів до контрольної групи.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведене експериментальне дослідження показало ембріотоксичність розчину ацетату свинцю, про що свідчить підвищення ембіолетальності, зниження маси плодів та плацент щурів. Результати дослідження комбінованого впливу ацетату свинцю та цитратів заліза, срібла, золота, отриманих за аквананотехнологіями, виявили їх позитивний вплив на показники ембріонального розвитку дослідних тварин, що проявляється збільшенням кількості живих плодів, зниженням показників загальної, доімплантаційної та постімплантаційної ембріональної смертності.

У подальшому планується вивчити морфофункціональні зміни плодів, плацент та органів репродуктивної системи самок щурів, що підлягали впливу досліджуваних речовин.

Список літератури

1. Динерман А. А. Роль загрязнителей окружающей среды в нарушении эмбрионального развития / А. А. Динерман. – М.: Медицина, 1980. – 191 с.
2. Свинец в системе мать – новорожденный как индикатор опасности химической нагрузки в районах экологического неблагополучия / Н. В. Зайцева, Т. С. Уланова, Я. С. Морозова [и др.] // Гигиена и санитария, 2002. – № 4. – С. 45-46.
3. Свинец и его действие на организм / А. И. Корбакова, Н. С. Соркина, Н. Н. Молодкина [и др.] // Мед. труда и пром. экология. – 2001. – № 5. – С. 29-34.
4. Морфологічні передумови виникнення природжених вад та варіантів будови жіночих статевих органів / В. М. Круцяк, Ю. Т. Ахтемійчук, Д. Г. Манчуленко, О. М. Слободян // Матер. наук.-практ. конф. «Акт. пит. морфогенезу та регенерації» / Укр.мед.альманах. – 2000. – Т.3, № 1. – С. 34.
5. Мудрый И. В. Изучение эмбриотоксического и тератогенного воздействия свинца на организм белых крыс / И. В. Мудрый, Р. П. Петрова // Гигиена и санитария. – 1993. – № 4. – С. 51-52.

6. Новинюк Л. В. Цитраты – безопасные нутриенты / Л. В. Новинюк. – Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2009.– №3 – с. 70-71.

7. Роль тяжелых металлов в возникновении репродуктивных нарушений / Н. М. Паранько, Н. И. Рублевская, Э. Н. Белицкая [и др.] // Гигиена и санитария. – 2002. – № 1. – С. 28-30.

8. Сетко, Н. П. Кинетика металлов в системе мать-плод-новорожденный при техногенном воздействии / Н. П. Сетко, Е. А. Захарова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 6. – С. 65-67.

9. Hoshno A., Fujioka K., Oku T., and all. Physicochemical Properties and Cellular Toxicity of Nanocrystal Quantum Dots Depend on their Surface Modification, Nano Letters.- 2004.- Vol. 4, № 11.- P. 2163-2169.

10. Oberdorster G., Maynard A., Donaldson K., and all. Principles for Characterizing the Potential Human Health Effects From Exposure to Nanomaterials: Elements of a Screening Strategy, Particle, Fibre Toxicology.- 2005.-Vol. 2, № 8.- P.-235-246.

11. Shybina O.S. The interaction in the system mother-placenta-fetus in the conditions of exogenous influence of plumbum / O.S. Shybina, Yu.V. Kireeva, N.A. Smertina, N.A. Melnicova, L.V. Gryslova, N.V. Gromova // European journal of natural history. – 2010. – № 4. – P. 13–16.

References

1. Dinerman, A.A. (1980). Rol' zagryaznitelej okruzhayushchej sredy v narushenii ehmbriional'nogo razvitiya [The role of environmental pollutants in violation of embryonic development] Medicina, 191.

2. Zajceva, N. V., Ulanova, T.S., Morozova, YA.S/, Plahova, L.V., Suetina G.N/, (2002). Svinec v sisteme mat' – novorozhdennyj kak indikator opasnosti himicheskoj nagruzki v rajonah ehkologicheskogo neblagopoluchiya. Gigena i sanitariya, 4, 45–46

3. Korbakova, A.I., Sorkina, N.S., Molodkina, N.N., et al. (2001). Svinec i ego dejstvie na organism. Med. truda i prom. Ehkologiya, 5, 29–34.

4. Krucyak, V.M., Ahtemijchuk, YU.T., Manchulenko, D.G., Slobodyan, O.M. (2000). Morfologichni peredumovi viniknennya prirodzhenih vad ta variantiv budovi zhinochih statevih organiv. 2000 Mater. nauk.-prakt. konf. «Akt. pit. morfogenezu ta regeneracii», 3 (1), 34.

5. Mudryj, I. V., Petrova, R. P. (1993). Izuchenie ehmbriotoksicheskogo i teratogenного vozdejstviya svinca na organism belyh kryс. Gigena i sanitariya, 4, 51-52.

6. Novinyuk, L.V. (2009) Citraty – bezopasnye nutrienty [Citrates - safe nutrients]. Pishchevye ingredienty. Syr'e i dobavki, 3, 70-71.

7. Paran'ko, N. M., Rublevskaya, N. I., Belickaya, EH. N., Golovkova, T.A., Zemlyakova, T.D., Chub, L.E., SHmatkov, G.G. (2002). Rol'tyazhelyh metallov v vozniknovenii reproductivnyh narushenij. Gigena i sanitariya, 1, 28-30

8. Setko, N. P., Zaharova, E. A. (2008) Kinetika metallov v sisteme mat'-plod-novorozhdennyj pri tekhnogennom vozdejstvii. Gigena i sanitariya, 6, 65-67

9. Hoshno A., Fujioka K., Oku T. (2004) Physicochemical Properties and Cellular Toxicity of Nanocrystal Quantum Dots Depend on their Surface Modification. Nano Letters, 4 (11), 2163-2169.

10. Oberdorster, G., Maynard, A., Donaldson, K., Castranova. V., Fitzpatrick, J., Ausman, K., Carter, J. (2005). Principles for Characterizing the Potential Human Health Effects From Exposure to Nanomaterials: Elements of a Screening Strategy, Particle, Fibre Toxicology. 2 (8), 235-246.

11. Shybina, O.S., Kireeva, Yu.V., Smertina, N.A., Melnicova, N.A., Grysova, L.V., Gromova, N.V. (2010). The interaction in the system mother-placenta-fetus in the conditions of exogenous influence of plumbum. European journal of natural history, 4, 13–16.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМБРИОТОКСИЧНОСТИ АЦЕТАТА СВИНЦА
В СОЧЕТАНИИ С ЦИТРАТАМИ ЗОЛОТА, СЕРЕБРА И ЖЕЛЕЗА
НА РАЗНЫХ СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ КРЫС
И. И. Колосова, В. В. Майор, В. Ф. Шаторная**

***Аннотация:** Исследовано влияние изолированного введения ацетата свинца и его комбинации с цитратами золота, серебра и железа на репродуктивную систему и эмбриональное развитие в эксперименте на крысах. Были использованы анатомические, морфологические, статистические методы и определение тератогенности по методике В. Вильсона. Эксперимент проводили на 120 беременных самках крыс линии Вистар, которым вводили растворы ацетата свинца (0,05 мг / кг) и цитратов металлов (железа (1,5 мкг / кг), золота (1,5 мкг / кг), серебра (2 мкг / кг)) с первого дня беременности по 11, 15 и 19 день, вскрытие проводили на 12, 16 и 20 сутки беременности.*

Проведенное экспериментальное исследование показало эмбриотоксичность раствора ацетата свинца, о чем свидетельствует повышение эмбиолетальности, снижение массы плодов и плацент крыс. Результаты исследования комбинированного воздействия ацетата свинца и цитратов железа, серебра, золота, полученных с помощью аквананотехнологий, обнаружили их положительное влияние на показатели эмбрионального развития подопытных животных, проявляющееся увеличением количества живых плодов, снижением показателей общей, доимплантационной и постимплантационной эмбриональной смертности. Тератогенного действия исследуемых веществ в данных концентрациях не обнаружено.

***Ключевые слова:** эмбриональное развитие, цитрат серебра, цитрат золота, цитрат железа, ацетат свинца*

INVESTIGATION OF LEAD ACETATE EMBRYOTOXICITY IN COMBINATION WITH GOLD, SILVER AND IRON CITRATES AT DIFFERENT STAGES PREGNANCY OF RATS.

I. I. Kolosova, V. V. Maior, V. F. Shatorna

Abstract. Studied the effect of isolated administration of lead acetate and its combination with gold, silver and iron citrates on the reproductive system and fetal development in an experiment on rats. Anatomical, morphological, statistical methods and determination of teratogenicity by the method W. Wilson were used. The experiment was conducted on 120 pregnant Wistar female rats, which were injected by solutions of lead acetate (0.05 mg/kg) and metal citrates (iron (1.5 mg/kg), gold (1.5 mg/kg), silver (2 mkg/kg)) from the first day to 11, 15 and 19 days of pregnancy, surgery was conducted on 12, 16 and 20 days of pregnancy.

Experimental studies showed embryotoxicity of lead acetate solution, as demonstrated by increasing embiomortality, decreased fetal and placental weight of rats. Results of the study combined influence of lead acetate and citrate of iron, silver, gold, obtained by akvananotehnology, found a positive effect on the embryonic development of experimental animals manifesting increased number live fetuses, decreased indexes, postimplantation, preimplantation and total embryonic mortality. Teratogenicity test substances in these concentrations is not detected.

Keywords: embryonic development, silver citrate, gold citrate, iron citrate, lead acetate

УДК 632.35:635.64(477.63)

**ДІАГНОСТИКА БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РОСЛИН ПОМІДОРІВ В
УМОВАХ ВІДКРИТОГО І ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ УКРАЇНИ**

Ю. В. КОЛОМІЄЦЬ, кандидат біологічних наук, доцент,

І. П. ГРИГОРЮК, доктор біологічних наук, професор

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.** Основною причиною захворювань сортів рослин помідорів у відкритому і закритому ґрунті України є наявність збудників бактеріального раку *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*, чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria* та бактеріальної крапчастості *Pseudomonas syringae pv. tomato*. Характерні симптоми захворювання – в'янення, почорніння судинноволокнистих пучків, чорна плямистість листків й плодів, глибокі виразки на плодоніжках та відмирання рослин. Оприлюднено морфолого-культуральні і фізіолого-біохімічні властивості виділених штамів збудників бактеріальних хвороб помідора. Для діагностики збудників чорної бактеріальної плямистості, бактеріальної крапчастості і бактеріального раку рекомендовано застосування праймерів *RST2* і *RST3*, *P1* і *P2* та *CMM5* і *CMM6*.*

***Ключові слова:** помідор, збудники бактеріальних хвороб, ідентифікація, фізіолого-біохімічні властивості, діагностика*

Актуальність. Бактеріальні хвороби зумовлюють некроз серцевини стебла, бактеріальну плямистість листків, крапчастість (плямистість) і вершинну гніль плодів, водянисту гніль стебел й плодів, бактеріальне в'янення (бура гніль) стебел та рак коренів рослин помідорів.

Частота і інтенсивність спалаху хвороб у регіонах вирощування помідорів, зокрема в Одеській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській й Херсонській областях України різняться за роками, залежать від погодно-кліматичних чинників та ступеня їхньої відповідності екологічним потребам збудника [1].

В умовах відкритого і закритого ґрунту України найбільш поширеною є чорна бактеріальна плямистість. Збудник *Xanthomonas vesicatoria* уражує надземну частину рослин, в результаті чого знижується врожай плодів на 10-20 %. За умов інтенсивного ураження плоди не утворюються, а уражені – втрачають якість і знижуються їхні смакові якості. Висока середньодобова температура повітря спричиняє масове поширення хвороби. Наприкінці вегетації розповсюдження і розвиток чорної бактеріальної плямистості досягає 95 й 40 %, а ступінь ураження плодів – 1,7 %. Найзначніші втрати врожаю прослідковуються у місцях постійного вирощування помідорів і рослин родини Пасльонові, особливо картоплі [2, 3].

Зокрема, у Запорізькій і Дніпропетровській областях України простежується розвиток бактеріальної крапчастості (збудник *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), яку зумовлює підвищена вологість (60-70 %) і низькі нічні температури повітря (12...15 °С). За таких умов відбувається ураження надземних органів рослин і плодів [3, 4]. За даними фітосанітарного стану агроценозів України і рекомендацій щодо захисту рослин помідорів, бактеріальна крапчастість з'являється у першій декаді липня, а в серпні ураженість становить 10-45 %, максимальна – 68, з розвитком хвороби – 0,3-6, плодів – 0,5-12 % [5].

У 2005 – 2016 рр. в тепличних господарствах України масового поширення набула загибель сортів помідора, яка супроводжувалася в'яненням і підвищенням величин водного дефіциту рослин [6]. Основною причиною бактеріального в'янення помідора в умовах відкритого і закритого ґрунтів є наявність *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* – збудника бактеріального раку помідора. Але він особливо небезпечний у закритому ґрунті, оскільки спричиняє ураження рослин помідора у період їхнього плодоношення. В рослину збудник проникає в основному через механічні пошкодження, а також через корені [7].

Вибір ефективних методів захисту рослин від бактеріальних хвороб обумовлений тривалим латентним періодом розвитку збудників, складністю діагностики в ранній період ураження і численними джерелами інфекції [8]. Головним джерелом інфекції є насіння. Проблему ускладнює відсутність ДСТУ

на зараженість насіннєвого і посадкового матеріалу бактеріальними патогенами. Не менш важливими джерелами інфекції є рослинні залишки і ґрунти, що зумовлюють ранню появу осередків ураження і слугують причиною високого ступеня розвитку хвороб на момент приживлення розсади після посадки та протягом періоду вегетації [8].

Тому у всіх сумнівних випадках для ідентифікації патогена необхідне проведення лабораторних досліджень (морфологічні та біохімічні тести, молекулярна діагностика, імуноферментний аналіз із використанням серологічних сироваток або імуностріпів) [8]. Останнім часом все більшого значення набуває ДНК-діагностика збудників овочевих культур із використанням видів полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР): STS-ПЛР, MLST/MLSA-ПЛР, nested-ПЛР, PRIMIS-ПЛР, real-time ПЛР та мультиплексні ПЛР-тест-системи, що дозволяють ідентифікувати одночасно кілька збудників [10, 11].

В Україні молекулярно-діагностичних методів для ідентифікації бактеріальних хвороб рослин помідора не розроблено, а причини ураження рослин оцінюють шляхом набору стандартних фенотипових властивостей, що потребує тривалого часу та залучення нових ознак для їхньої ідентифікації.

Мета дослідження – ідентифікувати і вивчити збудників бактеріальних хвороб рослин помідора в умовах відкритого й закритого ґрунту за допомогою ПЛР.

Матеріали і методи досліджень. Рослини помідорів з ознаками бактеріального ураження отримували упродовж вегетаційного періоду з тепличних господарств Дніпропетровської, Запорізької та Херсонської областей України. Дослідження проводили стандартними мікробіологічними і фітопатологічними методами [12]. Шматочки уражених бактеріями тканин рослин спочатку промивали водогінною нестерильною водою, а потім стерильною, гомогенізували у стерильній ступці і висівали на платівки картопляного агару в чашках Петрі. Колонії бактерій, які вирости, відбирали для подальшого дослідження патогенних, морфологічних, біохімічних та фізіологічних властивостей [12]. Патогенні властивості ізолятів вивчали на плодах та

вегетуючих рослинах помідорів із застосуванням суспензії клітин бактерій титром 10^8 КУО/мл. Плоди заражали уколом через краплю суспензії, стебла – пораненням пастерівською піпеткою, капіляр якої заповнений суспензією клітин, залишали в тканині.

В експериментах використовували колекційні штами фітопатогенних бактерій *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge 1920) Vauterin et al. 1995 штам 9098 із колекції відділу фітопатогенних бактерій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України; *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith 1910) Davis et al. 1984 штам P8 і *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe 1933) Young et al. 1978 штам Darrg-4 213, які отримано з Інституту пестицидів та захисту рослин (Сербія) та виділені нами в господарствах Дніпропетровської області штами *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28 і *X. vesicatoria* ІЗ-30.

Виділення ДНК із чистих культур штамів здійснювали за допомогою реактивів ДНК-сорб-Б («АмплиСенс», ФГУН ЦНИИЭ, Роспотребнадзор, Россия) за інструкцією, рослинних тканин помідорів з ознаками бактеріального ураження – за допомогою реактивів ДНК-сорб-С («АмплиСенс», ФГУН ЦНИИЭ, Роспотребнадзор, Россия).

Для діагностики бактеріального раку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* використовували специфічні праймери СММ5 і СММ6 [13], бактеріальної крапчастості *P. syringae* pv. *tomato* – P1 й P2 [13] і чорної бактеріальної плямистості *X. vesicatoria* – RST2 та RST3 [13].

ПЛР здійснювали на ампліфікаторі Gene Amp PCR System 2400 в об'ємі 25 мкл. Продукти ПЛР аналізували в 1,7 % агарозному гелі, який містив бромистий етидій (0,5 мкг/мл). Електрофорез проводили 30 хв за напруги 100 В [13]. Розміри продуктів ампліфікації визначали із залученням маркерів із молекулярною масою GeneRuler 100 bp DNA Ladder та GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder.

Результати досліджень та їх обговорення. У відкритому ґрунті найчастіше траплялися хворі рослини помідорів із симптомами, які найчіткіше виявлялись на листках і плодах. На листках формувались коричневі крапочки (1-2 мм), які оточені хлоротичними ореолами. Поодинокі крапочки зустрічались переважно по

краях листкової пластинки та поблизу жилок. За умов масового ураження майже вся поверхня листка набувала хлоротичного забарвлення. Із часом уражена площа збільшувалась, утворюючи великі плями (рис. 1). Листки рослин набували коричневого забарвлення, які згодом чорніли, засихали і не опадали, хоча рослини поступово гинули.

Із листків зараження переходило на плоди, на поверхні яких чітко виділялись два типи некрозів: припідняті над поверхнею і плоскі (рис. 2). Ущільнені темно-коричневі плями з розірваними краями, що нагадують паршу, утворювали навколо себе водянисті зони (рис. 2, А). Нами відібрано плоди з піднятими темними плямами діаметром 1-5 мм (рис. 2, Б) та дрібними темно-коричневими дещо опуклими крапками (рис. 2, В, Г). Тканина під плямами на зрілих плодах помідорів загнивала.

У закритому ґрунті листки більшості уражених бактеріозами рослин були в'ялими, які скручувалися, набували гофрованого вигляду, набували коричневого забарвлення і всихали. Причиною в'янення і загибелі рослин помідора в теплицях була наявність уражених бактеріальними хворобами провідних судин стебла на поперечних та повздовжніх зрізах (рис. 3). Під впливом бактерій судини спочатку набували жовтуватого або світло-коричневого кольору, потім темнішали і ставали темно-коричневими. Залежно від кількості уражених судин відбувалось в'янення листків або цілісної рослини в результаті системного поширення бактерій спочатку спіральними судинами ксилеми, а потім ситовидними трубками флоєми.

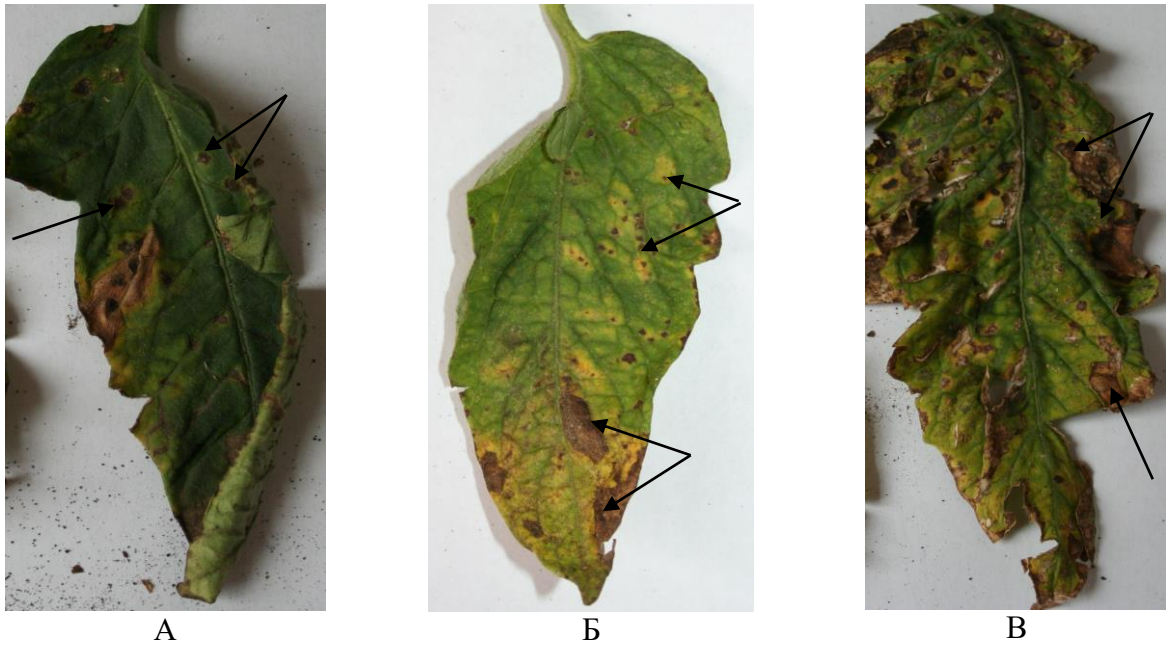


Рис. 1. Симптоми бактеріальних хвороб на поверхні листкових пластинок рослин помідора: А – темні плями розміром 3-4 мм; Б – пошкодження, оточені хлоротичною зоною; В – некротичні зони по краю листка.

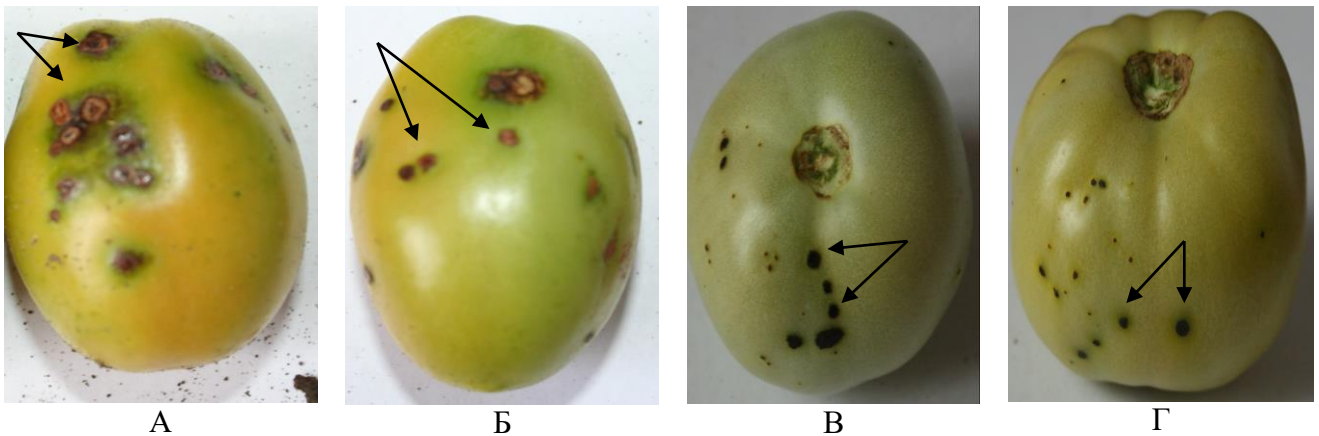


Рис. 2. Симптоми бактеріальних хвороб на поверхні незрілих плодів рослин помідора: А – плями з водянистими краями і запалим центром, Б – плями випуклої форми, В – дрібні опуклі крапки 1-5 мм та Г – 1-3 мм.

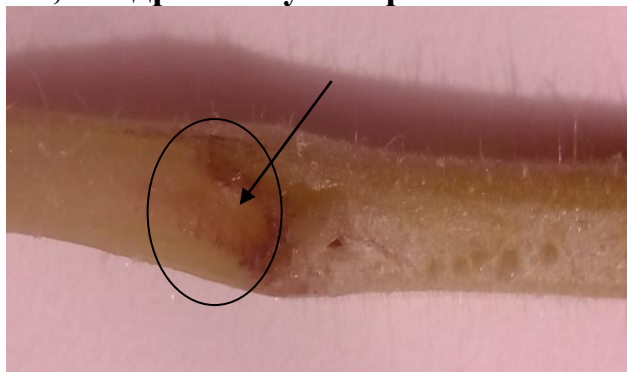


Рис. 3. Симптоми бактеріальних хвороб на провідних судинах стебла рослин помідора.

Стає очевидним, що бактерії механічно закупорюють судини і порушують водний статус рослин. За кількістю і забарвленням уражених судин помідора можна визначати локалізацію й напрям інфекційного процесу.

У відкритому і закритому ґрунті за описаними симптомами інфекцій захворювання рослин помідорів нами віднесено до трьох найбільш шкочочиних в Україні збудників бактеріального раку (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), бактеріальної крапчастості (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) та чорної бактеріальної плямистості (*Xanthomonas vesicatoria*).

У лабораторних умовах у результаті бактеріологічного аналізу з листків і плодів помідорів з ознаками ураження нами виділено три морфологічні типи ізолятів бактерій (табл. 1).

1. Морфологічні і фізіолого-біохімічні властивості ізолятів, що виділені з уражених бактеріями листків та плодів помідорів

Ознака	Ізоляти, групи		
	1	2	3
Забарвлення за Грамом	–	–	+
Рухливість	+	+	–
Форма клітин	палички	палички	палички
Спороутворення	–	–	–
Флуоресціюючий пігмент	–	+	–
Оксидаза	–	–	–
Каталаза	+	+	+
Пектолітична активність	+	–	–
Утворення левану	+	+	–
Розрідження желатини	–	+	+/-
Відновлення нітратів	–	+	–
Утворення індолу	–	–	–
Утворення сірководню	+	–	–
Реакція надчутливості на тютюні	+	+	–
Штучне зараження рослин помідора	+	+	+
Використання джерел вуглецю:			
Глюкоза (анаеробно)	–	–	–
Глюкоза (аеробно)	+	+	+
Сахароза	+	+	–
Маноза	+	+	+
Лактоза	–	–	+/-
Галактоза	+	+/-	+

До першого типу нами віднесено круглі, випуклі і жовті з рівними краями слизові колонії, які характерні для *X. vesicatoria*. Вивчення біологічних

властивостей ізолятів проводили порівняно з колекційними штамами і даними визначників бактерій. Показано, що виділені ізоляти бактерій були грамнегативними, оксидазонегативними, каталазо-позитивними, тонкими паличками $0,6 \times 1,0-1,5$ мкм, малорухливими. У них відсутнє відновлення нітратів і утворення індолу, які продукували кислоту з глюкози, манози, галактози, желатин зріджували повільно, на середовищах з вуглеводами утворювали напівпрозорі колонії.

Ізоляти другого типу сіро-білі, округлі, слабо підняті із гладкою блискучою поверхнею колонії, палички $0,6 \times 1,5-3$ мкм, рухливі, грамнегативні, за умов росту на середовищі МПБ утворювали муть із плівкою на поверхні, каталазопозитивні, індол не утворювали, продукували кислоту із глюкози, сахарози, інозиту і зумовлювали зелену флуоресценцію середовища МПБ. Установлено, що ізоляти за сукупністю біологічних властивостей ідентичні виду *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Для ідентифікації бактерій *Pseudomonas syringae* часто використовують LOPAT тест. За цими ознаками виділені патогенні бактерії ідентичні *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, оскільки продукували леван, є оксидаzoneактивними, не спричиняли мацерації рослинних тканин, не містили аргініндігідролази, здатні викликати реакції надчутливості у листках рослин тютюну.

Ізоляти третього типу круглі опуклі колонії з рівним краєм, непрозорі, жовті, крапле видні і неслизисті, які характерні для *S. michiganensis* subsp. *michiganensis*. Палички $0,3 \times 1,0-1,4$ мкм, нерухливі, грампозитивні, які не утворювали леван із сахарози, оксидазонегативні, каталазопозитивні, утилізували цитрат, не гідролізували казеїн, крохмал, продукували кислоту із глюкози та манози.

Для розробки діагностичної системи ідентифікації роду і виду фітопатогенних бактерій основним є підбір праймерів до специфічних ділянок, які кодують чинники патогенності й визначають специфіку ураження рослини-хазяїна. За даними літератури [14], для діагностики представників виду *Xanthomonas vesicatoria* запропоновано використання праймерів, які гомологічні до *hrp*-ділянки геному. Вони кодують білки-ефектори, що пригнічують сигнальні

шляхи імунних реакцій рослин на неспецифічні мікробні речовини MAMPs [14]. ПЛР аналіз ДНК штамів *X. vesicatoria* 9098 та *X. vesicatoria* ІЗ-30 із праймерами RST2 і RST3 виявив у бактерій фрагмент ДНК очікуваного розміру – 840 п.н. (рис. 4). За умов ампліфікації ДНК, виділеної із заражених рослин помідорів, взятих із поля, нами виявлені ПЛР-продукти аналогічного розміру (840 п.н.), як і за ампліфікації ДНК бактерій колекційного штаму *X. vesicatoria* 9098. Таким чином встановлено наявність інфекції у заражених рослинах помідорів із поля і визначено їхню ідентичність бактеріям *X. vesicatoria*.

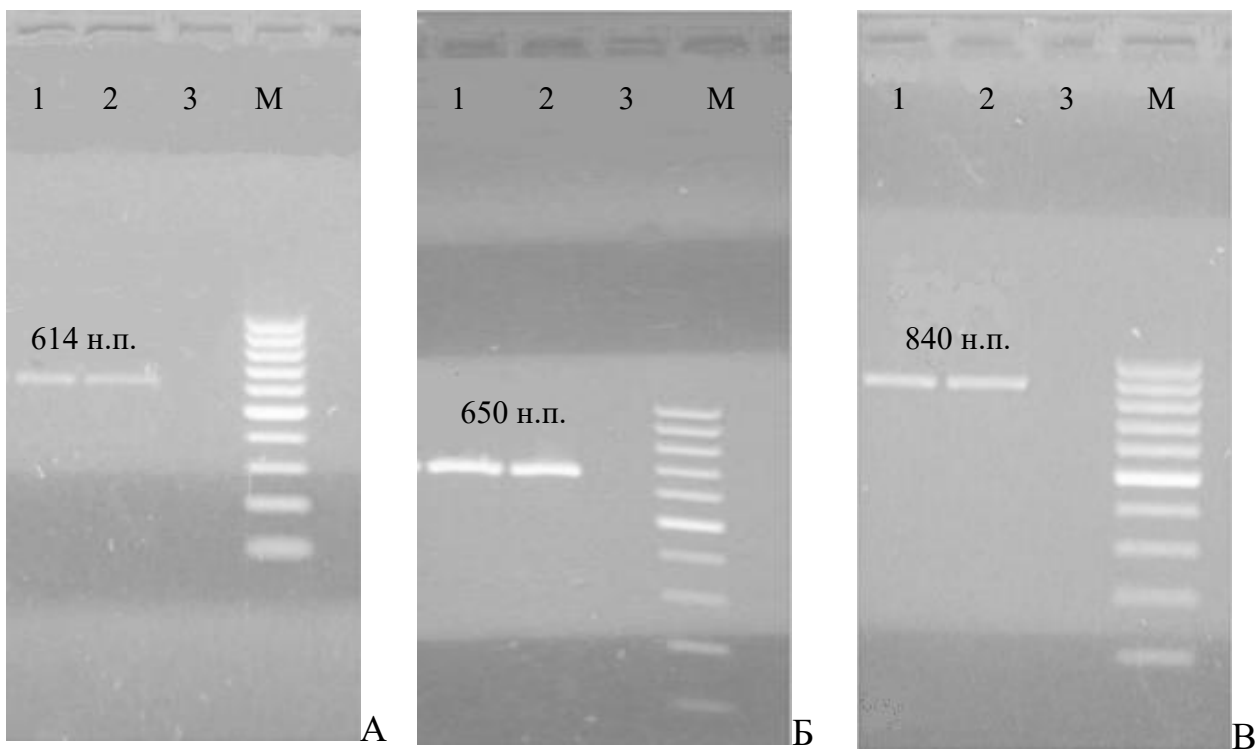


Рис. 4. Електрофореграми продуктів ПЛР із використання праймерів СММ5 і СММ6 (А: 1 – ДНК ізолятів групи 3); Р1 й Р2 (Б: 1 – ДНК ізолятів групи 2); RST2 та RST3 (В: 1 – ДНК ізолятів групи 1); 2 – ДНК із уражених рослинних тканин, 3 – негативний контроль, М – маркер

Для ідентифікації збудника бактеріального раку помідорів використовують гомологічні праймери до гена *pat-1*, що кодує білок із 280 амінокислотних залишків, який обов'язковий для розвитку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* в рослинах помідора. Згідно наших даних, за ампліфікації ДНК бактерій *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* штамів Р8, Р12 і Р73 із праймерами СММ5 і

СММ6 одержано ПЛР-продукти розміром 614 н.п., що узгоджується з результатами інших авторів [15]. За ПЛР аналізу ДНК з уражених судин стебла рослин помідорів нами виявлено утворення ПЛР-продуктів розміром 614 н.п. Отримані результати свідчать, що ізоляти третьої групи за морфологічними, фізіолого-біохімічними і молекулярними властивостями ідентичні виду *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*. Отже, праймери СММ5 і СММ6 можуть бути використані для достовірного виявлення збудника бактеріального раку *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* та створення на їх основі діагностичної тест-системи.

Для ідентифікації широкої групи патоварів виду *Pseudomonas syringae* в процесі розробки специфічних праймерів орієнтуються на ділянки генома, що відповідають за синтез токсинів, які застосовують як класифікаційну одиницю різних патоварів. Бактеріальні фітотоксини утворюються за умов контакту патогена з рослиною і обумовлюють його поширення в рослинних тканинах. Для ідентифікації бактерій виду *P. syringae* pv. *tomato* використовують праймери, які комплементарні до *cfl*-гена, який відповідає за синтез коронатину [13]. В результаті ампліфікації ДНК бактерій колекційного штаму *P. syringae* pv. *tomato* Darrg-4 213 і виділеного штаму *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28 із праймерами Р1 й Р2 відбувалось утворення ПЛР-продуктів розміром 650 н.п. Виділена ДНК з уражених рослин помідорів за умов ампліфікації із специфічними праймерами Р1 і Р2 розміром 17 н.п. відзначалася ПЛР-продуктами очікуваного розміру 650 н.п. Отже, вважаємо за доцільне використання LOPAT тесту і ПЛР із комбінацією праймерів Р1 і Р2 для ідентифікації бактерій виду *P. syringae* pv. *tomato*, що дозволяє її проводити у випадку виділення ДНК із чистої культури і з рослинної тканини.

Таким чином, ПЛР є найточнішим і найчутливішим діагностичним методом, який дозволяє з високою точністю виявляти на ранніх стадіях бактеріальні захворювання, в тому числі й бактерій *X. vesicatoria*, що зумовлюють чорну бактеріальну плямистість, *P. syringae* pv. *tomato* – бактеріальну крапчастість, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* – бактеріальний рак помідорів.

Висновки. Хвороби рослин помідорів у господарствах Дніпропетровської, Запорізької і Херсонської областей України мають бактеріальне походження, які спричинені збудниками бактеріального раку *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria* та крапчастості *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Для ідентифікації збудників *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Xanthomonas vesicatoria* та *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* в уражених тканинах рослин помідорів на різних етапах онтогенезу нами запропоновано застосовувати ПЛР-аналіз із використанням праймерів *CMM5* і *CMM6*, *RST2* й *RST3* і *P1* та *P2*.

Список літератури

1. Аветисян Ю. Ф. Возбудители бактериальных болезней помидора в хозяйствах Днепропетровской области / Ю. Ф. Аветисян, Ю. В. Коломиец // Глобализация науки: проблемы и перспективы: сборник статей. – Уфа : РИЦ БашГУ, 2014. – Т. 3. – С. 186-189.
2. Матвеева Е. В. Черная бактериальная пятнистость помидора / Е. В. Матвеева // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 23-25.
3. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and *Xanthomonas* spp. on tomato // EPPO Bulletin. – 2011. – Vol. 41. – P. 269-271.
4. Ахатов А. К. Мир помидора глазами фитопатолога / А. К. Ахатов. – М. : КМК, 2010. – 288 с.
5. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2015 р.: Науково-виробниче видання / За редакцією: В. М. Стефківського, О. М. Орлової / К.: Управління захисту рослин Департаменту фітосанітарної безпеки Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України, 2015. – 240 с.
6. Гвоздяк Р. І. Етіологія масового захворювання помідорів у господарствах України / Р. І. Гвоздяк, С. М. Мороз, Л. М. Яковлева, Є. П. Черненко // Мікробіол. журн. – 2009. – 71, № 5. – С. 33-40.
7. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин: Монографія / Р. І. Гвоздяк, Л. А. Пасічник, Л. М. Яковлева [та ін.]; За ред. В. П. Патики – К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. – 444 с.
8. Быкова Г. А. Особенности защиты овощных культур в теплицах от бактериозов / Г. А. Быкова, Е. Б. Белых // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 32-35.
9. Диагностика зараженности семян помидора возбудителем бактериального рака методом ПЦР / А. Н. Карлов, Ф. С. Джалилов, Г. И. Карлов, К. П. Корнев [та ін.] // Известия ТСХА. – 2007. – Вып.1. – С. 21-25.
10. Характеристика бактерий рода *Xanthomonas*, выделенных из растений помидора на территории России / К. П. Корнев, В. А. Политыко,

Е. И. Кырова, С. В. Виноградова [и др.] // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 66-71.

11. Характеристика бактерий *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, выделенных из растений помидора на территории России // К. П. Корнев, В. А. Политыко, Е. И. Кырова, С. В. Виноградова [и др.] // Защита картофеля. – 2014. – № 2. – С. 71-78.

12. Діагностика фітопатогенних бактерій: Методичні рекомендації. / В. П. Патики, Л. А. Пасічник, Л. А. Данкевич, С. М. Мороз, Л. М. Буценко [та ін.] За ред. В. П. Патики. – Київ, 2014. – 76 с.

13. Ozdemir Z. Development of a multiplex PCR assay for the simultaneous Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* using pure cultures / Z. Ozdemir // Journal of Plant Pathology. – 2009. – № 91. – P.495-497.

14. Genomic approaches in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* allow fishing for virulence genes. / D. Büttner, L. Noël, F. Thieme [et. el.] // J. Biotechnol. – 2003. – № 106. – P. 203-214.

15. Аветисян Ю. Ф. Молекулярна діагностика бактеріальних хвороб рослин помідорів (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / Ю. Ф. Аветисян, Ю. В. Коломієць, І. П. Григорюк // Продовольча індустрія в АПК. – 2014. – № 3. – С. 31-35.

References

1. Avetisyan, Yu. F. & Kolomiets, Yu. V. (2014) Vozbuditeli bakterial'nykh bolezney tomata v khozyaystvakh Dnepropetrovskoy oblasti [The causative agents of bacterial diseases of tomato farms in Dnipropetrovsk region]. *Globalizatsiya nauki: problemy i perspektivy: sbornik statey* [Science Globalization: Challenges and Prospects: a collection of articles] 3, 186–189. [in Russian]

2. Matveeva, E. V. (2007) Chernaya bakterial'naya pyatnistost' tomata [Bacterial black spotting of tomato] *Ovoshchevodstvo i teplichnoe khozyaystvo* [Vegetables and greenhouses] 6, 23–25. [in Russian]

3. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and *Xanthomonas* spp. on tomato (2011) EPPO Bulletin. Vol. 41, P. 269–271. [in English]

4. Akhatov, A. K. (2010) Mir tomata glazami fitopatologa [The world of a tomatoes plant through the eyes phytopathologist] Moskva: KMK [in Russian]

5. Stefkivskoho, V. M. & Orlovoi, O. M. (Eds) (2015) Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2015 r. [Forecast of phytosanitary state of agrocenoses in Ukraine and recommendations for the protection of plants in 2015] Kiev [in Ukrainian]

6. Hvozdiak, R. I., Moroz, S. M., Yakovleva, L. M. & Chernenko, Ye. P. (2009) Etiologhiia masovoho zakhvoriuvannia tomativ u hospodarstvakh Ukrainy [Etiology of mass disease of tomatoes at the farms of Ukraine] *Mikrobiolohichniy zhurnal* [Microbiological Journal] 71 (5), 33–40. [in Ukrainian]

7. Patyka, V. P. (Ed) (2011) Fitopatohenni bakterii. Bakterialni khvoroby Roslyn [Phytopathogenic bacteria. Bacterial diseases of plants] Kiev: OOO "NPP Interservice" [in Ukrainian]

8. Bykova, G. A. & Belykh, E. B. (2011) Osobennosti zashchity ovoshchnykh kul'tur v teplitsakh ot bakteriozov [Specificity of vegetable crops protection from bacterial blight in greenhouses] *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant protection and quarantine] 3, 32 – 35. [in Russian]

9. Dzhaliyov, F. S., Karlov, G. I., Kornev, K. P. ... Karlov, A. N. (2007) Diagnostika zarazhennosti semyan tomata vzbuditelem bakterial'nogo raka metodom PTsR [Diagnosis of infection of seeds of tomato bacterial canker pathogen PCR] *Izvestiya TSKhA* [Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy] 1, 21 – 25. [in Russian]

10. Kornev, K. P., Polityko, V. A., Kyrova, E. I., Ignatov, A. N. (2014) Kharakteristika bakteriy roda *Xanthomonas*, vydelennykh iz rasteniy tomata na territorii Rossii [Bacteria of the genus *Xanthomonas* found on tomato plants in Russia] *Zashchita kartofelya* [Potato protection] 2, 66 – 71. [in Russian]

11. Kornev, K. P., Polityko, V. A., Kyrova, E. I., Ignatov, A. N. (2014) Kharakteristika bakteriy *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, vydelennykh iz rasteniy tomata na territorii Rossii [Characteristics of bacteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* extracted from plants tomato in Russia] *Zashchita kartofelya* [Potato protection] 2, 71 – 78. [in Russian]

12. Patyka V. P. (Ed) (2014) Diahnostyka fitopatohennykh bakterii: Metodychni rekomendatsii [Diagnosis of pathogenic bacteria: Methodical recommendations] Kiev [in Ukrainian]

13. Ozdemir Z. (2009) Development of a multiplex PCR assay for the simultaneous Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* using pure cultures. *Journal of Plant Pathology*. № 91, P. 495–497. [in English]

14. Büttner, D., Noël, L. & Thieme F. (2003) Genomic approaches in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* allow fishing for virulence genes. *J. Biotechnol.* № 106, P. 203–214. [in English]

15. Avetyasian, Yu. F., Kolomiets, Yu. V. & Hryhoriuk, I. P. (2014) Molekuliarna diahnostyka bakterialnykh khvorob roslyn tomativ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [Molecular diagnostics of bacterial diseases of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.)] *Prodovolcha industriia v APK* [Food industry in the AIC] 3, 31–35. [in Ukrainian]

ДИАГНОСТИКА БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО И ЗАКРЫТОГО ГРУНТА УКРАИНЫ

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

Аннотация. Основной причиной заболеваний сортов растений томатов в открытом и закрытом грунте Украины является наличие возбудителей бактериального рака *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, черной бактериальной пятнистости *Xanthomonas vesicatoria* и бактериальной крапчатости *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Характерные симптомы заболевания – увядание, почернение судинноволокнистых пучков, черная пятнистость листьев и плодов, глубокие язвы на плодоножках и отмирание

растений. Представлены морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства выделенных штаммов возбудителей бактериальных болезней томата. Для диагностики возбудителей черной бактериальной пятнистости, бактериальной крапчатости и бактериального рака рекомендовано применение праймеров RST2 и RST3, P1 и P2, CMM5 и CMM6.

Ключевые слова: томат, возбудители бактериальных болезней, идентификация, физиолого-биохимические свойства, диагностика

DIAGNOSTICS OF BACTERIAL DISEASES OF TOMATOES PLANT IN TERMS OF OPEN AND COVERED GROWING OF UKRAINE

J. V. Kolomiets, I. A. Grygoryuk, L. N. Butsenko

***Abstract.** It was established that the main causes of mass diseases of tomato in covered and open ground in Ukraine are agents of bacterial cancer, bacterial black spotting and bacterial speck of tomato plants. Typical symptoms are wilting and die-off of young plants, blackening of fiber vascular bundles, black spotting of leaves and fruits, and fruit stem rot. It was studied morphological and cultural, as well as physiological and biochemical properties of the selected strains of the agents of tomatoe bacterial diseases. They are recommended primers RST2 and RST3, P1 and P2, CMM5 and CMM6, to diagnostics of the agents of bacterial black spotting *Xanthomonas vesicatoria*, bacterial speck *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* and bacterial cancer *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.*

***Key words:** tomato, agents of bacterial disease, identification, physiological and biochemical properties, diagnostics*

УДК 574.472:528.854.4:(043.3)

**СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЯК КОМПЛЕКСНИЙ ЧИННИК
ЗОВНІШНЬОГО ВПЛИВУ НА СТАН ПОПУЛЯЦІЙ ТВАРИН
МИСЛИВСЬКИХ ВИДІВ (НА ПРИКЛАДІ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

А. В. ПАВЛЕНКО, головний спеціаліст,

Державна екологічна інспекція у Чернігівській області,

В. М. ЧАЙКА, доктор сільськогосподарських наук, професор,

А. А. МІНЯЙЛО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: a-pavlenko-cn@ukr.net, v_chaika@mail.ru

***Анотація.** Охарактеризовано впливи сільського господарства на стан популяцій диких тварин в умовах Чернігівської області. Проаналізовано взаємозв'язок основних показників сільськогосподарського впливу. Досліджено взаємообумовленість основних показників сільськогосподарського впливу і щільності місцевих популяцій диких ссавців економічно цінних видів.*

***Ключові слова:** збереження біорізноманіття, інтенсивність розорювання, вплив пестицидів, вплив добрив, навантаження худоби, лось, олень благородний, козуля європейська, кабан дикий, заць сірий, вовк, собака снотоподібний, лис звичайний*

Актуальність Одним із механізмів реалізації в Україні заходів зі збереження біорізноманіття in-situ екосистем і природних місць мешкання біоти є створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду, формування національної екологічної мережі [10]. На сьогоднішній день вітчизняні природоохоронці констатують стійкий тренд збільшення кількості природоохоронних об'єктів в Україні та анонсують зростання заповідності країни [3].

