
«НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ»,
«SCIENTIFIC HORIZONS»

Редакційна колегія:

д.с.-г.н. Романчук Л. Д.
(головний редактор)
д.н. Раманаускас Ю. (Литва)
д.вет.н. Горальський Л. П.
д.т.н. Кухарець С. М.
(заступники головного редактора)
к.с.-г.н. Тимошук Т. М.
к.е.н. Куровська Н. О.
(виконавчі редактори)
д.е.н. Скидан О. В.
к.с.-г.н. Бондарева Л. М.
д.с.-г.н. Веремєнко С. І.
д.с.-г.н. Гамаюнова В. В.
д.т.н. Грабар І. Г.
д.е.н. Данкевич В. Є.
д.ф.-м.н. Журавльов В. П.
к.б.н. Зимарова А. А.
д.е.н. Зіновчук В. В.
д.е.н. Зінчук Т. О.
к.с.-г.н. Іванова І. Є.
к.б.н. Іващенко І. В.
к. вет. н. Колеснік Н. Л.
д.б.н. Котюк Л. А.
к.т.н. Кульман С. М.
д.е.н. Куцмус Н. М.
д.н. Левкович І. (Німеччина)
д.с.-г.н. Марковська О. Є.
к.т.н. Медведський О. В.
д.е.н. Михайлов А. М.
д.т.н. Молодецька К. В.
д.с.-г.н. Мойсієнко В. В.
к.е.н. Плотнікова М. Ф.
д.н. Сандал Я.-У. (Норвегія)
д.н. Собек З. (Польща)
д.вет.н. Сорока Н. М.
д.с.-г.н. Ставецька Р. В.
д.с.-г.н. Федонюк Т. П.
к.е.н. Чайкін О. В.
д.е.н. Чижевська Л. В.
к.с.-г.н. Чумак П. Я.
д.н. Шараускіс Е. (Литва)
д.е.н. Шірінян Л. В.
д.с.-г.н. Шлапак В. П.
д.т.н. Ярош Я. Д.

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
2019, №12 (85)

Виходить дванадцять разів на рік

ЗАСНОВАНО 12 БЕРЕЗНЯ 1998 р.
Матеріали друкуються українською,
англійською та російською мовами

Editorial board:

L. Romanchuk, Dr. of Agr. Sc.
(editor-in-chief)
J. Ramanauskas (Lithuania), Dr. Hab.
L. Goralsky, Dr. of Vt. Sc.
S. Kuharets, Dr. of Eng. Sc.
(deputies editor-in-chief)
T. Tymoshchuk, Cand. of Agr. Sc.
N. Kurovska, Cand. of Ec. Sc.
(executive editors)
O. Skydan, Dr. of Ec. Sc.
L. Bondareva, Cand. of Agr. Sc.
S. Veremeyenko, Dr. of Agr. Sc.
V. Gamayunova, Dr. of Agr. Sc.
I. Grabar, Dr. of Eng. Sc.
V. Dankevych, Dr. of Ec. Sc.
V. Zhuravlyov, Dr. of Phys. and Math. Sc.
A. Zymarioieva, Cand. of Biol. Sc.
V. Zinovchuk, Dr. of Ec. Sc.
T. Zinchuk, Dr. of Ec. Sc.
I. Ivanova, Cand. of Agr. Sc.
I. Ivashchenko, Cand. of Biol. Sc.
N. Kolesnik, Cand. of Vt. Sc.
L. Kotyuk, Dr. of Biol. Sc.
S. Kulman, Dr. of Eng. Sc.
N. Kutsmus, Dr. of Ec. Sc.
I. Levkovysh, Fil. Dr.
O. Markovska, Dr. of Agr. Sc.
O. Medvedskyi, Cand. of Eng. Sc.
A. Mykhailov, Dr. of Ec. Sc.
K. Molodetska Dr. of Eng. Sc.
V. Moisiienko, Dr. of Agr. Sc.
M. Plotnikova, Cand. of Ec. Sc.
Jan-U. Sandal (Norway), Fil. Dr.
Z. Sobek (Poland), Dr. Hab.
N. Soroka, Dr. of Vt. Sc.
R. Stavetska, Dr. of Agr. Sc.
T. Fedonyuk, Dr. of Agr. Sc.
O. Chaikin, Cand. of Ec. Sc.
L. Chyzhevska, Dr. of Ec. Sc.
P. Chumak, Cand. of Agr. Sc.
E. Sarauskis (Lithuania), Dr. Hab.
L. Shirinyan, Dr. of Ec. Sc.
V. Shlapak, Dr. of Agr. Sc.
Ya. Yarosh, Dr. of Eng. Sc.