Водночас результати досліджень динаміки кількісних показників популяцій диких ссавців економічно цінних видів упродовж 1992 – 2013 рр. в умовах Чернігівської області [5-7] демонструють різні характери кореляцій заповідності та щільності популяцій тварин у розрізі видів. Так, за 21 рік спостережень виявлено значний прямий кореляційний зв'язок щодо козулі

європейської (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), кабана дикого (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) та собаки єнотоподібного (*Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834). В той же час констатовано аналогічний за значимістю, проте зворотний кореляційний зв'язок щодо лиса звичайного (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758). Також встановлено відсутність кореляційного зв'язку щодо лося (*Alces alces* Linnaeus, 1758), оленя благородного (*Cervus laphus* Linnaeus, 1758), зайця сірого (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) та вовка (*Canis lupus* Linnaeus, 1758). Водночас не виявлено експериментами кореляцій кількісних показників популяцій тварин зазначених видів у царині відносин «хижак-жертва» [5; 8]. На загал, дані досліджень висвітлюють певну нестійкість (незбалансованість) екологічного стану природних комплексів регіону у контексті збалансованого використання ресурсів тваринного світу та сигналізують про проблематику «певної невідомості» природоохоронних заходів – зростання заповідності не супроводжується взаємообумовленим збільшенням кількісних показників популяцій лося, оленя благородного, зайця сірого, вовка та лиса звичайного. Детермінантами встановлених закономірностей визначено неохоплені дослідженнями зовнішні впливи, відносно сильна умовно несприятлива дія яких певною мірою і нівелює очікуваний результат природоохоронних зусиль.

Передумовою ефективності заходів із захисту природних комплексів є розуміння сутності, перш за все, негативних впливів, рівнів їхньої небезпеки та визначення підданих негативному впливові біотичних об'єктів [16]. В умовах України основні зовнішні впливи на біорізноманіття прямо чи опосередковано пов'язують із сільським господарством. Впливи сільськогосподарської діяльності обумовлено такими чинниками, як зміна структури земельного фонду, розорювання земель під вирощування сільськогосподарських культур та застосування засобів захисту рослин і добрив, навантаження на пасовища і сіножаті, яке спричиняє тваринництво галузі [9]. Водночас дія тих чи інших чинників на певні особини, популяції, види тощо може мати не тільки умовно негативний, натомість нейтральний або сприятливий характер. Тому, актуальність саме комплексного дослідження впливу сільського господарства

на стан популяцій диких тварин вважаємо очевидною для розв'язання проблематики підвищення ефективності спрямованих на збереження біорізноманіття природоохоронних заходів у регіоні.

Метою дослідження – вивчення статистичного взаємозв'язку основних показників сільського господарства і щільності популяцій диких мисливських ссавців в умовах Чернігівської області.

Матеріали та методи дослідження Об'єктом дослідження є сільське господарство Чернігівської області як комплексний чинник зовнішнього впливу на біорізноманіття регіону.

Предметом дослідження є щільність популяцій лося, оленя благородного, козулі європейської, кабана дикого, зайця сірого, вовка, собаки єнотоподібного, лиса звичайного в умовах Чернігівської області.

Для кількісного відображення показнику сільського господарства щодо основних типів земельних угідь ми оперували вираженням у відсотках значенням відношення площі земельних угідь основних типів до площі області загальної.

Інтенсивність розорювання земель під вирощування сільськогосподарських культур ми оцінювали за величиною площі, задіяної під їх вирощування, ріллі у відносному до площі області загальної значенні, вираженому у відсотках.

Обсяги застосування засобів захисту рослин і добрив ми аналізували за вираженою у відсотках величиною обробленої ними площі ріллі у відношенні до площі області загальної та масою хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив використаних на 1 га обробленої ними площі.

Рівень навантаження сільськогосподарської худоби на пасовища і сіножаті ми визначали як відношення загальної кількості місцевої худоби в одиницях умовного поголів'я до сумарної загальної площі пасовищ і сіножатей регіону.

Щільність популяцій мисливських тварин розраховували як відношення загальної чисельності популяцій за видами до загальної площі охоплених дослідженням біотопів.

У дослідженні, як первинну інформацію для визначення цих показників, ми використовували дані Доповідей про стан навколишнього природного середовища Чернігівської області за 1992 – 2015 рр., офіційні дані Головного управління держгеокадастру у Чернігівській області та Головного управління статистики у Чернігівській області, а також дані щорічних звітів про проведені заходи по боротьбі зі шкідниками сільськогосподарських культур і бур'янами у Чернігівській області за 1992 – 2015 рр.

Для визначення особливостей статистичного взаємозв'язку досліджуваних величин ми розраховували коефіцієнти кореляції Пірсона та Спірмана за стандартними методами із застосуванням комп'ютерної програми SPSS Statistics 17.0.

Результати дослідження та їх обговорення Дослідженням упродовж 1992 – 2015 рр. було охоплено близько 3 млн га різноманітних природних та змінених людиною біотопів Поліської і Лісостепової лівобережної природних зон Придніпровської низовини Чернігівської області, які як мисливські угіддя надано у користування спеціалізованим підприємствам для ведення мисливського господарства. На загал, експериментом було охоплено майже 90 % території адміністративної одиниці.

Основними середовищеутворюючими типами земельних угідь у регіоні, згідно із класифікацією за формою № 6-зем, є землі інтенсивного сільськогосподарського використання (рілля), екстенсивного сільськогосподарського використання (сіножаті, пасовища), ліси і вкриті лісом землі. Також у регіоні представлені поверхневі води, відкриті заболочені землі, забудовані землі, землі без рослинного покриву та інші землі. Дані щодо площ основних типів земельних угідь регіону наведено на рисунку 1.

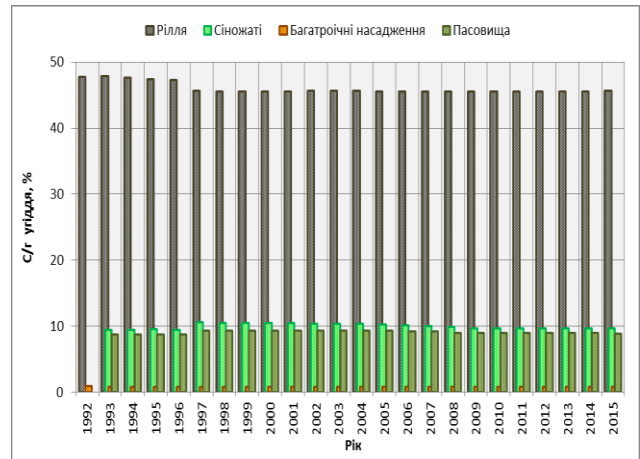
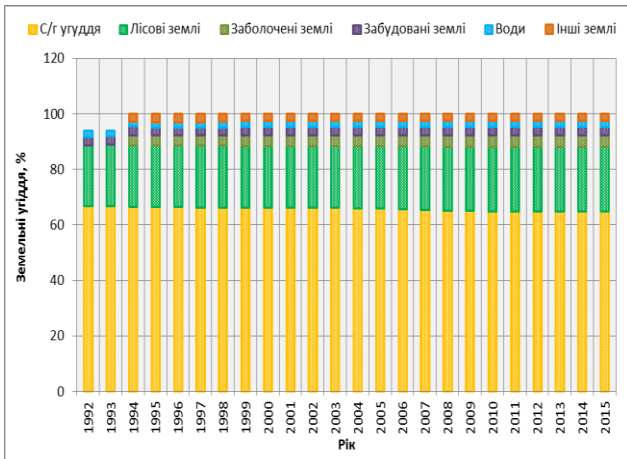
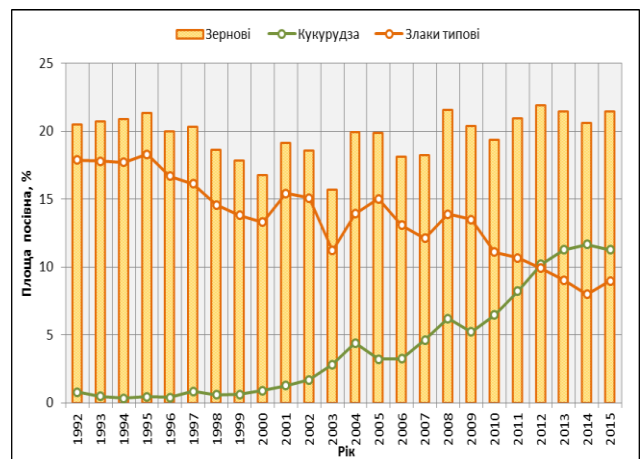
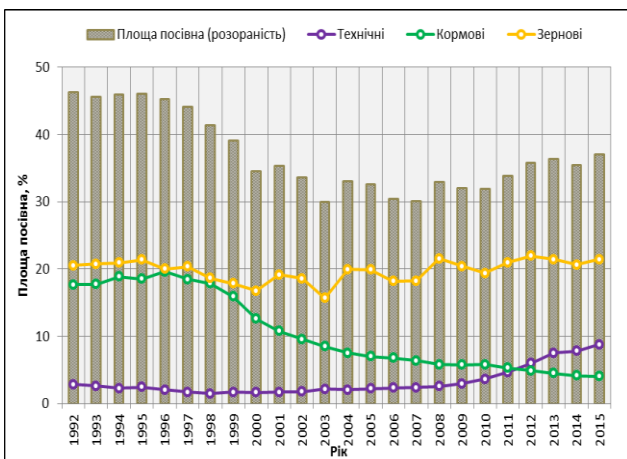


Рис. 1 Земельний фонд Чернігівської області у 1992 – 2015 рр.

Так, за 24 роки спостережень зміни площ основних типів земельних угідь не перевищують 2 %, а відтак, зумовлені цими змінами впливи на стан популяцій тварин досліджуваних видів є незначними та такими, що, на нашу думку, у контексті дослідження можна знехтувати.

Основними сільськогосподарськими культурами за величиною задіяної під їх вирощування площ є зернові культури, а саме: злаки типові (пшениця, жито, овес, ячмінь) та кукурудза, технічні культури, зокрема олійні (соняшник, соя, ріпак), та кормові культури (трави кормові).

Дані щодо інтенсивності розорювання земель під вирощування сільськогосподарських культур наведено на рисунку 2.



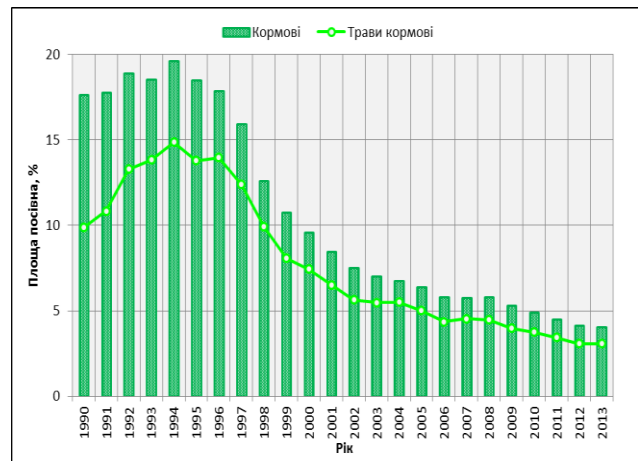
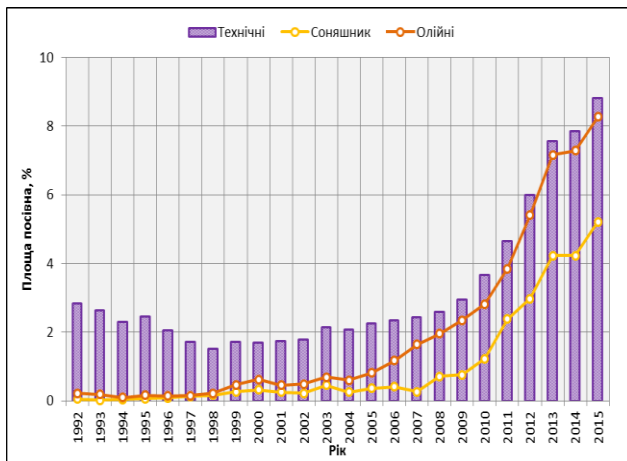
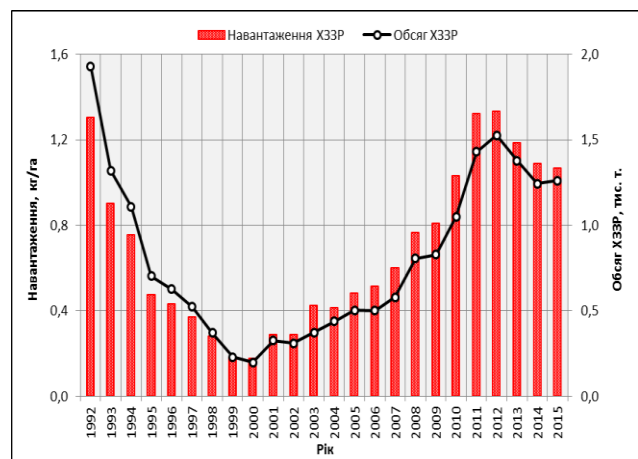
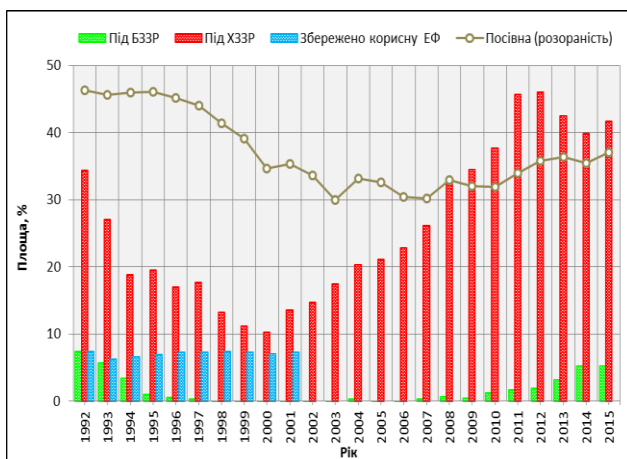


Рис. 2 Інтенсивність розорювання земель Чернігівської області у 1992 – 2015 рр.

Можна резюмувати, що з 2000 року відбулось переорієнтування спеціалізації рослинництва регіону – спостерігаємо суттєве зменшення площ під вирощування злаків типових і трав кормових за значного збільшення площ під вирощування кукурудзи та олійних культур, зокрема соняшнику.

Традиційно для боротьби зі шкідниками, хворобами, бур'янами у регіоні застосовують хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР або пестициди) і біологічні засоби захисту рослин (БЗЗР) та практикують збереження корисної ентомофауни (ЕФ). Для підвищення родючості ґрунтів використовують мінеральні добрива (МД) і органічні добрива (ОД). Дані щодо обсягів застосування у регіоні засобів захисту рослин і добрив за вирощування сільськогосподарських культур наведено на рисунку 3.



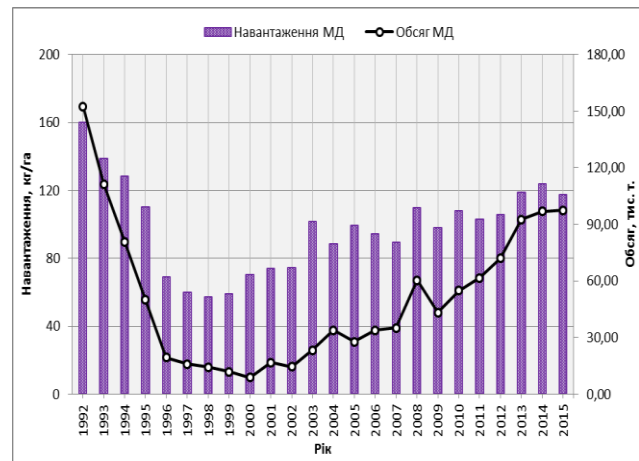
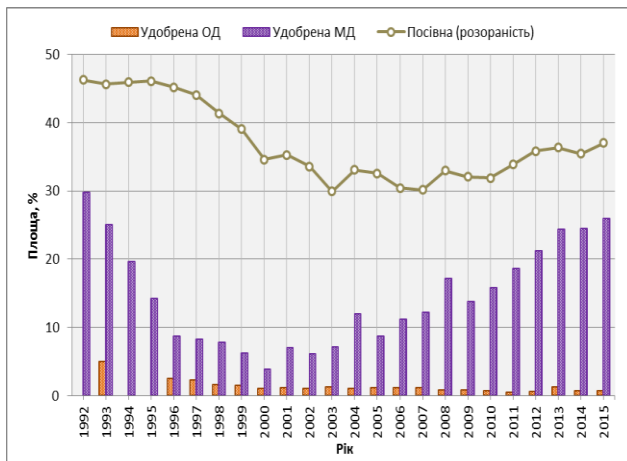


Рис. 3 Застосування засобів захисту рослин і добрив на території Чернігівської області у 1992 – 2015 рр.

Можна констатувати, що рівень хімізації рослинництва зростає з 2000 року, водночас обсяги застосування БЗЗР і ОД упродовж дослідження є мізерними. Першопричиною цього є зміна спеціалізації рослинництва, зокрема значне збільшення площ під кукурудзу та олійні культури, технологія вирощування яких передбачає інтенсифікацію виробництва.

Впливи, обумовлені розорюванням земель під вирощування сільськогосподарських культур, перш за все проявляються у перетворенні природних біоценозів на агроценози, що супроводжується заміщенням природних біотопів і властивих їм кормових об'єктів штучними монокультурними ценозами і кормовими ресурсами. Актуальними також є і пов'язані з використанням сучасної сільськогосподарської техніки загрози загибелі тварин під час механізованих робіт. Фактор неспокою є періодичним. На додачу негативні наслідки спричиняються застосуванням ХЗЗР і МД. Край небезпечними для тварин є пестициди, шкідливість яких детермінує зростання рівня смертності тварин та загальне зниження життєздатності популяцій.

Обумовлені навантаженням сільськогосподарського тваринництва впливи спричиняються випасанням худоби на пасовищах і експлуатацією сіножатей під час заготівлі кормів. Очевидно, що загальна кількість відповідної худоби у господарському і приватному секторах сільського господарства регіону є визначальним критерієм оцінки рівня та характеру цього впливу. Багаторічну

динаміку чисельності умовного поголів'я сільськогосподарської худоби [11] та обумовленого нею навантаження на пасовища і сіножаті наведено на рисунку 4.

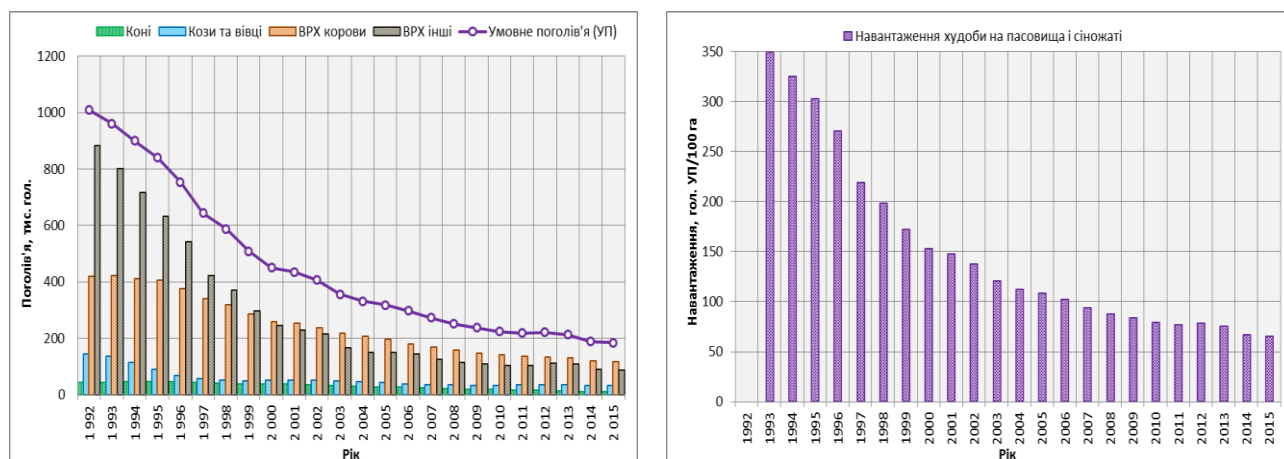


Рис. 4 Чисельність с/г тварин та навантаження худоби на пасовищі і сіножаті в Чернігівській області у 1992 – 2015 рр.

Можна зазначити, що поголів'я сільськогосподарської худоби всіх видів та спричинене нею навантаження на пасовища і сіножаті упродовж дослідження зменшилось.

Описані впливи проявляються у створенні диким тваринам неспокою, знищенні природних об'єктів харчування та захисних ремізів, загроз загибелі дрібних тварин під час механізованої заготівлі сіна. Водночас науково-обґрунтоване використання пасовищ і сіножатей сприяє підтриманню різноманіття лучних фітоценозів і у ряді випадків є необхідною умовою існування багатьох видів мисливських тварин, зокрема зайців сірих, куріпок сірих, а також одним зі способів упередження пожеж [1; 3; 10; 12].

Враховуючі біологічні особливості тварин досліджуваних видів та характер біотопічного розподілу видів у контексті взаємовідносин «вид тварини - сільськогосподарські території», а також відносно низьку щільність оленя благородного, лося, собаки єнотоподібного та вовка у регіоні, на даному етапі експерименту ми обмежуємось аналізом взаємозв'язку динаміки щільності популяцій кабана дикого, зайця сірого, лиса звичайного та основних показників сільського господарства, а також динаміки популяції козулі європейської та рівня навантаження худоби на пасовища і сіножаті. Результати статистичного аналізу даних наведено у таблиці.

Так, щодо козулі європейської, то експеримент констатує взаємообумовлене статистично значиме збільшення щільності місцевої популяції виду за зменшення навантаження сільськогосподарської худоби на пасовища і сіножаті. Наявність такої тенденції пояснюємо тим, що козуля європейська, як представник дикого біорізноманіття, є екологічно пластичним видом, який не уникає зазначених агроландшафтів екстенсивного використання [1; 2; 12]. У цьому контексті збільшення площ сприятливих для існування виду біотопів, обумовлене зниженням спричиненого навантаженням худоби фактору неспокою, може бути однією з детермінант зростання щільності популяції виду в умовах регіону. Водночас цей чинник визначаємо як умовно сприятливий для місцевої популяції козулі європейської.

Кореляції щільності тварин і основних показників сільського господарства в умовах Чернігівської області у 1992 – 2015 рр.

	Козуля (щільність)	Кабан (щільність)	Заєць (щільність)	Лис (щільність)
	Коефіцієнти кореляції Пірсона			
Злаки типові (площа)	–	-,731**	,338	,275
Кукурудза (площа)	–	,824**	-,475*	-,518**
Олійні (площа)	–	,681**	-,528**	-,369
Трави кормові (площа)	–	-,841**	,345	,670**
ХЗЗР (площа)	–	,929**	-,547**	-,628**
ХЗЗР навантаження	–	,726**	-,791**	-,516**
МД (площа)	–	,505*	-,783**	-,464*
МД навантаження	–	,592**	-,786**	-,522**
Навантаження худоби	-,687**	-,658**	-,032	,310
	Коефіцієнти кореляції Спірмана			
Соняшник (площа)	–	,753**	-,218	-,491*

Примітка: Розподіл даних задіяної під соняшник ріллі не є близьким до нормального.

N = 24 Ступінь свободи 22.

$r_{кр}$ для $P \leq 0,05 = 0,40$; $r_{кр}$ для $P \leq 0,01 = 0,52$ (кореляція Пірсона);

$r_{кр}$ для $P \leq 0,05 = 0,41$; $r_{кр}$ для $P \leq 0,01 = 0,52$ (кореляція Спірмана).

** Кореляція значима на рівні 0,01 (2-х сторон.). * Кореляція значима на рівні 0,05 (2-х сторон.)

Щодо кабана дикого – представника асоційованого з агроландшафтами біорізноманіття, то результати експерименту ілюструють збільшення у регіоні щільності популяції за збільшення задіяної під вирощування кукурудзи,

олійних культур та соняшника площ за зменшення площ під злаки типові і трави кормові. Статистично значиму взаємообумовленість змін зазначених показників пояснюємо характерною тваринам виду здатністю існувати у штучно створених біотопах з гарними захисними і кормовими властивостями, на кшталт задіяних під вирощування кукурудзи і соняшника агроландшафтів значних площ, та різко збільшувати чисельність за сприятливих умов [1; 2; 12]. Водночас рухливість кабанів диких та їх розвинуті органи чуття обумовлюють уникнення загроз загибелі тварин під час механізованих сільськогосподарських робіт та застосування сільськогосподарської хімії, що і демонструють значимі коефіцієнти кореляції щільності тварин і показників застосування пестицидів і мінеральних добрив. Вочевидь, що досліджені чинники можна визначити як умовно сприятливі для популяції кабана дикого в умовах регіону.

Водночас популяція виду статистично значимо реагує збільшенням щільності на зменшення навантаження сільськогосподарської худоби на сіножаті і пасовища, що пояснюємо аналогічно як щодо козулі європейської [1; 2; 12] та визначаємо цей чинник також як умовно сприятливий.

Визначену експериментом тенденцію щодо зменшення щільності популяції зайця сірого – представника асоційованого з агроландшафтами біорізноманіття при збільшенні площ під вирощування кукурудзи та олійних культур в умовах збільшенні рівня хімізації виробництва пояснюємо характерною тваринам високою вразливістю у виді значних у 62 % втрат чисельності популяції внаслідок застосування сучасної техніки та хімічних сільськогосподарських препаратів. Зазначені втрати, на нашу думку, здатні майже повністю нівелювати умовно сприятливий, обумовлений виробництвом сільськогосподарських культур як додатковою кормовою базою, ефект, що і демонструють відповідні статистично значимі зворотні кореляції. Можна узагальнити, що досліджені чинники є умовно шкідливими для місцевої популяції зайців сірих.

Разом з тим щільність популяції зайців сірих не реагує статистично значимо на зменшення задіяних під вирощування злаків типових, трав

кормових та збільшення під соняшник площ, що наводить на думку про забезпеченість популяції виду місцевими природними кормовими ресурсами та сприятливими захисними ремізами, що ілюструє умовну нейтральність досліджених чинників для популяції виду в умовах регіону.

Також встановлено, що щільність популяції зайців сірих не реагує статистично значимо на зменшення навантаження сільськогосподарської худоби на пасовища і сіножаті. Це пояснюємо тим, що зменшення рівня окультуреності агроландшафтів екстенсивного використання з одного боку зменшує фактор неспокою та знижує ризики загибелі тварин під час механізованої заготівлі сіна, з іншого – призводить до не бажаного для виду заростання пасовищ і сіножатей бур'янами і чагарниками та створює загрози загибелі молодняка від пожеж навесні. Цей чинник впливу визначаємо також як умовно нейтральний.

Встановлену експериментом статистично значиму тенденцію зменшення щільності популяції лиса звичайного за збільшення площ під вирощування кукурудзи та соняшника в умовах збільшення рівня хімізації виробництва за зменшення площ під трави кормові, пояснюємо збідненням властивої виду як хижаку основної кормової бази – зниженням чисельності мишоподібних гризунів [1; 2; 4]. Останнє спричинено як зменшенням площ сприятливих для гризунів агроландшафтів, зокрема посівів трав кормових, так і загрозами масової загибелі мишоподібних внаслідок застосування пестицидів і міндобрив та сучасних технологій обробітку землі при вирощуванні кукурудзи та соняшника. Так, у разі дискування полів, відразу після прибирання врожаю відбувається механічне масове знищення як «недотравлених» пестицидами гризунів, так і їхніх поселень, що додатково послаблює популяцію мишоподібних. Досліджені чинники визначаємо як умовно шкідливі для місцевої популяції лиса звичайного.

Водночас щільність популяції виду не реагує статистично значимо на зменшення площ під злаки типові, збільшення площ під олійні культури і зменшення навантаження сільськогосподарської худоби на сіножаті і пасовища,

що підтверджує обґрунтування щодо взаємозв'язку щільності популяцій хижака і мишоподібних гризунів. Ці чинники визначаємо як умовно нейтральні для популяції виду в умовах регіону.

Висновки Дослідженням встановлено, що в умовах Чернігівської області у 1992 – 2015 рр. основні чинники комплексного впливу сільського господарства на стан популяцій тварин обумовлені інтенсивністю розорювання земель під вирощування сільськогосподарських культур, рівнем хімізації рослинництва та навантаженням сільськогосподарської худоби на пасовища і сіножаті. Механізми дії чинників полягають як у прямих так і опосередкованих спричинених сільським господарством змінах кормових ресурсів, динаміці захисних властивостей біотопів, створенні загроз загибелі тварин під час механізованих сільськогосподарських робіт і застосування хімічних сільськогосподарських препаратів та неспокою.

За наслідками дії, чинники визначаємо як умовно шкідливі, нейтральні або сприятливі, що зумовлено природними ресурсами території, біологічними особливостями видів та характером їх біотопічного розподілу у контексті взаємовідносин «вид тварини - сільськогосподарські території».

Дослідженням доведено, що чинники впливу сільського господарства, які пов'язані зі зменшенням навантаження сільськогосподарської худоби на пасовища і сіножаті, в умовах Чернігівської області є умовно сприятливими для популяцій козулі європейської та кабана дикого, водночас є умовно нейтральними для популяцій зайця сірого та лиса звичайного.

Чинники, які зумовлені збільшенням площ під вирощування кукурудзи, олійних культур, зокрема соняшника, при збільшенні рівня хімізації виробництва, на фоні зменшення площ під злаки типові і трави кормові є умовно сприятливими для популяції кабана дикого.

Чинники, які обумовлені збільшенням площ під вирощування кукурудзи та олійних культур при збільшенні рівня хімізації виробництва, є умовно шкідливими для популяції зайця сірого при умовній нейтральності чинників,

які пов'язані зі зменшенням площ під злаки типові і трави кормові та збільшенням площ під соняшник.

Чинники, які пов'язані зі збільшенням площ під вирощування кукурудзи та соняшника при збільшенні рівня хімізації виробництва на фоні зменшення площ під трави кормові, є умовно шкідливими для популяції лиса звичайного. Водночас чинники, які зумовлені зменшенням площ під злаки типові та трави кормові, при збільшенні площ під олійні культури є умовно нейтральними для популяції виду.

Отримані експериментом результати пропонуємо розглядати як первинні матеріали для обґрунтування структури природоохоронних територій та опрацювання механізмів реалізації спрямованих на збереження біорізноманіття регіону заходів.

Список літератури

1. Биология лесных птиц и зверей : [учебное пособие для лесхоз. и биол. специальностей вузов] / Г. Г. Doppельмайр, А. С. Мальчевский, Г. А. Новиков, Б. Ю. Фалькенштейн; Под редакцией Г. А. Новикова. – [3-е изд.]. – М.: Высшая школа, 1975. – 383 с.
2. Делеган І. В. Біологія лісових звірів і птахів / Делеган І. В., Делеган І. І., Делеган І. І.; за ред. канд. с.-г. наук І. В. Делегана. – Львів : Поллі, 2005. – 600 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році . – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д. С., 2016. – 350 с.
4. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум ; под ред. и с предисловием д-ра биол. наук Н. П. Наумова. – М.: Мир, 1975. – 738 с.
5. Павленко А. В. Відповідь популяцій мисливської теріофауни на природоохоронні заходи зі збереження біорізноманіття (на прикладі Чернігівської області) [Електронний ресурс] / А. В. Павленко, А. А. Міняйло, В. М. Чайка // Наукові доповіді НУБіП України: електронне наукове фахове видання. – [Київ : НУБіП, 2016]. – № 4 (61). – 13 с. – Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6954>.
6. Павленко А. В. Динаміка чисельності популяцій тварин асоційованого біорізноманіття як показник ефективності природоохоронних зусиль (на прикладі Чернігівської області) // Вісник ЖНАЕ. – 2016. - № 1 (53), т 1. – С 371-379.
7. Павленко А. В. Динаміка чисельності популяцій тварин дикого біорізноманіття як показник ефективності природоохоронних зусиль (на

прикладі Чернігівської області) // Біоресурси і природокористування. – 2015. – Т 7. – № 5-6. – С. 45-52.

8. Павленко А. В. Динаміка чисельності популяцій диких тварин економічно цінних видів у відносинах «хижак-жертва» (на прикладі Чернігівської області) // Біоресурси і природокористування. – 2016. – Т 8. - № 1-2. – С. 101-108.

9. Придатко В. І. Індикація та індикатори: досвід розробки і використання для оцінювання стану агробіорізноманіття України в рамках проекту UNEP-GEF BINU / Придатко В. І. // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1 ; під редакцією О. О. Созінова, В. І. Придатка. під редакцією О. О. Созінова, В. І. Придатка. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2005. – С. 94-113.

10. Приклади опису індикаторів за спеціальними формами. Інтенсивність випасу: використання та інтерпретація / [укладачі В. Придатко, Ю Апєтова] // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1 ; під редакцією О. О. Созінова, В. І. Придатка. під редакцією О. О. Созінова, В. І. Придатка. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2005. – С. 305-309.

11. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо проведення розрахунків витрат кормів худобі та птиці у господарствах усіх категорій [Електронний ресурс] : наказ [видано Держкомстатом України 24 січня 2008 р. № 18] // Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. – Режим доступу: http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/20_08/18/metod.htm.

12. Про затвердження Порядку упорядкування мисливських угідь [Електронний ресурс] : наказ [видано Держкомлісгоспом України 21 червня 2001 р. № 56] // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0771-01>.

13. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005-2025 роки [Електронний ресурс] : розпорядження [видано Кабінетом міністрів України 22 вересня 2004 р.] // Офіційний веб-сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=675-2004-%F0>.

14. Рослинництво: стан справ галузі, досягнуті результати [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Департаменту агропромислового розвитку Чернігівської обласної державної адміністрації. – Режим доступу: <http://apk.cg.gov.ua/index.php?id=7830&tp=1&pg=>. – Назва з екрану.

15. Янцев А. В. Выбор статистических критериев (учебное пособие по биометрии для студентов биологов) / Янцев А. В. – Симферополь: Таврический национальный университет им. Вернадского, 2012. – 138 с.

16. Ecological Risk Assessment / Екологічна оцінка ризику / [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Агентства охорони навколишнього середовища США. – Режим доступу: <https://www.epa.gov/risk/ecological-risk-assessment>. – Назва з екрану.

References

1. Doppelmaier G. G., Malczewski A., Novikov G.A., Falkenstein B. Yu, Novikov G. (1975); Biology of forest birds and animals: [textbook for forestry. and biol. specialties universities] edited by. M.: High school,. 383.
2. Delegan I., Delegan I.; Ed. PhD (2005) Biology forest animals and birds. Agricultural Science I. Delegan. Lviv: Polly,. 600.
3. National Report on the State of Environment in Ukraine in 2014 (2016).. K.: Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, FOP Grin D. 350.
4. Odum Yu; ed. by. Naumov N.P (1975) Fundamentals of Ecology. M.: Mir,. 738.
5. Pavlenko A, Minyaylo A., Chayka V. (2016). Hunting mammal fauna populations for conservation measures to preserve biodiversity (for example Chernihiv region) [electronic resource]. Scientific reports NUBiP of Ukraine, 4 (61). 13 p. Access mode:<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/6954>.
6. Pavlenko A. (2016) Dynamics of animal populations associated biodiversity an indicator of environmental efficiency efforts (for example Chernihiv region). Journal ZHNAE, 1 (53), V. 1, 371-379.
7. Pavlenko A. (2015). Population dynamics of wild animal biodiversity an indicator of environmental efficiency efforts (for example Chernihiv region). Life and Environmental Sciences, V. 7, 5-6, 45-52.
8. Pavlenko A. (2016). Dynamics of wildlife populations economically valuable species in the relationship "predator-prey" (example Chernihiv region). Life and Environmental Sciences, V. 8, 1-2, 101-108.
9. Pridatko V . Sozinov O. ed (2005). Displays and indicators: the experience of developing and using biodiversity to evaluate the state of Ukraine in the project UNEP-GEF BINU. Agrobiodiversity of Ukraine: Theory, Methodology, Indicators, Examples. Book 1. K., "Nichlava", 94-113.
10. Sozinov O, Pridatko V. ed (2005). Examples of indicators for describing specific forms. The intensity of grazing: the use and interpretation. Agrobiodiversity of Ukraine: Theory, Methodology, Indicators, Examples. Book 1. K., "Nichlava", 305-309.
11. On approval of guidelines for the calculation of the cost of feed livestock and poultry in farms of all categories. State Statistics Service of Ukraine. Access mode: http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2008/18/metod.htm.
12. On approval of the regulation of hunting ground. Verkhovna Rada of Ukraine. Access mode: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0771-01>.
13. On approval of the Concept of National Biodiversity Conservation Program for 2005-2025. Verkhovna Rada of Ukraine. Access mode: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=675-2004-%F0>.
14. Plant: the state of the industry, the results achieved. Department of Agricultural Development of Chernihiv Regional State Administration. Access mode: <http://apk.cg.gov.ua/index.php?id=7830&tp=1&pg>
15. Yantsev A. (2012). Selector statystycheskyh kryteryev (uchebnoe posobie on Biometrics for students byolohov) Yantsev A. - Simferopol: Taurian National University of them. Vernadsky,. - 138 p.

16. Ecological Risk Assessment Environmental risk. Environmental Protection Agency of the USA. Access mode: <https://www.epa.gov/risk/ecological-risk-assessment>.

**СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ФАКТОР
ВНЕШНЕГО ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ
ОХОТНИЧЬИХ ВИДОВ (НА ПРИМЕРЕ ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ)
А. В. Павленко, В. М. Чайка, А. А. Миняйло**

***Аннотация.** Охарактеризовано влияния сельского хозяйства на состояние популяций диких животных в условиях Черниговской области. Проанализирована взаимосвязь основных показателей сельскохозяйственного воздействия. Исследованы взаимообусловленность основных показателей сельскохозяйственного влияния и плотности местных популяций диких млекопитающих экономически ценных видов.*

***Ключевые слова:** сохранение биоразнообразия, интенсивность распашки, влияние пестицидов, влияние удобрений, нагрузка скота, лось, олень благородный, косуля европейская, кабан дикий, заяц-русак, волк, собака енотовидная, лиса обыкновенная*

**AGRICULTURE AS A COMPLEX FACTOR OF EXTERNAL IMPACT ON A
CONDITION OF POPULATIONS OF HUNTING TYPE ANIMALS (ON THE
EXAMPLE OF THE CHERNIHIV REGION).
A. V. Pavlenko, V. M. Chaika A. A. Minyailo**

***Abstract.** Characterized by the impact of agriculture on the state of wild animal populations under conditions of Chernihiv region. It analyzes the relationship of the main indicators of the agricultural impacts. Abstract interdependence of the main indicators of the impact of agricultural and density of local populations of wild mammals economically valuable species.*

***Keywords:** biodiversity, the intensity of the plowing, the impact of pesticides, the impact of fertilizers, cattle load, elk, red deer, roe European, wild boar, grey hare, wolf, raccoon dog, fox*

UDK 595.7-755.7

**THE CONTROL OF *CYDIA POMONELLA L.* IN APPLE ORCHARDS OF
FOREST STEPPE OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF CLIMATIC
CHANGE**

V. M. Chayka, Doctor, Prof.,

I. G. Rubezhniak, PhD., Assoc. Prof.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

O. I. Petryk, postgraduate student

*Institute of Plant Protection, National Academy of Agrarian Sciences of
Ukraine*

E-mail: rubezhnyak@yandex.ru, elia-81@list.ru, petryk.olena@gmail.com

Abstract. *The present studies were conducted in 2013 in three apple orchards differing from each other by the age, the apple varieties and system of chemical control of pests. Their purpose was to monitor codling moth (*Cydia pomonella L.*) in different types of apple orchards using pheromone traps, finding out the relation between the occurrence of moths and the sum of effective temperatures as well as determining the number of diapausing caterpillars of this species with the use of bands of corrugated paper. The analysis of male flight of codling moth on the basis of pheromone traps makes it possible to state the occurrence of three generations. Increase of average annual temperature is directly influence on generation number of codling moth in Ukraine.*

Keywords: *Cydia pomonella L., codling moth, apple orchards, monitoring, pheromone traps, corrugated paper band, sum of effective temperatures*

Introduction. Codling moth, *Cydia pomonella L.* is a major pest of deciduous tree crops in fruit-growing regions throughout the world. In Ukraine Forest steppe, codling moth is considered as an important pest of apple orchards. The losses of apple crop have been from 30% to 70% (Krykunov 2000). Previous researches shown, that climate changes in Ukraine altered the structure of the leafroller complex, the number of generation, duration of imago flight in apple orchards (Chayka *et al.* 2013a).

The aim of experiment, conducted in 2013, was to monitor *C. pomonella* in apple orchards using pheromone traps, settling the relation between the occurrence of

moths and the sum of effective temperatures as well as determining the population of wintering forms of this species with the use of bands of corrugated paper.

Materials and methods. The research was conducted in three commercial apple orchards of Tarasivskii agricultural enterprise, Kiev region. Particular apple orchards differ from each other by the age, the apple varieties and system of chemical control of pests. The nineteen-year-old orchard was not chemically protected and Idared, Spartan, Prima, Reinette and Simirenko cultivars are grown there. The thirteen-year-old orchard was an intensively protected orchard. In each year, 11 treatments of plant protection using insecticides were applied in this orchard. There grown Jonagold, Florina and Champion cvs. In seven-year-old orchard chemical protection was applied at the moment when the population of the pest increased to the harmfulness threshold. In each year, 2–3 treatments using insecticides were applied and Jonagold, Golden Delicious, Golden Delicious cvs are grown there.

The dynamics of *C. pomonella* flight was determined on the basis of catches into pheromone traps of Atracoon-A with Pestifix glue and synthetic pheromone produced by “Intervab” (Moldova). The traps were hanged inside the canopy of apple trees in early May. Distance between traps was less than 50 m. The traps were checked one time per 5 days, pheromone capsules were changed every 20 days and glue boxes - every 10 days (Triebel *et al.* 2001).

Aiming at determination the number of diapausing caterpillars of codling moth, in 1 June in each of the examined orchards corrugated paper bands (CPBs) 20 cm wide were wrapped around the tree trunk of 10 apple trees (cultivars of winter apple). The bands were checked one time per 7 days, the captured caterpillars and pupae were counted for record and pupae was removed and destroyed. Traps and bands were placed in the orchard before the moths appear (Suskling 2000).

On the basis of male flights observed checking pheromone traps, an attempt was made to establish the relation between their flight dynamics and the sum of effective temperatures. The sum of effective temperatures was calculated according to the formula included in (Alford *et al.* 1979).

Results. Fig. 1 presents the sum of effective temperatures in 2013 in the period when the moth flight began.

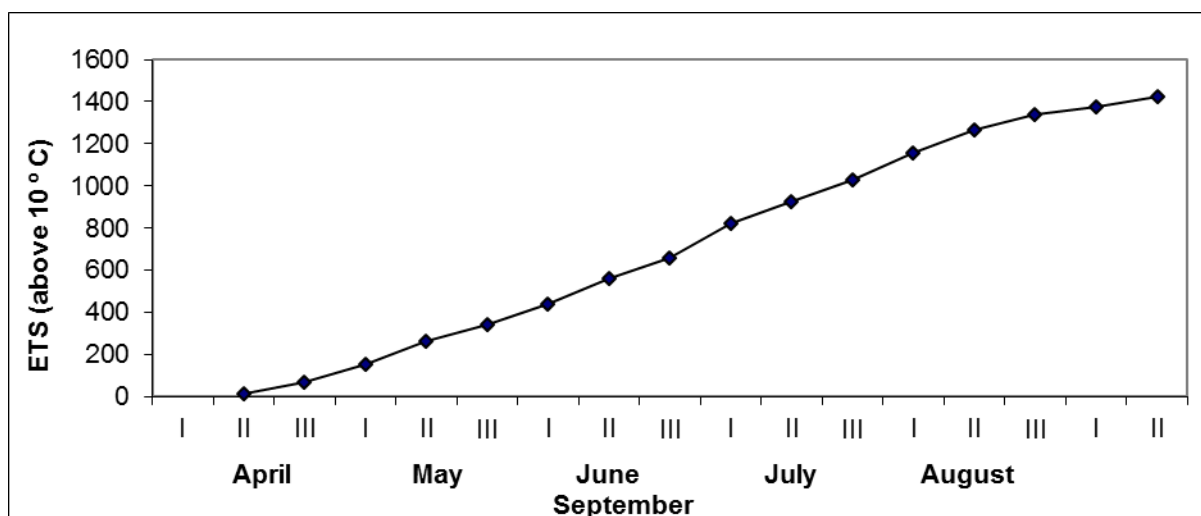


Fig. 1. Effective temperature sums (above 10° C) during the vegetation period in 2013, Kiev

The pheromone traps showed that the flight of codling moth generation in the orchard without any chemical protection was observed on first decade of May and the sum of effective temperatures was 80.4 °C (Fig.2). Flight of overwintering generation was observed from 1 May to 25 June. The maximum flight activity was recorded on 25 May at 302 degree days. The flight of the secondary moth generations was registered from 3 July to 5 August at 757.5 degree days. The maximum number of codling moth was observed on 15 July and the number of moths captured in the traps was 25 moths per trap.

It was observed the flight of the third moth generation from 10 to 30 August at 1156 degree days. The flight peak of codling moth was noted on 15 August at 1212.5 degree days.

Figure 3 shows that the codling moth flight of overwintering generation in the intensively protected orchard was observed from 1 May to 20 June at 80.4 degree days. The maximum quantity of codling moth was registered on 15 May at 210.5 degree days.

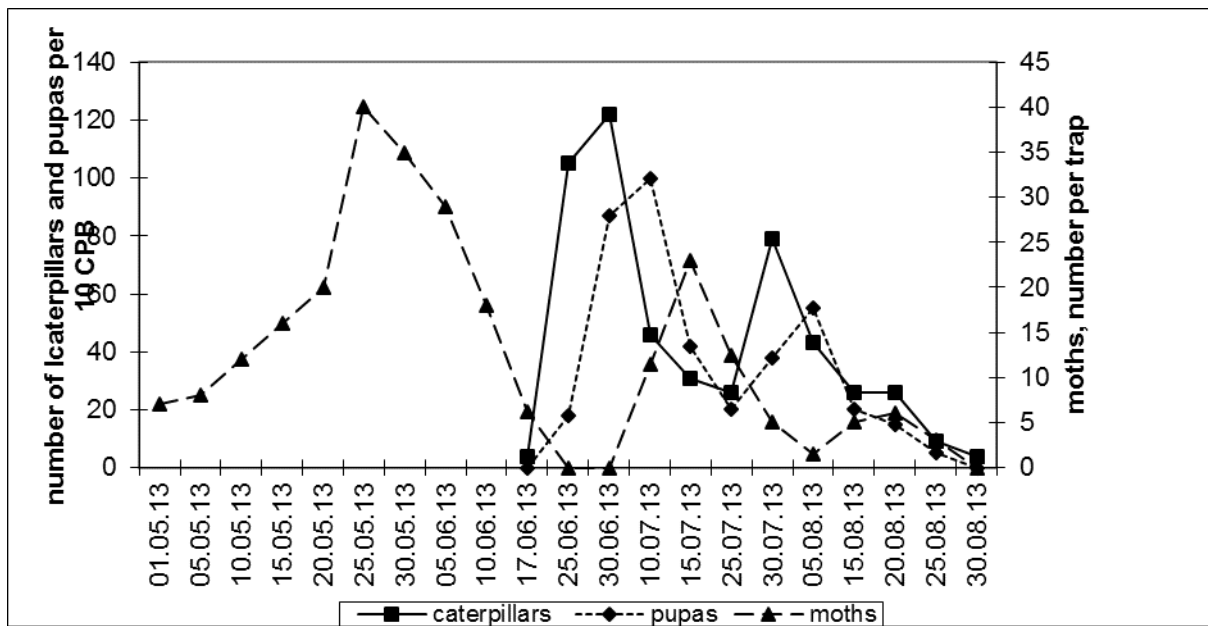


Fig. 2. The flight dynamics of *Cydia pomonella* L. in 2013, Tarasivskii agricultural enterprise of Kiev region (not chemically protected apple orchard)

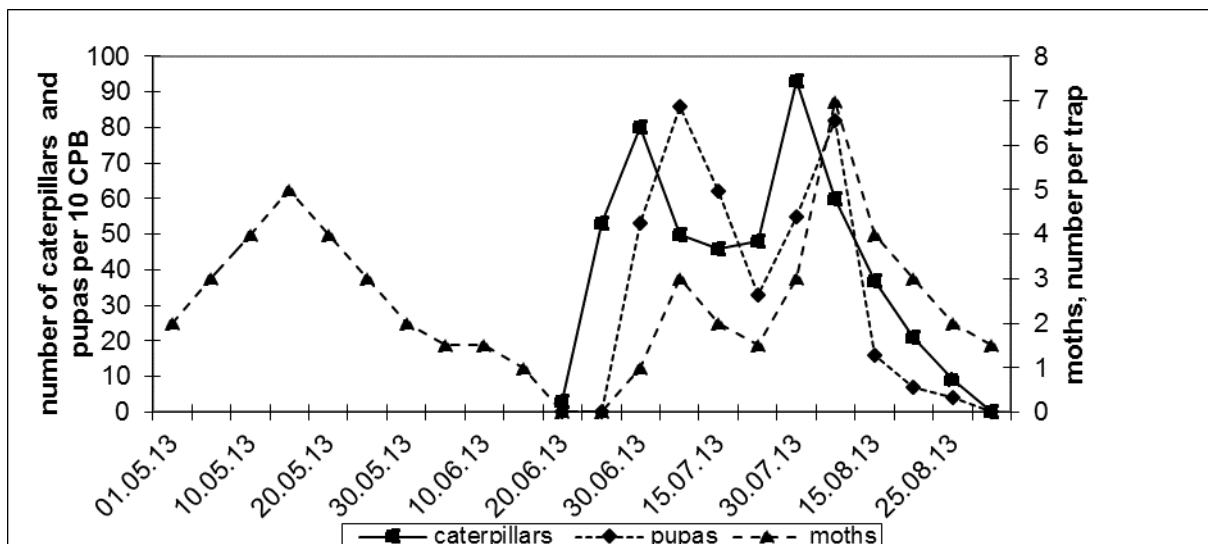


Fig. 3. The flight dynamics of *Cydia pomonella* L. in 2013, Tarasivskii agricultural enterprise of Kiev region (intensively protected apple orchard)

The flight of the second and third moth generations were from 30 June to 25 July and from 30 July to 10 September at 695 and 1020.5 degree days respectively. The flight peak of the second and third generations was noted on 5 June and 5-10 August. It was found that the flight of the third generation was more numerous than the first one. In our opinion, such dynamics of codling moth can account for the fact that the orchards in the period of apple vegetation were chemical protected. However

before harvesting the pesticide treatments were finished, as a result the codling moth flight to pheromone traps was resumed.

It can be seen from the data in figure 4 that the flight of codling moth in the apple orchard with a limited protection scheme began when the sum of effective temperatures was 97.2 ° C. The flight of moth was observed from 3 May to 15 June. The flight peak of overwintering generation was noted on 25 May at 302 degree days. During the second generation, the appearance, peak and last moth emergence was observed on 25 June, 15 July and 5 August at 629, 972.5 and 1110 degree days, respectively. It was observed some small flight peak of *C. pomonella* from 10 August to 10 September at 1156 degree days with maximum flight peak on 25 August (5 moths per trap).

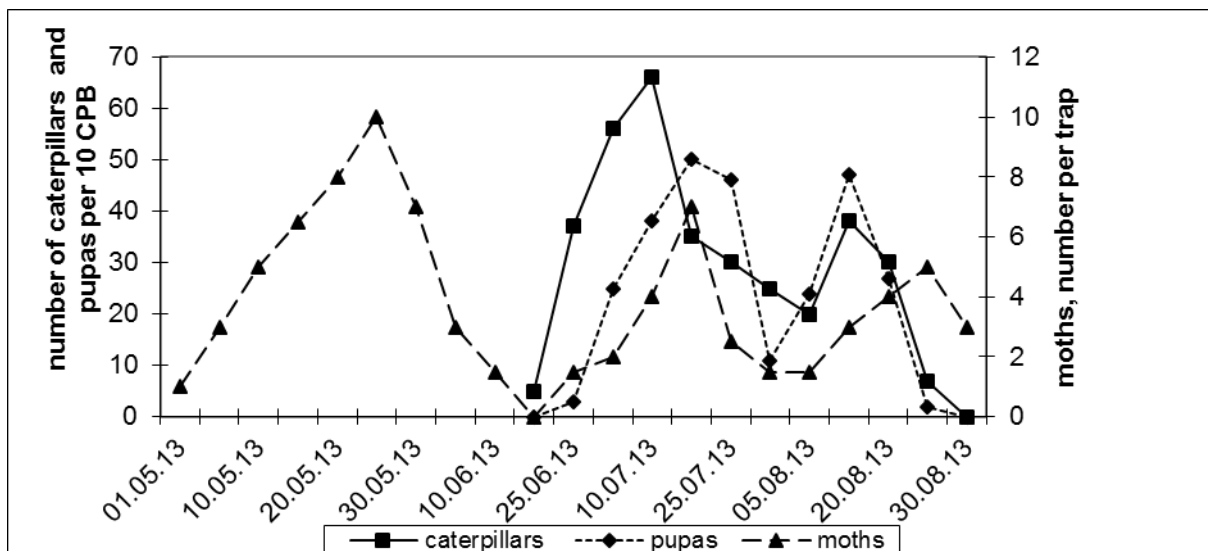


Fig. 4. The flight dynamics of *Cydia pomonella* L. in 2013, Tarasivskii agricultural enterprise of Kiev region (apple orchard with a limited protection scheme)

The present results shows that start of cocoon process of caterpillars of *C. pomonella* in the unsprayed apple orchard and in the intensively protected orchard were observed on 17 June and 20 June, respectively (Fig.2, 3). The first pupae were removed from CPBs at the end of July at 560 degree days. The highest number of caterpillars in the bands on 1 July and 29 July were the beginning of pupae process of the second and third generations in the both orchards. In orchard with limited

pesticide treatment the height number of caterpillars was observed on 12 July and 12 August (Fig. 4). It was calculated the diapausing caterpillars of the codling moth of two generations (Fig. 5).

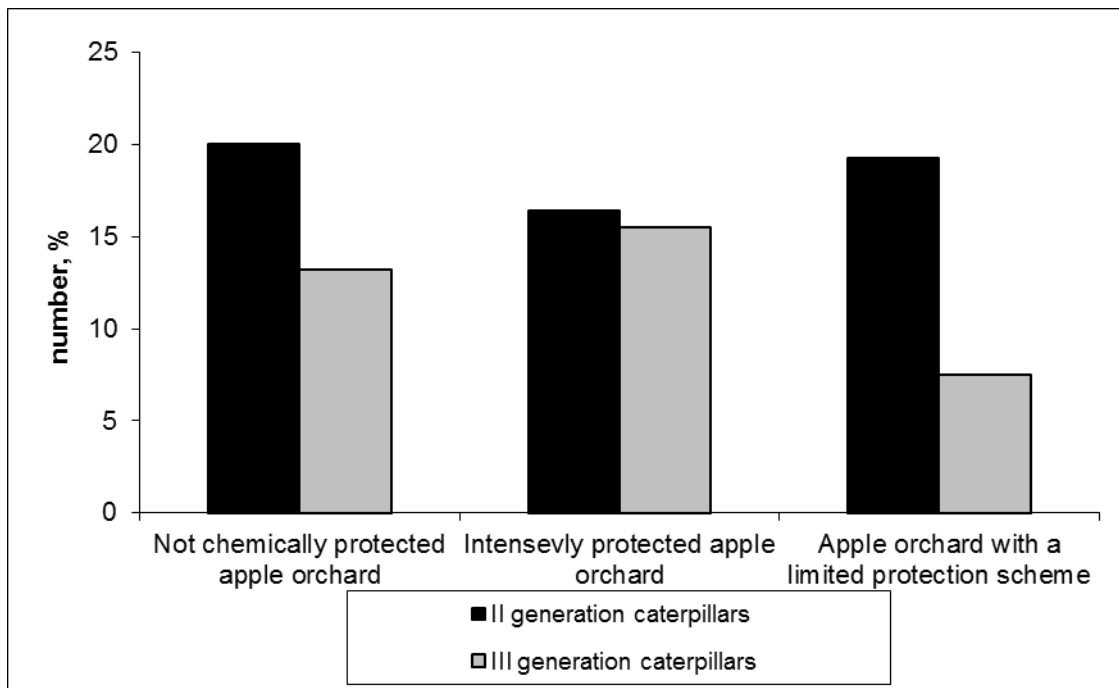


Fig. 5. The formation of diapausing caterpillars of *Cydia pomonella* L. in 2013, Kiev region

The height number of diapausing caterpillars of *C. pomonella* was in the orchard without chemical protection. There were 20% and 13.2 % diapausing caterpillars of the second and third generations, respectively. In the orchard with a limited protection scheme, 19.3% and 7.5% diapausing caterpillars of the second and third generations were observed. On the other hand, equal number the diapausing caterpillars of the second and third generations of month occurred in the intensely protected orchard (16.4% and 15.5%, respectively).

Discussion. Vasilev *et al.* (1984) demonstrated that pest has two generations in the Ukrainian Forest Steppe. In 2000, the codling moth had only one generation in northern and central regions of Ukraine. The researchers observed a facultative second generation in separate orchards (Braion *et al.* 2003). The monitoring of codling moth in apple orchards of Tarasivskii agricultural enterprise during 2010 - 2012 was shown, that *C. pomonella* has one winter generation and two summer

generations (Chayka *et al.* 2013a). The analysis of flight dynamics of codling moth in 2013 on the basis of catches in pheromone traps and corrugated paper bands indicated the occurrence of this species in three generations also.

The winter generation in the orchard without chemical protection and the orchard with a limited protection scheme was more numerous than the summer generations. It was found that the flight of the second summer generation was more numerous and durational than the winter generation and the first summer generation in orchard with intensive pesticide treatment. In our opinion, that is an impact of the pesticide application on the pest population number.

The long-term observations of climate change in Ukraine indicated that the average annual temperature increased on 0.9 °C in last century (Adamenko 2014). Since 1989 the average temperature increased by 1 °C in summer and by 1.35 °C in winter. Positive fluctuation of air temperature in Ukraine from 1989 to 2013 was the highest in the history of climatic monitoring. Rise of the average annual temperature (and sum of effective temperatures) results in expansion of environmental zones of pest optimum, changes of harmfulness zone, increase of the pest generations for season and reorganization of entomological complexes (Fedorenko *et al.* 2011; Chayka *et al.* 2013b). Increase of average annual temperature is directly influence on generation number of codling moth in Ukraine.

Kot (2010) and Pluciennik (2013) reported that in the area of Poland the *C. pomonella* has two generation. On the other hand, numerous researches show that climate changes may affect the development rates and emergence of the codling moth (Juszczak *et al.* 2013). This could increase the emergence probability of the pest third generation that has not currently occurred in Poland in 2020-2040. Under future conditions of increased temperatures (2045–2074), the present risk of below 20% for a pronounced second generation (peak larval emergence) in Switzerland will increase to 70–100%. The risk of an additional third generation will increase from presently 0–2% to 100% (Stoeckli *et al.* 2012). The same changes of number of *C. pomonella* generations are predicted in different countries of the world under climatic change (Sunil *et al.* 2015).

Thus, nowadays the change of number generation of codling moth under climate change in Ukraine is very topical, because the integrate systems of chemical defense of orchard were based on the phenological principles of observations.

References

1. Adamenko T.I. (2014). Agroclimatic zoning of Ukraine territory subject to climatic change. Ed. RIA BLIC, Bila Cerkva, 16 pp .
2. Alford D.V., Carden P.W., Dennis E.B., Gould H.J., Vernon J.D.R. 1979. Monitoring codling and tortrix moths in United Kingdom apple orchards using pheromone traps. *Ann. Appl. Biol.*, 91, 165–178.
3. Braion O.V., Bublyk M.O, Vasiuta S. (2003). The problems of monitoring in horticulture. Agricultural Science, Kiev, 117-118.
4. Chayka, V.M., Rubezhniak, I.G., Petryk, O.I. (2013) Ecology of *Codling moth* under climate change in Ukraine. *Journal of Balkan Ecology*, 16 (4), 361-366.
5. Chayka, V.M., Rubezhniak I. G., Grib O. G. (2013) Effects of climate change on productivity of agroecosystems in Ukraine. *Journal of Balkan Ecology*, 16(2), 129-136.
6. Fedorenko, V., Chernykh A.M., Grodzka V.A. (2011). Protection of apple orchards from pests and diseases. Recommendations. : 28 p.
7. Juszczak R., Kuchar L., Leśny J., Olejnik J. (2013). Climate change impact on development rates of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in the Wielkopolska region, Poland. *Int J Biometeorol*, 57(1), 31–44.
8. Kot I. (2010). Monitoring of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple orchards using two methods. *Journal of Plant Protection Research*, 50 (2), 220-223.
9. Krykunov I. V. (2000). Eco-biological substantiation protection of apple scalewinget pests in the Forest Steppe Zone. Ph. D. Thesis, National Agrarian University, Ukraine, 18 pp.
10. Pluciennik Z. (2013). The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) population using mating disruption method. *Journal of Horticultural Research*, 21(1), 65-70
11. Stoeckli S., Hirschi M., Spirig C., Calanca P., Rotach W. M., Samietz J. (2012). Impact of climate change on voltinism and prospective diapause induction of a global pest insect – *Cydia pomonella* (L.). PLoS One.7(4): e35723. Available on: 10.1371/journal.pone.0035723 [Accessed: April 23, 2012]
12. Sunil K., Neven L.G., Zhu H., Zhang R. 2015. Assessing the global risk of establishment of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) using CLIMEX and MaxEnt Niche Models. *J. Econ. Entomol*, 108(4), 1708-1719
13. Suskling D.M. (2000). Issues affecting the use of pheromones and other semichemicals in orchards. *Crop Protection*, 19, 665-668.
14. Triebel, S.O., Sigarjova T.T., Sekun M.P., Ivashenko O. O. at al. (2001). Methods of testing and application of pesticides. Kiev, Svit, 184 pp.
15. Vasilev, V.P., Livshits I.Z. (1984). Pests of fruit crops. Kolos, Moscow, 399 pp.

**ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ *CYDIA*
POMONELLA L. В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ ПРИ
ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА**

В. Н. Чайка, И. Г. Рубежняк, Е. И. Петрик

Анотация. В Лесостепи Украины при существующих климатических показателях яблонева плодожорка в цикле развития показывает одну зимнюю и две летних генерации. Таким образом, в условиях потепления яблонева плодожорка увеличила количество поколений, что необходимо учитывать при планировании мероприятий по защите культуры.

Ключевые слова: изменения климата, яблонева плодожорка, чередование поколений, яблоня

**ЦИКЛИ РОЗВИТКУ ЯБЛУНЕВОЇ ПЛОДОЖЕРКИ *CYDIA*
POMONELLA L. В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА ЗМІН
КЛІМАТУ**

В. М. Чайка, І. Г. Рубежняк, О. І. Петрик

Анотація. В Лісостепу України за поточних показників клімату яблунева плодожерка в циклі розвитку має зимову та дві літні генерації. Таким чином, в умовах потепління яблунева плодожерка збільшила кількість поколінь, що необхідно враховувати під час планування заходів хімічного захисту культури.

Ключові слова: зміни клімату, яблунева плодожерка, чергування поколінь, яблуня

УДК 574/2: 502.5

ВИДОВИЙ СКЛАД УГРУПОВАНЬ ГІДРОБІОНТІВ КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

В. В. ХОМИЧ, аспірант¹

І. С. МИТЯЙ, кандидат біологічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: oomit99@ukr.net

Анотація. *Корсунь-Шевченківське водосховище є самим нижнім в каскаді водосховищ річки Рось. В нього потрапляють води з усього верхнього водотоку річки і, безумовно, несуть із собою всю сукупність поверхневих, промислових та побутових стоків. З іншого боку, з верхніх ділянок річки в згадане водосховище потрапляє значна кількість риб та інших гідробіонтів під час весняних та осінніх промивок русла. В зв'язку з цим, метою дослідження було з'ясування сучасного видового складу угруповань гідробіонтів Корсунь-Шевченківського водосховища. За результатами наших досліджень було встановлено, що у складі фітопланктону нараховується 53 види водоростей із шести відділів. Зоопланктон включає в себе 40 таксонів із трьох основних систематичних груп, що відносяться до 35 таксонів вищого рангу. У видовому складі макрозообентосу було виявлено 39 видів безхребетних. У складі іхтіофауни було виявлено 22 види риб з 7 родин.*

Ключові слова: *гідрохімічний режим, фітопланктон, зоопланктон, макрозообентос, іхтіофауна, Корсунь-Шевченківське водосховище*

Актуальність. Характерною рисою сучасного етапу розвитку людства є зростання антропогенних навантажень на природу. Взаємодія суспільства і навколишнього середовища стає більш інтенсивною, різноманітною і складною. Водні екосистеми також відчули на собі значні зміни, особливо це вплинуло на структуру біоценозів, їх біологічне різноманіття [1]. Найбільш впливовим фактором на річки стало будівництво водосховищ для ГЕС. До таких водосховищ належить Корсунь-Шевченківське водосховище, яке є самим нижнім в каскаді водосховищ річки Рось. В нього потрапляють води з усього верхнього водотоку річки Рось і, безумовно, несуть з собою всю сукупність речовин, які потрапили у воду в верхніх ділянках річки, включаючи

¹ Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент І. С. Митяй

накопичення шкідливих речовин поверхневих, промислових та побутових стоків. З іншого боку, з верхніх ділянок річки в згадане водосховище потрапляє значна кількість риб та інших гідробіонтів підчас весняних та осінніх промивок русла.

В зв'язку з цим, **метою дослідження** було з'ясування сучасного видового складу угруповань гідробіонтів Корсунь-Шевченківського водосховища та екологічного стану даної водойми.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження на Корсунь-Шевченківському водосховищі річки Рось в районі м. Корсунь-Шевченківський Корсунь-Шевченківського району Черкаської області проведені у вересні 2013 р. Вивчали гідрохімічний режим (16 показників) і якість водного середовища, видовий склад, чисельність та біомасу основних груп гідробіонтів (фітопланктон, зоопланктон, макрзообентос та іхтіофауна). Відбір проб здійснено на 8 пунктах (рис. 1).



Рис. 1. Пункти проведення наукових досліджень

Гідрохімічний стан показників водного середовища досліджений у відповідності до загальноприйнятих методик [2]. Хімічний аналіз води проведений у лабораторії відділу гідрохімії Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Збір проб фітопланктону здійснювався за стандартними методиками [3, 4]. Визначення видового складу, чисельності та біомаси проводила співробітниця Інституту гідробіології НАН України Мантурова О.В. Проби зоопланктону відбирали сіткою Апштейна (сито № 72), проціджуючи 100 дм³ води [4, 5]. Проби макрзообентосу відбирали секційним

дночерпаком із площею захвату 10 см² [4–6]. Обробку проб здійснювали співробітники кафедри загальної зоології та іхтіології Л. І. Демченко та О. В. Дегтяренко. Автори висловлюють їм щирю подяку.

Аналіз іхтіофауни проведений за результатами обловів мальковою волокушею за традиційними методиками [7-9]. Додаткова інформація отримана від місцевого населення та рибалок-аматорів. Видову належність риб встановлювали за визначниками [9-11]; латинські та українські назви видів наведені за українськими [9] та міжнародними джерелами [11]. Камеральна та статистична обробка матеріалу проводилась за стандартними іхтіологічними методиками [7, 12, 13].

Результати досліджень та їх обговорення. Корсунь-Шевченківське водосховище є середнім за величиною серед інших водосховищ комплексного призначення річки Рось: площа – 1,7 км², об'єм – 3,75 млн. м³, довжина – 17 км [1]. Воно знаходиться останнім в каскаді водосховищ річки Рось, у зв'язку з чим його гідрологічний режим у значній мірі залежить від ситуації на верхніх ділянках за течією. Найбільш вагомі зміни гідрологічного режиму виникають в періоди повені, під час руслових промивок та в засушливі роки [14].

Хімічний режим води водосховища у вересні 2013 року характеризувався такими показниками. Мінералізація води становила 529,0–540,6 мг/л. Твердість води – 5,4-75,9 мг-екв/л. Вміст іонів кальцію – 54,0–56,4 мг/л, магнію – 33,6–38,8 мг/л, сульфатів 34,0-36,0 мг/л, хлоридів – 38,2-40,8 мг/л. Вода гідрокарбонатна. Переважають іони: HCO³ – 327,2–342,2 мг/дм³. Вміст амонійного азоту знаходився в межах існуючих ГДК – 0,286-0,526 мг N/л. Середній вміст іонів NO²– у вересні 2013 року становив 0,00003-0,0374 мг N/л. Максимальна концентрація нітратів у воді – 0,712-0,818 мг N/л. Мінеральні форми азоту переважають – 0,84–1,38 мг N/л. Вміст мінеральних сполук фосфору коливається в межах 0,416–0,526 мг P/л. Вміст натрію – 21,3–25,4, мангану – не знайдений, калій-натрій – 32,3-40,6 мг/дм³, калію – 10,8–13,4 мг/дм³, заліза – не знайдений. Вміст розчиненого кисню у воді 7,9 – 11,2 мг O₂/л. Водневий показник рН знаходиться в таких межах: 7,54–7,98, що є

нормою [2]. Значний вплив у період становлення гідрологічного і гідрохімічного режимів зробили поверхневі і підземні води з високим ступенем гідрокарбонатної мінералізації, основними компонентами яких є гідрокарбонати (329,4 мг/л), що характерно для вказаного регіону України [15].

Фітопланктон. У фітопланктоні Корсунь-Шевченківського водосховища зареєстровано 53 види із шести відділів. За біомасою домінували центричні діатомові – *Stephanodiscus hantzschii* та *Aulacoseira granulata*. Масовий розвиток дрібноклітинних синьозелених водоростей зумовив високі показники чисельності (у середньому 10595,0 тис. кл/дм³), що супроводжувалось помірними показниками біомаси (1,884 мг/дм³). Найвищої чисельності досягали *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria planctonica* та *Merismopedia minima*. З інших відділів помітних показників досягали *Stephanodiscus hantzschii*, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Micractinium pusillum*, *Coelastrum astroideum*. У Корсунь-Шевченківському водосховищі відбувається евтрофування, що проявляється у значному переважанні центричних діатомових та масовому розвитку дрібноклітинних синьо-зелених. Високе видове багатство планктонних водоростей свідчить про значний самоочисний потенціал.

Зоопланктон. Зоопланктон Корсунь-Шевченківського водосховища включає 40 видів з трьох основних систематичних груп, що відносяться до 35 таксонів вищого рангу. Серед них 25 таксонів складали коловертки (Rotatoria), 9 таксонів – веслоногі ракоподібні (Copepoda) та 6 видів – гіллястовусі ракоподібні (Cladocera). У пробі № 1 зареєстровано 33 види, у № 6 – 32 види. Найбільш різноманітно була представлена група коловерток (табл. 1.). Фауністичний спектр зоопланктонного угруповання виглядав наступним чином: 62 %–23 %–15 %. У складі коловерток зареєстровані гідробіонти з 9 родин і 13 родів, серед яких найбільш різноманітно представлена родина Brachionidae. Представники веслоногих ракоподібних відносяться до двох родин – Cyclopidae та Ectinosomidae, а гіллястовусі до 4 – Sididae, Daphniidae, Chydoridae, Bosminidae. Фоновими видами були коловертки *Brachionus diversicornis*, *B. angularis*, *Keratella cochlearis*. Рівень розвитку зоопланктону

був досить високим та відповідав показникам, характерним для даного сезону (табл. 1).

1. Чисельність і біомаса основних груп зоопланктону в Корсунь-Шевченківському водосховищі

Проби	Rotatoria	Copepoda	Cladocera	Загалом
1	<u>22,48</u> 0,05	<u>23,67</u> 0,09	<u>3,57</u> 0,29	<u>49,72</u> 0,43
2	<u>254,57</u> 0,42	<u>138,08</u> 0,75	<u>28,28</u> 1,01	<u>420,93</u> 2,18
3	<u>15,22</u> 0,01	<u>1,33</u> 0,01	<u>0,36</u> 0,02	<u>16,91</u> 0,04
6	<u>78,07</u> 0,29	<u>34,70</u> 0,45	<u>1,96</u> 0,12	<u>114,73</u> 0,56
7	<u>93,05</u> 0,20	<u>102,14</u> 0,30	<u>0,59</u> 0,16	<u>195,78</u> 0,66
8	<u>2,38</u> 0,01	<u>2,90</u> 0,03	<u>4,98</u> 0,14	<u>10,26</u> 0,17

Примітка: над рискою – чисельність, тис екз/м³, під рискою – біомаса, г/м³

Домінуючими групами за чисельністю були коловертки, а за біомасою гіллястовусі рачки при домінуванні *Simocephalus vetulus*, *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*. У рибогосподарському аспекті у водоймах ці відносно великі ракоподібні можуть виступати як цінний кормовий об'єкт. Також численними були наупліальні та копеподитні стадії циклопів.

Макрозообентос Корсунь-Шевченківського водосховища характеризувався достатньо великим якісним складом та високими кількісними характеристиками (табл. 2). У видовому складі макрозообентосу було виявлено 39 видів, в тому числі: плоскі черви (Turbellaria) і круглі черви (Nematodes) були представлені 1 видом кожний; 2 види олігохет (Oligochaeta); 2 види п'явок (Hirudinea); гіллястовусі (Cladocera) та рівноногі ракоподібні (Isopoda) нараховували по 1 виду; мізиди (Mysidacea) були представлені 1 видом; клас комахи, до складу якого входили ряди бабки (Odonata) – 2 види, і одноденки (Ephemeroptera), які мали 1 вид; личинки жуків (Coleoptera) нараховували 2 види; 2 види хірономід (Diptera), 23 видів молюсків (Mollusca), з яких 18 належать до черевоногих (Gastropoda) і 5 – до двостулкових (Bivalvia). Серед таксономічних груп в угрупованні в цілому провідну роль відігравали молюски

та хірономідно-олігохетний комплекс, складаючи 72 % загальної кількості видів, відсоток інших груп був в межах 3-6 % від загального.

Домінуючий комплекс видів по всіх станціях утворений 9 видами, серед яких за щільністю у водоймі цілому було найбільше хірономід і молюсків (відповідно 21 і 33 %) і дещо менше олігохет (11 %), тоді як за біомасою домінуючою групою були молюски (92 %). Проте в межах досліджених ділянок домінуючі групи змінювались. Так, на станції № 1 основну масу зообентосу за щільністю складали хірономіди (441 екз/м²) і молюски (428 екз/м²), серед останніх у великій кількості були *Dreissena polymorpha*. Саме на тих ділянках, де до складу угруповань гідробіонтів входила *D. polymorpha*, було найбільше видове різноманіття донних безхребетних. В її пустих стулках у великій кількості реєструвались хірономіди, п'явки та плоскі черви.

На більшості ділянок у обстеженому водосховищі домінували 9 видів найбільш поширених представників зообентосу: *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Ephemera vulgata*, *Chironomus plumosus*, *Theodoxus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, *Cincinna piscinalis*, *Lymnaea stagnalis*, *Planorbis planorbis*.

2. Чисельність і біомаса основних груп макрозообентоса в Корсунь-Шевченківського водосховища

Таксони	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Олігохети	<u>189</u> 0,176	<u>120</u> 0,108	<u>135</u> 0,119	<u>56</u> 0,041	<u>87</u> 0,062	<u>95</u> 0,084	<u>131</u> 0,114	<u>164</u> 0,201
Личинки бабок та одноподібні	<u>56</u> 0,832	<u>48</u> 0,641	<u>51</u> 0,633	<u>38</u> 0,581	<u>35</u> 0,592	<u>52</u> 0,712	<u>62</u> 0,892	<u>47</u> 0,705
Хірономіди	<u>441</u> 0,755	<u>310</u> 1,440	<u>211</u> 1,051	<u>97</u> 0,556	<u>205</u> 1,004	<u>224</u> 0,342	<u>315</u> 1,487	<u>348</u> 1,624
Молюски	<u>428</u> 25,612	<u>294</u> 12,153	<u>76</u> 7,523	<u>84</u> 3,95	<u>115</u> 4,21	<u>122</u> 8,950	<u>174</u> 4,32	<u>216</u> 15,87
Разом	<u>1114</u> 27,375	<u>772</u> 14,342	<u>473</u> 9,326	<u>275</u> 5,128	<u>442</u> 5,868	<u>493</u> 10,088	<u>682</u> 6,813	<u>775</u> 18,402

Примітка: над рискою – чисельність, екз/м², під рискою – біомаса, г/м²

Вищенаведені матеріали з видового складу, чисельності та біомаси основних груп гідробіонтів свідчать про їх оптимальну кількість в якості кормової бази для риб Корсунь-Шевченківського водосховища.

Іхтіофауна. Корсунь-Шевченківське водосховище знаходиться в нижній течії річки Рось. В усіх відношеннях воно піддається впливу верхньої частини водотоку, який представляє собою 10 руслових водосховищ, сумарний об'єм яких складає 59,97 млн м³ [1, 16]. Дана обставина є ключовою у формуванні видового складу іхтіофауни, який представлений, з однієї сторони, аборигенними видами, а з іншої – інтродукованими, які з'явилися у водоймі за рахунок рибництва. І перші, і другі в значній мірі потрапляють у водосховище за рахунок водоскидів з верхів'я Росі.

Під час наших досліджень у 2013 році у водосховищі було виявлено 22 види риб із 7 родин. Ядро іхтіофауни складають риби родини коропових Cyprinidae – 12 видів (*Leuciscus leuciscus*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Alburnus alburnus*, *Leucaspius delineatus*, *Blicca bjoerkna*, *Abramis brama*, *Rhodeus amarus*, *Pseudorasbora parva*, *Gobio gobio*, *Carassius gibelio*, *Tinca tinca*). Окуневі Percidae нараховують 3 види риб (*Sander lucioperca*, *Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernuus*). По два види риб мають родини колючкових Gasterosteidae (*Pungitius platygaster*, *Gasterosteus aculeatus*) та бичкових Gobiidae (*Neogobius fluviatilis*, *Proterorhinus marmoratus*). По одному виду – родини в'юнових Cobitidae (*Cobitis taenia*), щукових Esocidae (*Esox lucius*) та головешкових Odontobutidae (*Perccottus glenii*) (табл. 3).

Отримані дані ми порівняли з наявними в літературі відомості щодо видового складу риб річки Рось та Корсунь-Шевченківського водосховища зокрема. Так у своїй роботі Ю. К. Куцоконь [17] відмічала, що на початку на початку ХХІ століття іхтіофауна басейну Росі складає 33 види з 9 родин. Виявилось, що під час наших досліджень взагалі не було зареєстровано представників 2 родин баліторових Balitoridae (*Barbatula barbatula*) та сомових Siluridae (*Silurus glanis*). Також серед інших не відмічали такі види риб: *Leuciscus cephalus*, *Leuciscus idus*, *Aspius aspius*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Pelecus cultratus*, *Cyprinus carpio*, *Gymnocephalus acerinus*, *Neogobius kessleri*, *Neogobius gymnotrachelus* (табл. 3).

3. Видовий склад риб Корсунь-Шевченківського водосховища

Види риб	2007*	Пункти наших досліджень								Види риб	2007*	Пункти наших досліджень								
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5	6	7	8	
Родини										Balitoridae										
Cyprinidae										<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	+	-	-	-	-	Siluridae										
<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	Esocidae										
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	-	+	+	+	+	Gasterosteidae										
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	-	+	-	-	+	<i>Pungitius platygaster</i> (Kessler, 1859)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Percidae										
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-	-	-	+	-	-	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gymnocephalus acerinus</i> (Güldenstädt, 1774)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	+	+	+	+	-	+	+	-	+	Odontobutidae										
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Percottus glenii</i> Dybowski, 1877	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	-	+	-	-	+	Gobiidae										
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Neogobius kessleri</i> (Günther, 1861)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<i>Neogobius gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	+	-	-	+	-	-	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
Cobitidae										<i>Proterorhinus marmoratus</i> (Pallas, 1814)	+	-	+	-	-	+	-	-	-	
<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	+	-	+	+	+	+	Разом	33	17	20	18	14	19	18	14	18	

Примітка: * за даними Ю.К. Куцоконь, 2007 [17].

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті комплексних досліджень, проведених на Корсунь-Шевченківському водосховищі р. Рось у вересні 2013 р. встановлено, що якість води знаходиться на рівні допустимих ГДК. У фітопланктоні зареєстровано 53 види із шести відділів; зоопланктон включає 40 таксонів із трьох основних систематичних груп; у видовому складі макрозообентосу було виявлено 39 видів безхребетних. У Корсунь-Шевченківському водосховищі виявлено 22 види риб з 7 родин. Найчисленнішою є родина коропових Cyprinidae – 12 видів, окуневі Percidae нараховують 3 види риб, по 2 види риб мають родини колючкових Gasterosteidae та бичкових Gobiidae. По 1 виду – родини в'юнових Cobitidae, щукових Esocidae та головешкових Odontobutidae.

За 72 роки існування водосховища в ньому встановився стабільний гідрохімічний та гідробіологічний режим, про що свідчать високі показники видового складу гідробіонтів. Корсунь-Шевченківське водосховище є досить перспективним для наступних досліджень.

Список літератури

1. Паламарчук М. М. Водний фонд України / М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна – Довідниковий посібник: 2-е вид. доп. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 320 с.
2. Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство // А. И. Агатова, Н. В. Аржанова, С. С. Владимирский [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 223 с.
3. Матвиенко О. М. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР / О. М. Матвиенко, Т. В. Догадина – К.: Наук. думка, 1970. – 730 с.
4. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. А. Дяченко [та ін.]. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
5. Жадин В. И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных / В. И. Жадин // Жизнь пресных вод СССР. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Том 4. – Вып. 1. – 382 с.
6. Старобогатов Я. И. Моллюски / Я. И. Старобогатов, Л. А. Прозорова, В. В. Богатов, Е. М. Саенко // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб.: Наука, 2004. – Т. 6. Моллюски, полихеты, немертины. – С. 9–491.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

8. Шевченко П. Г. Визначення коефіцієнтів уловистості контрольних знарядь лову тюльки та молоді інших риб у водосховищах Дніпра / П. Г. Шевченко, М. В. Коваль, В. М. Колесніков, Т. В. Медина // Рибне господарство. – 1993. – Вип. 47. – С. 42 – 45.
9. Мовчан Ю. В. Риби України: (визначник-довідник) / Ю. В. Мовчан – К.: Золоті ворота, 2011. – 444 с.
10. Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова – Т. 1. – М.: Наука, 2002. – 379 с.
11. Nelson J. S. Fishes of the World / J. S. Nelson. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006. – 601 p.
12. Брюзгин В. Л. Методы изучения роста по чешуе, костям и отолидам / В. Л. Брюзгин – К.: Наук. думка, 1969. – 187 с.
13. Митрофанов В. П. Экологические основы морфологического анализа рыб / В. П. Митрофанов. – Алма-Ата: КазГУ, 1977. – 32 с.
14. Правила експлуатації Корсунь-Шевченківського водосховища: інструкція / Укр. НДІ водогосп.-екол. проблем // А. В. Яцик, А. І. Томільцева, А. П. Чернявська [та ін.]. – Київ: Талком, 2014. – 136 с.
15. Яцик А. В. Екологічна оцінка якості поверхневих вод річки Рось / А. В. Яцик, І. В. Гопчак, Т. О. Басюк // Вісник Нац. ун-ту водн. госп. та природокор. – Сер.: Сільськогосподарські науки. – 2013. – Вип. 2 (62). – С. 79 – 86.
16. Зуб Л. М. Особливості заростання макрофітами водосховищ малих ГЕС (на прикладі Стеблівського та Корсунь-Шевченківського водосховищ на р. Рось) / Л. М. Зуб, Г. О. Карпова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. – Сер.: Біол. Спец. вип.: Гідроекологія. – 2015. – №3-4 (64) – С. 255 – 259.
17. Куцоконь Ю. К. Сучасний стан рибного населення басейну річки Рось: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: спец. 03.00.10 «Іхтіологія» / Ю. К. Куцоконь. – К., 2007. – 24 с.

References

1. Palamarchuk M. M., Zakorchevna N. B. (2006). *Water resources Ukraine*. Kyiv: Nika-Tsentr.
2. *Directory hydrochemists: fisheries*. (1991). In A. Apatow, N. Arzhanova, S. Vladimir (Ed.). M.: Agropromizdat.
3. Matvienko O. M., Dogadina T. V. (1970). *Key to freshwater algae Ukrainian SSR*. Kyiv: Nauk. dumka.
4. Arsan O. M., Davidov O. A., Dyachenko T. A. et al. (2006) *Methods surveying of surface water studies*. Kyiv: Logos.
5. Zhadin V. I. (1956). *Method for studying the benthic fauna and ecology of benthic water invertebrates. Freshwater Life SSSR*. Moskva – Leningrad: Izd-vo Acad. Nauk SSSR.
6. Starobogatov Y., Prokhorova L., Bogatov V., Saenko E. (2004). *To freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. T. 6. Shellfish, polychaete, nemertean*. SPb.: Science, 9-491.

7. Pravdin I. (1966). *Study Guide fish (mostly freshwater)*. M.: Food. Industry.
8. Shevchenko P. G., Koval M. V., Kolesnikov V. M., Medina T. V. (1993). Determining factors ulovystosti control gear sprat and young of other fish in the reservoirs of the Dnieper. *Fisheries Science of Ukraine*, 47, 42-45.
9. Movchan Yu. V. (2011). *Pisces Ukraine: (determinant Directory)*. Kyiv: Zoloti vorota.
10. *Atlas of freshwater fishes of Russia*. (2002). In Reshetnikov Y. S. (Ed.). In 2, Vol. 1. Moscow: Nauka.
11. Nelson J. S. (2006). *Fishes of the World*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
12. Bryuzgin V. L. (1969). *Methods of studying the growth scales, bones and otoliths*. Kyiv: Nauk. dumka.
13. Mitrofanov V. P. (1977). *Ecological basis of morphological analysis of fish. A handbook for students - ichthyologists*. Almaty: Kazakh State University.
14. *Regulation for Korsun-Shevchenko Reservoir: Instruction*. (2014). In A. V. Yatsik, A. I. Tomiltseva, A. P. Chernyavska (Ed.). Kyiv: Talkom.
15. Yatsik A. V., Gopchak I. V., Basyuk T. O. (2013). Environmental assessment of surface water quality of the river Ros. *The Issues of National University of Water and Environmental Engineering. Series Agricultural sciences*, 2 (62): 79-86.
16. Zub L. M., Karpova G. O. (2015). Features overgrowth of small hydropower reservoirs macrophytes (for example Steblivskoho and Korsun-Shevchenko reservoirs on the river. Ros). *The Scientific Issues of Ternopil National Pedagogical Volodymyr Hnatiuk University. Series Biology*, 3-4 (64): 255-259/
17. Kutsokon Y. K. (2007). *The current status of ichthyofauna in River Ros' basin*. (Thesis of Doctoral dissertation). Kiev.

ВИДОВОЙ СОСТАВ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. В. Хомыч, И. С. Митяй

Аннотация. Корсунь-Шевченковское водохранилище является самым нижним каскаде водохранилищ реки Рось. В него попадают воды со всего верхнего водотока реки и, безусловно, несут с собой всю совокупность поверхностных, промышленных и бытовых стоков. С другой стороны, с верхних участков реки в упомянутое водохранилище попадает значительное количество рыбы и других гидробионтов во время весенних и осенних промывок русла. В связи с этим, целью исследования было выяснение современного видового состава сообществ гидробионтов Корсунь-Шевченковского водохранилища. В результате исследований было установлено, что в составе фитопланктона насчитывается 53 вида водорослей из 6 отделов. Зоопланктон включает в себя 40 таксонов из 3 основных систематических групп. В видовом составе макрозообентоса было выявлено 39 вида беспозвоночных. В составе ихтиофауны зарегистрировано 22 вида рыб из 7 семейств.

Ключевые слова: гидрохимический режим, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, Корсунь-Шевченковское водохранилище

THE SPECIES COMPOSITION OF HYDROBIONTS COMMUNITIES IN KORSUN-SHEVCHENKIVSKYI RESERVOIR

V. V. Khomych, I. S. Mytiai

***Abstract.** Korsun-Shevchenkivskiy reservoir is the lower in reservoir cascade at the Ros river. It gets water around the upper watercourse of the river and, of course, carry the stream of the surface, industrial and domestic waste water. On the other side of the upper river sections a significant number of fish and other hydrobionts organisms come to the said reservoir during spring and autumn river bed washes. The purpose of the study was to determine the species composition of hydrobionts communities in Korsun-Shevchenkivskiy reservoir. There are 53 species from six departments recorded in phytoplankton. Zooplankton includes 40 taxons out of three major taxonomic groups belonging to 35 taxons of the first order. In macrozoobenthos species composition was found 39 species. In ichtiofauna there were found 22 species of fish from 7 families.*

***Key words:** hydrochemical regime, phytoplankton, zooplankton, macrozoobenthos, ichtiofauna, Korsun-Shevchenkivskiy reservoir*

ВЕРБА ЕНЕРГЕТИЧНА І ХІМІЧНІ СТРЕСИ

Я. П. МАКУХ, кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

E-mail: herbolohiya@ukr.net

Анотація. *Однією з перспективних біоенергетичних культур для України є верба енергетична. Застосування гербіцидів Дуал Голд і Стомп у ґрунт перед посадкою живців має побічну дію, призводить до дис-стресів у рослин культури і значного зниження їх біологічної продуктивності.*

Для оцінки інтенсивності процесів фотосинтезу було використано систему аналізів вмісту хлорофілів (хлорофілу – a + хлорофілу –b) у листкових пластинках верби енергетичної.

Наявність конкуренції бур'янів призводила до зниження вмісту суми хлорофілів у листках рослин культури на 20.07 на 11,2 % , а на 20.08 на 10,7 % порівняно з рослинами, які вегетують без конкуренції.

Аналіз листкових пластинок на вміст у них суми хлорофілів виявив на 20.05 зниження на 15 % (Дуал Голд) і на 34,5 % (дія гербіциду Стомп)

Попереднє пригнічення рослини верби до кінця вегетаційного періоду так і не компенсували. Їх річні прирости пагонів були 71 і 86 см, або зниження становило 53 та 43 %

Використання для захисту живців верби енергетичної від впливу гербіцидів ізолюючого матеріалу забезпечувало поєднання захисної дії ґрунтових гербіцидів і прийняттого рівня їх селективності. Вміст суми хлорофілів у листкових пластинках і величина річних приростів пагонів була близькою до показників на ділянках, що вегетували без присутності бур'янів.

Ключові слова: *верба енергетична, хлорофіл, бур'яни, гербіциди, дис-стрес*

Актуальність. *Вирощування біоенергетичних культур дозволяє частково замінити використання викопного палива: вугілля, нафти, газу. Застосування біоенергетичних культур у формі твердого палива дозволяє не лише раціонально застосувати акумульовану в деревині енергію сонячних променів, а й не підвищувати вміст вуглекислого газу в атмосфері. Тобто таке застосування має позитивний екологічний ефект[1].*

Одною з перспективних біоенергетичних культур для України є верба енергетична. В культурі такі рослини відзначаються швидким ростом,

активними асиміляційними процесами, здатністю формувати істотні прирости деревина навіть за умов вегетації на бідних землях із нормальним рівним зволоження [2].

Для закладки посадок верби енергетичної традиційно використовують здерев'янілі живці, які висаджують у вологий ґрунт. Верба енергетична – культура багаторічна і здатна активно формувати деревине потягом кількох десятків років [3]. Водночас у технології вирощування посадок верби є вузькі місця. Серед них одним з головних є необхідність забезпечення молодим рослинам, особливо першого року вегетації, надійного захисту від бур'янів. В такий період рослини культури майже не здатні протистояти диким трав'янистим рослинам за фактори життя [4].