Засновник, редакція, видавець –

**ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Свідоцтво
про державну реєстрацію
Серія КВ № 23134-12974 ПР
від 19.02.2018 р.

Науковий журнал включено до категорії «Б» Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата економічних, сільськогосподарських та технічних наук зі спеціальностей – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 281, 292, 101, 133, 201, 202, 203, 205, 206, 208 (наказ № 1643 від 28.12.2019 р.).

ISSN: 2663-2144

Головний редактор

Л. Д. Романчук

Відповідальні за випуск:

Т. М. Тимошук, Н. О. Куровська

Редагування англomовних текстів:

Г. О. Хант, С. В. Кубрак

Редактор

Л. В. Якубовська

Редагування бібліографічних списків:

О. І. Касянюк, Н. Г. Яремчук

Макетування

М. М. Кравчук

Друкується за рішенням

Вченої ради ЖНАЕУ

протокол № 5 від 26.12.2019 р.

Підписано до друку 28.12.2019 р.

Формат 210х297.

Ум. друк. арк. 11,3

Наклад 100 пр. Зам. № 322

Адреса редакції та видавництва:

Житомирський національний
агроєкологічний університет

10008, м. Житомир,

бульвар Старий, 7.

Контактні телефони:

(0412) 22–85–97, (0412) 22–04–17

Факс: (0412) 22–04–17

e-mail: schor.znau@gmail.com

Address of the publishers:

Zhytomyr National

Agroecological University

Staryi Blvd, 7

10008, Zhytomyr, Ukraine

Telephone number:

(0412) 22–85–97, (0412) 22–04–17

Fax: (0412) 22–04–17

e-mail: schor.znau@gmail.com

© Житомирський національний
агроєкологічний університет, 2019

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-3-14

UDC 338.43:658

THE LEVEL OF FLEXIBILITY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE ZHYTOMYR REGION

O. Nykolyuk¹, P. Pyvovar¹, L. Zherybor²

e-mail: nikolyukolya@gmail.com, symon-pyvovar@ukr.net, zheribor_@ukr.net

¹Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

²Main Department of Statistics in Zhytomyr Region

6a, Mykola Sziborskyi Str., Zhytomyr, 10003, Ukraine

A high level of flexibility is an essential condition for the long and efficient functioning of agricultural enterprises in an uncertain environment. Flexibility is the ability of business entities to predict and timely and adequately respond to external challenges. The aim of the study is to assess and analyze the level of flexibility of agricultural enterprises in the Zhytomyr region, for which it is necessary to develop a methodology for quantifying the level of flexibility of agricultural enterprises, implement it on the example of manufacturers in the Zhytomyr region, assess the relationship between the level of flexibility and size of an agricultural enterprise, and group agricultural enterprises and regions in terms of their flexibility. The study proposed a methodological approach to assessing the level of flexibility of agricultural enterprises, providing for the assessment of operational, structural and strategic flexibility. The methodology is based on measuring the ability of manufacturers to quickly restructure their business activities during financial and economic crises. It is proved that a relatively high level of operational flexibility coefficient and insufficient levels of structural and strategic flexibility coefficients characterize the majority of enterprises in the Zhytomyr region. It was established that the levels of flexibility in agricultural enterprises of various sizes do not significantly differ from each other. A cluster analysis of the regions of the Zhytomyr region in terms of the flexibility of agricultural producers was carried out. It has been proven that more than 50 % of enterprises are characterized by low levels of all flexibility factors, and about 43 % – by low structural and strategic flexibility coefficients and a high level of structural flexibility. In the following studies, attention should be focused on the search for mechanisms to strengthen the flexibility of agricultural enterprises based on statistical modeling methods.

Key words: agricultural enterprise, flexibility, crisis, enterprise size, integral coefficient.

РІВЕНЬ ГНУЧКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. М. Николюк¹, П. В. Пивовар¹, Л. Л. Жерибор²

e-mail: nikolyukolya@gmail.com, symon-pyvovar@ukr.net, zheribor_@ukr.net

¹Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

²Головне управління статистики у Житомирській області

вул. Миколи Сціборського, 6а, 10003, м. Житомир

Високий рівень гнучкості є невід'ємною умовою довготривалого та ефективного функціонування сільськогосподарських підприємств у невизначеному середовищі. Гнучкість – це здатність суб'єктів бізнесу прогнозувати та своєчасно й адекватно реагувати зовнішні виклики. Метою дослідження є оцінювання та аналіз рівня гнучкості сільськогосподарських підприємств Житомирської області, для чого необхідно розробити методику кількісного оцінювання рівня гнучкості сільськогосподарських підприємств, реалізувати її на прикладі виробників Житомирської області, оцінити зв'язок між рівнем гнучкості та розміром сільськогосподарського підприємства, провести групування