Для верби енергетичної на даний час нема зареєстрованих спеціалізованих гербіцидів, що здатні контролювати сходи бур'янів, особливо дводольних, без пошкоджень рослин культури [5]. Застосування відносно селективних препаратів індукує у молодих рослин верби енергетичної хімічні дис-стреси різної інтенсивності і тривалості [6]. Наявність хімічних дис-стресів призводить до значного зниження біологічної продуктивності рослин культури. Як результат пригнічення процесів фотосинтезу знижується здатність рослин формувати органічні речовини і зменшується величина приросту пагонів [7].

Метою проведених упродовж 2012 – 2016 рр. **досліджень** була оцінка глибини індукованих хімічних дис-стресів у рослин верби енергетичної і пошук шляхів їх уникнення в процесі вирощування нових посадок культури.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2012 –2016 рр. на дослідному полі «Ксаверівка 2». Площа посадкової ділянки – 100 м², облікової – 50 м², повторність – чотириразова. Дослід закладали рендомізовано за методом розщеплених ділянок, розміщення повторень – у два яруси.

Вербу енергетичну висаджували за схемою: відстань між живцями в рядку – 0,6 м, між рядками – 0,7 м, між смугами – 1,4 м. Пагони живців перед

посадкою становили 20-22 см завдовжки, глибина посадки 18-20 см. Густота насаджень – 30 тис шт./га.

Схема дослідів:

1. Ділянки з рослинами верби енергетичної вегетують без проведення заходів захисту від бур'янів.

2. Перед посадкою живців верби енергетичної на ділянки вносили робочу рідину з гербіцидом Дуал Голд в нормі витрати 1,2 л/га.

3. Перед посадкою живців верби енергетичної на ділянки вносили робочу рідину з гербіцидом Стомп в нормі витрати 5,0 л/га.

На 4-й день після обприскування гербіцидами проводили посадку живців верби енергетичної на ділянках варіантів 1-3.

4. Перед посадкою живців верби енергетичної на ділянки вносили робочу рідину з гербіцидом Дуал Голд у нормі витрати 1,2 л/га.

5. Перед посадкою живців верби енергетичної на ділянки вносили робочу рідину з гербіцидом Стомп у нормі витрати 5,0 л/га.

6. Ділянки з рослинами верби енергетичної вегетують без впливу бур'янів. Проведення чотирьох послідовних ручних прополювань.

На 4 добу після обприскування гербіцидами проводили посадку живців верби енергетичної оброблених ізоляційним матеріалом на ділянках варіантів 4-6.

Рівень біологічної активності молодих рослин культури здійснювали шляхом аналізу вмісту суми хлорофілів у листках верби енергетичної, який проводили за методом Т. Н. Годнева в інтерпретації О. П. Осипової, 1967 [8].

Обліки і спостереження на посадках верби енергетичної виконували у відповідності до вимог Методики проведення випробування та застосування пестицидів [9].

Результати досліджень та їх обговорення. На ділянках контролю (варіант 1) сходи бур'янів були зафіксовані вже через 7 діб після проведення попередньої культивуації і посадки живців верби енергетичної. Період появи

сходів бур'янів у роки проведення досліджень був тривалим – до 30 діб. У наступний період вегетації інтенсивність появи нових сходів у результаті заповнення вільних екологічних ніш поступово знижувалась. Характер забур'янення посадок верби енергетичної був змішаним. Серед бур'янів найбільш масовими були: просо півняче (*Echinochloa crusgalli L.*), мишій сизий (*Setaria glauca L.*), лобода біла (*Chenopodium album L.*), лобода гібридна (*Chenopodium hybridum L.*), гірчиця польова (*Sinapis arvensis L.*), талабан польовий (*Thlaspi arvense L.*), гірчак шорсткий (*Polygonum scabra L.*), гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus L.*).

Рослини верби енергетичної після посадки живців у вологий ґрунт розпочинали вегетацію на новому місці. На підземних частинах стебел активно розпочинали формування придаткових коренів, що забезпечували надземні частини водою і мінеральними компонентами живлення. Колатеральні бруньки на надземних частинах активно включались у ріст і розвиток, з них формувались зелені листки. Апікальна брунька, або верхня на пагоні колатеральна брунька після пробудження формувала пагін продовження. На перших етапах органогенезу такі пагони були ніжними і трав'янистими. Проте вже через 45-60 діб вегетації у нижніх частинах молодих пагонів поступово розпочинались процеси лігніфікації (здерев'яніння). Пагони набували ригідності (здатності протистояти механічним навантаженням). Такий процес відбувався поступово і завершувався досяганням деревини всього нового пагона у другій половині вересня. Формування нових пагонів та інші ростові процеси відбувались за рахунок використання продуктів фотосинтезу, що відбувався, у першу чергу, в стовпчастій (палісадній) хлоренхімі (паренхімі, яка містить хлорофіл і виконує асиміляційну функцію) листових пластинок і частково у тканинах молодих зелених стебел верби енергетичної.

Для оцінки інтенсивності процесів фотосинтезу була використана система аналізів вмісту хлорофілів (хлорофілу – а + хлорофілу –b) у листових пластинках верби енергетичної.

У молодих рослин на ділянках варіантів 1 і 6 вміст хлорофілів становив за роки проведення досліджень в середньому 1,13 мг/дм². Листкові пластинки мали світло-зелене забарвлення.

Аналіз вмісту хлорофілів на 20.06 виявив тенденцію підвищення їх вмісту у листових пластинках до 1,38 мг/дм². Наростаюча конкуренція бур'янів на ділянках варіанту 1 не зупинила процес підвищення концентрації хлорофілів у листових пластинках верби енергетичної. На час проведення наступних аналізів 20.07 він становив у середньому 1,43мг/дм² (рис. 1).

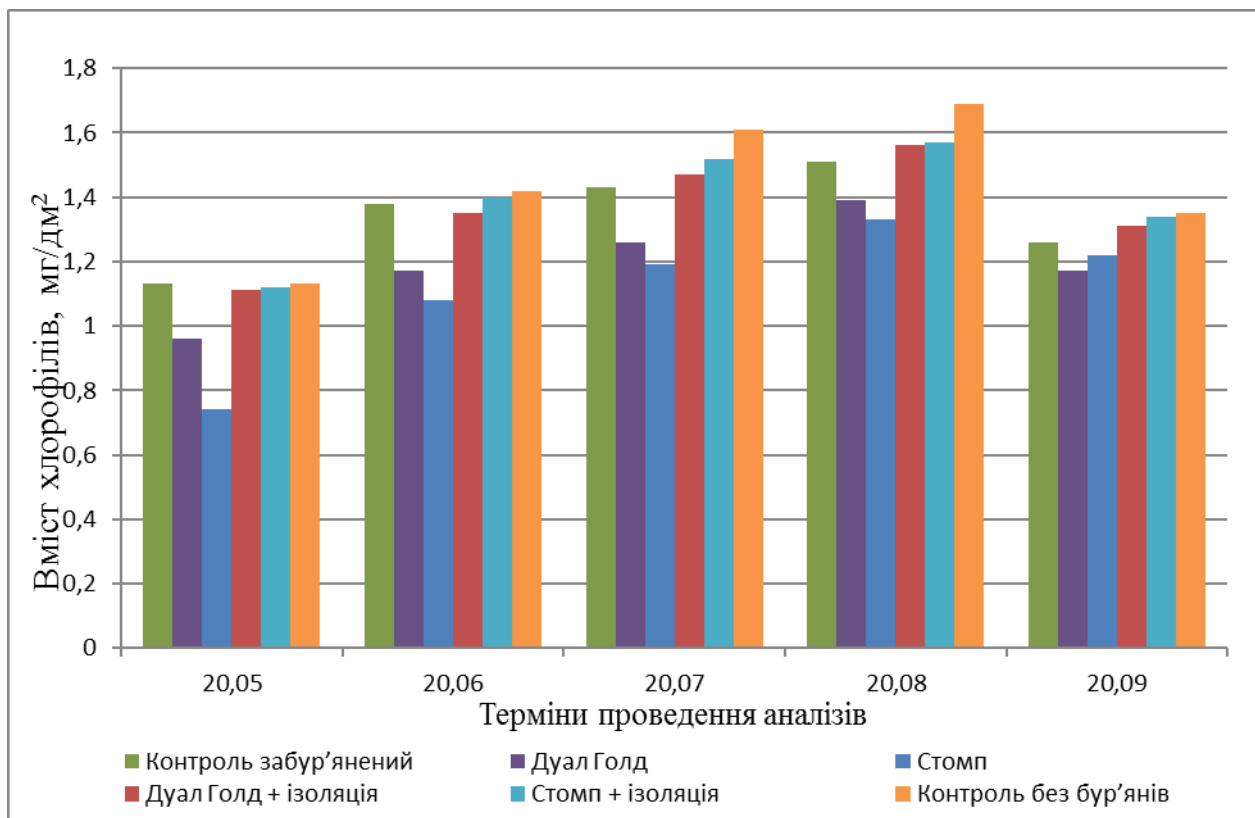


Рис. 1. Динаміка вмісту суми хлорофілів у листових пластинках верби енергетичної у 2012 – 2016 рр.

Часткове зменшення проективного покриття рослинами бур'янами в кінці літа сприяло покращенню рівня освітленості молодих рослин верби енергетичної і зростання показників вмісту хлорофілів у листових пластинках до 1,51 мг/дм². В наступний період вегетації одночасно з тенденцією покращення рівня освітленості листових пластинок у рослин культури відбувалось зниження вмісту хлорофілів, що може бути пояснене процесами фізіологічного старіння листків. На 20.09 вміст суми хлорофілів був на рівні

1,26 мг/дм², або меншим порівняно з показниками попередніх аналізів на 16,6 %.

Порівняння вмісту суми хлорофілів у листових пластинках верби енергетичної на ділянках забур'янених (варіант 1) і вільних від бур'янів (варіант б) дозволяє оцінити вплив бур'янів на асиміляційні процеси. Наявність конкуренції за мінеральне живлення і особливо за енергію світла у рослин верби енергетичної на ділянках варіанту 1 призводила до зниження вмісту суми хлорофілів у листках рослин культури на 20.07 на 11,2 %, а на 20.08 на 10,7 % менше.

Використання для захисту молодих посадок верби енергетичної гербіциду Дуал Голд і Стомп у ґрунт перед посадкою живців (варіанти 2 і 3) забезпечувало відповідну захисну дію. Зниження чисельності сходів бур'янів до 20.05 становила в середньому на ділянках варіанта 2 – 76 %, на ділянках варіанта 3 – 84 % відповідно від показників на ділянках забур'яненого контролю (варіант 1). Одночасно були візуально зафіксовані помітні ознаки хімічного пригнічення молодих рослин культури. Живці верби енергетичної в результаті дії гербіцидів отримували дис-стреси. Розпускання листків у них було повільним із затримкою на 5-9 діб. Ростові процеси були уповільнені. Формування листових пластинок відбувалось повільно і вони істотно поступались величині рослинам, які подібного дис-стресу не мали. Забарвлення листових пластинок було зеленувато-жовтим. Аналіз листових пластинок на вміст у них суми хлорофілів виявив на 20.05 зниження на 15 % (Дуал Голд) і на 34,5 % (дія гербіциду Стомп). Аналізи, проведені 20.07 виявили поступове наростання вмісту хлорофілів у листових пластинках, що може бути пояснене зниженням хімічного впливу гербіцидів ґрунтової дії на рослини верби енергетичної. Вміст суми хлорофілів у рослин варіанта 2 був 1,26 мг/дм², або на 21,7 % нижче порівняно з листками рослин на ділянках контролю (варіант б). На ділянках із використанням гербіциду Стомп рослини верби енергетичної мали вміст суми хлорофілів 1,19 мг/дм², або на 26,1 % менше. Рослини культури до кінця вегетаційного періоду так і не подолали повністю наслідки

хімічного дис-стресу, який вони отримали навесні. Навіть в аналізах 20.09 вміст суми хлорофілів у листкових пластинках рослин верби енергетичної становив на ділянках варіантів 2 і 3 відповідно 1,17 та 1,22 мг/дм², або 13,3 та 9,6 %.

Перед дослідниками стало запитання, як зберегти захисний ефект дії грантових гербіцидів і одночасно уникнути індукування хімічних дис-стресів у чутливих до дії препаратів рослин культури. Вихід був знайдений автором і полягаву використанні ізоляційних матеріалів.

Захищені рослини культури мали умови вегетації близькі до умов живців на ділянках варіанту 6. Аналізи вмісту хлорофілів у листкових пластинках рослин верби енергетичної з ділянок варіантів 4 і 5 відмітили лише невелике середнє зниження вмісту суми хлорофілів у період найвищої хімічної активності дії гербіцидів – 20.05. Вміст суми хлорофілів був на ділянках варіанта 4 на рівні 1,11 і на ділянках варіанта 5 досягав 1,12 мг/дм², тобто показники близькі до рівня вмісту у рослин на варіанті 5 (без хімічного захисту і з ручними прополюваннями). Ситуація із вмістом суми хлорофілів і активністю ростових процесів у рослин культури на ділянках з ізольованими живцями була схожою протягом цього вегетаційного періоду.

Найкращими показником оптимальності умов вегетації рослин верби енергетичної першого року посадки проявилась у величині річних приростів нових пагонів.

На ділянках забур'яненого контролю (варіант 1) в результаті конкуренції бур'янів за фактори життя середні величини приросту були незначними і становили в середньому 65 см. (або зниження в результаті забур'янення було 57 %).

1. Вплив умов вегетації верби енергетичної на величину приросту пагонів (перший рік вегетації) впродовж 2012 – 2016 рр, см

Варіант досліджу	Обліки на 20.09	
	Величина приросту, см	Зниження величини приросту, %
Контроль забур'янений	65	57
Дуал Голд	71	53
Стомп	86	43
Дуал Голд + ізоляція	116	23
Стомп + ізоляція	139	8
Контроль без бур'янів	151	-

Використання для захисту посівів від бур'янів ґрунтових гербіцидів Дуал Голд і Стомп крім відповідної захисної дії на бур'яни викликали глибокі дис-стреси у молодих рослин культури. У другій половині вегетації молоді рослини поступово долали хімічний дис-стрес і відновлювали активні асиміляційні процеси. Однак попереднє пригнічення до кінця вегетаційного періоду вони так і не компенсували. Їх річні прирости пагонів становили 71 і 86 см, або зниження становило відповідно 53 та 43 % до показників на ділянках контролю без бур'янів.

Застосування для захисту рослин верби енергетичної гербіцидів та ізоляційного матеріалу на живцях забезпечувало їм істотний захист від небажаного хімічного впливу препаратів. Прирости пагонів верби енергетичної за рік вегетації становили в середньому 116 і 139 см або поступались показникам на ділянках чистого контролю (варіант 5) відповідно на 23 та 8 %.

Висновки:

1. Рослини верби енергетичної у перший рік вегетації живців вимагають надійного захисту посадок від присутності бур'янів. Наявність бур'янів на посадках створює гостру конкуренцію рослинам культури за фактори життя. Відсутність захисту призводить до зниження величини приростів пагонів в середньому на 57 %.

2. Застосування захисної дії гербіцидів не лише знижувало рівень забур'яненості посадок на 76-84 %, а й одночасно індукувало хімічні дис-стреси у рослин верби енергетичної. Ефект пригнічення біологічної діяльності рослин культури проявлявся у зниженні вмісту суми хлорофілів у листових пластинках рослин на 17,8-21,3 % і в зменшенні величини приростів пагонів на 43-53 %.

3. Використання для захисту живців верби енергетичної від впливу гербіцидів ізолюючого матеріалу забезпечувало поєднання захисної дії ґрунтових гербіцидів і прийняттого рівня їх селективності. Вміст суми хлорофілів у листових пластинках і величина річних приростів пагонів була близькою до показників на ділянках, які вегетували без присутності бур'янів.

Список літератури

1. Гелетуха Г. Г. енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. Аналітична записка / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна, О. І. Дроздова – 2014. – БАУ № 8. – 67с.
2. Геоботанічне районування. Української РСР. – Київ: Наукова думка, 1977. – 302с.
3. Новітні технології біоенергоконверсії / [Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк та ін.]. – КИЇВ: «Аграр Медіа Груп» 2010. – 326с.
4. Іващенко О. О. Енергія Сонця і бур'яни: монографія / О. О. Іващенко. – Київ: «Колобіг». – 2011. – 134с.
5. Фучило Я. Д. Вплив агротехніки створення енергетичних плантацій верб на їхню продуктивність / Я. Д. Фучило, М. В. Сбитна, О. Я. Фучило, Д. Я. Фучило // Лісове і мисливське господарство: стан та перспективи розвитку: Збірн. Наук. статей уч. Міжнар. наук. практ конф. (27-29 листопада 2007р. м. Житомир) – Т.1. Житомир: ПП «Видавництво Волинь», О.П. «Житомирська облдрукарня», 2007. – с. 34-37.
6. Oleksandr Ivashchenko¹, Oleksandr Ivashchenko² Influence of thermal and mechanical stresses on *Amaranthus retroflexus* L. plants. // *Herbologia. An International Journal on Weed Research and Control* Vol 14, No2, October 2014. – pp. 27-34. Issued by: The Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina.
7. Іващенко О. О. Обприскування як спосіб нанесення гербіцидів./ О. О. Іващенко // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – 2012. – Вип. 14. – с. 174-176.
8. Осипова О. П. Об извлекаемости хлорофилла из зелёных растений / О. П. Осипова. – М.: ДАН СССР, 57, № 8, 1967. – С. 799-801.
9. Методика випробування і застосування пестицидів // С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун, О. О. Іващенко [та ін.]; За ред. проф. С. О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. – 448 с.

References

1. Geletuha G.G., Zhelezna T.A., Drozdova O.I (2014) Energetichnij ta ekologichnij analiz tehnologij virobnictva energii z biomasi. Analitichna zapiska [Energy and environmental analysis technologies for the production of energy from biomass. Policy Brief] BAU №8, 67s.
2. Geobotanichne rajonuvannja. Ukraïns'koï RSR.(1977) [Geobotanical zoning. Ukrainian SSR] – Kiev, Ukraine: Naukova dumka, 302s.
3. Bljum Ja.B., Geletuha G.G., Grigorjuk I.P. ta in. (2010) Novitni tehnologii bioenergokonversii [New technologies bioenerhokonversiyi] Kiev, Ukraine: 326s.
4. Ivashhenko O.O. Energija Soncja i bur'jani (mon.) (2011) [The energy of the sun and weeds (mon.)] Kiev, Ukraine: 134s.
5. Fuchilo Ja.D., Sbitna M.V., Fuchilo O.Ja., Fuchilo D.Ja. (2007) Vpliv agrotehniky stvorennya energetichnih plantacij verb na ïhnju produktivnist'[The impact of farming establishment of energy plantations of willows on their performance] Zhytomyr, Ukraine: 34-37 s.
6. Ivashchenko O., Ivashchenko O. Influence of thermal and mechanical stresses on *Amaranthus retroflexus* L. Plants (2014) *Herbologia. An International Journal on Weed Research and Control* Vol 14, No2, pp. 27-34.
7. Ivashhenko O.O. Obpriskuvannja, jak sposib nanesennja gerbucidiv (2012) [Spraying as a way of applying herbicides] Kiev, Ukraine: s. 174-176.
8. Osipova O.P. Ob izvlekaemosti hlorofilla iz zeljonyh rastenij (1967) [The allocation of chlorophyll from green plants] Moscow, Russia: DAN SSSR, S. 799-801.
9. Tribel' S.O., Sigar'ova D.D., Sekun M.P., Ivashhenko O.O. ta in. Metodika viprobuvannja i zastosuvannja pesticidiv (2001) [Methods of testing and use of pesticides] Kiev, Ukraine: Svit. 448 s.
- 10.

ИВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКИЕ СТРЕССЫ Я. П. Макух

Аннотация. Одним из перспективных биоэнергетических культур для нашей страны является энергетическая верба. Исследования полевые мелкоучастковые и лабораторные.

Применение гербицидов Дуал Голд и Стомп в почву перед посадкой черенков имеет побочное действие, приводит к дис-стрессам у растений культуры и значительному снижению их биологической продуктивности. .

Для оценки интенсивности процессов фотосинтеза была использована система анализов содержания хлорофиллов (хлорофилла – а + хлорофилла –b) в листовых пластинках энергетической ивы.

Наличие конкуренции сорняков приводило к снижению содержания суммы хлорофиллов в листьях растений культуры на 20.07 на 11,2 %, а на 20.08 на 10,7 % по сравнению с растениями, которые вегетируют без конкуренции.

Анализ листовых пластинок на содержание в них суммы хлорофиллов обнаружил на 20.05 снижение их на 15 % (Дуал Голд) и на 34,5 % (действие гербицида Стомп).

Предварительное угнетение растения ивы до конца вегетационного периода так и не компенсировали. Их годовые приросты побегов были 71 и 86 см, или снижение составило 53 и 43 %

Использование для защиты черенков ивы энергетической от воздействия гербицидов изолирующего материала обеспечивало сочетание защитного действия грунтовых гербицидов и приемлемого уровня их селективности. Содержание суммы хлорофиллов в листовых пластинках и величина годовых приростов побегов была близкой к показателям на участках, которые вегетировали без присутствия сорняков.

Ключевые слова: *верба энергетическая, хлорофилл, сорняки, гербициды, дис-стресс*

WILLOW ENERGY AND CHEMICAL STRESS

J. P. Makuch

Abstract. *One of the most promising bioenergy crops for our country is the energy willow. Research field finely precinct and laboratory.*

The application of herbicides Dual gold and stomp into the soil before planting, cuttings were given side effect, leads to dis-stress to the plants and significantly reduce their biological productivity. .

To assess the intensity of photosynthesis was used, the system analyses the content of chlorophylls (chlorophyll – a + chlorophyll –b) in the lamina willow.

The presence of competition of weeds resulted in a reduction in the amount of chlorophylls in the leaves of plants on 20.07 11.2% and 20.08 10.7% compared to plants vegetate without competition.

Analysis of lamina on the content, the amount of chlorophyll found on the 20.05, a decrease of 15% (Dual gold) and 34.5% (the effect of the herbicide stomp)

Preliminary inhibition of plant willows to the end of the vegetation period and not compensated. Their annual increment of shoots was 71 and 86cm, or a decline of 53 and 43%

Use to protect cuttings of willows energy from exposure to herbicides insulating material provided the combination of the protective action of soil herbicides and acceptable level of selectivity. The amount of chlorophyll content in leaf plates, and the amount of annual shoot increments were close to the indicators in areas vegetable without the presence of weeds.

Keywords: *energy willow, chlorophyll, weeds, herbicides, dis-stress*

УДК 631.431.1

**СЕЗОННА ДИНАМІКА ЩІЛЬНОСТІ СКЛАДЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ
ОПІДЗОЛЕНОГО ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА РІЗНОГО
ВИКОРИСТАННЯ В АГРОЦЕНОЗАХ**

Г. М. МАТВІЇВ, аспірант*,

Ю. С. КРАВЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

В. М. МАТВІЇВ, магістр

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: annyta89@mail.ru

***Анотація.** В даній статті наведено результати вивчення впливу різних агроценозів на щільність складення чорнозему опідзоленого середньосуглинкового на лесі Західного Лісостепу України. Дослідження проводили у стаціонарному досліді кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М. К. Шичули НУБіП України, ВП НВП «Заліщицький аграрний коледж ім. Є. Храпливого». Вивчено вплив різних факторів впливу на щільність складення чорнозему опідзоленого, а саме: система удобрення, обробіток ґрунту, кліматичні умови. Установлено, що щільність складення зазнає значних варіацій протягом вегетації. Найвищі показники щільності були зафіксовані на варіанті із садом з рекомендованою нормою удобрення та мілким обробітком в міжряддях на глибину 5-8 см. Деяко нижчі значення щільності складення спостерігаються у варіантах овочевої та польової сівозмін у поєднанні з різними обробітками ґрунту та удобренням.*

***Ключові слова:** чорнозем опідзолений, щільність складення, обробіток ґрунту, сівозмінна, фізичні властивості, удобрення, агроценози*

Актуальність. В останній час увага дослідників повернута на пошуки найбільш оптимальних параметрів щільності складення для різних ґрунтів і культур. Оптимізацію щільності ґрунту перш за все треба розглядати з позиції задоволення культурних рослин водою і повітрям для нормального функціонування їхніх кореневих систем. Рослини однаково погано реагують як на надмірно пухке складення, так і на високу щільність. Дослідники дійшли висновку, що основним фактором, який за минуле століття істотно вплинув на

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент Ю. С. Кравченко

підвищення щільності ґрунтів є зростаюче навантаження на ґрунт сільськогосподарською технікою [1-4].

У випадку, коли показник щільності опускається нижче 15 % рослини різко відчують кисневе голодування [5]. Переущільнення ґрунту знижує біологічну активність, зокрема нітрифікаційну здатність ґрунту [6-8]. Зменшується кількість мікроорганізмів, які розкладають клітковину та актиноміцетів [9]. Підвищення щільності ґрунту на $0,1 \text{ г/см}^3$ порівняно з оптимумом знижує урожайність сільськогосподарських культур на 15-20 %, а $0,2 \text{ г/см}^3$ – на 50 % [10].

Щільність складення ґрунту є досить динамічним показником, який значною мірою залежить від погодних умов та багатьох інших факторів. Визначальним серед них є вміст гумусу та зміна відношення у ґрунтововбиральному комплексі обмінних іонів на користь Ca^{2+} , що сприяє досягненню оптимальних її значень [11].

Федоровський Д. В. [12] відмічає, що за високої щільності ґрунтова волога і елементи живлення залишаються недоступними для рослин. Коріння пшениці взагалі не проникає в шари ґрунту із щільністю $1,65$, а коріння овочів – $1,45 \text{ г/см}^3$. Яблуні не довговічні, якщо один із шарів двохметрової товщі суглинкового ґрунту має щільність більше $1,55$, а на глинистому ґрунті пригнічення настає за щільності $1,30 \text{ г/см}^3$.

Копитко П. Г. [13] вказує на те, що щільність суглинкових ґрунтів під високопродуктивними яблуневими садами в зоні розміщення основної маси коріння (шар 20-80 см) становить $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$. Отже, ці показники можна вважати оптимальними для функціонування кореневих систем і живлення плодкових культур.

Мета дослідження - встановити сезонну динаміку щільності складення чорнозему опідзоленого Західного Лісостепу України за тривалого використання в різних агроценозах.

Матеріали і методики досліджень. Експериментальні дослідження проводились на колекційно-дослідному полі «Заліщицький аграрний коледж ім.

Є. Храпливого» НУБіП України на відстані 5 км від м. Заліщики, Тернопільської області. Дослідження були проведені на ділянках із польовою, овочевою сівозмінами та в саду. Польова короткоротаційна сівозміна: ячмінь (2013) – пшениця озима (2014) – ріпак (2015) – кукурудза на зерно (2016). Овочева сівозміна з таким чергуваннями культур: капуста (2013) – столовий буряк (2014) – соя (2015) – цибуля (2016). Сад – 50-річні яблуні, сортів Джонатан та Голден. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений середньосуглинковий на лесі. Зразки ґрунту були відібрані через кожні 10 см з глибини 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см у трьохразовій повторності. Визначення щільності складення ґрунту проводили методом ріжучого циліндра Н. А. Качинського – ДСТУ 4745:2007.

Результати досліджень та їх обговорення. Проведенні дослідження засвідчили, що щільність складання чорнозему опідзоленого середньосуглинкового на лесі за різного використання показали наступну картину. Найвищі показники щільності складання зафіксовані на варіанті із садом. Деяко нижчі значення щільності складання спостерігаються у ґрунтах із варіантами польової та овочевої сівозмін. В середньому у рік проведення дослідження щільність складення протягом всього періоду вегетації знаходилася в оптимальних для польових і овочевих культур межах: 1,25-1,30 г/см³.

Так, у чорноземі опідзоленому на ділянці із садом у 0-10 см шарі ґрунту (див. табл.) щільність складання становила у квітні, на початку вегетації – 1,51, а у липні – 1,53 г/см³. З глибиною показник істотно збільшувався і коливався у межах – 1,53-1,59 г/см³. Найвища щільність складення зафіксована у 20-30 см шарі ґрунту – 1,59 г/см³. Причиною ущільнення могло слугувати природне залуження ґрунту і спосіб обробітку ґрунту. Навесні у саду здійснювався мілкий обробіток лише у міжряддях на глибину 5-8 см садовою дисковою бороною (БДС 2,5). У рядках проводили 2-3 скошування травостою за вегетаційний період. Скошена біомаса залишалась на місці – у рядках саду. Створене таким чином рядкове залуження складалося більш, ніж на 50 % з кульбаби. Це рослина із добре

розвиненим стрижневим коренем та відсутність внутрішньо-рядкового обробітку ґрунту мали визначальний вплив на збільшення щільності ґрунту.

Щільність складення чорнозему опідзоленого за тривалого використання в агроценозах, в 2014 р

Варіанти	Глибина відбору зразка, см	Квітень	Липень	Вересень
<i>Сад</i> N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0-10	1,53	1,55	1,50
	10-20	1,53	1,57	1,55
	20-30	1,58	1,59	1,57
	30-40	1,55	1,58	1,53
<i>Овочева сівозмінa</i> N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	0-10	1,26	1,32	1,31
	10-20	1,27	1,34	1,34
	20-30	1,33	1,44	1,37
	30-40	1,32	1,33	1,31
<i>Польова сівозмінa</i> (без добрив)	0-10	1,24	1,28	1,26
	10-20	1,25	1,33	1,32
	20-30	1,31	1,38	1,35
	30-40	1,28	1,29	1,30
<i>Польова сівозмінa</i> N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀	0-10	1,29	1,32	1,31
	10-20	1,30	1,36	1,33
	20-30	1,33	1,39	1,37
	30-40	1,29	1,33	1,30
<i>Польова сівозмінa</i> N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	1,29	1,31	1,29
	10-20	1,30	1,35	1,31
	20-30	1,33	1,42	1,35
	30-40	1,30	1,38	1,32

Показники щільності складення змінювались відповідно до сезонних погодних змін за всіх досліджуваних варіантах. Найменша щільність була у квітні, зростала із липня по вересень і знижувалась восени майже до початкового рівня. Квітень 2014 року відзначався невисокою середньодобовою температурою повітря – +10°C, у липні температура повітря піднімалась до +20°C і зменшувалась до +15°C у вересні. Динаміка щільності ґрунту залежала також від вмісту ґрунтової вологи у вегетаційний період і запасів вологи, утвореної за рахунок опадів у осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди.

У разі сільськогосподарського використання чорнозему опідзоленого у польовій сівозміні (пшениця озима) без застосування добрив (контроль) відмічалась варіабельність показників щільності складення в межах найменшої істотної різниці за всіма досліджуваними шарами ґрунту. Так, у товщі ґрунту 0-

10 см щільність складання становила у квітні – 1,23 г/см³, липні – 1,26 г/см³, вересні – 1,25 г/см³. Значна насиченість верхньої частини гумусово-акумулятивного горизонту досліджуваного чорнозему коренями рослин, продуктами їх розкладу розпушує ґрунт, а з іншого боку – менша питома маса органічних решток порівняно з мінеральною частиною безперечно відбивається на зменшенні щільності ґрунту загалом. На глибини 20-30 см щільність складання має тенденцію до збільшення на 0,08; 0,12 і 0,10 г/см³. У 30-40 см шарі (див. табл.) показники щільності складання зменшуються.

У період вегетації, внаслідок природної і антропогенної деградації, відбулася деформація агрономічно цінної структури та ущільнення ґрунту. Нами було відмічене зростання ущільненості із збільшенням норм мінеральних добрив. За застосування мінерального удобрення у кількості N₁₀₀P₈₀K₈₀ у польовій сівозміні порівняно із контролем ґрунт у 0-20 см шарі ущільнювався на 0,05 г/см³ (квітень), 0,03 г/см³ (липень) та 0,03 г/см³ (вересень). Збільшення норми удобрення до рівня N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀, призвело до зростання щільності на 0,05, 0,03 та 0,02 г/см³. На 20-40 см глибині досліджуваної товщі ґрунту спостерігався процес збільшення щільності і формування плужної підшви. Одним із чинників посиленого руйнування структури ґрунту виступають азотні добрива, які сприяють диспергації ґрунту, заповненню ґрунтових пор тонко дисперсною частиною, що зумовлює підвищення щільності складання (Медведев, 1988).

Показники щільності складання чорнозему опідзоленого на дослідній ділянці з овочевою сівозміною (столовий буряк) з рекомендованою нормою мінерального удобрення N₆₀P₆₀K₉₀ показали наступні результати: у 0-10 см шарі ґрунту щільність була на рівні 1,26, 1,32 і 1,31 г/см³. Униз по профілю ґрунт ущільнювався з найбільшими показниками у шарі 20-30 см: 1,33, 1,44, 1,37 г/см³. Починаючи із 40 см, відбулось невелике розущільнення ґрунту до 1,32, 1,33, 1,31 г/см³. З літнього періоду і до кінця вегетації відмічаються значні зміни в сторону збільшення показників щільності через формування коренеплодів даної рослини, які вбирають з ґрунту велику кількість вологи разом із поживними речовинами. Витрата води на одну рослину за місяцями згідно даних

С. П. Агапова (1955) наступна: у травні і червні – 1,1 л, липні – 13,5 л, серпні – 18,2 л, вересні – 9,9 л, жовтні – 1,5 л.

Щільність складення ґрунту, яка регулюється різними способами обробітку ґрунту має дуже велике агрономічне значення. Застосування полицевого обробітку ґрунту в умовах мінеральної системи удобрення призвело до ущільнення орного шару, формування плужної підшови у підорному горизонті. Безполицевий обробіток ґрунту покращує агрофізичні показники чорнозему опідзоленого, у нашому випадку – на щільність складання. Крім того, на варіанті з озимою пшеницею без застосування добрив у поєднанні з безполицевим обробітком не відмічалось ущільнення по всій ґрунтовій товщі.

Висновки. Проведенні дослідження засвідчили, що щільність складання чорнозему опідзоленого за різного використання в агроценозах залежала від кліматичних умов, системи удобрення та у поєднанні з обробітком ґрунту зазнає значних варіацій. Спостерігається тенденція до збільшення щільності ґрунту за роками. Можливо, це пов'язано із щорічним антропогенним навантаженням на дослідних ділянках стаціонарного досліду, підвищенням температурного режиму, зменшення кількістю опадів. В умовах мінеральної системи удобрення відбулось значне ущільнення орного шару, з найбільшими показниками і формуванням плужної підшови у підорному горизонті. Підвищені норми мінеральних добрив зумовлюють зростання щільності. Наразі, за результатами наших досліджень, відмічається нагальна потреба у внесенні органічних добрив у всі агроценози для формування оптимальної щільності складення ґрунту і покращення його агрофізичних властивостей.

Список літератури

1. Медведев В. В. Об уплотнении чернозема типичного сельскохозяйственной техникой и путях его снижения / В. В. Медведев // Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева: Влияние с.-х техники на почву. – М.: Колос, 1981. – С.45-50.
2. Методика прогнозирования предрасположенности почв к уплотняющему действию машинно-тракторных агрегатов / В. В. Медведев, А. Г. Бондарев, П. И. Слободюк [и др.] // Переуплотнение пахатных почв [Под ред. В.А. Ковды] – М.: Наука, 1987. – С. 194-198.

3. Малиенко А. М. Изменение физического состояния дерново-подзолистой почвы под влиянием приёмов ее обработки / А. М. Малиенко, А. Э. Майроновский, В. Н. Коломиец. // Вестник с.-х. науки. – 1992. – №4. – С. 90-96.
4. Шикула Н. К. Минимальная обработка черноземов и восстановление их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М.: Агропромиздат. 1990. – 212 с.
5. Медведев В. В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова. –Х.: Изд-во «13 типография», 2004. – 244 с.
6. Жуженков А. А. Реакция растений на плотность дерново-подзолистой почвы / А. А. Жуженков // Теор. вопросы обработки почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – С. 214-218.
7. Абросимова Л. Н. Исследования влияния плотности и влажности почвы на активность биологических процессов в регулируемых условиях / Л. Н. Абросимова, И. Б. Ревут // Тез. докл. IV Всес. дел. съезда ВОП. 1970. – Кн. 2. – Ч. 1. – С. 22-25.
8. Воронин А. И. Плотность сложения в орошаемой каштановой почве и её плодородие / А. И. Воронин // Почвоведение. – 1982. – №5. – С. 30-37.
9. Ландина М. М. Физические свойства и биологическая активность почв / М. М. Ландина – Новосибирск: Наука, 1986. – 143 с.
10. Ковальов М. М. Переушільнення ґрунтів –проблема сьогодення / М. М. Ковальов, Ф. П. Топольний. // III-й Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю. Зб. наук. статей. – Т.2. – Вінниця: 2011. – С. 493-496.
11. Медведев В. В. Некоторые изменения физических свойств черноземов при обработке / В. В. Медведев // Почвоведение. – 1979. – № 1. – С. 79-81.
12. Федоровский Д. В. Исследование некоторых физических свойств почвы / Д. В. Федоровский // Агрехимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – С. 305-307.
13. Копитко П. Г. Удобрения плодовых і ягідних культур / П. Г. Копитко– Київ: Вища школа, 2001. – 206 с.

References

1. Medvedev V.V.(1981) Ob uplotnenii chernozema tipichnogo selskohozyaystvennoy tehnikoy i putyah ego snizheniya [Of the reallocation of typical Chernozem agricultural machinery and ways of its reduction]/ Tr. Pochvennogo in-ta im. V.V. DokuchaEva: Vliyanie s.-h tehniky na pochvu. – М.: Kolos– S.45–50.
2. Medvedev V.V.(1987) Metodika prognozirovaniya predraspolzhenosti pochv k uplotnyayuschemu deystviyu mashinno-traktornyih agregatov [Methods of predicting susceptibility of soils to compaction effect of tractor units]/ / V.V. Medvedev, A.G. Bondarev, P.I. Slobodyuk i dr. // Pereuplotnenie pahatnyih pochv [Pod red. V.A. Kovdyi] – М.: Nauka– S. 194–198.

3. Malienko A.M.(1992) *Izmenenie fizicheskogo sostoyaniya dernovo-podzolistoy pochvy pod vliyaniem priYomov ee obrabotki* [The change of the physical state of sod-podzolic soil under the influence of the methods of its treatment]/ A.M. Malienko, A.E. Mayronovskiy, V.N. Kolomiets. // *Vestnik s.-h. nauki*–4. – S. 90–96.
4. Shikula N.K. (1990) *Minimalnaya obrabotka chernozemov i vostanovlenie ih plodorodiya* [Minimum tillage of chernozems and restoration of their fertility] / N.K. Shikula, G.V. Nazarenko. – M.: Agropromizdat– S. 212.
5. Medvedev V.V.(2004) *Plotnost slozheniya pochv (geneticheskiy, ekologicheskii i agronomicheskii aspekty)* [The density of the composition of soils (genetic, environmental and agronomic aspects)] / V.V. Medvedev, T.E. Lyindina, T.N. Laktionova. –H.: Izd-vo «13 tipografiya»,– S. 244.
6. Zhuzhenkov A.A.(1969) *Reaktsiya rasteniy na plotnost dernovo-podzolistoy pochvy* [The response of plants to the density of sod-podzolic soil] / A.A. Zhuzhenkov // *Teor. voprosy obrabotki pochvy*. – L.Gidrometeoizdat,– S. 214–218.
7. Abrosimova L.N.(1970) *Issledovaniya vliyaniya plotnosti i vlazhnosti pochvy na aktivnost biologicheskikh protsessov v reguliruemyykh usloviyakh* [Study of the effect of density and soil moisture on the activity of biological processes in regulated conditions] / L.N. Abrosimova, I.B. Revut // *Tez. dokl. IV Vses. del. s'ezda VOP.*– Kn. 2. – Ch. 1. – S. 22–25.
8. Voronin A.I.(1982) *Plotnost slozheniya v oroshaemoy kashtanovoy pochve i eYo plodorodie* [The density of the composition in the irrigated chestnut soil and its fertility]/ A.I. Voronin // *Pochvovedenie.*– #5. – S. 30– 37.
9. Landina M.M.(1986) *Fizicheskie svoystva i biologicheskaya aktivnost pochv* [The physical properties and biological activity of soils]/ M.M. Landina – Novosibirsk: Nauka, – S 143.
10. Kovalov M.M. (2011) *Pereuschlnennyya GruntIv –problema sogo dennyaya* [Compaction of soils –the problem today]/ M.M. Kovalov, F.P. Topolniiy. // *III-y Vseukr. z'Yizd ekologIv z mlzhnarodnoyu uchastyu. Zb. nauk. statey.* – T.2. – VInnitsya– S. 493–496.
11. Medvedev V.V.(1979) *Nekotoryie izmeneniya fizicheskikh svoystv chernozemov pri obrabotke* [Some changes in the physical properties of chernozems in the processing]// *Pochvovedenie* – #1. – S. 79–81.
12. Fedorovskiy D.V.(1975) *Issledovanie nekotorykh fizicheskikh svoystv pochvy* [Study of some physical properties of soil]/ D.V. Fedorovskiy // *Agrohimicheskie metodyi issledovaniya pochv.* – M.: Nauka – S. 305–307.
13. Kopytko P.H. (2001) *Udobrennia plodovykh i yahidnykh kultur* [Fertilizer fruit and berry crops]/ Kopytko P.H. – Kyiv: Vyshcha shkola, – S. 206.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В АГРОЦЕНОЗАХ

А. Н. Матвиив, Ю. С. Кравченко, В. Н. Матвиив

Аннотация. В данной статье приведены результаты изучения влияния различных агроценозов на плотность сложения чернозема оподзоленного среднесуглистого на лесе Западной Лесостепи Украины. Изучено влияние различных факторов на плотность сложения чернозема оподзоленного, а именно систем удобрения, обработка почвы, климатических условий. Установлено, что плотность сложения чернозема оподзоленного среднесуглистого на лесе испытывает значительных вариаций. Самые высокие показатели плотности сложения были зафиксированы на варианте с садом с рекомендованной нормой удобрения и мелким возделыванием в междурядьях на глубину 10-12 см. Несколько ниже значение плотности сложения наблюдаются на вариантах овощного и полевого севооборотов в сочетании с возделыванием и удобрениями.

Ключевые слова: чернозем оподзоленный, плотность сложения, обработка почвы, севооборот, свойства, удобрения, агроценозы

SEASONAL BULK DENSITY DYNAMICS PODZOLIZED CHERNOZEM FROM THE WEST FOREST STEPPE REGION OF UKRAINE UNDER DIFFERENT USE IN AGROCECENOSIS

H. M. Matviiv, Yu. S. Kravchenko, V. M. Matviiv

Abstract. This article presents the results of studying different agroecenosis effect on Podzolised medium – loamy Chernozem on loess from the West Forest-Steppe of Ukraine. It has been studied the influence of different factors on bulk density changes of Podzolized chernozem: fertilizers, tillage, climate. It was established bulk density fluctuations during a crop growing period. The highest bulk density was under a garden fertilized with a recommended rate going along with a shallow cultivation between rows at a depth of 5-8 cm. The lower bulk density parameters were found in vegetable and field crop rotations in combination with different soil tillage and fertilization.

Keywords: Podzolized chernozem, bulk density, tillage, crop rotation, physical properties, fertilizers, agroecenosis

**РОЗРОБКА НОВОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ
ТОКСОПЛАЗМОЗУ НА ОСНОВІ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ
НАНОЧАСТИНОК ОКСИДУ ЦИНКУ**

М. В. ГАЛАТ, кандидат ветеринарних наук, доцент,

Н. Ф. ШПИРКА, молодший науковий співробітник

М. В. ТАРАН, аспірант*

О. Ю. ПАРЕНЮК, кандидат біологічних наук, старший науковий
співробітник,

К. Є. ШАВАНОВА, кандидат біологічних наук, старший науковий
співробітник

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: galat_mv@nubip.edu.ua

***Анотація.** *Toxoplasma gondii* – збудник поширеної протозойної хвороби різних видів тварин і людини. Важливою є вчасна і точна діагностика даної хвороби. З цією метою було розроблено і випробувано новий метод діагностики токсоплазмозу на основі фотолюмінесценції наночастинок оксиду цинку. Для цього використовували волоконно-оптичний спектрометр, за допомогою якого реєстрували спектри фотолюмінесценції біомолекул токсоплазм на поверхні оксиду цинку, а також метод скануючої електронної мікроскопії для вивчення мікроструктури нанородів.*

У результаті проведених досліджень було встановлено, що комплекси імунних біосенсорів на основі оксиду цинку мають достатню специфічність реакції, враховуючи водночас значне зниження сигналу за внесення специфічної сироватки у розведенні 1 : 5. Зниження інтенсивності фотолюмінесценції свідчить про утворення біокомплексу на поверхні нанородів оксиду цинку за принципом «ключ-замок» і супроводжується модифікацією структури попередньо адсорбованих молекул антитіл.

Даний метод має високу швидкість детектування і порівняно невисоку складність у застосуванні. Подальше вивчення й удосконалення методів діагностики токсоплазмозу з використанням імунних біосенсорів дасть можливість здешевити процес діагностики хвороби і пришвидшити його.

***Ключові слова:** токсоплазмоз, *Toxoplasma gondii*, діагностика, оптичний біосенсор, оксид цинку, фотолюмінесценція*

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

Актуальність Токсоплазмоз – одна із найбільш поширених на земній кулі хвороб тварин та людини. Нині вона зареєстрована у країнах Європи, Азії, Африки, Північної і Латинської Америки [2, с. 1257-1278]. Хворіють на токсоплазмоз як свійські, так і дикі хребетні тварини. У зв'язку з цим особливо необхідними нині є точні і надійні методи діагностики даної хвороби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До загальноновживаних методів діагностики за токсоплазмозу належать реакція зв'язування комплементу, реакція тривалого зв'язування комплементу, реакція флуоресціюючих антитіл, реакція непрямой імунофлуоресценції, реакція аглютинації, реакція непрямой гемаглютинації, реакція латексаглютинації, реакція ензимомічених антитіл, ферментний імуносорбентний метод, метод із використанням полімеразної ланцюгової реакції. Однак ці методи є довготривалими, високовартісними, досить складними, вимагають високої професійної підготовки виконавців і спеціального обладнання та реагентів.

Таким чином, розробка нового методу діагностики цієї протозойної хвороби з використанням оптичних біосенсорів на основі ефектів фотолюмінесценції (ФЛ) і наноструктур оксидів металів дасть змогу експресно, високочутливо та селективно, у польових умовах і в режимі реального часу здійснювати скринінгові та верифікаційні дослідження з діагностики захворювань і простежити особливості їх розвитку у межах популяції [3, с. 481-486; 5, с. 8354-8360; 6, с. 396-399; 10, с. 701-709].

За останні роки значно зріс інтерес у вивченні та отриманні ФЛ наноматеріалів, одним з яких є оксид цинку (ZnO). Цей матеріал має властивості, що є необхідними для проведення біоаналітичних вимірювань: нетоксичний, хімічностабільний, електрохімічноактивний, а також здатний до випромінювання у видимому і УФ-діапазоні [1, с. 378-385]. Оксид цинку інтенсивно досліджувався протягом декількох десятиліть, але останнім часом значні розробки здійснюються в області отримання його наноструктур і вивченні їхніх властивостей [4, с. 2643-2647]. Наноструктури ZnO мають ряд специфічних властивостей, що робить їх привабливими для використання під

час проведення біоаналітичних вимірювань і конструюванні біосенсорів. За рахунок унікального поєднання люмінесцентних, напівпровідникових і п'єзоелектричних властивостей ZnO може використовуватися для створення сенсорів, що базуються на різних принципах реєстрації сигналу [11, с. 254-278]. Іншим важливим чинником використання ZnO є відносна простота отримання різноманітних наноструктур, як на підкладках, так і у вигляді нанокристалів та колоїдних розчинів [7, с. 212-216].

Мета дослідження – випробувати новий метод діагностики токсоплазму тварин із використанням оксиду цинку.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження було проведено протягом 2016 року на базі кафедри паразитології та тропічної ветеринарії Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна) та Інституту ядерної фізики і спектродіагностики Латвійського університету (м. Рига, Латвія).

Під час виконання досліджень використовували волоконно-оптичний спектрометр (OceanOptics HR2000) з діапазоном світіння 360-420 нм для реєстрації спектрів фотолюмінесценції біомолекул токсоплазм на поверхні ZnO, метод скануючої електронної мікроскопії (SEM) для вивчення мікроструктури нанородів.

Отримання і характеристика нанородів ZnO. Спочатку нанороди ZnO розчиняли у бутанолі (концентрація 1 мг / мл) і розбивали ультразвуком протягом 20 хв, далі по 20 мкл отриманого розчину наносили на окремі скляні підкладки. Зразки сушили за температури 21-22 °C і відпалювали у муфельній печі за 360 °C протягом трьох годин. Імобілізація біомолекул збудника токсоплазму *Toxoplasma gondii* на поверхні наноструктури ZnO проводили таким способом: розчин 20 мкг/мл із вмістом токсоплазм адсорбували 20 хв на поверхні з ZnO, а потім промивали у фосфатному буфері (рН 7,4) і сушили за температури 18 °C, після чого проводили вимірювання спектрів ФЛ. Наступним етапом було нанесення бичачого сироваткового альбуміну (БСА) протягом 20 хв для запобігання неспецифічній адсорбції біомолекул на поверхні ZnO.

Після промивання буфером БСА і сушіння наностержнів ZnO, наносили специфічні і неспецифічні антитіла у різних розведеннях 1:5, 1:4, 1:3, 1:2, 1:1 для встановлення і реєстрації найбільш оптимальної взаємодії біомолекул, тобто, чутливості біосенсора. Спектри ФЛ реєстрували після кожної іммобілізації біомолекул на поверхні ZnO [8,9].

На наступному етапі використовували сироватки крові великої рогатої худоби і овець, які були вже охарактеризовані як позитивні і негативні на наявність антитіл до збудника *Toxoplasma gondii* за методом імуноферментного аналізу з використанням тест-системи «ВектоТоксо-антитіла» (виробник – ЗАТ «Вектор-бест», Російська Федерація).

Результати дослідження та їх обговорення. На першому етапі наших досліджень було охарактеризовано за допомогою методу СЕМ морфологію поверхні наночастинок оксиду цинку. На рисунку 1 видно, що плівка (поверхня сукупності наночастинок оксиду цинку) щільно складена зі субмікронного розміру агрегатів ZnO. Нанороди ZnO мають гексагональну видовжену форму. Середні розміри наностержнів, охарактеризовані під час дослідження скануючим електронним мікроскопом, мали розміри 460 ± 30 нм у довжину і 100 ± 10 нм у діаметрі.

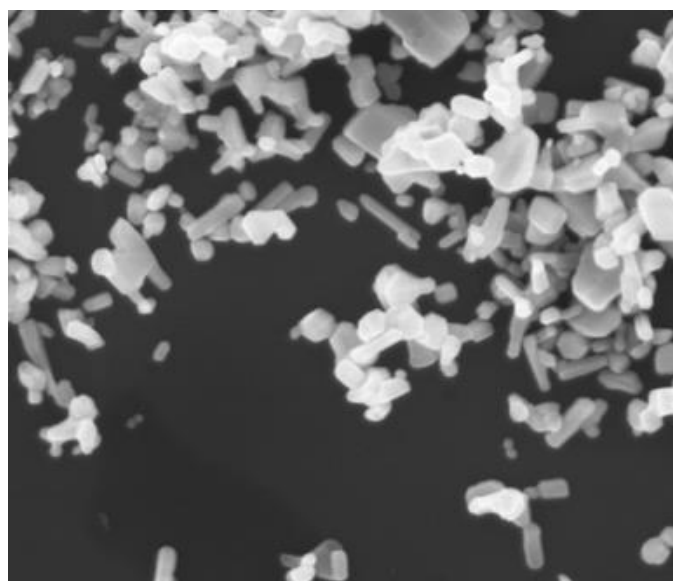


Рис. 1 СЕМ нанородів оксиду цинку

Для контролю адсорбції протеїнів на поверхні ZnO ми використовували метод фотолюмінесценції. Пластинка оксиду цинку, яка використовувалася для адсорбції біомолекул, мала максимальний показник фотолюмінесценції 977,92 ум.од. Після адсорбції антигену *T. gondii* на поверхні оксиду металу спостерігалось зростання інтенсивності на 12 % (рис. 2). Процес іммобілізації було продовжено адсорбцією бичачого сироваткового альбуміну (БСА) для блокування вільних місць на поверхні оксиду цинку, після якої спостерігалось зростання ФЛ порівняно з шарами ZnO-Ag на 9 %.

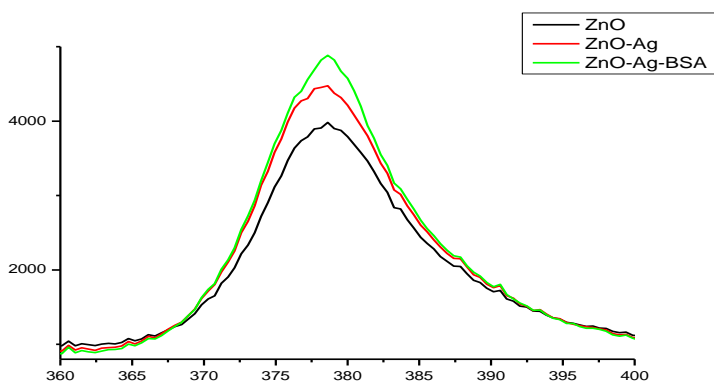


Рис 2. Спектри фотолюмінесценції ZnO після адсорбції на поверхні біоселективного шару ZnO-Ag-BSA

Наступним етапом роботи було тестування спектрів ФЛ модифікованої поверхні ZnO біокомплексом ZnO-Ag-BSA-специфічні Ab (рис. 3) і ZnO-Ag-BSA-не специфічні Ab (рис. 4). На нашу думку, що також підтверджується літературними даними [9], адсорбція БСА призвела до збільшення інтенсивності ФЛ. Варто зазначити, що відповідно до процедури модифікація по БСА була взята як кінцева стадія з утворенням біоселективного шару біосенсора. У ході подальшого обговорення сигнал ФЛ, який був зареєстрований БСА-модифікованими електродами, буде інтерпретуватися як фоновий сигнал і від нього буде відраховуватися реакція іммобілізації антитіл токсоплазм. Після нанесення на біоселективну поверхню специфічних антитіл у п'ятьох різних розведеннях, а саме 1:5, 1:4, 1:3, 1:2, 1:1, спостерігали спадання ФЛ (рис. 3).

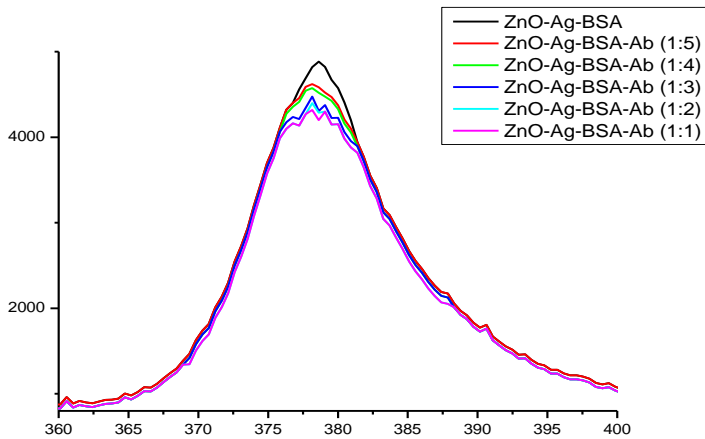


Рис. 3 Спектри фотолюмінесценції ZnO після адсорбції на поверхні комплексу ZnO-AgBSA-специфічні Ab

Якщо ж на поверхню іммобілізували неспецифічні антитіла, спостерігалось незначне зростання фотолюмінесценції порівняно з біоселективним шаром ZnO-Ag-BSA (рис. 4).

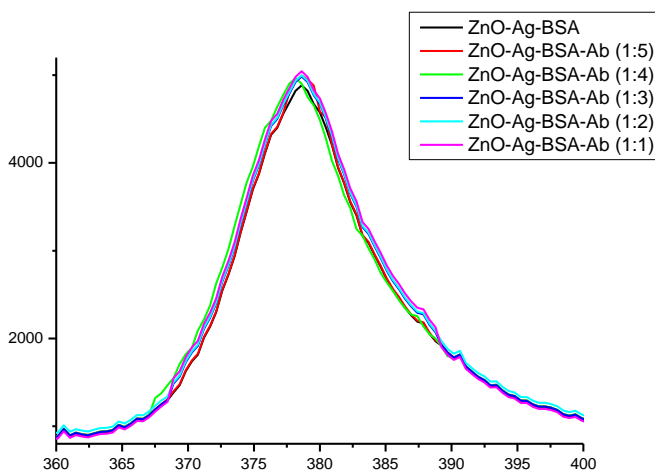


Рис. 4 Спектри фотолюмінесценції ZnO після адсорбції на поверхні комплексу ZnO-AgBSA-неспецифічні Ab

Отже, розробка сучасних ефективних методів діагностики протозойних хвороб різних видів тварин є одним із завдань сучасної ветеринарної медицини. Біосенсори, що мають високу селективність реакції із специфічними антитілами збудників хвороб, таких як, наприклад, *Toxoplasma gondii*, можуть суттєво

допомогти у пришвидшенні діагностики хвороби і більш точному визначенні її збудника. Запропоновані нами комплекси імунних біосенсорів на основі оксиду цинку мають достатню специфічність реакції, високу швидкість детектування і порівняно невисоку складність у разі застосування. Отже, можуть суттєво пришвидшити і здешевити процес діагностики хвороби, адже відомо, що вчасно поставлений діагноз і подальше лікування або ж профілактика сприятимуть попередженню передачі збудників цих хвороб людині.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Комплекси імунних біосенсорів на основі оксиду цинку мають достатню специфічність реакції, враховуючи значне зниження сигналу у разі внесення специфічної сироватки з розведенням 1 : 5. Зниження інтенсивності ФЛ свідчить про утворення біокомплексу на поверхні ZnO нанородів за принципом «ключ-замок» і супроводжується модифікацією структури попередньо адсорбованих молекул Аб.

Також можна зробити висновки про високу швидкість детектування і порівняно невисоку складність під час застосування. Таким чином, подальше вивчення і удосконалення методів діагностики токсоплазмозу з використанням імунних біосенсорів дасть можливість здешевити процес діагностики хвороби і пришвидшити його.

Список літератури

1. Ahn, K.Y. A sensitive diagnostic assay of rheumatoid arthritis using three-dimensional ZnO nanorod structure / K.Y. Ahn, K. Kwon, et al. // *Biosensors & Bioelectronics*. — 2011. — V. 28, No. 1. — P. 378–385.
2. Dubey, J. P. *Toxoplasma gondii* infection in humans and animals in the United States / J.P. Dubey, J.L. Jones // *Internal Journal of Parasitology*, 2008, № 38, pp. 1257–1278.
3. Jiang, S. A novel immunosensor for detecting *Toxoplasma gondii*-specific IgM based on goldmag nanoparticles and graphene sheets / S. Jiang, E. Hua, M. Liang, B. Liu, G. Xie // *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, 2013, №101, pp. 481–486.
4. Khranovsky, V. Luminescence anisotropy of ZnOmicrorods / V. Khranovsky, V. Lazorenko, G. Lashkarev, R. Yakimova // *Journal of Luminescence*. Volume 132, Issue 10, October 2012, Pages 2643–2647.
5. Luo, Y. Dual-aptamer-based biosensing of *Toxoplasma* antibody / Y. Luo, X. Liu, T. Jiang, P. Liao, W. Fu // *Anal Chem.*, 2013, №85(17), pp. 8354–8360.

6. Meng, K. Development of colloidal gold-based immunochromatographic assay for rapid detection of *Mycoplasma suis* in porcine plasma / K. Meng, W. Sun, P. Zhao, L. Zhang, D. Cai, Z. Cheng, H. Guo, J. Liu, D. Yang, S. Wang, T. Chai // *BiosensBioelectron*, 2014, №55, pp. 396–399.
7. Mihailova, V. Synthesis of ZnO nanoneedles by thermal oxidation of Zn thin films / V. Mihailova, E. Gerbreder, E. Tamanis, E. Sledevskis, R. Viter, P. Sarajevs // *Journal of Non-Crystalline Solids*, 377, (2013) 212-216.
8. Starodub N.F. Biosensors for the Control of Biochemical Parameters in the Diagnostics of Diseases. Book of series in sensors, Portable Biosensing of Food Toxicants and Environmental Pollutants / N.F. Starodub. – CRC Press, Taylor&Francis Croup Boca Raton London, New York, 2013, pp. 743-775.
9. Viter, R. Application of Room Temperature Photoluminescence From ZnO Nano-rods for Salmonella Detection / R. Viter, V. Khranovskyy, N. Starodub, et. al // *IEEE Sensors Journal*, 14(6) (2014) 2028-2034.
10. Wang, H. A piezoelectric immunoagglutination assay for *Toxoplasma gondii* antibodies using gold nanoparticles / H. Wang, C. Lei, J. Li, Z. Wu, G. Shen, R. Yu // *BiosensBioelectron*, 2014, №19(7), pp. 701–709.
11. Yakimova R. ZnO materials and surface tailoring for biosensing / R. Yakimova, L. Selegard, et al. // *Frontiers in bioscience (Elite edition)*. — 2012. — V. 4. — P. 254–278.

References

1. Ahn, K.Y., Kwon, K., et al. (2011). A sensitive diagnostic assay of rheumatoid arthritis using three-dimensional ZnO nanorod structure // *Biosensors & Bioelectronics*, 28 (1), 378–385.
2. Dubey J. P., Jones J. L. (2008). *Toxoplasma gondii* infection in humans and animals in the United States. *Internal Journal of Parasitology*, 38, 1257–1278.
3. Jiang S., Hua E., Liang M., Liu B., Xie G. (2013) A novel immunosensor for detecting *Toxoplasma gondii*-specific IgM based on gold nanoparticles and graphene sheets. *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, 101, 481–486.
4. Khranovskyy V, Lazorenko V, Lashkarev G, Yakimova R. (2012) Luminescence anisotropy of ZnO microrods. *Journal of Luminescence*, 132 (10), 2643–2647.
5. Luo Y., Liu X., Jiang T., Liao P., Fu W. (2013) Dual-aptamer-based biosensing of *Toxoplasma* antibody. *Anal Chem.*, 85(17), 8354–8360.
6. Meng K., Sun W., Zhao P., Zhang L., Cai D., Cheng Z., Guo H., Liu J., Yang D., Wang S., Chai T. (2014) Development of colloidal gold-based immunochromatographic assay for rapid detection of *Mycoplasma suis* in porcine plasma. *BiosensBioelectron*, 55, 396–399.
7. Mihailova, V. Gerbreder, E. Tamanis, E. Sledevskis, R. Viter, P. Sarajevs (2013). Synthesis of ZnO nanoneedles by thermal oxidation of Zn thin films, *Journal of Non-Crystalline Solids*, 377, 212-216.
8. Starodub N.F. (2013) Biosensors for the Control of Biochemical Parameters in the Diagnostics of Diseases. Book of series in sensors, Portable Biosensing of Food Toxicants and Environmental Pollutants, CRC Press, Taylor&Francis Croup Boca Raton London, New York, 743-775.

9. Viter R., V. Khranovsky, N. Starodub, et. al. (2014). Application of Room Temperature Photoluminescence From ZnO Nano-rods for Salmonella Detection, IEEE Sensors Journal, 14(6), 2028-2034.
10. Wang H., Lei C., Li J., Wu Z., Shen G., Yu R. (2014) A piezoelectric immunoagglutination assay for Toxoplasma gondii antibodies using gold nanoparticles. Biosens Bioelectron, 19(7), 701–709.
11. Yakimova R., Selegard L., et al. (2012) ZnO materials and surface tailoring for biosensing. Frontiers in bioscience (Elite edition), 4, 254–278.

РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ТОКСОПЛАЗМОЗА НА ОСНОВЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА

**М. В. Галат, Н. Ф. Шпырка, М. В. Таран, Е. Ю. Паренюк,
Е. Е. Шаванова**

***Аннотация.** Toxoplasma gondii – возбудитель распространенной протозойной болезни разных видов животных и человека, поэтому важна своевременная и точная диагностика данной болезни. С этой целью был разработан и испытан новый метод диагностики токсоплазмоза на основе фотолюминесценции наночастиц оксида цинка. Для этого использовали волоконно-оптический спектрометр, с помощью которого регистрировали спектры фотолюминесценции биомолекул токсоплазм на поверхности ZnO, а также метод сканирующей электронной микроскопии для изучения микроструктуры нанородов.*

В результате проведенных исследований было установлено, что комплексы иммунных биосенсоров на основе оксида цинка обладают достаточной специфичностью реакции, учитывая при этом значительное снижение сигнала при внесении специфической сыворотки в разведении 1:5. Снижение интенсивности фотолюминесценции свидетельствует об образовании биокомплекса на поверхности нанородов оксида цинка по принципу «ключ-замок» и сопровождается модификацией структуры предварительно адсорбированных молекул антител.

Это означает, что данный метод имеет высокую скорость детектирования и сравнительно невысокую сложность в применении. Дальнейшее изучение и совершенствование методов диагностики токсоплазмоза с использованием иммунных биосенсоров позволит удешевить процесс диагностики болезни и ускорить его.

***Ключевые слова:** токсоплазмоз, Toxoplasma gondii, диагностика, оптический биосенсор, оксид цинка, фотолюминесценция*

DEVELOPMENT OF A NEW METHOD OF DIAGNOSTICS OF TOXOPLASMOSIS BASED ON PHOTOLUMINESCENCE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES

M. Galat, N. Shpyrka, M. Taran, O. Pareniuk, K. Shavanova

Abstract. *Toxoplasma gondii* is a common agent of protozoan disease of different kinds of animals and humans. That is why timely and accurate diagnosis of the disease is important. That is why a new method for the diagnosis of toxoplasmosis based on photoluminescence of nanoparticles of zinc oxide was developed and tested. A Photoluminescence spectrum of *Toxoplasma* biomolecules on the surface of ZnO was recorded through fiber-optic spectrometer, and the method of scanning electron microscopy was used to study the nanorods microstructure.

As a result of studies it was revealed that immune complexes biosensor based on zinc oxide have sufficient specificity reaction taking into account the significant reduction of signal when making specific serums with the dilution of 1: 5. Reduction of the photoluminescence intensity indicates the formation of nanorods biocomplexes on the surface of zinc oxide on a "key-lock" principle which is accompanied by a modification of the pre-adsorbed antibody molecules structure.

Based on the obtained results, it is possible to state that described method has high detection rate and relatively low complexity of the application. Further study and improvement of methods of diagnosis of toxoplasmosis using immune biosensor will enable cheaper diagnosis of the disease process and accelerate it.

Keywords: *toxoplasmosis, Toxoplasma gondii, diagnostics, optical biosensor, zinc oxide, photoluminescence*

УДК 619: 616 – 085: 612.11:636.2.087.72

**ВПЛИВ ЛИЗУНЦЯ «КЕНДІЛАКТ» НА ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ
НЕСПЕЦИФІЧНОГО ІМУННОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІЗМУ КОРІВ В
УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ БІОГЕОХІМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ**

Д. А. ЗАСЄКІН, доктор ветеринарних наук, професор,

М. Д. КУЧЕРУК, кандидат ветеринарних наук, докторант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. М. СОКОЛЮК, кандидат ветеринарних наук, доцент

Інститут ветеринарної медицини НААН

E-mail: vetsanitaria@vambler.ru

***Анотація.** Здійснено дослідження північно-східної біогеохімічної зони України, де є нестача в ґрунті, воді і кормах засвоєваних форм Йоду, Кобальту, Цинку, Купрому і Мангану. Внаслідок цього мають місце техногенні мікроелементози тварин, які призводять до розладів метаболічних реакцій організму. Метою дослідження було розробити препарат, який доповнюватиме раціон тварини необхідними вітамінами і мінералами, підвищуватиме активність та кількість мікробів рубця, збільшуватиме споживання основного корму та покращуватиме його засвоєваність. Досліджено вплив лизунця «Кенділакт» на показники неспецифічного імунного захисту організму лактуючих корів, зокрема кількість лейкоцитів, бактерицидну та лізоцимну активність сироватки крові. Встановлено, що мелясовані лизунці вкрай корисні для тварин, адже процес лизання суттєво стимулює слиновиділення. Слина — природний буфер, який регулює рівень кислотності рубцевого середовища. Це основний фактор профілактики ацидозу. Окрім цього, активне слиновиділення спонукає тварину споживати більше основного корму, покращує його перетравлювання. Згодовування лизунця «Кенділакт» лактуючим коровам забезпечувало позитивний вплив на лейкопоез, високий рівень гуморальних чинників захисту організму тварин, що сприяло підвищенню бактерицидної активності сироватки крові. Отриманий результат іще раз підтверджує висновки інших учених щодо необхідності доповнення раціону тварини необхідними вітамінами та мінералами, особливо у біогеохімічних зонах.*

***Ключові слова:** лизунець «Кенділакт», корови, лейкопоез, неспецифічний імунний захист, північно-східна біогеохімічна зона*

Актуальність. Збільшення антропогенного тиску на довкілля, яке почалося в середині ХХ ст., є реальною загрозою для всіх живих організмів. Антропогенні процеси призводять до формування якісно нових біологічних провінцій із

техногенним забрудненням екосистем. У неблагополучних екосистемах відбувається накопичення забруднювальних речовин, а механізми самоочищення не здатні до ліквідації процесів що порушують життєдіяльність живих систем і призводить до їх загибелі (1, 2).

На відмінну від органічних сполук, токсичні елементи повільно руйнуються у ґрунті і воді, та накопичуються в об'єктах навколишнього середовища, мігрують у кормові культури та організм сільськогосподарських тварин, а після біотрансформації в організмі тварин потрапляють у продукцію тваринництва та організм людини (3-5).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Особливістю північно-східної біогеохімічної зони України є нестача в ґрунті, воді і кормах засвоєваних форм Йоду, Кобальту, Цинку, Купрому і Мангану (6), також тут мають місце техногенні мікроелементози, які призводять до розладів метаболічних реакцій організму, що проявляється порушенням обміну речовин та цілого ряду фізіологічних функцій (7, 8).

Завданням ветеринарної науки є виявлення негативних змін колообігу, які ведуть до порушення здоров'я тварин та їх захворюваності. Особливо актуальним є вдосконалення раціонів годівлі корів із використанням сорбентів та біологічно активних добавок, кондиціонування води, яку споживають тварини на основі впровадження в господарствах ефективних систем її підготовки (9, 10).

Природна резистентність і фізіологічний стан організму тварин у значимій мірі залежить від абіотичних чинників на організм і супроводжується розвитком цілого ряду компенсаторно-приспосувальних реакцій, суть яких є реалізація адаптаційних процесів (11).

Мета дослідження – вивчити вплив лизунця «Кенділакт» на показники неспецифічного імунного захисту організму корів, зокрема кількість лейкоцитів, бактерицидну та лізоцимну активність сироватки крові.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на коровах української чорно-рябої молочної породи у ППОСП «Іскра» Олевського району Житомирської області (північно-східна біогеохімічна зона). Корів у дві групи

(контрольну і дослідну) добирали за принципом аналогів, враховували вік (3-4 лактація), масу тіла (480-500 кг), середньодобовий надій (14,5 кг). Всього було відібрано 20 тварин. Утримання корів прив'язне, годівля згідно із загальноприйнятими нормами. У період проведення дослідження коровам дослідної групи, крім основного раціону, додатково протягом 30 днів згодовували лизунці «Кенділакт» вволю. До складу «Кенділакту» входять макро- і мікроелементи, вітаміни, природний мінерал сапоніт, пропіленгліколь, кухонна сіль, меляса, які забезпечують тварин фізіологічно-нормованою кількістю металів – біотиків та запобігають надмірному засвоєнню в їхньому організмі важких металів із корму та води.

Проби крові від корів відбирали вранці до годівлі з дотриманням правил септики і антисептики. Клінічне дослідження тварин, морфологічне та біохімічне дослідження крові проводили на 1, 15 та 30 добу експерименту. Кількість лейкоцитів визначали меланжерним методом; бактерицидну активність сироватки крові – нефелометричним методом із використанням мікробної культури *Staphylococcus aureus*; лізоцидної активності сироватки крові – фотоелектроколориметричним методом із використанням культури *Micrococcus lisodecticus* (штам 2009P).

Отримані результати досліджень отримали методом варіаційної статистики. Визначили середньоарифметичне (M), статистичну помилку середньоарифметичного (m), вірогідність різниці двох варіаційних рядів та критерієм вірогідності (p) за таблицями Стьюдента. Обробку цифрових даних проводили за допомогою комп'ютерної програми MS Excel.

Результати дослідження та їх обговорення. На початку досліду кількість лейкоцитів у крові корів контрольної та дослідної групи практично не відрізнялись. За згодовування лизунця у корів дослідної групи кількість лейкоцитів на кінець досліду збільшилась відповідно на 7,1 %, контрольній – на 19,5 %. Зміни кількості лейкоцитів супроводжувались змінами у складі популяції лейкоцитів. Так, кількість базофілів у крові корів контрольної групи збільшилась на 42,3 %, в крові дослідної зменшилась на 39,4 %, відносна кількість юних форм нейтрофілів

збільшувалась у контрольній та дослідних групах, одночасно відмічали зменшення кількості нейтрофільних гранулоцитів у крові тварин обох груп. Частка лімфоцитів зросла у крові тварин дослідної групи з $55,4 \pm 2,1$ до $58,9 \pm 1,94$ %, контрольної – з $55,1 \pm 2,41$ до $57,3 \pm 1,45$ %.

Необхідно відмітити суттєве зменшення кількості моноцитів до $0,2 \pm 0,04$ % у крові корів дослідної групи наприкінці дослідження, в той же час як у тварин контрольної групи їх кількість зросла до $1,71 \pm 0,35$ %.

Інші автори (12) також вказують на взаємозв'язок між всіма компонентами імунної системи, який обумовлює функціонування складного ланцюга специфічного і неспецифічного захисту, особливо чітко проявляється змінами у складі популяції лейкоцитів.

За період дослідження відбулися зміни у рівні гуморальних чинників захисту організму піддослідних корів (табл. 1).

Показники неспецифічного імунного захисту організму корів за дії лизунця «Кенділакт», $M \pm m$, %, $n = 10$

Показник	Групи	Доба дослідю		
		1	15	30
БАСК	Контроль	$43,5 \pm 3,26$ 31,2-54,8	$50,3 \pm 5,21$ 41,673,2	$51,2 \pm 2,7$ 45,3-70,2
	Дослід	$44,5 \pm 2,96$ 31,2-55,3	$63,2 \pm 4,5$ 44,5-80,3	$75,6 \pm 3,4^{***}$ 30,2-88,5
ЛАСК	Контроль	$28,3 \pm 2,42$ 23,4-37,4	$35,4 \pm 4,31$ 24,5-42,4	$34,5 \pm 4,01^*$ 22,5-45,4
	Дослід	$25,6 \pm 2,57$ 20,6-27,3	$38,3 \pm 4,8$ 23,4-55,50	$39,7 \pm 4,5^{**}$ 32,2-55,8

Примітки: 1) У чисельнику – середнє значення, у знаменнику – мінімальне і максимальне значення. 2) * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ порівняно з початком дослідю.

Проаналізувавши отримані результати досліджень виявили, що бактерицидна активність у сироватці крові дослідної групи вірогідність 0,001 зросла на 71,9 %, контрольної – 17,7 %. Лізоцинна активність сироватки крові у тварини контрольної групи була в межах від $28,3 \pm 2,42$ на початку до $34,5 \pm 4,01$ наприкінці дослідю, що становило 21,9 % ($p < 0,05$). Показник лізоцинової активності сироватки крові у тварин, які отримували лизунець коливались в

25,36 ± 2,57 на початку до 39,7 ± 4,5 наприкінці досліду. Різниця показників у тварин дослідної групи вірогідно ($p < 0,05$) зросла на 55 %.

За даними інших авторів (13) застосування коровам вітамінно-мінерального препарату стимулювала елімінуючу здатність нейтрофілів та бактерицидну активність сироватки крові.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Згодовування лизунця «Кенділакт» лактуючим коровам забезпечувало позитивний вплив на лейкопоез, високий рівень гуморальних чинників захисту організму тварин, що сприяло підвищенню бактерицидної активності сироватки крові на 71,9 % ($p < 0,001$), лізоцимної активності – 55 % ($p < 0,05$).

Список літератури

1. Исмагилова С. Р. Влияния экологических факторов на организм крупного рогатого скота / Э. Р. Исмагилова // Ветеринария. – 2006. – № 2. – С. 44-74.
2. Гончаренко М. С. Екологія людини: навчальний посібник / М. С. Гончаренко Ю. Д. Байчук; За ред. Н. В. Кочубей: 2-ге вид., випр. і допов. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 391 с.
3. Галецкий Л. С. Региональный эколого-геохимический анализ влияния тяжелых металлов на состояние окружающей среды Украины / Л. С. Галецкий, Т. М. Егорова // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008, № 5. – С. 10-14.
4. Параняк Р. П. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми / Р. П. Параняк, Л. П. Васильцева, Х. І. Макуха // Біологія тварин. – 2007. – Т. 9, № 1–2. – С. 83-89.
5. Шкуратова И. А. Содержание тяжёлых металлов в системе “мать-плод” при техногенных загрязнениях / И. А. Шкуратова // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2006. – № 2. – С. 77-79.
6. Мікроелементози сільськогосподарських тварин / М. О. Судаков, В. І. Береза, І. Г. Погурський [та ін.]; За ред. М. О. Судакова – 2-ге вид. К.: Урожай, 1991. – 144с.
7. Долецький С. П. Стан мінерального обміну в організмі високопродуктивних корів північно-східної геохімічної зони України / С. П. Долецький // Ветеринарна медицина: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків, 2010. – Вип. 94. С. 226-228.
8. Роль мікроелементів у життєдіяльності тварин / М. Захаренко, Л. Шевченко, В. Михальська [та ін.] // Ветеринарна медицина України. – 2004. – № 2. – С. 13-16.
9. Засєкін Д. А. Моніторинг важких металів у довкіллі та способи зниження їх надлишку в організмі тварин: автореф. дис. ... д-ра вет. наук: спец. 16.00.06 “Гігієна тварин та ветеринарна санітарія” / Д. А. Засєкін. – Київ, 2002. – 40 с.

10. Буцяк В. І. Фізіолого-біохімічний статус корів при забрудненні довкілля важкими металами та способи зниження їх надлишку в організмі: автореф. дис. ... д-ра біолог. наук: спец. 03.00.13 "Фізіологія людини і тварин", 03.00.16. "Екологія" / В.І. Буцяк. – Львів, 2004. – 36 с.

11. Логачова Л. О. Природна резистентність і продуктивність телиць симентальської та червоно-рябої порід при різних абіотичних факторах в умовах Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. вет. наук: спец. 16.00.06 «Гігієна тварин та ветеринарна санітарія» / Л. О. Логачова. – Київ, 2010. – 19 с.

12. Слівінська Л. Г. Корекція гемопоезу у сухостійних корів в умовах західного регіону України / Л. Г. Слівінська // Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту: Зб наук. праць. – 2007. – Вип. 44. – С. 155-159.

References

1. Ismagilova, E. R. (2006). Vliyaniya ekologicheskikh faktorov na organizm krupnogo rogotogo skota [The effects of environmental factors on the cattle]. *Veterinary*, 2, 44–74.

2. Honcharenko, M. S., Boichuk, Iu. D. (2008). *Ekolohiia liudyny : navchalnyi posibnyk* [Human Ecology: Tutorial]. Sumy, Ukraine : Universytetska knyha, 391.

3. Galetskiy, L. S., Egorova, T. M. (2008). Regional'nyy ekologo-geokhimicheskyy analiz vliyaniya tyazhelykh metallov na sostoyaniye okruzhayushchey sredy Ukrainy [Regional ecological and geochemical analysis of the effect of heavy metals on the environment of Ukraine]. *Ecology and Environmental Safety*, 5, 10–14.

4. Paraniak, R. P., Vasylytseva, L. P., Makukha, Kh. I. (2007). Shliakhy nadkhodzheniya vazhkykh metaliv v dovkillia ta yikh vplyv na zhyvi orhanizmy [Ways of heavy metals in the environment and their effects on living organisms]. *Biology of animals*, 1–2, 83–89.

5. Shkuratova, I. A. (2006). Soderzhaniye tyazhelykh metallov v sisteme "mat'-plod" pri tekhnogennykh zagryazneniyakh [The content of heavy metals in the "mother-fetus" with man-made pollution]. *Veterinary of agricultural animals*, 2, 77–79.

6. Sudakov, M. O., Bereza, V. I., Pohurskyi, I. H. (1991). *Mikroelementozy silskohospodarskykh tvaryn* [Microelementosis of agricultural animals]. Kyiv, Ukraine : Urozhai, 144.

7. Doletskyi, S. P. (2010). Stan mineralnogo obminu v orhanizmi vysokoproduktyvnykh koriv pivnichno-skhidnoi heokhimichnoi zony Ukrainy [State of mineral metabolism in the body of highly productive cows northeast geochemical zones Ukraine]. *Veterinary medicine*, 94, 226–228.

8. Zakharenko, M., Shevchenko, L., Mykhalska, V. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttiedialnosti tvaryn [The role of trace elements in animal waste]. *Veterinary medicine of Ukraine*, 2, 13–16.

9. Zasiakin, D.A. (2002) *Monitorynh vazhkykh metaliv u dovkilli ta sposoby znyzhennia yikh nadlyshku v orhanizmi tvaryn* [Monitoring of heavy metals in the environment and ways to reduce their surplus in animals]. – Kyiv, – 40 s.

10. Butsiak, V.I. (2004). *Fizioloho-biokhimichniy status koriv pry zabrudnenni dovkillia vazhkymy metalamy ta sposoby znyzhennia yikh nadlyshku v orhanizmi* [

Physiological and biochemical status of cows in pollution with heavy metals and how to reduce their excess body]– Lviv,. – 36.

11. Lohachova, L.O. (2010). Pryrodna rezystentnist i produktyvnist telyts simentalskoi ta chervono-riaboi porid pry riznykh abiotychnykh faktorakh v umovakh Lisostepu Ukrainy [Natural resistance and productivity of Simmental heifers and red and white rocks under different abiotic factors under steppes of Ukraine] – 19 s.

12. Slivinska, L.H. Korektsiia hemopoezu u sukhostiinykh koriv v umovakh zakhidnoho rehionu Ukrainy [Correction hematopoiesis in dry cows in the western region of Ukraine] (2007). Belotserkovsky State Agrarian University – 155–159.

ВЛИЯНИЕ ЛИЗУНЦОВ «КЕНДИЛАКТ» НА ОТДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ИММУННОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА КОРОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Д. А. Засєкін, М. Д. Кучерук, В. М. Соколюк

***Аннотация.** Проведено исследование северо-восточной биогеохимической зоны Украины, где есть недостаток в почве, воде и кормах усваиваемых форм Йода, Кобальта, Цинка, Меди и Марганца. В результате имеют место техногенные микроэлементозы животных, которые приводят к расстройствам метаболических реакций организма. Целью исследования было разработать препарат, который будет дополнять рацион животного необходимыми витаминами и минералами, повышать активность и количество микроорганизмов рубца, увеличивать потребление основного корма и улучшать его усвояемость. Исследовано влияние лизунца «Кендилакт» на показатели неспецифической иммунной защиты организма лактирующих коров, в том числе количество лейкоцитов, бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови. Установлено, что мясоядные лизунцы крайне полезны для животных, ведь процесс лизания существенно стимулирует слюноотделение. Слюна – естественный буфер, который регулирует уровень кислотности рубцовой среды. Это основной фактор профилактики ацидоза. Кроме этого, активное слюноотделение побуждает животное потреблять больше основного корма, улучшает его переваривание. Скармливание лизунца «Кендилакт» лактирующим коровам обеспечивает положительное влияние на лейкопоз, высокий уровень гуморальных факторов защиты организма животных, что способствовало повышению бактерицидной активности сыворотки крови. Полученный результат еще раз подтверждает выводы других ученых, о необходимости дополнения рациона животных необходимыми витаминами и минералами, особенно в биогеохимических зонах.*

***Ключевые слова:** лизунец «Кендилакт», коровы, лейкопоз, неспецифическая иммунная защита, северо-восточная биогеохимическая зона*

ACTION LOLLIES BLOCK "KENDILAKT" ON SOME INDICATORS OF NONSPECIFIC IMMUNE DEFENSE OF THE BODY IN TERMS OF COWS OF NORTHEASTERN BIOGEOCHEMICAL ZONE OF UKRAINE

D. A. Zasiakin, M. D. Kucheruk, V. M. Sokoluk

***Abstract.** The investigation northeast biogeochemical zone of Ukraine, where there is shortage in soil, water and feed digestible form of iodine, cobalt, zinc, manganese and cuprite. As a result, there are man-made microelementosis animals that lead to disorders of metabolic reactions. The aim of the study was to develop a drug that will complement the animal diet with essential vitamins and minerals, boosts the activity and number of microbes scar will increase consumption of main feed and improving its digestibility. The influence of lollies "Kendilakt" on indicators of nonspecific immune defense of the body lactating cows, including the number of leukocytes, bactericidal activity and lysozyme serum. Found that melyasa lollies extremely useful for animals, because the process of licking significantly stimulates salivation. Saliva - natural buffer that regulates pH level rumen environment. This is the main factor in the prevention of acidosis. In addition, active saliva induces the animal to consume more feed core, improves digestion. Feeding lollies block "Kendilakt" cows lactate provided a positive impact on leucopoiesis high level of humoral factors of protection of animals, thereby increasing serum bactericidal activity. This result again confirms the findings of other scientists on the need to supplement the diet of animals with essential vitamins and minerals, especially in biogeochemical zones.*

***Keywords:** lollies block "Kendilakt" cow leucopoiesis, nonspecific immune defense, northeastern biogeochemical zone*

УДК 636.4:612.8

**ДИНАМІКА ВМІСТУ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ У ЕРИТРОЦИТАХ
СВИНЕЙ РІЗНИХ ТИПІВ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДІЇ
СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ**

О. В. ДАНЧУК, кандидат ветеринарних наук, доцент, докторант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: olexdan@ukr.net

Анотація. Вміст загальних ліпідів у еритроцитах свиней різного віку істотно не різниться і залежить від сили, врівноваженості і рухливості коркових процесів. В період технологічного стресу встановлено зниження вмісту загальних ліпідів в еритроцитах свиней не залежно від типологічних особливостей нервової системи. Так, після відлучення у тварин різних типів ВНД вміст загальних ліпідів у еритроцитах знижується на 6,4-12,2 % ($p \leq 0,01$), після переведення у літній табір, переформування та зміни годівлі – на 8,4-14 % ($p \leq 0,05-0,01$). Зниження вмісту загальних ліпідів в еритроцитах свиней за дії стресового фактору пропорційне силі, врівноваженості та рухливості коркових процесів, зокрема, після дії біологічного подразника у тварин сильного врівноваженого інертного, сильного нерівноваженого та слабого типу вищої нервової діяльності вміст загальних ліпідів у еритроцитах крові тварин на 2,7 % ($p \leq 0,05$), 3,8 % ($p \leq 0,01$) та 4,6 % ($p \leq 0,05$) нижче від показника тварин сильного врівноваженого рухливого типу. Встановлені прямі функціональні зв'язки основних властивостей коркових процесів із вмістом загальних ліпідів в еритроцитах крові свиней в період відносного спокою, які після технологічного стресу знижуються. Натомість сила впливу основних коркових процесів на вміст загальних ліпідів в еритроцитах свиней після дії стресових факторів тільки зростає.

Ключові слова: еритроцити, загальні ліпіди, свині, стрес, адаптація, вища нервова діяльність

Актуальність. Еритроцити є високоспеціалізованими клітинами організму людини і тварин. Ліпідним мембранам еритроцитів притаманні загальні принципи організації біологічних мембран і належить ключова роль в забезпеченні і регуляції фізіологічної активності клітин. Всі властивості мембран еритроцитів обумовлені вмістом в них білкових і ліпідних компонентів [1]. Еритроцити мігруючи кров'яним руслом через усі тканини і органи своєю якісною та кількісною перебудовою відображають наявні фізіологічні та патологічні зміни цілісного організму [2]. Ліпіди еритроцитів, не дивлячись на наявність системи антиоксидантного захисту, надзвичайно чутливі до розвитку оксидативного стресу [3]. Великий вміст Оксигену в

еритроцитах визначає зростання утворення супероксидного аніон-радикалу, пероксиду гідрогена та гідроксил радикалу. Стабільним джерелом активних форм Оксигену в еритроцитах – неферментативне окислення гемоглобіну в метгемоглобін.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. До основних причин зниження продуктивності і резистентності свиней належить технологічний стрес (відлучення, перегрупування, переміщення, транспортування, вакцинація, недостатня фізична активність і рухливість тварин, зміна кормів і т.д.). В умовах технологічного стресу проходить зростання інтенсивності радикалоутворення, що призводить до інтенсифікації пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) [2, 4]. Компоненти біологічних мембран, зокрема жирні кислоти – є субстрат для пероксидного окиснення ліпідів. Розвиток оксидативного стресу і супроводжується деструктивними змінами мембранних структур [3]. Спостерігається передчасне старіння еритроцитів, зниження інтенсивності транспорту Оксигену та активності окисно-відновних реакцій. За таких умов на перший план виступають вроджені і набуті механізми адаптації, які очевидно мають зв'язки із типом вищої нервової діяльності.

Мета дослідження – дослідити динаміку вмісту загальних ліпідів у еритроцитах свиней різних типів вищої нервової діяльності за дії стресових факторів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на свинофермі ТОВ СП «Нібулон» філія «Мрія» с. Сокіл Кам'янець-Подільського району Хмельницької області.

Для проведення даного експерименту було підібрано 47 новонароджених поросят великої білої породи. До двомісячного віку поросята утримувались під свиноматками у типових приміщеннях. У поросят при відлученні (60 доба) проводили вакцинацію проти бешихи, а на 90 добу життя — ревакцинацію. На 180 добу досліджень тварин переводили в літній табір та проводили перерозподіл груп. Тварини у сформованих групах утримувались на сухому концентратному типі годівлі, доступ до води — вільний. Годівля свиней

проводилась вволю. У 150-добовому віці у всіх тварин визначали силу, врівноваженість і рухливість нервових процесів модифікованої методикою розробленою на кафедрі фізіології, патофізіології та імунології тварин НУБіП України [3]. В її основі лежить вивчення (у 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 10 голів у кожній: I група — сильний врівноважений рухливий тип (СВР); II група — сильний врівноважений інертний тип (СВІ); III група — сильний невраїноважений тип ВНД (СН); IV група — слабкий тип вищої нервової діяльності (С). У 30, 60, 61, 65, 90, 91, 95, 120, 150, 180, 181, 185 та 210-ти добовому віці у всіх тварин брали кров шляхом пункції передньої порожнистої вени (до 4-місячного віку) та вушної вени (після 4-місячного віку). В еритроцитах крові поросят визначали вміст загальних ліпідів гравіметричним методом, принцип якого базується на визначені ваги ліпідів, одержаних шляхом екстракції їх сумішшю хлороформ–метанол 2:1 за методом Фолча після відгонки екстракційної суміші [6].

Результати досліджень та їх обговорення. За даними І. П. Павлова основними властивостями нервових процесів є їх сила, врівноваженість збудження і гальмування та рухливість [7]. Як видно з таблиці 1, загальній показник кіркових процесів у свиней СВІ, СН та С типів ВНД нижче на 19,6 % ($p \leq 0,01$), 30,4 % та 68,4 % ($p \leq 0,001$) відповідно до показників тварин СВР типу ВНД.

Не залежно від типологічних особливостей нервової системи технологічний стрес сприяє зниженню вмісту загальних ліпідів в еритроцитах свиней. Так, після відлучення у тварин різних типів ВНД вміст загальних ліпідів у еритроцитах знижується на 6,4-12,2 % ($p \leq 0,01$), після переведення у літній табір, переформування та зміни годівлі – на 8,4-14 % ($p \leq 0,05-0,01$). Біологічний подразник достовірно не впливав на вміст загальних ліпідів в

еритроцитах свиней СВР типу ВНД, тоді, як у тварин СВІ, СН та слабкого типу ВНД знижується на 4,6-5,9 % ($p \leq 0,05-0,01$).

1. Показники коркових процесів у свиней різних типів вищої нервової діяльності ($M \pm m$, $n = 9-10$; уо)

Тип ВНД	Сила	Врівноваженість збудження і гальмування	Рухливість	Середня оцінка
СВР	$3,90 \pm 0,04$	$3,80 \pm 0,15$	$3,50 \pm 0,22$	$3,73 \pm 0,06$
СВІ	$3,50 \pm 0,22^{**}$	$3,70 \pm 0,19$	$1,80 \pm 0,12^{***}$	$3,00 \pm 0,35^{**}$
СН	$3,1 \pm 0,08^{***}$	$1,90 \pm 0,08^{***}$	$2,80 \pm 0,15^{***}$	$2,60 \pm 0,35^{***}$
С	$1,22 \pm 0,15^{***}$	$1,22 \pm 0,15^{***}$	$1,10 \pm 0,17^{***}$	$1,18 \pm 0,04^{***}$

Примітка: Різниця із тваринами СВР типу ВНД достовірна за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Вміст загальних ліпідів у еритроцитах крові свиней різних типів ВНД у період відносного спокою істотно не різниться, однак, під час стресу достовірно відрізняється. Зокрема, після відлучення у тварин СН та слабкого типу ВНД даний показник нижче на 4,7-8,1% ($p \leq 0,01-0,001$) від показника тварин СВІ типу ВНД (табл. 2).

2. Вміст загальних ліпідів в еритроцитах свиней ($M \pm m$, $n = 5$; г/л)

Вік, діб	Типи ВНД			
	СВР	СВІ	СН	С
30	$2,44 \pm 0,14$	$2,39 \pm 0,20$	$2,45 \pm 0,06$	$2,43 \pm 0,16$
60	$2,51 \pm 0,02$	$2,51 \pm 0,05$	$2,47 \pm 0,06$	$2,46 \pm 0,05$
61	$2,35 \pm 0,02$	$2,33 \pm 0,02$	$2,24 \pm 0,02^{**}$	$2,16 \pm 0,03^{***}$
65	$2,49 \pm 0,043$	$2,41 \pm 0,03$	$2,48 \pm 0,02$	$2,28 \pm 0,03^{**}$
90	$2,69 \pm 0,11$	$2,71 \pm 0,11$	$2,71 \pm 0,10$	$2,62 \pm 0,03$
91	$2,62 \pm 0,01$	$2,55 \pm 0,01^*$	$2,52 \pm 0,01^{**}$	$2,50 \pm 0,05^*$
95	$2,67 \pm 0,03$	$2,69 \pm 0,02$	$2,67 \pm 0,02$	$2,64 \pm 0,01$
120	$2,8 \pm 0,08$	$2,68 \pm 0,06$	$2,68 \pm 0,07$	$2,66 \pm 0,02^*$
150	$2,76 \pm 0,03$	$2,61 \pm 0,01^{**}$	$2,56 \pm 0,04^{**}$	$2,55 \pm 0,01^{***}$
180	$2,63 \pm 0,01$	$2,61 \pm 0,02$	$2,64 \pm 0,01$	$2,59 \pm 0,01^*$
181	$2,41 \pm 0,04$	$2,37 \pm 0,04$	$2,27 \pm 0,03^*$	$2,17 \pm 0,05^{**}$
185	$2,65 \pm 0,01$	$2,52 \pm 0,02^{***}$	$2,54 \pm 0,03^{**}$	$2,19 \pm 0,02^{***}$
210	$2,67 \pm 0,02$	$2,59 \pm 0,02^*$	$2,61 \pm 0,02^*$	$2,58 \pm 0,01^*$

Примітка: Різниця із тваринами СВР типу ВНД достовірна за: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Після дії біологічного подразника у тварин СВІ типу ВНД вміст загальних ліпідів в еритроцитах крові тварин на 2,7 % ($p \leq 0,05$) нижче, у тварин СН та слабого типу відповідно на 3,8 % ($p \leq 0,01$) та 4,6 % ($p \leq 0,05$) нижче від показника тварин СВР типу ВНД.

Цікаво відмітити, що навіть через місяць після переведення тварин у літній табір та переформування груп тварин вміст загальних ліпідів в еритроцитах тварин СВІ, СН та слабого типу ВНД достовірно нижче від показника тварин СВР типу ВНД.

Відсутність достовірних різниць у вмісті загальних ліпідів у еритроцитах крові свиней різних типів ВНД пояснюється відсутністю впливу основних коркових процесів на даний показник (рис. 1).

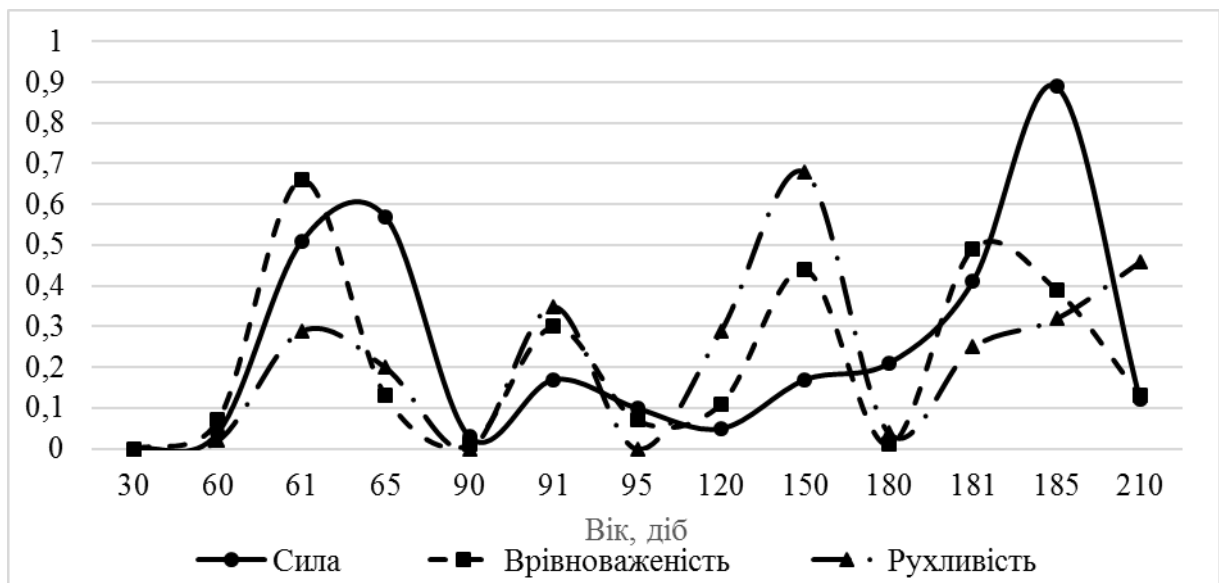


Рис. 1. Сила впливу основних властивостей коркових процесів на вміст загальних ліпідів в еритроцитах крові свиней, η^2_x , $n = 20$.

Основні характеристики коркових процесів відіграють визначальну роль в адаптації тварин до мінливих умов навколишнього середовища. Швидкість адаптації очевидно залежить від того, як швидко тварина виробить необхідну кількість умовних рефлексів для існування у змінених умовах довкілля. Тому, основні коркові процеси проявляють достовірний вплив на вміст ліпідів у еритроцитах свиней лише після дії стресового фактору. Зокрема, встановлено

достовірну силу впливу основних коркових процесів на вміст загальних ліпідів в еритроцитах після відлучення ($\eta^2_x = 0,29-0,66$; $p \leq 0,05-0,001$). Після дії біологічного подразника встановлено достовірний вплив сили ($\eta^2_x = 0,17$; $p \leq 0,05$) та рухливості ($\eta^2_x = 0,35$; $p \leq 0,001$) коркових процесів на даний показник.

Вплив основних коркових процесів на вміст загальних ліпідів в еритроцитах свиней найсильніше виражений після переведення тварин у літній табір та перерозподіл груп тварин, зокрема, вплив сили коркових процесів на 185 добу життя свиней становить – $\eta^2_x = 0,89$ ($p \leq 0,001$).

Проведені дослідження вказують на прямі достовірні функціональні зв'язки основних властивостей коркових процесів із вмістом загальних ліпідів в еритроцитах крові свиней в період відносного спокою, які після технологічного стресу знижуються (рис. 2).

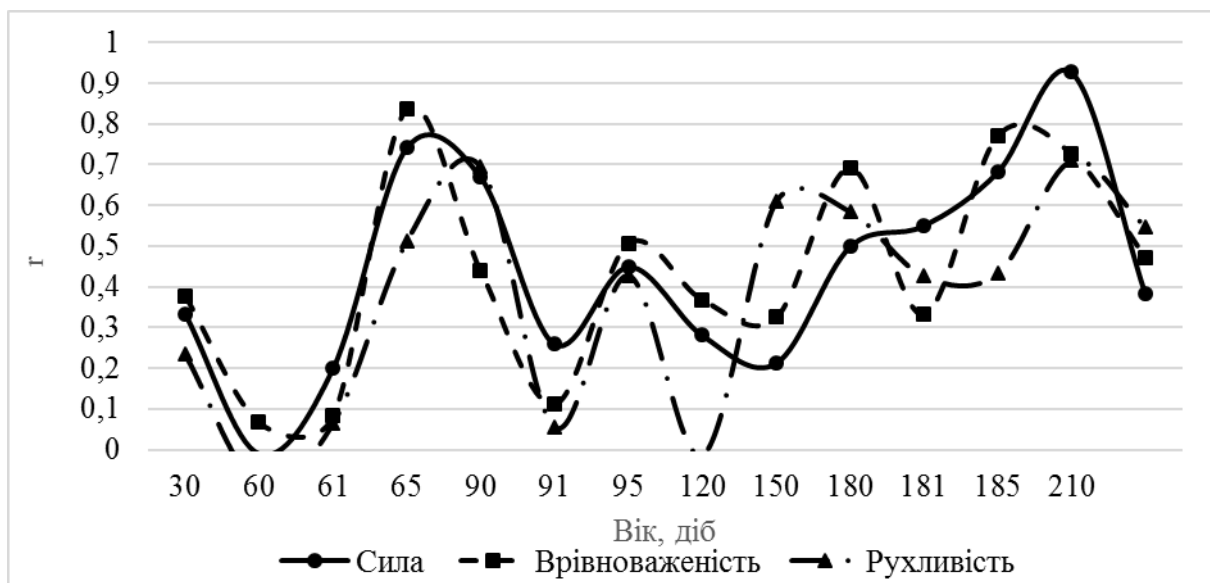


Рис. 2. Функціональний зв'язок (r) основних властивостей коркових процесів зі вмістом загальних ліпідів в еритроцитах крові свиней, n = 20.

Так, до відлучення коефіцієнт кореляції сили, врівноваженості і рухливості коркових процесів із вмістом загальних ліпідів в еритроцитах крові свиней становив – $r = - 0,01-0,09$, а після відлучення тварин до 5-ї доби зростає до показника – $r = 0,51-0,84$ ($p \leq 0,05-0,001$). Цікаво відмітити високі прямі

функціональні зв'язки коркових процесів із даним показником до дії біологічного подразника (90-добовий вік) – $r = 0,44-0,70$ ($p \leq 0,05-0,01$), які до 91-ї доби стають недостовірними ($r = 0,06-0,26$), однак, до 95 доби знов зростають ($r = 0,44-0,51$; $p \leq 0,05$).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Вміст загальних ліпідів в еритроцитах свиней різного віку істотно не різниться і залежить від сили, врівноваженості і рухливості коркових процесів. В період технологічного стресу встановлено зниження вмісту загальних ліпідів в еритроцитах свиней. Встановлено достовірну силу впливу та функціональні зв'язки основних властивостей коркових процесів на вміст загальних ліпідів в еритроцитах свиней.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні особливостей коркової регуляції інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів та активності системи антиоксидантного захисту у еритроцитах свиней.

Список літератури

1. Генис Р. Биомембраны: молекулярная структура и функции. М.: Мир, 1997. – 622 с.
2. Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у еритроцитах порося за дії міцелярної форми токоферолу / О. В. Данчук, Р. В. Постої, В. І. Карповський та ін. // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва». : ВЦ НУБіП України, 2016. – Вип. 237, – С. 164-170.
3. Владимиров Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. – Москва: Наука, 1972. – 252 с.
4. Замазій А. А. Процеси перекисного окиснення ліпідів в організмі корів-породіль за умов народження телят у стані гіпоксії [Електронний ресурс] / А. А. Замазій, М. Д. Камбур // Вісник Полтавської державної аграрної академії – 2011. – № 4. Режим доступу: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa-vet/2011/1/15.pdf>.
5. Методика визначення типів вищої нервової діяльності свиней у виробничих умовах [Електронний ресурс] / В. І. Карповський, В. О. Трокоз, Д. І. Криворучко та ін. // Науково-технічний бюлетень, 2012. – № 1-2, Режим доступу: <http://www.inenbiol.com/ntb/ntb7/20.pdf>.
6. Лабораторна діагностика у ветеринарній медицині / [Влізло В. В., Максимович І. А., Галяс В. Л., Леньо М. І.] – Львів : Б. в., 2008. – 112 с.

7. Павлов И. П. Физиологическое учение о типах нервной системы, темпераментов / И. П. Павлов// Полн. собр. труд. – 1949. – Т. 3. – С. 369-377.

References

1. Genis R. Biomembranyi: molekulyarnaya struktura i funktsii. M.:Mir, 1997.– 622 s.
2. Danchuk O.V. IntensivnIst peroksidnogo okisnennya lipIdIv u eritrotsitah porosya za dIYi mItsel'yarnoYi formi tokoferolu / O. V. Danchuk, R. V. Postoy, V. I. Karpovskiy I In.// Naukoviy vIsnik NUBIP UkraYini. SerIya «Veterinarna meditsina, yakIst I bezpeka produktsIYi tvarinnitstva».: VTs NUBIP UkraYini, 2016. – Vip. 237, – S. 164-170.
3. Vladimirov Yu.A. Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranah / Yu.A. Vladimirov, A.I. Archakov. – Moskva: Nauka, 1972. – 252 s.
4. ZamazIy A. A. Protsesi perekisnogo okisnennya lipIdIv v organIzmI korIv-porodII za umov narodzhennya telyat u stanI gIpoksIYi [Elektronniy resurs] / A. A. ZamazIy, M. D. Kambur // VIsnik PoltavskoYi derzhavnoYi agrarnoYi akademIYi – 2011. – № 4. Rezhim dostupu: <http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa-vet/2011/1/15.pdf>.
5. Karpovskiy V.I. Metodika viznachennya tipIv vischoYi nervovoYi dIyalnostI sviney u virobnichih umovah [Elektronniy resurs] / V.I. Karpovskiy, V.O. Trokoz, D.I. Krivoruchko, A.V. Trokoz, V.V. Shesterinska, A.P. VasilIv // Naukovo-tehnIchniy byuleten, 2012. – № 1-2, Rezhim dostupu: <http://www.inenbiol.com/ntb/ntb7/20.pdf>.
6. VIIzlo V. V. Laboratorna dIagnostika u veterinarnIy meditsinI / [VIIzlo V. V., Maksimovich I. A., Galyas V. L., Leno M. I.] – LvIv : B. v., 2008. – 112 s.
7. Pavlov I. P. Fiziologicheskoe uchenie o tipah nervnoy sistemyi, temperamentov / I. P. Pavlov// Poln. sobr. trud. – 1949. – Т. 3. – С. 369-377.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ЛИПИДОВ В ЭРИТРОЦИТАХ СВИНЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ

А. В. Данчук

Аннотация. Содержание общих липидов в эритроцитах свиней разного возраста существенно не отличается и зависит от силы, уравновешенности и подвижности корковых процессов. В период технологического стресса установлено снижение содержания общих липидов в эритроцитах свиней независимо от типологических особенностей нервной системы. Так, после отъёма у животных разных типов ВНД содержание общих липидов в эритроцитах снижается на 6,4-12,2 % ($p \leq 0,01$), после перевода в летний лагерь, реформирования групп и изменения кормления - на 8,4-14 % ($p \leq 0,05-0,01$). Снижение содержания общих липидов в эритроцитах свиней под действием стрессового фактора пропорционально силе, уравновешенности и

подвижности корковых процессов, в частности, после воздействия биологического раздражителя у животных сильного уравновешенного инертного, сильного неуравновешенного и слабого типа высшей нервной деятельности содержание общих липидов в эритроцитах крови животных на 2,7 % ($p \leq 0,05$), 3,8 % ($p \leq 0,01$) и 4,6 % ($p \leq 0,05$) ниже показателя животных сильного уравновешенного подвижного типа. Установлены прямые функциональные связи основных свойств корковых процессов с содержанием общих липидов в эритроцитах крови свиней в период относительного покоя, которые после технологического стресса снижаются. Зато, сила воздействия основных корковых процессов на содержание общих липидов в эритроцитах свиней после действия стрессовых факторов только возрастает.

Ключевые слова: эритроциты, общие липиды, свиньи, стресс, адаптация, высшая нервная деятельность

DYNAMICS OF TOTAL LIPIDS IN ERYTHROCYTE PIGS OF DIFFERENT TYPES HIGHER NERVOUS ACTIVITY UNDER STRESS

O. V. Danchuk

Abstract. *The content of total lipids in erythrocytes of pigs of all ages does not differ significantly, depending on strength, balance and mobility cortical processes. During the process of stress found reduction of total lipids in pig's erythrocytes regardless of the typological characteristics of the nervous system. So, after separation by different types of higher nervous activity of total lipids in red blood cells is reduced by 6,4-12,2 % ($r \leq 0,01$) after transfer of the summer camp, overhaul and change of feeding – on 8,4-14 % ($r \leq 0,05-0,01$). Reduction of total lipids in erythrocytes of pigs under the influence of stress factor proportional strength, balance and mobility cortical processes, particularly after exposure to a biological stimulus in animals strong balanced inert, strong unbalanced and weak type of higher nervous activity of total lipids in the red blood cells of animals at 2.7 % ($r \leq 0,05$), 3.8 % ($r \leq 0,01$) and 4.6 % ($r \leq 0,05$) below the figure of animals strong balanced mobile type. A direct functional connections of the basic properties of cortical processes containing total lipids in the red blood cells of pigs in a period of relative calm, after which the process of stress are reduced. Instead, the force of impact basic cortical processes the content of total lipids in red blood cells of pigs after exposure to stressors is only growing.*

Keywords: *red blood cells, total lipids, pigs, stress, adaptation, higher nervous activity*

UDC 639.311: 614.3(477)

BIOLOGICAL HAZARDS OF FISH FARMING IN UKRAINE

N. MEZHENSKA, PhD, associated professor,

S. BUBELA, master

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E-mail: nataamezh@gmail.com

It was conducted monitoring of biological hazards of fish farming in Ukraine for the period 2002 – 2013 . Was established that biological hazards for the period 2002 – 2013 are presented by pathogens of infectious (20 %) and invasive (80 %) diseases. Among infectious diseases in aquaculture of Ukraine there are 15 % – fungal infections, and diseases of bacterial and viral etiology – 5 %. Invasive diseases are presented by pathogens of protozoal diseases – 60 %, monohenozydozy and trematodozy – 20 %, tsestodozy – 10 %, arahnoentomozy – 7 % and nematodosiss – 3 %. It was also noted infection by parasites.

Key words: *fish farming, aquaculture, water resources, biological hazards, pathogens, infectious and parasitic diseases of fish.*

The modern strategy of social and economical development of Ukraine provides increasing the agricultural potential of the country. Fishing industry is one of the leaders in the structure of food industry in Ukraine. Basic principles of development and functioning of fish farming (aquaculture) in Ukraine are regulated by the Law of Ukraine "About aquaculture" [1].

According to the Law the **fish farming (aquaculture)** – is the agricultural activities of artificial breeding, keeping and growing **objects of aquaculture** in whole or in part controlled conditions for to obtaining agricultural products (**aquaculture production**) and its implementation, feed production, reproduction of biological resources, conducting selection and breeding work, introduction, resettlement, acclimatization and re-acclimatization of aquatic organisms, replenishment of water biological resources, preservation of biodiversityas and also providing recreational services.

The objects of aquaculture are hydrobionts which are used for the purpose of breeding, keeping and growing in terms of aquaculture.

On the areas of activities fish farming (aquaculture) in Ukraine can be carried out to: obtaining marketable products of aquaculture and its further implementation (**commodity aquaculture**), artificial breeding (**reproduction**), cultivation of aquatic biological resources, providing of recreational services.

The main directions of receiving of commodity aquaculture in Ukraine are fodder, pond and industrial:

– **fodder aquaculture** is the activity of extensive aquaculture of cultivation objects by adding different age groups of hydrobionts, obtained in terms of aquaculture, to the fishing water bodies (or their parts) for increasing the efficiency of bioproduction potential;

– **industrial aquaculture** is the activity of artificial breeding, keeping and growing of aquaculture objects with using the fish-breeding and floating gardens, fish-breeding pools and other technological devices, including the use of closed water systems;

– **pond aquaculture** is the activity of breeding, keeping and growing of aquaculture objects using the fish-breeding ponds, artificial reservoirs (channel, beam or dam ponds) which are separated from the mother water bodies (parts), estuaries, flooded peat quarries etc.

In Ukraine there are large areas of inland waters that are suitable for growing fish (aquaculture). The availability of water resources for growing aquaculture objects exceed 1 mln. ha, including: reservoirs – nearly 800 thousand. ha, ponds – 122.5, lakes – 86.5, 13.5 of cooling ponds and other categories – 6 th. ha.

The data of statistical reporting indicate that there were 20198 ponds, 20 reservoirs and 11 estuaries in Ukraine in 2013. Such areas as Vinnitsa (4008), Kharkiv (2603), Kirovograd (1182), Poltava (1117), Cherkasy (1112) and Ivano-Frankivsk (1048) are the leaders of fish breeding in Ukraine. What about reservoirs the largest number (5) is used for the production of aquaculture only in Dnipropetrovsk region. And we see an estuaries only in Mykolaiv (4), Odessa (4), Zaporizhzhya (2) and Kherson (1) areas.

In Ukraine natural waters is also represented by the Black and Azov seas, about 71 ths. rivers with the total length 248 thousand. km. The largest rivers of Ukraine are: the Dnipro, the Dniester, the Southern Bug, the Desna, the Seversky Donets and others.

The development of the fishing industry depends on early detection and elimination of factors (hazards) which affect on the value of fish and fish products in general.

Hazard is any biological, chemical or physical agent or condition of the animal, capable to be causing adverse effects on health [2].

As for fish farming, there are some dangerous ones: water pollution from sewage, using the fields those are directly next to the pond pesticides, defective food and raw materials which are used for feeding fish, failure sanitary requirements for water in ponds, fish diseases (alimentary infectious and invasive). The last is one of the most common and most unprofitable hazards which affect on the quality and safety of fish and fish products.

The biological hazards are originating from live objects. All objects of the living world can be divided into several kingdoms: bacteria, fungi, plants, animals, people. Carriers or substrates, of biological hazards are all habitats (water, air, soil), flora and fauna, people, artificial world that is created by man and other facilities. Biological hazards may have different effects on the animal – mechanical, chemical, biological and others. The result is various diseases which affect in our case on the quality and safety of fish and fish products, namely: nutritional (avitaminosis, toxemia), infectious (bacterioses and virozy), invasive (ecto – and endoparazytozy) [3].

Consequently monitoring of biological hazards that affect on the quality and safety of fish and fish products in Ukraine is very important.

The purpose of research. Monitoring of biological hazards of fish farming in Ukraine for the period 2002–2013 .

Material and methods of research. Monitoring of biological hazards of fish farming in Ukraine for the period 2002–2013. It was carried out under conditions of parasitological research department SSRILDVSE Kyiv. It was served the material of

research as data analysis of statistical reporting of state laboratories of veterinary medicine in Ukraine. It was used statistical and analytical method for the analysis of documentation in this paper.

Results. Number of sick fish in the territory of Ukraine for the period 2002–2013. It was shown in Figure 3.

The data of figure shows that the number of sick fish in Ukraine for the period 2002–2013 was amounted to 4.3 % of the total number of fish.

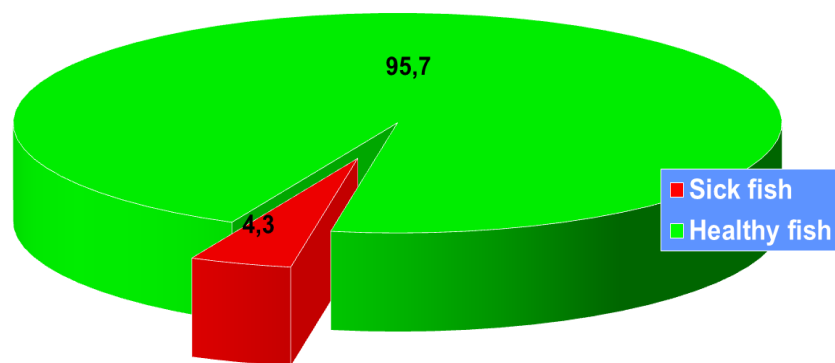


Fig. 1. Number of sick fish in the territory of Ukraine for the period 2002 – 2013

It should be noted that the percentage of fish incidence of infectious diseases was 20 %, namely: **mycosis** – 15 %, and diseases of bacterial (aeromonas, psevdomonozy, flavobakteriozy, yersynioz, BHN – Renibacterium salmoninarus) and viral etiology (*Viral haemorrhagic septicaemia* (VHS), *Infectious pancreatic necrosis* (IPN), *Infectious haematopoietic necrosis* (IHN), *Spring viraemia of carp* (SVC), pike lymphosarcoma) – 5 %, **invasive** – 80 % (fig. 2).

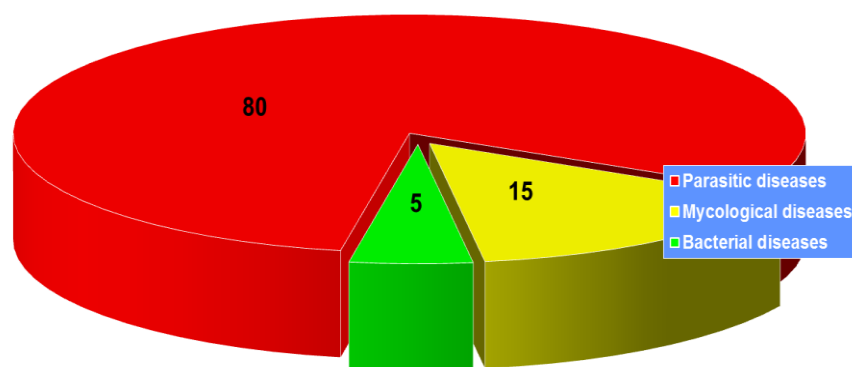


Fig. 2. Biological hazards of fish farming in Ukraine for the period 2002-2013

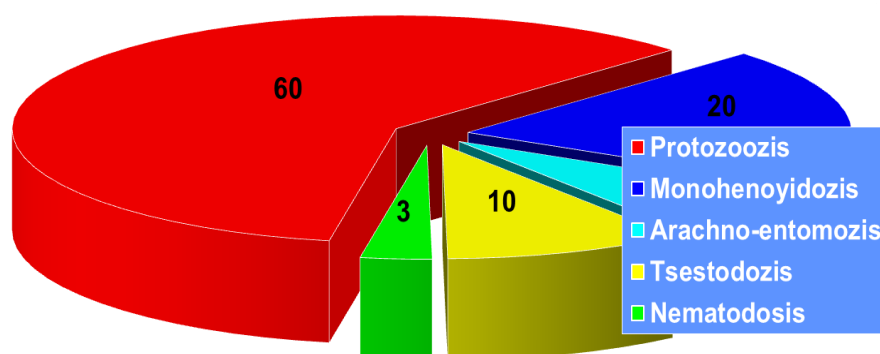


Fig. 3. Invasive fish diseases in the territory of Ukraine for the period 2002-2013

Among infectious diseases (fig. 3) **protozoozsis** (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodiniae sp. ma Chilodonela ciprini*) – 60 %, **monohenoyidozis** (*Dactylogyrus vastator*, *Gyrodactylus extensus*) and **trematodosis** (*Diplostomum sp.*) – 20 %, **tsestodozis** (*Bhotriocephalus gowkongensi*, *Ligula interstinali*, *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Khawia Sipensis*, *Valipora campylancristrota*) – 10 %, **arachno-entomozis** (*Lernaea cyprinacea*, *Ergasilus sieboldi*, *Sinergasilus major*, *Argulus foliaceus*) – 7 %

and **nematodosis** (*Philometridae*) – 3 %. It was also noted infection by **parasites**. – *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Dactylogyrus vastator*, *Gyrodactylus elegans*, *Diplostomum spathaceum*, *Lernaea cyprinacea*.

Conclusions

1. Biological hazards of fish farming in Ukraine for the period 2002–2013 are presented by pathogens of infectious (20 %) and invasive (80 %) diseases.

2. Among infectious diseases of fish farming in Ukraine mycosis – 15 %, and diseases of bacterial (aeromonas, pseudomonosy, flavobakteriozy, yersynioz, BHN – *Renibacterium salmoninarum*) and viral etiology (Viral haemorrhagic septicaemia (VHS), Infectious pancreatic necrosis (IPN), Infectious haematopoietic necrosis (IHN), Spring viraemia of carp (SVC), pike lymphosarcoma – 5 %.

3. Infectious diseases are caused by protozoosis (*Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp. та *Chilodonella ciprini*) – 60 %, monohenoyidosis (*Dactylogyrus vastator*, *Gyrodactylus extensus*) and trematodosis (*Diplostomum* sp.) – 20 %, cestodosis (*Bhotriocephalus gowkongensi*, *Ligula intestinalis*, *Caryophyllaeus fimbriceps*, *Khawia Sipensis*, *Valipora campylancristrota*) – 10 %, arachno-entomosis (*Lernaea cyprinacea*, *Ergasilus sieboldi*, *Sinergasilus major*, *Argulus foliaceus*) – 7 % and nematodosis (*Philometridae*) – 3 %. It was also noted infection by parasites. – *Ichthyophthirius multifiliis*, *Trichodina* sp., *Dactylogyrus vastator*, *Gyrodactylus elegans*, *Diplostomum spathaceum*, *Lernaea cyprinacea*.

Prospects for further research

In order to receive safety and high quality of aquaculture products it is necessary to do:

1) to conduct systematic monitoring of the health of fish (depending on the technology of cultivation and breeding);

2) to use modern approaches and methods of diagnosis and detection of dangerous pathogens;

3) to introduce a system of food safety management which based on the concept of risk analysis at the enterprises with aquaculture production.

References

1. Zakon Ukrainy "Pro akvakulturu" vid 18.09.2012 r. № 5293-VI. Available at: zakon.rada.gov.ua/laws/show/5293-17.
2. Terrestrial Animal Health Code (World Organisation for Animal Health, 2016). Available at: <http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/access-online/>.
3. Nebezpeky biolohichnoho kharakteru: lektsiia 6. Available at: <http://85.198.130.226/e-book/obzhd/content.files/page0006.htm>.
4. Aquatic Animal Health Code. Available at: <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code>
5. Zakon Ukrainy "Pro rybu, inshi vodni zhyvi resursy ta kharchovu produktsiiu z nykh" №1193-VII (1193-18) vid 09.04.2014, VVR, 2014, № 23, st.873. Available at: zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-15.
6. Nakaz Ministerstva aharnoї polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 07.07.2012 № 414 «Pro zatverdzhennia Poriadku shtuchnoho rozvedennia (vidtvorennia), vyroshchuvannia vodnykh bioresursiv ta yikh vykorystannia», zareiestrovanyi u Ministerstvi yustytsii Ukrainy 27.07.2012 za № 1270/21582. Available at: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1270-12
7. Halat, V. F., Berezovskyi, A. V., Soroka, N. M. (2004). Metodychni vказivky z diahnostryky helmintoziv tvaryn [Methodological guidance diagnosis of animal helminths]. Kyiv, Ukraine: Vetinform, 76.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ РЫБОВОДСТВА В УКРАИНЕ

Н. А. Меженская, С. В. Бубела

Аннотация. Проведен мониторинг биологических опасностей рыбоводства Украины за период 2002 – 2013 гг. Установлено, что биологические опасности рыбоводства в Украине за период 2002 – 2013 гг. Представлены возбудителями инфекционных (20 %) и инвазионных (80 %) болезней. Среди инфекционных болезней рыб в аквакультуре Украины 15 % – микозы, а заболевания бактериальной и вирусной этиологии – 5 %. Инвазионные болезни представлены возбудителями протозойных болезней – 60 %, моногенотозы и трематодозы – 20 %, цестодозы – 10 %, арахноентомозы – 7 % и нематодозы – 3 %. Также отмечено паразитоносительство.

Ключевые слова: рыбоводство, аквакультура, водный фонд, биологические опасности, возбудители, инфекционные и инвазионные болезни рыбы

БИОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ РИБНИЦТВА В УКРАЇНІ

Н. А. Меженська, С. В. Бубела

Анотація. Проведено моніторинг біологічних небезпек рибництва України за період 2002 – 2013 рр. Встановлено, що біологічні небезпеки рибництва в Україні за період 2002 – 2013 рр. представлені збудниками інфекційних (20 %) та інвазійних (80 %) хвороб. Серед інфекційних хвороб риб в аквакультурі України

15 % – мікози, а захворювання бактеріальної та вірусної етіології – 5 %. Інвазійні хвороби представлені збудниками протозойних хвороб – 60 %, моногеноїдози та трематодози – 20 %, цестодози – 10 %, арахноентомози – 7 % та нематодози – 3 %. Також відмічене паразитозисійство.

Ключові слова: *рибництво, аквакультура, водний фонд, біологічні небезпеки, збудники, інфекційні та інвазійні хвороб риби*

**НЕСПЕЦИФІЧНІ ФАКТОРИ ГУМОРАЛЬНОГО ІМУНІТЕТУ У
НЕТЕЛІВ ТА ОТРИМАННИХ ВІД НИХ ТЕЛЯТ ЗА
ЗАСТОСУВАННЯ ВАКЦИНИ «МЕТАКОЛ»**

Т. Б. ВАСИЛЬЄВА, старший науковий співробітник

ДНУ «Державний центр інноваційних біотехнологій»

E-mail: tanya.vasyleva@gmail.com

***Анотація.** В даній роботі представлені результати досліджень впливу вакцини «Метакол» на організм великої рогатої худоби. Препарат застосовувався для профілактики колібактеріозу у молодняка великої рогатої худоби – нетелів, новонароджених, телят віком 3-, 10- та 24 доби. Досліджено вплив протиколібактеріозного препарату на неспецифічні фактори гуморальної ланки імунітету. Після застосування вакцини тільним нетелям у них підвищився рівень природного захисту, оскільки рівень гетероаглютининів зростав на 10,4 %, порівняно із показниками невакцинованої худоби. У новонароджених та телят 3- і 10 добового віку одержаних від вакцинованих нетелів рівень титру нормальних антитіл зріс відповідно на 50, 12,3 та 8,8 %. Щеплення телят 10-добового віку вакциною «Метакол» сприяло збільшенню рівня гетероаглютининів у них у 2,6 разів порівняно із показниками тварин контрольної групи.*

Встановлено, що вакцина «Метакол» позитивно впливає на неспецифічні фактори гуморальної ланки імунітету великої рогатої худоби різних вікових груп. Одержані дані свідчать про ефективність та доцільність застосування експериментального зразка вакцини «Метакол» тільним нетелям та, одержаному від них, потомству у віці 10 діб.

***Ключові слова:** резистентність, вакцинація, імуноглобуліни, мікрофлора, антигени, антитіла, гуморальний імунітет, сироватка крові, телята*

Актуальність. Забезпечення збереженості телят, особливо у ранньому віці, є однією із найактуальніших проблем молочного скотарства в Україні. Встановлено, що у перші вісім тижнів життя від захворювань гине близько 15 % новонародженого молодняка. Серед причин загибелі близько 80 % припадає на функціональні порушення зі сторони травного каналу у телят. Доведено, що захворювання шлунково-кишкового тракту, окрім неповноцінної годівлі, зумовлені низьким рівнем резистентності молодняка великої рогатої худоби через незадовільні умови утримання телят у постнатальний період та

корів і нетелів у період тільності, оскільки адаптивні, продуктивні і репродуктивні функції організму не реалізуються у повній мірі і не забезпечують фізіологічних потреб самого організму тварин, які сформувалися у процесі еволюційного розвитку [1, с. 91-99; 2, с. 81]. Основними причинами патологій шлунково-кишкового тракту є порушення зоогігієнічних нормативів утримання сухостійних корів і нетелів перед отеленням та догляду за новонародженим приплодом [3, с. 116-121; 4, с. 6-9].

Для новонароджених і телят раннього віку основним фактором захисту організму від патогенних збудників є колостральний імунітет [5, с. 21-25; 6].

Ряд вчених доводять, що саме імунізація глибокотільних корів та нетелів через молозиво здійснює передачу специфічних антитіл потомству та забезпечує його захист [7, с. 44-48].

Специфічна профілактика колібактеріозу молодняку великої рогатої худоби направлена на підвищення захисних властивостей організму через колостральний імунітет. Відомо, що саме специфічна імунізація проти колібактеріозу глибокотільних корів та нетелів забезпечує накопичення специфічних антитіл у молозиві та їх передачу новонародженим [8, с. 42-47; 9, с. 199-201; 10, с. 7072].

Щеплення є стресом для тварин, особливо для молодняку. Тому закономірним є вивчити вплив вакцини «Метакол» на показники природної резистентності організму імунованих тварин [11, с. 324-325].

Гетероаглютиніни (нормальні антитіла) належать до важливих факторів природної резистентності організму тварин, які здатні вступати в реакцію з антигенами, з якими раніше не контактували. Вони зв'язані в основному з імуноглобулінами класу М. Існує два типи таких антитіл. Одні з них направлені проти певних антигенів (ізоантигенів), інші – проти антигенів, які до ізоантигенів не належать – це природні протимікробні аглютиніни. З моменту народження тварин їх організм заселяється різноманітною мікрофлорою, яка з часом або гине, або складає нормальну аутофлору організму. Антигенні речовини, всмоктуючись у кров, стимулюють діють на апарат імуногенезу та

індукують утворення антитіл. Внаслідок цього з віком у тварин з'являються нормальні антитіла, що виникли спонтанно, без штучної імунізації. Нормальні аглютиніни виконують захисну функцію – фіксують антигени. Утворений при цьому комплекс асимілюється клітинами організму. Одночасно вони запобігають заселенню мікроорганізмами епітеліальної оболонки шлунково-кишкового тракту [12 с. 154-159; 13, с.183].

За багатьох захворюваннях різної природи титри гетероаглютининів залишаються в межах норми. Зниження їх концентрації відзначається за імунобіологічної недостатності, що виникає на фоні порушення умов вирощування тварин, особливо в ранньому віці. [14, с. 87].

Мета досліджень – вивчити вплив вакцини «Метакол» на гуморальну ланку імунітету нетелів та телят.

Матеріали і методи досліджень. В досліді було 20 нетелів та 20 телят. Тварин щеплювали вакциною “Метакол”. Це інактивована вакцина проти колібактеріозу сільськогосподарських тварин. До її складу входять інактивовані мікроби патогенного штаму *E. coli* IBM-1, продукти його життєдіяльності та стимулятор імунітету у тварин. “Метакол” застосовують в неблагополучних щодо колібактеріозу господарствах для щеплення вагітних самок з метою створення колострального імунітету, а також молодих тварин, які чутливі до колібактеріозу.

З метою створення колострального імунітету вагітних нетелів імунізували дворазово.

Перший раз – за 45-60 днів до розтелу, підшкірно, в дозі 3-5 см³ (з розрахунку 1см³ вакцини на 100 кг маси); другий раз – за 14-20 діб до розтелу внутрішньошкірно безголковим ін'єктором в дозі 0, 4см³, молодняк щеплювали з 10-20-денного віку внутрішньошкірно в дозі 0,4см³. Кров для дослідження брали стерильно з яремної вени, вранці до годівлі. У нетелів брали кров через 2 тижні після останньої імунізації, у новонароджених телят – до випоювання молозивом, у 3- та 10-денних телят – до щеплення (за інструкцією телят

імунізують на 10 добу), на 24 добу (через 14 діб після імунізації 10-денних телят).

З нетелів та отриманих від них телят було сформовано 2 групи: дослідна і контрольна. В дослідну групу були включені телята, отримані від імунізованих нетелів. До контрольної групи включили телят народжених від неімунізованих нетелів. Отримані результати оброблено статистично з використанням комп'ютерної програми M. Exell 2011 року з обчисленням середньої арифметичної (M) і статистичної помилки середньої арифметичної (m).

Рівень гетероаглютининів визначали за методикою Пауля-Буннеля за описом К.Ф. Чернушенко [15, с. 1 – 7, 20 – 21].

Досліджувану сироватку в кількості $0,5 \text{ см}^3$, після попередньої інактивації на водяній бані за $t 56^\circ \text{ C}$ протягом 30 хв. Розводили у пробірках від – 1:4 – 1:128. До кожного розведення піпеткою додається $0,5 \text{ см}^3$ 3 % суміші еритроцитів барана. Потім на 2 години переносили до термостату за 37° C , потім – до холодильної камери за $t 8^\circ \text{ C}$. Облік реакції проводиться через 24 год.

Результати досліджень та їх обговорення. В сироватці крові тварин основну масу гетероаглютининів складають IgM. Результати досліджень сироваток крові з визначення вмісту гетероаглютининів у щеплених нетелів засвідчували більшу їх кількість на 10,4 %, порівняно із нещепленими тваринами представлені в таблиці 1. Одержані дані свідчили про активізацію синтезу антитіл, зокрема IgM, які представляють основну масу гетерофільних аглютининів та за застосування вакцинного препарат, вказують, що синтезуються саме специфічні аглютиніни

Одержані дані свідчили про активізацію синтезу антитіл, зокрема IgM, які представляють основну масу гетерофільних аглютининів та, за застосування вакцинного препарату, вказують, що синтезуються саме специфічні аглютиніни (рис. 1).

Результати досліджень стосовно рівня гетероаглютининів в сироватці

крові новонароджених та телят раннього віку, одержаних від щеплених нетелів, засвідчували значно більшу їх концентрацію, а саме: у новонароджених рівень гетерофільних аглютининів був вищим вірогідно на 50,0 % ($p < 0,001$), у телят віком 3 і 10 діб відповідно на 12,3 та 8,8 % вищим порівняно із показниками телят контрольних груп, що позитивно характеризувало рівень колострального імунітету у молодняка, одержаного від щеплених нетелів.

1. Рівень гетероаглютининів у нетелів та телят різного віку, одержаних від них за застосування вакцини «Метакол» ($n = 10, M \pm m$)

Призначення груп тварин	Вік тварин	Рівень гетерофільних аглютининів,lg
контрольна група (нещеплені)	нетелі	0,96 ± 0,04
дослідна група (щеплені)		1,06 ± 0,12
контрольна група (нещеплені)	новонароджені	0,60 ± 0,05
дослідна група (щеплені)		0,90 ± 0,03 ***
контрольна група (нещеплені)	3 доби	0,81 ± 0,04
дослідна група (щеплені)		0,91 ± 0,03
контрольна група (нещеплені)	10 діб	0,91 ± 0,05
дослідна група (щеплені)		0,99 ± 0,07
контрольна група (нещеплені)	24 доби	0,5 ± 0,04
дослідна група (щеплені)		1,3 ± 0,14 ***/■

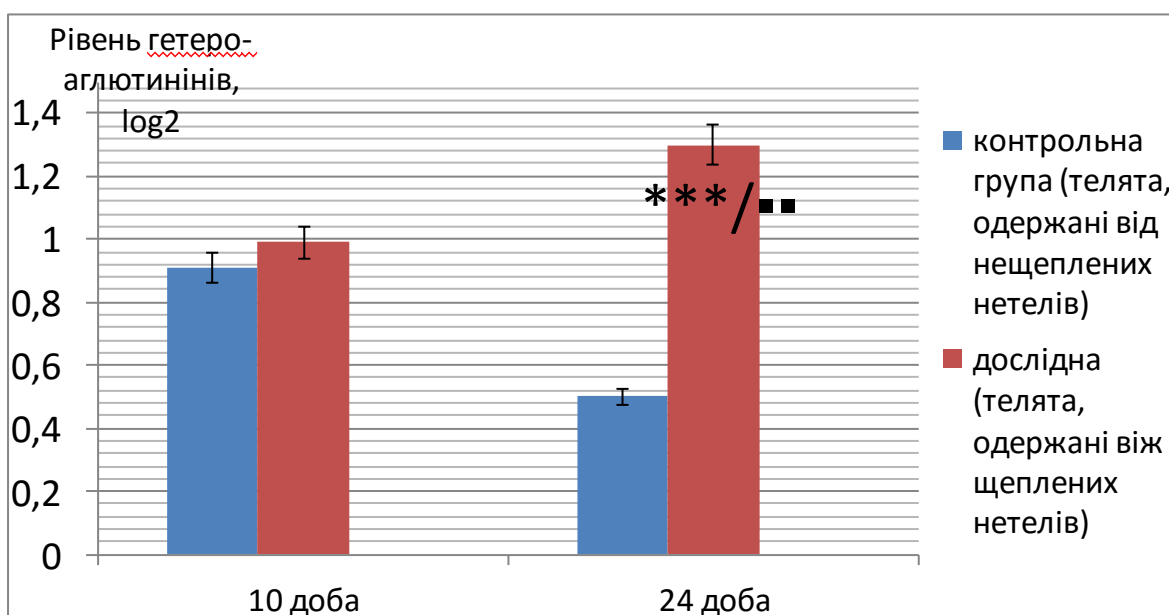
Примітка. *** – $p < 0,001$ порівняно із показниками тварин контрольної групи ; ■ – $p < 0,01$ порівняно із власними попередніми даними

Аналіз результатів досліджень з вивчення кількісного вмісту гетероаглютининів в сироватці крові телят, одержаних від вакцинованих та невакцинованих нетелів, яких було щеплено вакциною «Метакол» у віці 10 діб, показав зростання вірогідно їх титрів у 2,6 рази ($p < 0,001$), порівняно із показниками у телят, одержаних від нещепленого поголів'я та на 31,3 % порівняно із власними попередніми показниками (табл. 1, рис. 1).

Одержані дані свідчать, що застосування вакцинного препарату телятам 10-добового віку викликало імунологічну перебудову у організмі щепленого молодняка.

Таким чином, застосування вакцини «Метакол» тільним нетелям сприяло

підвищенню природного захисту у щеплених тварин, оскільки рівень гетероаглютининів зростав на 10,4 % порівняно із показниками у невакцинованої худоби, що впливало на підвищення рівня колострального імунітету у новонароджених та телят 3- і 10-добового віку, одержаних від імунізованих нетелів та про що свідчили показники, які вірогідно на 50,0 % зростали у новонароджених ($p < 0,001$), на 12,3 % у телят 3 добового та на 8,8 % у телят 10 добового віку.



Примітки: *** – $p < 0,001$, порівняно із показниками телят контрольної групи; ■ – $p < 0,01$, порівняно із власними попередніми показниками.

Рис. 1. Рівень гетероаглютининів у телят, одержаних від вакцинованих та невакцинованих нетелів, щеплених у 10-добовому віці

Щеплення вакциною телят 10-добового віку, одержаних від імунізованих нетелів, сприятливо відобразилося на показниках вмісту гетероаглютининів через 14 діб після щеплення, оскільки спостерігалось їх збільшення вірогідно у 2,6 рази ($p < 0,001$) порівняно із показниками у молодняка, одержаного від невакцинованого поголів'я нетелів.

Висновки

1. Імунізація тільних нетелів вакциною «Метакол» стимулювала у них підвищення природного захисту, оскільки рівень гетероаглютининів зростав на 9,4 % порівняно із показниками невакцинованої худоби.

2. Щеплення нетелів вакциною «Метакол» позитивно впливало на рівень колострального імунітету у новонароджених, 3- та 10-добових телят, що засвідчено вірогідним збільшенням вмісту гетероаглютининів у крові тварин цих вікових груп.

3. Імунізація телят, отриманих від щеплених тварин, сприяла вірогідному збільшенню вмісту гетероаглютининів у 2,6 разів ($p < 0,001$) порівняно із тваринами контрольної групи.

4. Для вирішення проблеми колибактеріозу в господарствах рекомендуємо застосовувати вакцину «Метакол» дорослій вагітній худобі та отриманим від них телятам у віці 10 діб.

Список літератури

1. Полов'ян К. С. Гострі кишкові інфекції, викликані умовно-патогенетичними мікроорганізмами: перспективи досліджень / К. С. Полов'ян, М. Д. Чемич // Сучасні інфекції. – 2010. – № 2 – С. 91-99.

2. Шлунково-кишкові хвороби новонароджених телят / В. І. Левченко, В. П. Заярнюк, І. В. Папченко [та ін.] – Біла Церква, 1997. – 81 с.

3. Кунська К. М. Вплив структури раціонів корів на молочну продуктивність та збереженість телят / К. М. Кунська // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. – Біла Церква, 2005. – Випуск 33. – С. 116-121.

4. Головка А. Епізоотологічний моніторинг. Ешерихіоз (колибактеріоз) тварин / А. Головка, В. Ушкалов // Ветеринарна медицина України. – 2004. – № 2. – С. 6-9.

5. Мельничук Д. О. Закономірності формування колострального імунітету у новонароджених телят / Д. О. Мельничук, М. І. Цвіліховський, В. А. Грищенко // Український біохімічний журнал. – 2002. – Том 74. – № 2. – С. 21-25.

6. Кравчук Л. С. Вплив температури навколишнього середовища на рівень колострального імунітету тварин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://www.Bankrabort.com/work-7016/html>

7. Зароза В. Г. Молозиво – корм для новонароджених телят / В. Г. Зароза // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – № 12. – 2007. – С. 44-48.

8. Манжурина О. Совершенствование специфической профилактики желудочно-кишечных болезней у телят / О. Манжурина, М. Некрылов // Ветеринария сельскохозяйственных животных: научно-практич. журнал. – М.: Сельхозиздат, 2013. – № 4. – С. 42-47.

9. Сетдеков Р. А. Испытание иммуногенной активности субъединичной вакцины против колибактериоза телят и поросят в производственных условиях

/ Р. А. Сетдеков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015 – Т.221, № 1. – С.199-201.

10. Волкова М. В. Применение экспериментальной вакцины против эшерихиоза сельскохозяйственных животных / М. В. Волкова, М. Л. Малинин // Весник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4 (28). – С. 70-72

11. Кравців Ю. Р. Імунні реакції на антигенну стимуляцію / Ю. Р. Кравців, О. М. Дацьків // Міжвідомчий тематичний науковий збірник № 80, Харків. – 2002. – С. 324-325.

12. Показники імунітету тварин проти гострих кишкових інфекцій / Р. П. Маслянюк, Б. М. Куртяк, Р. Б. Флюнт [та ін.] // Наук. Вісник ЛНУВМ та БТ. – 2012. – Т.14, № 3 (53), Ч.1 – С. 154-159.

13. Імунний статус, способи оцінки і методи корекції у телят раннього віку: монографія / О. І. Віщур, Б. В. Гутий, Д. Ф. Гуфрій [та ін.] — Львів: СПОЛОМ, 2015. — 183 с.

14. Методичні рекомендації оцінки та контролю імунного статусу тварин: визначення факторів неспецифічної резистентності, клітинних і гуморальних механізмів імунітету проти інфекційних захворювань / Р. П. Маслянюк, Л. І. Олесюк, А. І. Подовський [та ін.] – Львів, 2001. – 87 с.

15. Чернушенко Е. Ф. Иммунологические исследования в клинике / Е. Ф. Чернушенко, Л. С. Когосова. – К.: Здоров'я, 1978. – С. 1-7; 20-21.

Referens

1. Polov'ian K. S. Hostri kyshkovi infektsii, vyklykani umovno-patohenetychnymy mikroorhanizmy: perspektyvy doslidzhen / K. S. Polov'ian, M. D. Chemych // Suchasni infektsii. – 2010. – № 2 – S. 91 – 99.

2. Levchenko V. I. Shlunkovo-kyshkovi khvoroby novonarodzhenykh teliat / V. I. Levchenko , V. P. Zaiarniuk , I. V. Papchenko ta in. – Bila Tserkva, 1997. – 81 s.e

3. Kunska K. M. Vplyv struktury ratsioniv koriv na molochnu produktyvnist ta zberezhenist teliat / K. M. Kunska // Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho ahrarynoho universytetu. – Bila Tserkva, 2005. – Vypusk 33. – S. 116 – 121.

4. Holovko A. Epizootolohichniy monitorynh. Esherykhioz (kolibakterioz) tvaryn / A. Holovko, V. Ushkalov // Veterynarna medytsyna Ukrainy. – 2004. – № 2. – S. 6 – 9.

5. O. Melnychuk D. Zakonomirnosti formation colostrat imunitetu in novonarodzhenih calves / D. O. Melnychuk, M. I. Tsviliovskiy, VA Grishchenko // Ukrainsky biokhimichniy magazine. - 2002. - Volume 74. - № 2. - S. 21 - 25.

6. Kravchuk L. S. Vplyv temperatury navkolyshnoho seredovyscha na riven kolostralnoho imunitetu tvaryn. – Internet-dostup: // <http://www.Bankrabort.com/work-7016/html>

7. Zaroza V. H. Molozyvo – korm dlia novonarodzhennykh teliat / V. H. Zaroza // Veterynariya selskokhoziaistvennykh zhyvotnykh. – № 12. – 2007. – S. 44 – 48
8. Manzhurina O., Nekrylov A. Sovershenstvovanie specificheskoy profilaktiki zheludochno-kishechnykh boleznej u telyat / O. Manzhurina, M. Nekrylov // Veterinariya sel'skohozyajstvennykh zhyvotnykh: nauchno-praktich. zhurnal. – M.: Sel'hozizdat, 2013. – № 4. – S. 42–47
9. Setdekov R.A. Ispytanie immunogennoj aktivnosti sub"edinichnoj vakcyny protiv kolibakterioza telyat i porosyat v proizvodstvennykh usloviyah / R.A. Setdekov // // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj medicyny im. N.EH. Baumana. – 2015 – №1. – T.221.– S.199–201.
10. Volkova M.V., Malinin M. L. Primenenie ehksperimental'noj vakcyny protiv ehsherihioza sel'skohozyajstvennykh zhyvotnykh / M.V. Volkova, M.L. Malinin // Vesnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2014. – №4 (28). – S. 70–72
11. Kravtsiv Iu.R. Imunni reaktsii na antyhennu stymuliatsiiu / Iu.R. Kravtsiv, O.M. Datskiv // Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk № 80, Kharkiv. – 2002. – S. 324 – 325.
12. Maslianko R.P. Pokaznyky imunitetu tvaryn proty hostrykh kyshkovykh infektsii / R.P. Maslianko, B.M. Kurtiak, R.B. Fliunt ta in. // Nauk. Visnyk LNUVM ta BT. – 2012. – t.14 №3 (53)ch.1 – S. 154 – 159
13. Vishchur O. I. Imunnyi status, sposoby otsinky i metody korektsii u teliat rannoho viku: monohrafiia / [O. I. Vishchur, B. V. Hutyi, D. F. Hufrii , ta in] — Lviv: SPOLOM, 2015. — 183 s.
14. Maslianko R. P. Metodychni rekomendatsii otsinky ta kontroliu imunnoho statusu tvaryn: vyznachennia faktoriv nespetsyfichnoi rezystentnosti, klitynnykh i humoralnykh mekhanizmiv imunitetu proty infektsiinykh zakhvoriuvan / R. P. Maslianko, L. I. Olesiuk, A. I. Podovskyi ta in. – Lviv, 2001. – 87 s.
15. SHernushenko E. F. Immunologicheskie issledovaniya v klinike / E. F. SHernushenko, L. S. Kogosova. – K.: Zdorov'ya, 1978. – S. 1 – 7; 20 – 21.

**НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ГУМОРАЛЬНОГО
ИММУНИТЕТА У НЕТЕЛЕЙ И ПОЛУЧЕННЫХ ОТ НИХ ТЕЛЯТ
ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКЦИНЫ «МЕТАКОЛ»**

Т. Б. Васильева

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследований влияния вакцины «Метакол» на организм крупного рогатого скота. Препарат применялся для профилактики колибактероза молодняка крупного рогатого скота – нетелей, новорожденных 3- 10- и 24-х дневных телят. Исследовано влияние препарата на неспецифические факторы гуморального звена иммунитета. У тельных нетелей после применения вакцины повышался уровень естественной защиты, так как уровень гетероагглютининов возрастал на 10,4%, по сравнению с показателями невакцинированных

животных. У новорожденных, 3- и 10-дневных телят полученных от вакцинированных нетелей титр нормальных антител вырос соответственно на 50, 12,3 и 8,8 %. Иммунизация телят в возрасте 10 дней вакциной «Метакол» способствовала повышению у них уровня гетероагглютининов в 2,6 раз по сравнению с показателями телят контрольной группы.

Установлено, что вакцина «Метакол» положительно влияет на неспецифические факторы гуморального звена иммунитета крупного рогатого скота разных возрастных групп. Полученные результаты доказывают эффективность и целесообразность применения вакцины «Метакол» тельным нетелям и полученному от них потомству в возрасте 10 дней от роду.

Ключевые слова: резистентность, вакцинация, иммуноглобулины, микрофлора, антигены, антитела, гуморальный иммунитет, сыворотка крови, телята

NONSPECIFIC FACTORS OF HUMORAL IMMUNITY IN ANIMALS FOR THE VACCINE «METAKOL»

T. B. Vasileva

Abstract. *This paper presents the results of research impact vaccines' Metakol "on the body of cattle. The drug used for the prevention of colibacillosis in young cattle – heifers, newborns calves under three days, 10-days and 24 days. The effect of the drug on colibacillosis prevention nonspecific factors of humoral immunity. After the vaccine pregnant heifers they increased level of natural protection as standard heteroagglutinin level by 10.4% compared to unvaccinated cattle performance. Newborn calves and 3- 10 days old heifers vaccinated derived from normal antibodies titer levels increased by 50, 12.3 and 8.8% respectively. Vaccination of calves 10 days old vaccine "Metakol" has increased the heteroagglutinin level 2.6 times compared to the figures of animals in the control group.*

It was established that the vaccine "Metakol" a positive effect nonspecific factors of humoral immunity in cattle of different age groups. The data demonstrate the effectiveness and feasibility of an experimental vaccine sample "Metakol" pregnant heifers and received from them offspring aged 10 days.

Keywords: *resistance, vaccination, immunoglobulins, microflora, antigens, antibodies, humoral immunity, serum, calves*

УДК 619:616.381-003.217:617:636.7

АУТОРЕІНФУЗИЯ АСЦИТНОЇ РІДИНИ ПРИ ЛІКУВАННІ СОБАК З УСКЛАДНЕНОЮ АСЦИТОМ ПОРТАЛЬНОЮ ГІПЕРТЕНЗІЄЮ

В. О. САЛІВОН, аспірант

В. П. СУХОНОС, доктор ветеринарних наук, професор

Національний університет біоресурсів та природокористування України

E-mail: Salivon28@yandex.ru

***Анотація.** Розробка ефективних методів лікування собак при асциті є досить актуальною, оскільки останнім часом відзначається помітне збільшення кількості хворих тварин із даною патологією. При цьому все більшого значення набувають простота і доступність терапевтичних методик, до яких належить аутореінфузія асцитної рідин. Але, на жаль, цей метод у сучасній ветеринарній практиці ще недостатньо вивчений.*

Мета досліджень полягає у з'ясуванні ефективності аутореінфузії асцитної рідини при лікуванні собак з портальною гіпертензією, ускладненою асцитом.

Проведені нами дослідження довели, що аутореінфузія асцитної рідини покращує результати лікування тварин з асцитом, позитивно впливає на динаміку клінічних симптомів, показників білкового балансу, а низький травматизм, простота виконання та доступність методики дозволяє її широке впровадження у клінічну практику.

***Ключові слова:** асцит у собак, аутореінфузія асцитної рідини, портальна гіпертензія*

***Актуальність.** Асцит – це накопичення вільної рідини в черевній порожнині, яка найчастіше (у 75 % випадків) виникає внаслідок розвитку портальної гіпертензії (ПГ); інші причини включають пухлини (10 %), застійну серцеву недостатність (5 %) та низку інших чинників. Ризик розвитку асциту після діагностування портальної гіпертензії становить 50 % протягом декількох років. Дворічне виживання собак після появи асциту сягає лише 5 %. Невелика кількість рідини може не давати симптомів, але подальше її накопичення призводить до розтягування черевної порожнини і появи дискомфорту, анорексії, нудоти, болю, респіраторних розладів. Після появи асцитної рідини в черевній порожнині виникають істотні порушення функції печінки, а також інших органів і систем організму [1, с.47].*

Найбільш поширеними механізмами розвитку асциту є портальна гіпертензія різного походження, яка спричиняє над-, внутрішньо- або

підпечінкову блокаду портального кровотоку; набряклий синдром через хронічну функціональну недостатність серця, захворювання нирок, аліментарну дистрофію; порушення відтоку лімфи із грудного протоку (у разі його поранення, здавлювання); пухлинне ураження очеревини (так званий асцит-перитоніт). У механізмі розвитку асциту нерідко поєднуються вплив кількох чинників. Крім того, розвитку асциту сприяють порушення регуляції водно-сольового обміну [2, с. 86-91].

Накопичення великої кількості трансудату в черевній порожнині веде до підвищення внутрішньочеревного тиску, рухливість діафрагми значно обмежується, вона відтісняється в грудну порожнину [3, с. 17]. В результаті виникає дихальна недостатність, порушується серцева діяльність, опір кровотоку в органах черевної порожнини значно зростає. Водночас чим більше накопичується трансудату, тим більше страждають функції організму.

Характер трансудату, як правило, серозний, рідше – з кров'ю або жирами. Іноді в черевній порожнині накопичується від 1 до 10 і більше літрів рідини [4, с. 54].

Лікування визначається характером основного захворювання. Метою консервативної терапії зазвичай є зменшення затримки хлориду натрію за допомогою гіпонатрієвої дієти та діуретичної терапії із застосуванням антагоністів альдостерону – спіронолактону (верошпірону) від 25 мг до 100 мг на день та усунення порушень кровообігу за допомогою серцевих глікозидів за декомпенсації серця.

Взагалі, проблема лікування тварин із синдромом портальної гіпертензії, яка ускладнюється асцитом, на даний час залишається актуальною. Останнім часом в клінічній практиці відзначається помітне збільшення кількості собак з асцитом. Зазвичай у клініки тварини з портальною гіпертензією надходять з важкими ускладненнями, які виникають в більшості випадків після безуспішного консервативного лікування. Між тим летальність з моменту появи асциту дуже висока [5, с. 101].

Оскільки тільки консервативні методи лікування тварин за асциту мало ефективні, то раціональним є доповнення їх поверненням асцитної рідини до

організму для зменшення розвитку гіпопротеїнемії. Відомо, що асцитна рідина є повністю біохімічно сумісним плазмозамінником. В ній містяться білок плазми, амінокислоти, електроліти, ферменти та інші компоненти плазми крові [6, с. 18; 7, с. 69].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Актуальність проблеми лікування собак з ускладненою асцитом портальною гіпертензією представляється в даний час досить значною. Також, за останній час відзначається відсутність наукових робіт та розробок, присвячених лікуванню собак з ускладненою асцитом портальною гіпертензією, що говорить про слабкий розвиток цієї проблеми.

Механізми появи асциту дуже складні, але в його патогенезі істотну роль відіграють порушення абдомінального і вісцерального лімфообігу, диспротеїнемії та гіпоальбумінемії . [7, с. 114-116].

Консервативні методи лікування собак з ускладненою асцитом портальною гіпертензією в більшості своїй не ефективні, оскільки гіпопротеїнемія завжди супроводжує синдром портальної гіпертензії, що вимагає додаткових введень альбуміну, в той час, як асцитна рідина містить високу концентрацію альбуміну [8, с. 114]. Використання донорської плазми може викликати у цих хворих алергічні реакції. Використання ж альбуміну і подібних білкових препаратів досить затратні, в той час, як в асцитній рідині міститься значна кількість білка плазми (від 15 до 35 г/л), амінокислоти, електроліти, гормони, ферменти, вітаміни. Позитивний ефект від аутореінфузії асцитної рідини може бути обумовлений поверненням нативного білка, що позитивно впливає на динаміку клінічних симптомів та на показники білкового балансу [9, с. 56-60].

У зв'язку з цим апробація аутореінфузії асцитної рідини під час лікування собак з ускладненою асцитом портальною гіпертензією не викликає сумнівів.

Мета досліджень полягає в з'ясуванні ефективності аутореінфузії асцитної рідини при лікуванні собак з портальною гіпертензією, ускладненою асцитом.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження проводили на базі клініки ветеринарної медицини «Чотири лапи» в м. Києві. Під час проведення аутореінфузії асцитної рідини використовували стерильні гумові трубки для переливання розчинів, внутрішньовенні системи фірми В. Braun в залежності від розмірів тварин 20G та 16G, стерильні скляні герметичні ємкості по 200,0 мл. Із додаткових матеріалів використовували шприци на 2,0 мл та 20,0 мл, 0,5 %-й розчин новокаїну, 96 °-й етиловий спирт та марлеві тампони.

Перед аутореінфузією асцитної рідини та після її проведення у собак визначали рівень загального білка у крові, шляхом відбору крові з периферійної вени *v.сerphatica antebrachii* до пластикової пробірки та подальшого її дослідження рефрактометричним методом, котрий дозволяє визначити рівень загального білка сироватки шляхом здібності розчинів білка до заломлення світлового потоку. Також, за допомогою шприца шляхом проведення діагностичного лапароцентезу отримували 20 мл асцитної рідини. Пункцію виконували по білій лінії живота на 1-2 см нижче пупка. Обстеження асцитної рідини включало її візуальну оцінку, визначення в ній загального білка рефрактометричним методом, також робили бактеріологічний посів . Для цього відібрану асцитну рідину переносили до стерильної ємкості. В подальшому з рідини робили мазки, які фарбували за Грамом. Мікроскопію осаду асцитної рідини проводили методом розчавленої між двома предметними скельцями краплі. У подальшому скельця висушували та фарбували модифікованою фарбою Райта, після чого проводили цитологічний аналіз.

Всього метод аутореінфузії асцитної рідини був апробований на 5 собаках віком від 5 до 11 років різних порід (болонка, кокер-спаніель, стафордширський тер'єр, німецька вівчарка та такса) масою тіла від 8 до 41 кг. Всім собакам був поставлений попередній діагноз на портальну гіпертензію, ускладнену асцитом.

Реінфузію асцитної рідини проводили в операційній в умовах суворої асептики. Собак фіксували на правому боці, інфільтраційну анестезію виконували 0,5 %-м розчином новокаїну. Периферійний катетер разом з

голкою-провідником вводили перпендикулярно до шкіри, в залежності від товщини черевної стінки собаки, на 2-4 см вглиб. Коли катетер долав черевну стінку і на кінчику конюлі з'являлася крапля асцитної рідини, голку-провідник виймали, кінець конюлі закривали змінним гвинтовим ковпачком та фіксували периферійний катетер вузлуватим П-подібним швом до шкіри. До кінця конюлі під'єднували трубку для переливання розчинів, а протилежний кінець трубки з голкою вводили в стерильну ємкість. Після заповнення ємкості асцитною рідиною трубку під'єднували до системи для внутрішньовенного введення. Останню фіксували в периферійній вені (v. cephalica antebrachii) грудної кінцівки. Швидкість інфузії складала 5 мл/хв., кількість уведеної рідини визначали з розрахунку 30-40 мл на кг живої маси тіла тварини. Інфузію проводили частинами з інтервалами в 3-5 хвилин, після введення кожних 100 мл рідини. Це сприяло поступовому перерозподілу рідини та дозволяло уникнути перевантаження венозної системи. Також, всім хворим собакам після лапароцентезу був назначений антибіотик, для профілактики інфекції, а саме цефалоспорин – цефтріаксон в дозі 30 мг/ кг, внутрішньом'язово, один раз на добу 7 днів.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати лабораторних досліджень показали, що колір асцитної рідини у 5 хворих собак коливався від світло-жовтого до жовтого. Вміст білка в асцитній рідині коливався від 19,8 до 24,1 г/л, в крові – від 42,9 до 49,7 г/л. Мікробного забруднення під час бактеріологічного дослідження не було виявлено. За цитологічним дослідженням атипів клітини злоякісних пухлин були відсутні, основну частину клітин займали лімфоцити (68 %), сегментоядерні нейтрофіли склали меншу частину (10 %), моноцити (2 %), макрофаги (2 %), мезотеліальні клітини (6 %), мононуклеоцити (12 %).

Після проведення аутореінфузії асцитної рідини у піддослідних собак відмічалось покращення загального стану, підвищення рухової активності та діурезу, зменшення порушень зовнішнього дихання. Об'єктивно, крім зменшення розмірів живота, спостерігали зниження набряку тканин.

За лабораторними дослідженнями, рівень загального білку в крові дещо підвищився, про що свідчать дані таблиці 1.

1. Рівень загального білку в крові та асцитній рідині, г/л

Піддослідні тварини	Рівень загального білка в крові, г/л		Рівень загального білка в асцитній рідині, г/л
	до аутореінфузії	після аутореінфузії	
1-а собака (болонка)	42,9	44,3	19,8
2-а собака (кокер-спаніель)	45,0	47,1	21,2
3-а собака (стаффордширський тер'єр)	47,5	49,9	22,2
4-а собака (німецька вівчарка)	49,7	52,6	24,1
5-а собака (такса)	44,6	47,4	20,9

Після проведення аутореінфузії не спостерігали жодного ускладнення. Запропонований метод аутореінфузії асцитної рідини технічно простий, може бути виконаний в кожній ветеринарній клініці, котра має операційну залу. Для попередження ускладнень необхідне суворе дотримання асептики та техніки проведення пункції, правильний вибір режиму інфузії. Тобто, є всі підстави вважати аутореінфузію асцитної рідини ефективним, простим, доступним паліативним методом лікування асциту.

Висновки

1. Внутрішньовенна інфузія асцитної рідини може бути використана під час лікування собак із портальною гіпертензією, ускладненою асцитом, оскільки вона дозволяє дещо підвищити рівень загального білку крові .

2. Реінфузія асцитної рідини у собак з ускладненою асцитом портальною гіпертензією позитивно впливає на динаміку клінічних симптомів хвороби. Це проявляється підвищенням фізичної активності, посиленням діурезу та зменшенням тахікардії

Отже, реінфузія асцитної рідини хворим собакам із синдромом портальної гіпертензії і асцитом є ефективним та безпечним методом поповнення білків плазми крові. Вона дозволяє поліпшити результати

лікування у важких тварин у порівнянні з однією тільки консервативною терапією.

Список літератури

1. Гугишвили, Л. А. Портоковальні анастомози та портальна гіпертензія / Л. А. Гугішвілі. – М.: Хірургія, 2005. – 260 с.
2. Гальперин, Є. І. Порушення крово- та лімфообігу в печінці при її ураженні / Є. І. Гальперин. – М.: Хірургія, 2003. – 105 с.
3. Бонагура, Дж. Д. Сучасний курс ветеринарної медицини малих домашніх тварин / Дж. Д. Бонагура. – М.: Акваріум, 2005. – 1376 с.
4. Абрамов, М. Г. Клінічна цитологія / М. Г. Абрамов. – М.: Медицина, 2004. – 146 с.
5. Камишніков, В. С. Методи клінічних лабораторних досліджень / В. С. Камишніков, О. А. Волотовська – Мн.: Бел.наука, 2003 . – 242 с.
6. Уїлланд, М. Д. Лабораторна діагностика в клініці малих домашніх тварин / М. Д. Уїлланд– М.: Акваріум, 2004. – 432 с.
7. Методы реинфузии асцитической жидкости в комплексном лечении больных асцитом / З. М. Мусаев, З. Г. Лугиев, А. И. Хамидов [и др.] – М.: Медицинская наука, 2001. – 153 с.
8. Диагностика и лечение осложненных портальной гипертензии / Г. Н. Андреев, Е. А. Апсаров, А. С. Ибадильдин [и др.] – Т.: Издательство томского университета, 1999. – 109 с.
9. Ивашкин, В. Т. Болезни печени и желчевыводящих путей: Руководство для врачей 2-е изд / И. Т. Ивашкин. – М.: ООО «Издат. дом «М-Вести», 2005. – 536 с.

References

1. Huhyshvyly, L.A. (2005). Portokoval anastomoses and portal hypertension. Surgery, 2005.
2. Galperin, E.L. (2003). Violation of blood and lymph circulation in the liver lesion in her . Surgery, 105.
3. Bonahura, J.D. (2005). The current rate of veterinary medicine small pets. Aquarium, 1376 .
4. Abramov, M.G. (2004). Clinical cytology . Medicine, 146 .
5. Kamyshnikov, V.S., Volotovska O.A. (2003). Methods of clinical laboratory - Mn .: Bel.nauka, 242 .
6. Uilland , M. D. (2004). Laboratory diagnosis in the clinic of small animals. Aquarium, 432 .
7. Musayev, Z.M., Lugiev, Z.G., Khamidov, A.I. (2001). Methods reinfusion of ascites in treatment of patients with ascites . Moskow, Russia : Medical Science, 153.
8. Andreev, G.N., Apsatarov, E.A., Ibadildin, A.S. (1999). Diagnosis and treatment of complications of portal hypertension .Tomsk : Publishing house of Tomsk State University, 109 .
9. Ivashkin , V.T . (2005) . Diseases of the liver and biliary tract: a guide for physicians, 2nd ed . Izdat. house «M-Vesti", 536 .

АУТОРЕИНФУЗИЯ АСЦИТНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ СОБАК С ОСЛОЖНЕННОЙ АСЦИТОМ ПОРТАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В. А. Саливон, В. П. Сухонос

Аннотация. Разработка эффективных методов лечения собак при асците является весьма актуальной, поскольку в последнее время отмечается заметное увеличение количества больных животных с данной патологией. При этом все большее значение приобретают простота и доступность терапевтических методик. В частности, к которым относится аутореинфузия асцитной жидкости. Но, к сожалению, этот метод в современной ветеринарной практике еще недостаточно изучен.

Цель исследований заключается в выяснении эффективности аутореинфузии асцитной жидкости при лечении собак с портальной гипертензией, осложненной асцитом.

Проведенные нами исследования показали, что аутореинфузия асцитной жидкости улучшает результаты лечения животных с асцитом, положительно влияет на динамику клинических симптомов, показателей белкового баланса, а низкая травматичность, простота исполнения и доступность методики позволяет ее широкое внедрение в клиническую практику.

Ключевые слова: асцит у собак, аутореинфузия асцитной жидкости, портальная гипертензия

AUTOREINFUSION ASCITES FLUID DURING TREATMENT OF DOGS WITH COMPLICATED ASCITES OF PORTAL HYPERTENSION

V. A. Salivon, V. P. Sukhonos

Annotation. Developing effective treatments for dogs with ascites is very relevant, as has recently been a noticeable increase in the number of sick animals with this pathology. This is increasingly important simplicity and availability of therapeutic techniques. In particular belonging to the ascites fluid autoreinfusion. Unfortunately, this technique in modern veterinary practice is poorly understood.

The purpose of research is to ascertain the effectiveness autoreinfusion ascites fluid in the treatment of dogs with portal hypertension complicated by ascites.

Our studies have shown that autoreinfusion ascites fluid improves results of treatment of animals with ascites, positive impact on the dynamics of clinical symptoms, indicators of protein balance, and low invasiveness, simplicity, performance and availability of methods allowing its widespread introduction into clinical practice.

Keywords: ascites in dog's autoreinfusion ascites fluid, portal hypertension

УДК 615.89:625.77

**ЭНЕРГО-ИНФОРМАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В
ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ – ТРАДИЦИЯ И ИННОВАЦИЯ**

А. М. ГОРЕЛОВ, доктор биологических наук,

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины

E-mail: alexgorelov@rambler.ru

***Аннотация.** Обосновывается использование энерго-информационного подхода в ландшафтной дизайне. В основу такого подхода положено широко распространенное в странах Востока учение Фен-Шуй. Это традиционное учение построено на восприятии и оптимизации энергетических потоков, что практически игнорируется в «западных» школах ландшафтного дизайна. Биолокационный метод позволяет определять «энергетические» особенности конкретного ландшафта. Основными направлениями применения этого метода в ландшафтном строительстве уже сегодня мы видим в предварительной оценке местности, выборе мест под жилищную застройку или длительного пребывания людей, прокладки линий инженерных коммуникаций и дорожно-тропиночной сети, определении посадочных мест для древесных растений с учетом их отношений к геогенному излучению, а также оптимизации размещения и формы архитектурных и других элементов ландшафта. Перспективным, но пока еще методически неразработанным направлением может стать комплексная энерго-информационная экспертиза как уже существующего ландшафта, так и дизайнерского проекта, что позволит полнее гармонизировать пространство.*

***Ключевые слова:** ландшафтный дизайн, гармонизация пространства, Фен-Шуй, биолокационный метод*

Актуальность. Все большая часть населения, проживая в городах, лишается возможности непосредственного контакта с естественными ландшафтами, что существенно влияет на ухудшение условия их жизни. Кардинальным путем улучшения такой ситуации является повышения качества организации пространства, что требует совершенствования известных и поиска новых подходов, направлений и стилей в ландшафтном дизайне.

Применение новых видов и сортов растений, материалов и технологий существенно расширяет такие возможности. Но неизменным ключевым критерием результативности такого инновационного поиска остается гармонизация окружающего пространства. Успешность проекта и его реализации

для каждого объекта ландшафтного дизайна (начиная от миниатюрных композиций и заканчивая большими парками) в конечном итоге определяется этим требованием. Выбор территории, принятие во внимание имеющихся свойств ландшафта, исторических особенностей и традиций, умение их использовать, композиционные решения как в целом, так и проработка отдельных фрагментов с учетом визуального восприятия перспектив и пропорций, оптимального сочетания открытых и закрытых пространств, сезонных цветовых аспектов, биологических и экологических особенностей растений – вот далеко не полный перечень вопросов, которые встают перед ландшафтным архитектором. Поэтому практически каждый такой проект становится индивидуальным, если не задаваться целью точного воспроизведения созданного ранее. Такая неповторимость (что, в прочем, не исключает возможность использования наиболее подходящих в конкретных условиях некоторых удачных «типовых» композиционных решений) подразумевает творческую, во многом интуитивную работу, в основе которой во многом лежит чувственное подсознательное восприятие особенностей ландшафта.

Одним из принципов благоустройства территории, который позволяет наиболее полно гармонизировать пространство, является применяемый в «восточных» традициях ландшафтного дизайна энергетический подход. Использование мало понятной для представителей «западной» цивилизации терминологии, отсутствие глубокого понимания методологических основ и энерго-информационной мировоззренческой концепции Востока, методов восприятия и оценки «энергетических» свойств пространства пока не позволяют в полной мере использовать это интереснейшее направление в ландшафтном дизайне.

Цель исследования – ознакомление специалистов ландшафтного дизайна с основами энерго-информационного подхода гармонизации пространства.

Материалы и методы исследований. Поскольку признанных инструментальных методов «энергетической» оценки местности пока не существует, поэтому единственным способом остается биолокация. Этот метод не

получил общепринятого научного обоснования, оставаясь по своей сути интуитивным и во многом субъективным, что снижает возможности его имплементации в систему научных методов. Несмотря на эти ограничения, сейчас биолокация традиционно используется в поисковой и инженерной геологии, диагностике состояния здоровья, поиске линий подземных коммуникаций, оценке состояния технических систем и некоторых других областях человеческой деятельности [1]. По нашему мнению, наиболее полно явление биолокации находит объяснение в рамках энерго-информационной (эниологической) концепции, которая пока рассматривается наукой на уровне гипотезы и воспринимается неоднозначно. В общих чертах эта концепция основывается на допущении существования более тонких структурных уровней организации материи, полей пока неизвестной природы и способности человека их воспринимать [7].

Результаты исследований и их обсуждение. В основу большинства мировоззренческих восточных систем положено представление о существовании энерго-информационного уровня структурной организации материи, который предшествует вещественному уровню. Согласно этим системам, связи человека с окружающим пространством осуществляется первоначально не на вещественном, а на энергетическом уровне. Такая универсальная энергия в Китае получила название «ци», Японии «ки», Вьетнаме «кхи», Индии «прана». Отдельная территория, каждый ландшафт и его элементы характеризуются определенными энергетическими характеристиками, степень соответствия которых энергетическим параметрам человека и определяют уровень гармонизации между ним и окружающим его пространством. На таком подходе основывается выбор мест для строительства жилья, культовых сооружений, территорий для захоронений, особенностей архитектуры, сочетания элементов ландшафта и т.д.

Если европейские стили (особенно регулярный) подчеркивают активное преобразование природы человеком, то в большинстве традиционных восточных садов, парков отдельных композиций акцент делается на созерцательность и естественность, а присутствие человека ограничивается отдельными

малозаметными элементами, имеющими больше подчиненный, чем доминирующий характер. В основу этой философии положен неантропоцентрический подход, где человек представлен как часть единой целостной реальности. На таком понимании взаимоотношения между человеком и природой основывается древнекитайское искусство гармонизации пространства Фен-Шуй, что дословно переводится как ветер и вода. Эти две стихии наглядно воплощают принцип движения и различных состояний энергии Ци.

В этом учении выделяется несколько направлений, где основными являются школы Компаса и Формы. Следуя традициям школы Компаса, выбор места и его благоустройство определяются относительно сторон света и соответствующей компоновкой ландшафта. Предполагается, что гармонизация пространства здесь может достигаться различным сочетанием и расположением элементов ландшафта, которые определяются по специальному компасу, имеющего несколько поворотных лимбов. Школа Формы основана на непосредственном восприятии энергетического «рисунка» местности. По образному выражению мастеров этого направления, умение распознавать энергетические особенности местности – главное требование в Фен-Шуй. По оценкам специалистов этой школы для гармонизации пространства существенное значение имеют особенности рельефа, микроклимата, наличие, конфигурация и взаимное расположение других элементов ландшафта (водоемов, растительности, дорог и других сооружений, включая культовые, и т.д.). Особое внимание при выборе мест долговременного пребывания людей также уделяется оценке земного (геогенного) излучения. Чтобы избежать жилищной застройки таких мест с нежелательным влиянием (т.н. «зубов дракона») в древнем Китае существовала специальная государственная служба, определявшая такие места. Современная наука также подтверждает существование такого излучения, что может оказывать как положительное, так и негаивное влияние на человека, строения, линии коммуникаций [8].

Воздействие геогенного излучения на биологические объекты остается практически неизученным. Есть данные о повышении заболеваемости людей и

домашних животных, повреждении строений и линий коммуникаций в зависимости от уровня и характера этого излучения [5]. Ряд исследований показали, что этот фактор существенно влияет и на растения [1, 6]. Такое воздействие определяется интенсивностью и поляризацией (правой или левой) данного излучения. Как и на любой другой экологический фактор, растения разных видов реагируют на него неодинаково. Так, сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. лучше произрастает на местах с интенсивным правополяризованным излучением. Реакция дуба черешчатого *Quercus robur* L. на этот фактор имеет противоположный характер. Наиболее крупные с наивысшим ценотическим статусом деревья этих и других видов приурочены к местам с оптимальными для них характеристиками геогенного излучения. На такую зависимость указывают профессора И. С. Марченко и Г. Т. Криницкий, М. В. Рогозин [3, 4, 6]. Этот существенный экологический фактор сейчас практически не учитывается при ландшафтном проектировании в «западных» школах.

Очевидно, такое восприятие и использование энергетических особенностей местности с глубокой древности было характерным и для нашего народа. Археологические исследования показывают, что выбор мест для жилых построек и прочих сооружений нашими предками осуществлялся неслучайно. Так, самые древние поселения Киева находят на возвышениях (горы Замковая, Хоревица, Щекавица и др.), в то время как местность между Лаврским холмом и нынешней территорией Национального ботанического сада им. Н. Н. Гришко НАН Украины (сейчас здесь находится Музей истории Украины во Второй мировой войне) с таким же рельефом, почвами, растительностью, расположением к водным источникам и другими элементами ландшафта практически не заселялась человеком. Проходящий под этим холмом крупный геологический разлом существенно влияет на «энергетику» данной местности, что, очевидно, и было причиной ее незаселенности ранее. Особенно тщательно выбирались культовые места (курганы, языческие капища, кладбища, церкви, монастыри и т.п.). Для выбора таких мест привлекались люди, которые могли тонко чувствовать «энергетические» особенности местности. В частности, место возле

Национального музея истории Украины на Старокиевской горе, где ранее располагалось языческое капище, а в последствии стояла Десятинная церковь, отличается очень комфортными в «энергетическом» плане условиями.

По нашему мнению, применение биолокации в ландшафтном строительстве может существенно помочь в гармонизации пространства [2]. Здесь основными направлениями использования этого метода мы видим в предварительной оценке территории, выборе мест под жилищную застройку или места длительного пребывания людей, а также прокладки линий инженерных коммуникаций и дорожно-тропиночной сети, определении посадочных мест для древесных растений, составляющих композиционную основу озеленения, с учетом их отношений к геогенному излучению, расположению и форме архитектурных и декоративных элементов. Перспективным, но пока еще методически неразработанным направлением может стать комплексная энерго-информационная экспертиза как уже существующего ландшафта, так и дизайнерского проекта на начальных этапах его разработки. Существенным пробелом является отсутствие данных об отношениях растений большинства используемых в озеленении видов к геогенному излучению. Интересным, но также мало разработанным направлением, остаются исследования фитогенных полей, их роли во взаимоотношениях как между растениями, так и растениями и человеком на энерго-информационном уровне.

Выводы. Таким образом, одним из путей развития ландшафтного дизайна мы видим гармонизацию отношений между человеком и окружающим пространством на энерго-информационном уровне. Традиционно такой подход используется в дизайнерских традициях Востока (Фен-Шуй), но малоизвестен и практически не применяется при благоустройстве ландшафтов специалистами «западных» школ. Применение биолокационного метода в ландшафтном строительстве, на наш взгляд, позволяет найти полезное сочетание этих двух этих подходов. Актуальными задачами остаются ознакомление с ними специалистов, разработка методических основ, популяризация и применение биолокации в практике ландшафтного дизайна.

Список литературы

1. Горелов А. М. Биолокация и ее использование в изучении растений / А. М. Горелов. – К. : Фитосоциоцентр, 2007. – 112 с.
2. Горелов О. М. Еніологічні підходи у паркобудівництві / О. М. Горелов // М-ли науков. конф. «Збереження та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в умовах сталого розвитку» – 2013. – Біла Церква. – С. 79-81.
3. Криницкий Г. Т. Морфофизиологические основы селекции древесных растений: автореф. дисс. ... д.б.н. по специальности 06.03.01. (лесные культуры, селекция, семеноводство и озеленение) и 03.00.12 (физиология растений) / Г. Т. Криницкий. – К., 1993. – 53 с.
4. Марченко И. С. Биополе лесных экосистем / И. С. Марченко. – Брянск: Придесенье, 1995. – 188 с.
5. Пилипенко Г. П. Методика біолокації та картографування геоактивних структур. Методичні вказівки. / Г. П. Пилипенко. – Одеса: Астропринт, 2001. – 26 с.
6. Рогозин М. В. Лесные экосистемы и геобиологические сети [Электронный ресурс]: / Рогозин М. В. – Пермь, ПГНИУ, 2016. – 172 с. <http://elis.psu.ru/node/358578>.
7. Ханцеверов Ф. Х. Эниология. Т. 1. / Ф. Х. Ханцеверов. – М., 1996. – 282 с.
8. Экологическая геология Украины. / Шнюков Е. Ф., Шестопалов В. М., Яковлев Е. А. [и др.] – К.: Наук. думка, 1993. – 408 с.

References

1. Gorelov A.M. (2007). Bioloakaciya i ii ispol'zovanie v izuchenii rastenij [Dowsing and its use are in the study of plants] Kyiv, Ukraine: Fitosociocentr, 112.
2. Gorelov O.M. (2013). Eniologichni pidhody u parkobudivnictvi Proceeding of intern. conf. «Maintenance and reconstruction of botanical gardens and dendroparks are in the conditions of steady development» Bila Cerkva, Ukraine, 79 – 81.
3. Krinickij G.T. (1993). Morfofiziologicheskie osnovy selekcii drevesnyh rastenij: avtoref. diss. na sosisk. uch. step. d.b.n. po special'nosti 06.03.01. (lesnye kul'tury, selekciya, semenovodstvo i ozelenenie) i 03.00.12 (fiziologiya rastenij) [Morphophysiological of basis of selection of arboreal plants : Thesis for Doctor of Sciens Degree in Biology, speciality 06.03.01. (forest cultures, selection, seed-grower and planting of greenery) and 03.00.12 (phytophysiology), Kyiv, Ukraine, 53.
4. Marchenko I.S. (1995). Biopole lesnyh ehkosistem [Biofield of forest ecosystems] Bryansk, Rossia: Pridesen'e, 188.
5. Pilipenko G.P. (2001)/ Metodika bioloakacii ta kartografuvannya geoaktivnih struktur. Metodichni vkazivki. [Methodology of biolocation and mapping of geoactive structures. Methodical pointing]. Odesa, Ukraine: Astroprint, 26.
6. Rogozin M.V. (2016). Lesnye ehkosistemy i geobiologicheskie seti (Elektronnyj resurs) [Forest ecosystems and geobiological networks (Electronic resource)]. Perm', Rossia: PGNIU. 172. <http://elis.psu.ru/node/358578>.

7. Hanceverov F.H. (1996). *Eniologiya*. T. 1. [Eniology. V.1]. Moscow, Russia, 282.

8. Shnyukov E.F., Shestopalov V.M., Yakovlev E.A. and al. (1993). *Ecologicheskaya geologiya Ukrainy* [Ecological geology of Ukraine] Kyiv, Ukraine: Naukova dumka, 408.

ЕНЕРГО-ИНФОРМАЦІЙНИЙ НАПРЯМОК У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ: ТРАДИЦІЯ ТА ІННОВАЦІЯ

О. М. Горєлов

***Анотація.** Обґрунтовується використання енерго-інформаційного підходу у ландшафтному дизайні. В основу цього підходу покладено розповсюджене у країнах Сходу вчення Фен-Шуй. Це традиційне вчення побудоване на сприйнятті та оптимізації енергетичних потоків, що практично ігнорується у «західних» школах ландшафтного дизайну. Біолокаційний метод дозволяє визначити «енергетичні» особливості конкретного ландшафту. Як основні напрямки використання цього методу у ландшафтному будівництві вже сьогодні ми бачимо попередню оцінку місцевості, вибір місць під житлову забудову чи тривалого перебування людей, прокладання ліній інженерних комунікацій та доріжково-стежкової сітки, визначення посадкових місць для деревних рослин з урахуванням їх відношення до геогенного випромінювання, а також оптимізації розміщення та форм архітектурних та інших елементів ландшафту. Перспективним, але поки що методично нерозробленим напрямком може стати комплексна енерго-інформаційна експертиза як вже існуючого ландшафту, так і дизайнерського проекту, що дозволить повніше гармонізувати простір.*

***Ключеві слова:** ландшафтний дизайн, гармонізація простору, Фен-Шуй, біолокаційний метод*

ENERGY-INFORMATION DIRECTION IN LANDSCAPE DESIGN - TRADITION AND INNOVATION

A. M. Gorelov

***Abstract.** The usage of energy-information approach in landscape design is founded. The widespread in the East the teachings of Feng-Shui is put in the basis of this approach. This traditional doctrine is built on the perception and optimization of energy flow that is practically ignored in the "western" schools of landscape design. Dowsing method allows determining the "energy" of a particular landscape features. The main areas of this method application in landscaping today we see in the preliminary assessment of the terrain, selecting sites for housing construction or people long-term stay, laying of utility lines and road network, determination seats for woody plants with regard to their relationship to the geogenic emission as well as optimizing the placement and form of architectural and other landscape elements. The complex energy-information expertise of both existing landscape, and design project is a promising but still undeveloped methodically direction. This will harmonize the space better.*

Keywords: *landscape design, harmonization of space, Feng-Shui, dowsing method*

УДК 519.876.5:577.1:612.12

**ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
СТАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗА ПОБУДОВИ
МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Н. В. АРНАУТА, кандидат фізико-математичних наук,

О. В. АРНАУТА, кандидат ветеринарних наук,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: oarnauta@nubip.edu.ua

***Анотація.** В даній роботі розглядається постановка задачі побудови математичної моделі біохімічних процесів із застосуванням елементів статичного моделювання, схема розрахунків, побудова рівняння регресії і аналіз отриманих результатів. На даний час оволодіння сучасними методами збирання, обробки й аналізу статичної інформації – невід’ємний елемент підготовки висококваліфікованих спеціалістів. В статичному моделюванні процесів найчастіше доводиться мати справу з кореляцією ознак, коли зв’язок між ними знаходиться тільки на основі дослідження масових явищ. Кореляційний метод включає кількісну оцінку між статичними ознаками, що характеризують досліджувані явища взаємних залежностей. Напрям та форму зв’язку встановлюють за допомогою статичних групувань, а також графіків, побудованих у системі координат на основі емпіричних даних. Рівняння, за допомогою яких визначають статичний зв’язок між корелюючими величинами, називають рівняння регресії. Практично ця задача збігається із задачею підбору емпіричних формул за експериментальними даними і найчастіше розв’язується методом найменших квадратів. Друга задача кореляційного аналізу полягає в тому, щоб оцінити, настільки тісною (сильною) є кореляційна залежність між випадковими величинами. Побудовані рівняння регресії дозволяють прогнозувати зміни, які відбуваються в даній біохімічній системі з великою ступеню вірогідності. Наведено розв’язок конкретної конкретної задачі і аналіз отриманих результатів*

***Ключові слова:** біохімічні процеси, математичне моделювання, статичне моделювання*

Актуальність. Немає сьогодні такої галузі знань, де б не застосовувалися досягнення математики. Математизація великої кількості прикладних та фундаментальних наук дозволила моделювати поведінку частин системи, що розглядається, їх взаємодію з врахуванням факторів, що впливають на цю систему. Моделювання дозволяє значно спростити планування та виконання експериментів [2, 3].

Одна із задач статичного моделювання – виявити кількісну міру впливу того чи іншого фактора (або їх комплексу) на результати. В статичному моделюванні процесів найчастіше доводиться мати справу з кореляцією ознак, коли зв'язок між ними знаходиться тільки на основі дослідження масових явищ. Водночас закономірність зв'язку між ознаками проявляється як тенденція, що порушується впливом множини випадкових процесів. В усіх випадках за достатньої кількості спостережень вдається виявити закономірність, яка у середньому характеризує параметри взаємозв'язку [2].

Напрямок та форма зв'язку і вибір типу математичного рівняння найбільш чітко визначають взаємозалежність факторної та результативної ознак. Напрямок та форму зв'язку встановлюють за допомогою статичних групувань, а також графіків, побудованих у системі прямокутних координат на основі емпіричних даних [6].

Мета досліджень – побудова математичної моделі біохімічних процесів із застосуванням елементів статичного моделювання, рівняння регресії і аналіз отриманих результатів.

Матеріали і методи дослідження. Розглянемо схему розрахунків. В першу чергу треба в'яснити, яка загальна форма залежності y від x . Тут доцільним прийомом є побудова графіка. На графіку вдається візуально виявити передбачувану форму зв'язку. Стандартні програми аналізу регресій, що є майже в будь-якому програмно-математичному забезпеченні сучасних ЕОМ дозволяють підібрати найкращу для даного випадку форму зв'язку. На практиці найчастіше вивчення починають з розгляду та оцінки лінійного зв'язку як найбільш простого для інтерпретації параметрів. Тому форму зв'язку виразимо рівнянням:

$$y = ax + b,$$

де: y – значення результативної ознаки, x – значення факторної ознаки, a , b – шукані параметри [2].

За прямого зв'язку між корелюючими ознаками коефіцієнт регресії a матиме додатне значення, за зворотного – від'ємне.

Якби значення результативної ознаки y змінювалися строго пропорційно змінам факторної ознаки x , то очікувані значення y_i можливо було б точно обчислити за заданими значеннями x_i . В реальних умовах спостережені значення x_i будуть відрізнятися від очікуваних значень \bar{y}_i на величину ε_i , тобто одержуємо деяке розподілення відхилень:

$$\varepsilon_i = y_i - \bar{y}_i.$$

Чим менша ця різниця, тим ясніше проступає закономірність зв'язку між ознаками. Тому під час визначення параметрів слід знайти таку форму зв'язку, яка б забезпечила мінімум відхилень. А оскільки відхилення мають різні знаки, то ставиться вимога забезпечити мінімум суми квадратів відхилень:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \min,$$

де n – кількість досліджуваних значень, $n > 2$.

Метод, в якому невідомі параметри вибираються, щоб задовольнити поставленим вимогам, називають методом найменших квадратів.

Якщо для величини ε застосувати теорію екстремумів, то отримаємо необхідні умови для визначення невідомих параметрів a і b :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varepsilon}{\partial a} &= 0, \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial b} &= 0. \end{aligned}$$

Отримані рівняння називають нормальними рівняннями (кількість нормальних рівнянь має дорівнювати кількості параметрів).

Проведемо визначення параметрів рівняння лінійної залежності a , b методом найменших квадратів. Щоб визначити невідомі параметри рівняння $y=ax+b$ необхідно побудувати систему з двох рівнянь та вирішити її стосовно невідомих a , b [2-4, 7].

Система нормальних рівнянь буде мати такий вигляд:

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n y_i &= nb + a \sum_{i=1}^n x_i, \\ \sum_{i=1}^n y_i x_i &= b \sum_{i=1}^n x_i + a \sum_{i=1}^n x_i^2.\end{aligned}\quad (1)$$

Розв'язок системи (1) має вигляд:

$$\begin{aligned}a &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \\ b &= \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i \right).\end{aligned}$$

Важливим завданням аналізу рівняння регресії є визначення кореляційного зв'язку між результатом і закладеного в модель фактора. Кількісним показником кореляції прямолінійного зв'язку результату з одним фактором є коефіцієнт парної кореляції, який обчислюють за формулою:

$$\begin{aligned}r &= \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \\ \overline{xy} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n}, \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \\ \sigma_x &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - \bar{y}^2},\end{aligned}$$

де: r - лінійний коефіцієнт кореляції; σ_x - середнє квадратичне відхилення факторної ознаки; σ_y - середнє квадратичне відхилення результативної ознаки.

Абсолютна величина коефіцієнта кореляції $|r| \leq 1$. Чим ближче коефіцієнт кореляції до ± 1 , тим тісніший зв'язок між y та x і, навпаки, чим ближче коефіцієнт кореляції до 0, тим слабший зв'язок між результативною та факторною ознаками. Коефіцієнт кореляції має такий самий знак, як і коефіцієнт регресії у рівнянні зв'язку [2-5, 7].

Результати досліджень та їх обговорення. Тепер розв'яжемо систему рівнянь (1) стосовно невідомих параметрів a , b на прикладі змін концентрації

глюкози в плазмі консервованої крові биків, дослідні зразки якої консервувались бікарбонат-вуглекислотним середовищем, а контрольні – глюкозо-цитратним консервантом «Глюгіцир» [6; 8].

Як видно із табл. 1, в день відбору крові (перший день досліджень), рівень глюкози в контрольних та дослідних зразках був однаковим і становив відповідно: $4,9 \pm 0,18$ ммоль/л та $4,7 \pm 0,07$ ммоль/л.

У процесі зберігання вміст її поступово знижувався. На десяту добу між контролем та дослідом спостерігали достовірну різницю її середніх показників: відповідно $3,7 \pm 0,13$ ммоль/л (контроль) та $4,5 \pm 0,05$ ммоль/л (дослід); ($p < 0,05$). По відношенню до вихідних даних, рівень глюкози в контрольних зразках знизився на 24,4 %, тоді, як в дослідних лише на 4,3 %. Таку тенденцію в падінні рівня глюкози спостерігали упродовж всього періоду зберігання консервованої крові. В кінці досліду, (тридцята доба зберігання) кількість глюкози в контрольних пробах знизилась на 89,9 %, порівняно з першим днем, тоді як в дослідних на лише 55,3 % (табл. 1).

Ці дані свідчать про те, що інтенсивність утилізації глюкози в крові, яка зберігалась у модифікованому вуглекислотою консерванті, значно менша, порівняно з контролем, що вказує на гальмування гліколізу, як основного енергетичного процесу в еритроцитах.

1. Концентрація глюкози в плазмі консервованої крові биків при її зберігання за умов штучного вуглекислотного гіпобіозу, ммоль/л, ($M \pm m$, $n = 5$)

Групи зразків крові	Термін зберігання, діб						
	1	5	10	15	20	25	30
Контрольна	4,9 $\pm 0,18$	4,6 $\pm 0,04$	3,7 $\pm 0,13$	3,1 $\pm 0,07$	2,4 $\pm 0,02$	1,4 $\pm 0,05$	0,5 $\pm 0,09$
Дослідна	4,7 $\pm 0,07$	4,6 $\pm 0,11$	4,5 $\pm 0,05^*$	4,1 $\pm 0,33^*$	3,4 $\pm 0,09^*$	2,9 $\pm 0,23^*$	2,1 $\pm 0,08^*$

Примітка: * $p < 0,05$ порівняно з контрольними зразками.

Знаходимо рівняння зв'язку між концентрацією глюкози в плазмі консервованої крові биків при її зберіганні за умов штучного вуглекислотного гіпобіозу та терміну зберігання, діб.

Обчислюємо суми, які входять у формули (1) – (2). Для зручності результати всіх обчислень розміщуємо в наступні таблиці 2 і 3.

2. Вихідні і розрахункові дані для обчислення рівняння зв'язку між концентрацією глюкози в плазмі консервованої крові биків від терміну зберігання (контрольна група)

	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
	1	4,9	4,9	1	24,01
	5	4,6	23	25	21,16
	10	3,7	37	100	13,69
	15	3,1	46,5	225	9,61
	20	2,4	48	400	5,76
	25	1,4	35	625	1,96
	30	0,5	15	900	0,25
$\Sigma :$	106	20,6	209,4	2276	76,44

3. Вихідні і розрахункові дані для обчислення рівняння зв'язку між концентрацією глюкози в плазмі консервованої крові биків від терміну зберігання (дослідна група)

	x_i	y_i	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
	1	4,7	4,7	1	22,09
	5	4,6	23	25	21,16
	10	4,5	45	100	20,25
	15	4,1	61,5	225	16,81
	20	3,4	68	400	11,56
	25	2,9	72,5	625	8,41
	30	2,1	63	900	4,41
$\Sigma :$	106	20,6	337,7	2276	104,69

Система (1) для контрольної групи має вигляд:

$$\begin{cases} 106a + 7b = 20,6, \\ 2276a + 106b = 209,4, \end{cases}$$

її розв'язок

$$a \approx -0,153,$$

$$b \approx 5,257,$$

тому рівняння лінійного зв'язку матимемо вигляд:

$$\tilde{y} = -0,153x + 5,257.$$

Аналогічно складаємо систему (1) для дослідної групи:

$$\begin{cases} 106a + 7b = 26,3, \\ 2276a + 106b = 337,7, \end{cases}$$

знаходимо її розв'язок:

$$a \approx -0,09,$$

$$b \approx 5,12,$$

отже, рівняння лінійного зв'язку матимемо вигляд:

$$\tilde{y} = -0,09x + 5,12.$$

Отримані рівняння описують характер зв'язку між ознаками і називаються рівняннями регресії. Рівняння регресії використовують для прогнозування очікуваних рівнів результативних ознак при встановлених значеннях факторних ознак. Очікувані значення концентрації глюкози в плазмі консервованої крові биків, обчислені за допомогою рівняння зв'язку, будуть такі (табл. 4):

4. Очікувані значення концентрації глюкози в плазмі консервованої крові биків при її зберіганні за умов штучного вуглекислотного гіпобіозу, ммоль/л, ($M \pm m$, $n = 5$)

Групи зразків крові	Термін зберігання, дів						
	1	5	10	15	20	25	30
Контрольна	5,1	4,5	3,7	3,0	2,2	1,4	0,7
Дослідна	5,0	4,7	4,2	3,8	3,3	2,9	2,4

На підставі даних таблиці 2 обчислимо коефіцієнт кореляційної залежності концентрації глюкози в плазмі консервованої крові биків від терміну зберігання (контрольна група).

Обчислюємо всі потрібні для розрахунків величини:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= 15,14, \quad \bar{x}^2 = 229,22, \quad \overline{x^2} = 325,143, \\ \bar{y} &= 2,943, \quad \bar{y}^2 = 8,661, \quad \overline{xy} = 29,914, \end{aligned}$$

отже,

$$r = \frac{29,914 - 15,14 \cdot 2,943}{\sqrt{325,143 - 229,22} \cdot \sqrt{10,92 - 8,661}} = 0,995.$$

Аналогічно на підставі даних таблиці 3 обчислимо коефіцієнт кореляційної залежності концентрацією глюкози в плазмі консервованої крові биків від терміну зберігання (дослідна група):

Обчислюємо всі потрібні для розрахунків величини:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= 15,14, \quad \bar{x}^2 = 229,22, \quad \overline{x^2} = 325,143, \\ \bar{y} &= 3,757, \quad \bar{y}^2 = 14,115, \quad \overline{xy} = 48,243, \end{aligned}$$

отже,

$$r = \frac{48,243 - 15,14 \cdot 3,757}{\sqrt{325,143 - 229,22} \cdot \sqrt{14,956 - 14,115}} = 0,959.$$

Коефіцієнт кореляції показує, що між концентрацією глюкози в плазмі консервованої крові биків і терміну зберігання для обох груп існує тісний зв'язок.

Список літератури

1. Антонов Ю. Г. Моделирование биологических систем: Справочник / Ю. Г. Антонов – К.:Наук. думка, 1977. – 260 с.
2. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів / І. М. Вергунова–К.: «НОРА-ПРИНТ», 2000. – 145 с.
3. Горковий В. К. Математична статистика / В. К. Горковий, В. В. Ярова. – К.: ВД «Професіонал», 2004, - 384 с.
4. Ермаков С. М. Курс статического моделирования / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: «Наука», 1977. – 350 с.
5. Методы математической биологии в 5 кн.: Кн.2 «Методы синтеза алгебраических и вероятностных моделей биологических систем». – К.: «Вища школа», 1981. – 215 с.
6. Патент 65175 А Україна, А61К31/01. Бікарбонат-вуглекислотний розчин для консервування донорської крові / Мельничук С.Д., Арнаута О.В., Мельничук Д.О. Національний аграрний університет.
7. Суліма І. М. Вища математика. Теорія ймовірностей. Математична статистика. / І. М. Суліма, В. М. Яковенко. – К.: НАУ, 2004. – 238 с.
8. Типовий технологічний регламент виготовлення розчину «Глюгіцир» для консервування донорської крові. – К.: 1997. – 44 с.

Reference

1. Antonov Yu. G. (1977). Modelirovanie biologicheskikh sistem. Spravochnik. [Modelirovanie of the biologicheskikh systems. Spravochnik] Kyiv «Nauk. dumka», 260.
2. Vergunova I.M. (2000). Osnovy matematicheskogo modelyuvannya dlya analizu ta prognozy agronomichnykh protsesiv. [Bases of mathematical design are for an analysis and prognosis of agronomical processes] Kyiv «NORA-PRINT», 145.
3. Gorkovyi V.K., Yarova V.V. (2004). Matematychna ststistika [Mathematical statistics] Kyiv «PROFESIONAL», 384.
4. Ermakov S.M., Mihailov G.A. (1977). Kurs staticheskogo modelirovaniya. [Course of staticheskogo modelirovaniya]. Moskva: «Nauka», 350.
5. Metody matematicheskoi biologii v 5 kn.: Kn.2 «Metody sinteza algebraichnykh I veroyastnochnykh modelei biologicheskikh sistem» (1981) [Metody of matematicheskoy biologii in 5 b.: B. 2 «Metody of sinteza algebraicheskikh I of veroyastnostnykh models of the biologicheskikh systems»]. Kyiv, «Vyshcha shkola», 215.
6. Melnychuk D.O., Arnauta O.V., Melnychuk S.D. Sodium-bicarbonate solution for preservation of blood Бікарбонат-вуглекислотний розчин для консервування донорської крові Patent of Ukraine 65175 A, A61K31/01. National Agrarian University.
7. Sylima I.M., Yakovenko B.M. (2004) Vyshcha matamatyka. Teoria imovirnostei. Matematychna statistika. [Higher mathematics. Theory of chances. Mathematical statistics]. Kyiv, «NAU», 238.
8. Typovi tehnologichniy reglament vugotovlennya rozchynu «Glyutsr» dlya kontservuvannya donorckoi krovi (1997). [Typical technological regulation of making of solution of «Glyugicir» is for canning of donor blood]. Kyiv, 44.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Н. В. Арнаута, О. В. Арнаута

Аннотация. В данной работе рассматривается постановка задачи построения математической модели биохимических процессов с использованием элементов статического моделирования, схема расчетов, построение уравнения регрессии и анализ полученных результатов. На данное время освоение современными методами сбора, обработки и анализу статической информации – неотъемлемый элемент подготовки высококвалифицированных специалистов. В статическом моделировании процессов частое приходится иметь дело с корреляцией признаков, когда связь между ними находят только на основе исследования массовых явлений. Корреляционный метод включает количественную оценку между статическими признаками, которые характеризуют исследованные явления взаимных зависимостей. Направление и форма связи устанавливается с помощью

графиков, построенных в системе координат на основе эмпирических данных. Уравнения, с помощью которых определяют статическую связь между корреляционными величинами, называют уравнения регрессии. Вторая задача корреляционного анализу лежит в том, чтобы оценить, насколько сильна корреляционная зависимость между случайными величинами. Построенные уравнения регрессии позволяют прогнозировать изменения, что происходят в данной биохимической системе с высокой степенью вероятности. Приведено решение конкретной задачи и анализ полученных результатов.

Ключевые слова: биохимические процессы, математическое моделирование, статическое моделирование

USE OF ELEMENTS STATIC MODELING AT CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODEL OF BIOCHEMICAL PROCESSES

N. V. Arnauta, O. V. Arnauta

***Abstract.** A problem of construction of mathematical model of biochemical processes is considered. Elements of static modeling is used for construction of the mathematical model. On this time static information modern methods are important element of preparation of highly skilled specialists. The static modeling is based on the correlation method. It is used for construction of the equation of regression and analysis of the got result. A connection between signs is only on the basis of research of the mass phenomena. Numerical examples are given.*

Keywords: biochemical processes, mathematical modeling, static modeling

УДК 514.18

**УТВОРЕННЯ ІЗОТРОПНИХ ЛІНІЙ ТА МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА
ДОПОМОГОЮ ПЛОСКИХ КРИВИХ, ЗАДАНИХ ФУНКЦІЯМИ
НАТУРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА**

С. Ф. ПИЛИПАКА, доктор технічних наук, професор,

М. М. МУКВИЧ, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: engmech_centre@twin.nauu.kiev.ua

***Анотація.** У даній статті здійснено аналітичний опис ізотропних ліній і мінімальних поверхонь за допомогою функцій комплексної змінної. Для знаходження рівнянь ізотропних ліній використано параметричні рівняння логарифмічної спіралі, заданої функціями натурального параметра. Для визначення аналітичного опису мінімальних поверхонь та приєднаних мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних кривих використано формули Вейєрштрасса. При згинанні мінімальних поверхонь знайдено однопараметричну множину асоційованих мінімальних поверхонь. Наведено вирази коефіцієнтів першої та другої квадратичних форм утворених мінімальних поверхонь. Показано, що плоскі криві, задані функціями натурального параметра, належать утвореним мінімальним поверхням.*

У загальному випадку для будь-якої плоскої кривої, яку задано параметричними рівняннями натурального параметра, можна знайти аналітичний опис ізотропної лінії нульової довжини. Кожній ізотропній лінії відповідає мінімальна поверхня та приєднана мінімальна поверхня, які допускають неперервне згинання. Використання функцій комплексної змінної дозволяє отримати нескладний аналітичний опис мінімальних поверхонь та досліджувати їх конструктивні геометричні параметри. Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні диференціальних характеристик утворених мінімальних поверхонь для оптимізації інженерних методів проектування поверхонь технічних форм.

***Ключові слова:** ізотропна лінія, мінімальна поверхня, приєднана мінімальна поверхня, асоційована мінімальна поверхня, логарифмічна спіраль, квадратична форма поверхні, згинання поверхні, функція комплексної змінної, формули Вейєрштрасса*

Актуальність. Аналітичний опис мінімальних поверхонь є важливою проблемою геометричного моделювання поверхонь технічних форм та архітектурних конструкцій. Якщо задано деяку замкнену плоску або просторову

лінію, то мінімальна поверхня, яка проходить через цю лінію, має найменшу площу. Геометрична форма мінімальної поверхні забезпечує рівномірний розподіл зусиль в оболонці [1, с. 43].

Знаходження аналітичного опису мінімальної поверхні, яка проходить через замкнену лінію, зводиться до розв'язування нелінійного диференціального рівняння Ейлера-Лагранжа у частинних похідних, яке у загальному випадку не інтегрується [2, с. 683]. Тому, сучасні дослідження аналітичного опису мінімальних поверхонь полягають в удосконаленні варіаційних та кінцево-різницевих чисельних методів розв'язування диференціального рівняння Ейлера-Лагранжа [3-5].

Для знаходження аналітичного опису мінімальних поверхонь існує інший напрям наукових досліджень, пов'язаний із використанням властивостей функцій комплексної змінної. Використання функцій комплексної змінної дозволяє отримати параметричні рівняння мінімальних поверхонь, досліджувати їх диференціальні характеристики, оптимізувати інженерні методи проектування поверхонь технічних форм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для знаходження аналітичного опису мінімальних поверхонь за допомогою функцій комплексної змінної необхідно визначити параметричні рівняння ізотропної кривої нульової довжини [6]. У роботі Н. М. Аушевої [7] знайдено аналітичний опис ізотропних кривих Без'є. Метод аналітичного опису ізотропних кривих, які лежать на поверхнях обертання, віднесених до сітки ізометричних ліній, реалізовано у роботах [8, 9]. Дослідження, опубліковані у статті С. Ф. Пилипаки і Е. О. Чернишової [10], присвячені задачі аналітичного опису ізотропних кривих за заданою плоскою кривою – їх горизонтальною проекцією. Слід зазначити, що потребує дослідження аналітичний опис ізотропних ліній за допомогою плоских кривих, заданих функціями натурального параметра.

Мета досліджень – знайти аналітичний опис ізотропних ліній за допомогою плоских кривих, заданих функціями натурального параметра. На

основі знайдених ізотропних ліній побудувати мінімальні поверхні та приєднані мінімальні поверхні.

Матеріали і методи досліджень. Для знаходження аналітичного опису мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних ліній, заданих функціями комплексної змінної, використано формули Вейерштрасса [6].

Результати дослідження та їх обговорення. Розглянемо плоску криву, задану параметричними рівняннями від довжини її дуги s :

$$x = x(s); y = y(s), \quad (1)$$

де s – натуральний параметр плоскої кривої, тоді [6]: $\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 = 1$.

Просторова крива, задана рівняннями:

$$x = x(s); y = y(s); z = i \cdot s, \quad (2)$$

(де i – уявна одиниця) є уявною ізотропною кривою нульової довжини, бо її

диференціал дуги дорівнює: $\sqrt{\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2} \cdot ds = 0$.

Для знаходження рівнянь мінімальної та приєднаної до неї мінімальної поверхні необхідно в параметричних рівняннях ізотропної кривої (2) увести заміну [6]: $s = u + i \cdot v$. Тоді отримаємо параметричні рівняння мінімальної поверхні $X(u, v), Y(u, v), Z(u, v)$:

$$X(u, v) = \operatorname{Re}\{x(u + i \cdot v)\}; Y(u, v) = \operatorname{Re}\{y(u + i \cdot v)\}; Z(u, v) = \operatorname{Re}\{i \cdot (u + i \cdot v)\}; \quad (3)$$

та приєднаної мінімальної поверхні $X^*(u, v), Y^*(u, v), Z^*(u, v)$:

$$X^*(u, v) = \operatorname{Im}\{x(u + i \cdot v)\}; Y^*(u, v) = \operatorname{Im}\{y(u + i \cdot v)\}; Z^*(u, v) = \operatorname{Im}\{i \cdot (u + i \cdot v)\}. \quad (4)$$

Кількість плоских кривих, параметричні рівняння яких можна записати за допомогою функцій натурального параметра – обмежена, але для кожної з них можна знайти аналітичний опис мінімальної (3) та приєднаної мінімальної поверхні (4), причому мінімальна поверхня (3) буде проходити через плоску криву (1).

Розглянемо логарифмічну спіраль, задану рівняннями від натурального параметра s :

$$x(s) = \frac{a \cdot s}{1 + a^2} \left(a \cos\left(\frac{\ln s}{a}\right) + \sin\left(\frac{\ln s}{a}\right) \right); \quad y(s) = \frac{a \cdot s}{1 + a^2} \left(a \sin\left(\frac{\ln s}{a}\right) - \cos\left(\frac{\ln s}{a}\right) \right). \quad (5)$$

Тоді рівняння ізотропної кривої, горизонтальною проекцією якої є логарифмічна спіраль (5), має вигляд:

$$\begin{aligned} x(s) &= \frac{a \cdot s}{1 + a^2} \left(a \cos\left(\frac{\ln s}{a}\right) + \sin\left(\frac{\ln s}{a}\right) \right); \\ y(s) &= \frac{a \cdot s}{1 + a^2} \left(a \sin\left(\frac{\ln s}{a}\right) - \cos\left(\frac{\ln s}{a}\right) \right); \quad z(s) = i \cdot s. \end{aligned} \quad (6)$$

Уведемо заміну $s = u + i \cdot v$, тоді, відокремивши дійсну та уявну частину для кожної з функцій, згідно (3), (4), маємо рівняння мінімальної поверхні:

$$\begin{aligned} X(u, v) &= \frac{a}{1 + a^2} \cdot [u \cdot \operatorname{ch} \alpha \cdot (a \cos \beta + \sin \beta) + v \cdot \operatorname{sh} \alpha (a \sin \beta - \cos \beta)]; \\ Y(u, v) &= \frac{a}{1 + a^2} \cdot [u \cdot \operatorname{ch} \alpha \cdot (a \sin \beta - \cos \beta) - v \cdot \operatorname{sh} \alpha (a \cos \beta + \sin \beta)]; \\ Z(u, v) &= -v, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{де: } \alpha = \alpha(u, v) = \frac{1}{a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{v}{u}\right); \quad \beta = \beta(u, v) = \frac{1}{2a} \cdot \ln(u^2 + v^2).$$

та приєднаної мінімальної поверхні:

$$\begin{aligned} X^*(u, v) &= \frac{a}{1 + a^2} \cdot [v \cdot \operatorname{ch} \alpha \cdot (a \cos \beta + \sin \beta) - u \cdot \operatorname{sh} \alpha (a \sin \beta - \cos \beta)]; \\ Y^*(u, v) &= \frac{a}{1 + a^2} \cdot [v \cdot \operatorname{ch} \alpha \cdot (a \sin \beta - \cos \beta) + u \cdot \operatorname{sh} \alpha (a \cos \beta + \sin \beta)]; \\ Z^*(u, v) &= u, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{де: } \alpha = \alpha(u, v) = \frac{1}{a} \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{v}{u}\right); \quad \beta = \beta(u, v) = \frac{1}{2a} \cdot \ln(u^2 + v^2).$$

На рисунку 1 зображено відсіки мінімальної та приєднаної поверхонь, побудованих за рівняннями (7) і (8) відповідно при $a = 0,8$; $u \in (0; \dots 2]$; $v \in [-1; \dots 1]$. На рисунку 1 а стрілкою позначена потовщена логарифмічна спіраль. Коефіцієнти першої квадратичної форми мінімальної поверхні (7) та приєднаної поверхні (8) дорівнюють:

$$E = G = \left[ch \left(\frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{v}{u} \right) \right]^2; F = 0. \quad (9)$$

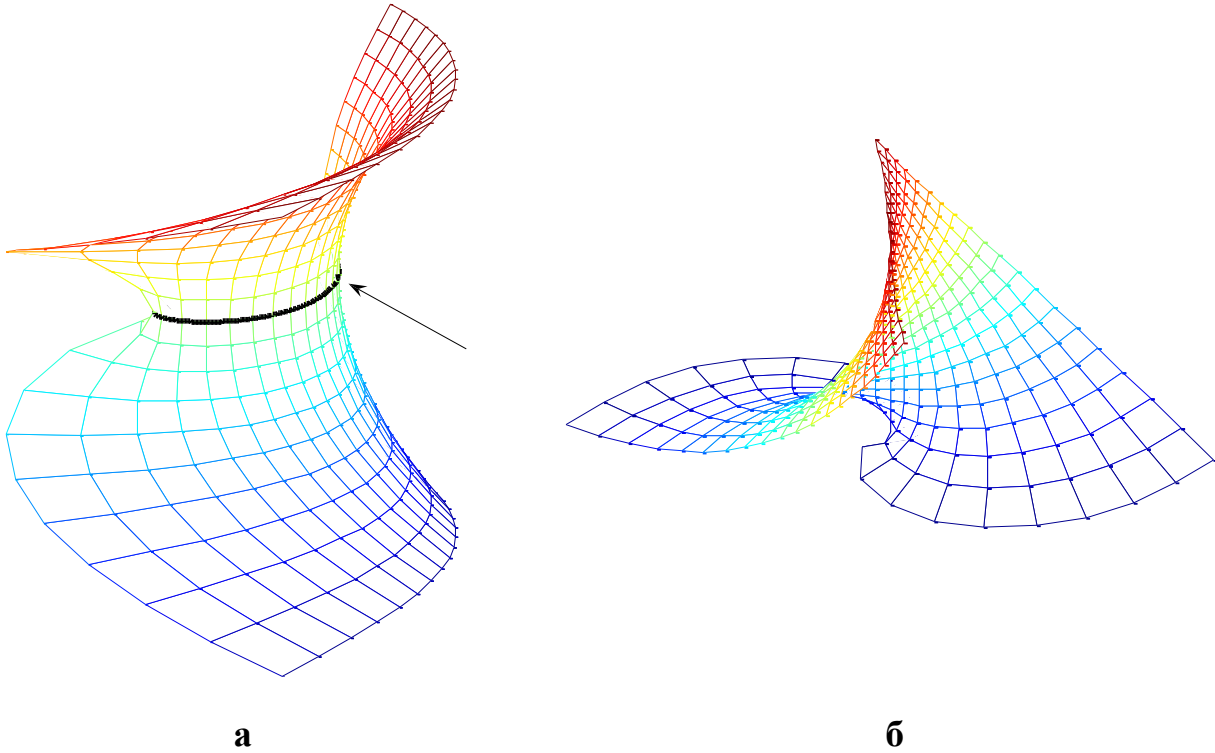


Рис. 1. Відсіки мінімальних поверхонь, побудованих за допомогою ізотропної кривої, горизонтальною проекцією якої є логарифмічна спіраль: а) відсік мінімальної поверхні, побудованої за рівняннями (7); б) відсік приєднаної мінімальної поверхні, побудованої за рівняннями (8).

Коефіцієнти другої квадратичної форми мінімальної поверхні (7), знайдені за відомими формулами диференціальної геометрії [6], дорівнюють:

$$L = -N = \frac{u}{a(u^2 + v^2)}; \quad M = \frac{v}{a(u^2 + v^2)}. \quad (10)$$

Коефіцієнти другої квадратичної форми приєднаної мінімальної поверхні (8), дорівнюють:

$$L^* = -N^* = -\frac{v}{a(u^2 + v^2)}; \quad M^* = \frac{u}{a(u^2 + v^2)}. \quad (11)$$

Коефіцієнти першої та другої квадратичних форм побудованих поверхонь (7) та (8), перетворюють вираз середньої кривини $H = \frac{E \cdot N - 2 \cdot F \cdot M + G \cdot L}{2(E \cdot G - F^2)}$, для

кожної із указаних поверхонь, до нуля.

Слід зазначити, що утворені мінімальні поверхні (7) та (8), маючи рівні відповідні вирази коефіцієнтів першої квадратичної форми, допускають неперервне згинання одна на одну. Рівняння однопараметричної множини асоційованих мінімальних поверхонь мають вигляд [10]:

$$\begin{aligned} X_k(u, v) &= X(u, v) \cdot \cos \varphi + X^*(u, v) \cdot \sin \varphi; \\ Y_k(u, v) &= Y(u, v) \cdot \cos \varphi + Y^*(u, v) \cdot \sin \varphi; \\ Z_k(u, v) &= Z(u, v) \cdot \cos \varphi + Z^*(u, v) \cdot \sin \varphi, \end{aligned} \quad (12)$$

де: $X(u, v), Y(u, v), Z(u, v)$ – параметричні рівняння мінімальної поверхні (7);

$X^*(u, v), Y^*(u, v), Z^*(u, v)$ – параметричні рівняння приєднаної мінімальної поверхні (8); φ – параметр згинання поверхонь, $\varphi \in \left[0; \frac{\pi}{2}\right]$.

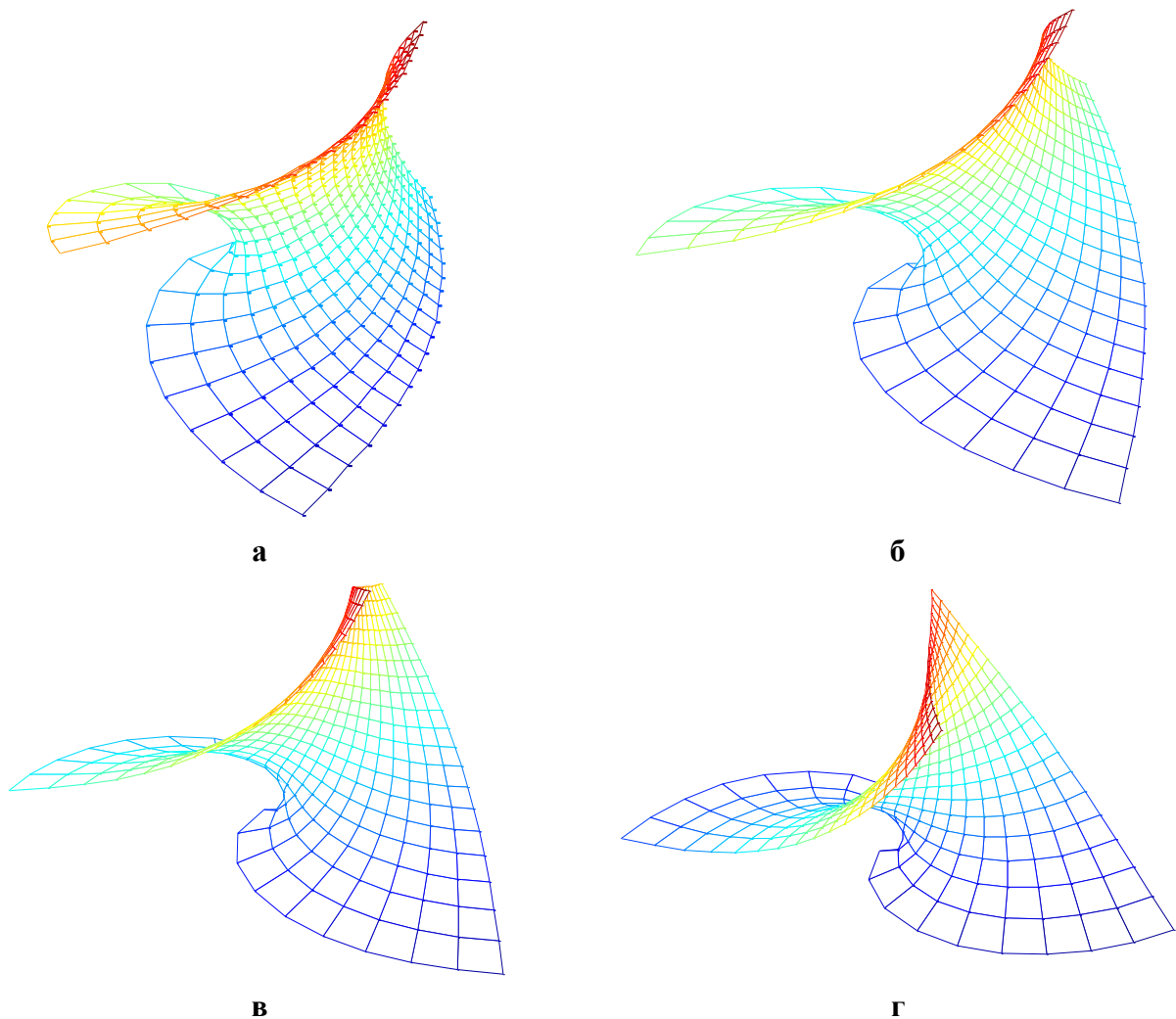


Рис. 2. Відсіки множини асоційованих мінімальних поверхонь, отриманих за рівняннями (12): а) при $\varphi = \frac{\pi}{8}$; б) при $\varphi = \frac{\pi}{4}$; в) при $\varphi = \frac{\pi}{3}$; г) при $\varphi = \frac{3\pi}{4}$.

Очевидно, що при $\varphi = 0$ рівняння (12) задають мінімальну поверхню (7), при $\varphi = \frac{\pi}{2}$ рівняння (12) задають приєднану мінімальну поверхню (8), а при інших значеннях $\varphi \in \left(0; \frac{\pi}{2}\right)$ рівняння (12) задають асоційовані мінімальні поверхні [10].

На рисунку 2 зображено відсіки асоційованих мінімальних поверхонь, отриманих за рівняннями (12) для різних значень параметра φ при неперервному згинанні мінімальної поверхні (7) до приєднаної мінімальної поверхні (8), побудовані при $a = 0,8$; $u \in (0; \dots 2]$; $v \in [-1; \dots 1]$. Усі побудовані асоційовані мінімальні поверхні мають рівні відповідні вирази (9) коефіцієнтів першої квадратичної форми.

Слід зазначити, що використання плоских кривих, заданих параметричними рівняннями натурального параметра, дозволяє отримати порівняно нескладний аналітичний опис мінімальних поверхонь для подальших досліджень їх диференціальних властивостей.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Для будь-якої плоскої кривої, яку задано параметричними рівняннями натурального параметра, можна знайти аналітичний опис ізотропної лінії нульової довжини. Кожній ізотропній лінії відповідає мінімальна поверхня та приєднана мінімальна поверхня, які допускають неперервне згинання. Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні диференціальних характеристик утворених мінімальних поверхонь та оптимізації інженерних методів проектування поверхонь технічних форм.

Список використаних джерел

1. Михайленко В. Е. Конструирование форм современных архитектурных конструкций / В. Е. Михайленко, С. Н. Ковалёв. – К.: Будівельник, 1978. – 112 с.
2. Математическая энциклопедия / [гл. ред. И. М. Виноградов]. – Т.3.– М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1982.– С.683-690.
3. Гацунаев М. А. О равномерной сходимости кусочно-линейных решений уравнения минимальной поверхности / М. А. Гацунаев, А. А. Клячин // Уфимский математич. журнал. Т. 6. – 2014. – № 3. – С. 3-16.
4. Hwang, Jenn-Fang. A uniqueness theorem for the minimal surface equation // Pacific Journal of Mathematics. 1996. № 176(2).– 357-364.

5. Клячин А. А. Оценка погрешности вычисления интегральных функционалов с помощью кусочно-линейных функций / А. А. Клячин // Вестник Волгоград-ского государственного университета. Серия 1. Математика. Физика. – 2015.– № 1 (26). – С. 6-12.

6. Фиников С. П. Теория поверхностей / С. П. Фиников– М.–Л.: ГТТИ, 1934. – 206 с.

7. Аушева Н. М. Моделювання поверхонь Без'є / Н. М. Аушева // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4, Т. 50. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011.– С.105-109.

8. Пилипака С. Ф. Утворення мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних кривих, які лежать на поверхні обертання астроїди / С. Ф. Пилипака, М. М. Муквич // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького.– Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016.– № 6. – С. 91-95.

9. Муквич М. М. Аналітичний опис мінімальних поверхонь за допомогою ізотропних кривих, які лежать на поверхні обертання циклоїди / М. М. Муквич // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: Видавництво ХНТУ, 2016.– № 3(58). – С. 519-523.

10. Пилипака С. Ф. Мінімальні поверхні, отримані з ізотропних кривих / С. Ф. Пилипака, Е. О. Чернишова // Збірник наукових праць КНУДТ (спецвипуск): Доповіді третьої кримської науково-практичної конференції "Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн". – К.: ДОП КНУДТ, 2006. – С. 40-45.

References

1. Mikhailenko, V.E., Kovalev, S.N. (1978). Konstruirovaniye form sovremennykh arkhitekturnykh konstruksiy [Construction of forms of modern architectural structures]. Kiev: Budivel'nyk, 112.

2. Matematicheskaya entsyklopediya. (1982). [Encyclopedia of mathematics]. Moscow: Sovetskaya entsyklopediya, 683–690.

3. Hatsunaev, M.A., Klyachin, A.A. (2014). O ravnomernoy skhodimosti kusochno-lineynykh resheniy uravneniya minimal'noy poverkhnosti [On uniform convergence of piecewise-linear solutions to minimal surface equation]. Ufimskiy matematychny zhurnal, 6(3), 3–16.

4. Hwang, Jenn-Fang. (1996). A uniqueness theorem for the minimal surface equation. Pacific Journal of Mathematics, 176(2), 357–364.

5. Klyachin, A.A. (2015). Otsenka pogreshnosti vychisleniya integral'nykh funktsionalov s pomoshch'yu kusochno-lineynykh funktsiy [Error estimate calculation of integral functionals using piecewise linear functions]. Vestnik Volhogradskogo gosudarstvennogo universiteta, 1(26), 6–12.

6. Finikov, S.P. (1934). Teoriya poverkhnostey [Theory of surfaces]. Moskva-Leningrad: HTTI, 206.

7. Ausheva, N.M. (2011). Modelyuvannya poverkhon' Bez'ye [Modeling Bezier surfaces]. Prykladna heometriya ta inzhenerna hrafika, 4(50), 105–109.

8. Pylypaka, S.F., Mukvich M.M. (2016). Utvorenniya minimal'nykh poverkhon' za dopomohoyu izotropnykh kryvykh, yaki lezhat' na poverkhni obertannya astroyidy [Construction of the minimal surface using isotropic curved, lying on the rotational surface of the astroid]. Suchasni problemy modelyuvannya, 6, 91–95.

9. Mukvich, M.M. (2016). Analitychnyy opys minimal'nykh poverkhon' za dopomohoyu izotropnykh kryvykh, yaki lezhat' na poverkhni obertannya tsykloyidy [Analytical description of the minimal surface using isotropic curved, lying on the rotational surface of the cycloid]. Visnyk Khersons'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu, 3(58), 519–523.

10. Pylypaka, S.F., Chernyshova, E.O. (2006). Minimal'ni poverkhni, otrymani z izotropnykh kryvykh [Minimum surface obtained from isotropic curves]. Zbirnyk naukovykh prats' KNUDT, 40–45.

ОБРАЗОВАНИЕ ИЗОТРОПНЫХ ЛИНИЙ И МИНИМАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКОЙ КРИВОЙ, ЗАДАННОЙ ФУНКЦИЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА

С. Ф. Пилипака, Н. Н. Муквич

***Аннотация.** В данной статье получено аналитическое описание изотропных линий и минимальных поверхностей с помощью функций комплексного переменного. Для нахождения уравнений изотропных линий использовано параметрические уравнения логарифмической спирали, заданной функциями натурального параметра. Для определения аналитического описания минимальных поверхностей и присоединённых минимальных поверхностей с помощью изотропных кривых использовано формулы Вейерштрасса. При изгибании минимальных поверхностей получено однопараметрическое множество ассоциированных минимальных поверхностей. Приведены выражения коэффициентов первой и второй квадратичных форм образованных минимальных поверхностей. Показано, что плоские кривые, заданные функциями натурального параметра, принадлежат образованным минимальным поверхностям.*

В общем случае для произвольной плоской кривой, заданной параметрическими уравнениями натурального параметра, можно отыскать аналитическое описание изотропной линии нулевой длины. Каждой изотропной линии соответствует минимальная поверхность и присоединённая минимальная поверхность, которые допускают непрерывное изгибание. Использование функций комплексной переменной позволяет получить несложное аналитическое описание минимальных поверхностей и исследовать их конструктивные геометрические параметры. Перспективы дальнейших исследований заключаются в определении дифференциальных характеристик образованных минимальных поверхностей для оптимизации инженерных методов проектирования поверхностей технических форм.

***Ключевые слова:** изотропная линия, минимальная поверхность, присоединённая минимальная поверхность, ассоциированная минимальная*

поверхность, логарифмическая спираль, квадратичная форма поверхности, изгибание поверхности, функция комплексного переменного, формулы Вейерштрасса

MODELLING OF ISOTROPIC LINES AND MINIMAL SURFACES WITH A HELP OF FLAT CURVES, GIVEN BY NATURAL PARAMETER FUNCTIONS

S. F. Pylypaka, M. M. Mukvich

Abstract. *This article provides an analytical description of isotropic lines and minimal surfaces with a help of complex variable functions. To find the equation of isotropic lines we used parametric equations of a logarithmic spiral defined by natural parameter functions. To find analytical description of minimal and associated surfaces with the help of isotropic lines, Weierstrass formula was applied. When bending minimal surfaces one-parameter set of associated minimal surfaces was found. Expressions of first and second coefficients of quadratic forms of generated minimal surfaces are given. It is shown that the plane curves, given by natural parameter functions, belong to formed minimal surfaces.*

It is possible to find an analytical description of isotropic line of zero length for any plane curve defined by parametric equations of natural parameter. Each isotropic line corresponds to the minimum isotropic surface and associated minimal surface that allow continuous bending. Use of function of a complex variable allows getting a simple analytical description of minimal surfaces, investigating their design geometrical parameters. Prospects for future research are to study the differential characteristics of adjoin minimal surfaces and optimization of engineering methods of technical surfaces forms design.

Keywords: *isotropic line, minimal surface, minimal surface, adjoin minimal surface, associated minimal surface, logarithmic spiral, quadratic form of a surface, bending of a surface, function of a complex variable, Weierstrass formula*