сільськогосподарських підприємств та районів області за показниками їх гнучкості. У дослідженні запропоновано методичний підхід до оцінювання рівня гнучкості сільськогосподарських підприємств, який передбачає оцінювання операційної, структурної і стратегічної гнучкості. Методика ґрунтується на вимірюванні здатності виробників швидко перебудовувати свою господарську діяльність під час фінансово-економічних криз. Обґрунтовано, що більшість підприємств Житомирщини характеризується відносно високим рівнем коефіцієнта операційної гнучкості та недостатніми рівнями коефіцієнтів структурної та стратегічної гнучкості. Встановлено, що рівні гнучкості у різних за розмірами сільськогосподарських підприємствах суттєво не різняться між собою. Проведено кластерний аналіз районів Житомирської області за показниками гнучкості виробників сільськогосподарської продукції. Доведено, що понад 50 % підприємств характеризуються низькими рівнями всіх коефіцієнтів гнучкості, а близько 43 % – низькими коефіцієнтами структурної й стратегічної гнучкості й високим рівнем структурної гнучкості. Перспективним є пошук механізмів зміцнення гнучкості сільськогосподарських підприємств на базі методів статистичного моделювання. В наступних дослідженнях увагу слід сконцентрувати на пошуку механізмів зміцнення гнучкості сільськогосподарських підприємств на базі методів статистичного моделювання.

Ключові слова: сільськогосподарське підприємство, гнучкість підприємства, криза, розмір підприємства, інтегральний коефіцієнт.

Вступ

Забезпечення високого рівня конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств в умовах зміни клімату, невизначеності аграрних ринків, невпинно зростаючих темпів науково-технічного розвитку, необхідності активізації інноваційного розвитку всіх ланок господарського процесу потребує формування використання здатності своєчасно та ефективно реагувати на зовнішні виклики (як сприятливі, так і негативні) й адаптуватися до них. У формалізованому вигляді така здатність відображається у показниках гнучкості підприємств. Однак, незважаючи на зростаючу важливість вивчення проблематики дослідження гнучкості, відповідні дослідження не є популярними у вітчизняній науковій літературі, особливо серед учених-аграріїв. Це пояснюється абстрактністю, багатоаспектністю, багатокритеріальністю і поліфункціональністю поняття «гнучкість», що зумовлює методологічну складність її кількісного оцінювання. Відтак, актуальність дослідження гнучкості сільськогосподарських підприємств, з одного боку, та дефіцит уваги до відповідного проблематики, з іншого, зумовлюють об'єктивну необхідність поглибленого вивчення питання забезпечення гнучкості аграрних бізнес-систем.

Структуризацію гнучкості підприємств проведено у наукових працях багатьох вчених (Yang & Li, 2002; Volberda et al., 2006; Weerdt, 2009). Питання оцінювання рівня гнучкості суб'єктів бізнесу широко дослідили деякі

зарубіжні науковці (Goldman et al., 1995; Dove, 1996; Vokurka & Fliedner, 1998; Sherehiy et al., 2007; Yauch, 2011). Кількісне оцінювання гнучкості господарюючих суб'єктів на базі положень теорії нечітких множин пропонують деякі науковці (Tsourveloudis & Valavanis, 2002; Yang & Li, 2002; Lin et al., 2006). Одним із найпопулярніших напрямів дослідження питання забезпечення гнучкості підприємств є аналіз впливу розмірів господарюючого суб'єкта на його гнучкість (Kraatz & Zajac, 2001; Bercovitz & Mitchell, 2007).

Незважаючи на вагомий внесок перелічених та інших учених у теорію гнучкості підприємств, наразі невирішеним залишається питання дослідження гнучкості сільськогосподарських підприємств. Зокрема, суб'єкти агробізнесу характеризуються низькою специфічних рис (високий рівень диверсифікованості діяльності, залежність від природно-кліматичних чинників, сезонність виробництва тощо), які не враховують існуючі методики оцінювання. Відтак, метою даного дослідження є оцінювання та аналіз рівня гнучкості сільськогосподарських підприємств на прикладі Житомирської області. Для цього визначено такі завдання: 1) розробити методику кількісного оцінювання рівня гнучкості сільськогосподарських підприємств; 2) реалізувати методику на прикладі виробників Житомирської області; 3) оцінити зв'язок між рівнем гнучкості та розміром сільськогосподарського підприємства; 4) провести багатофакторне групування

сільськогосподарських підприємств та районів області за показниками гнучкості агробізнесу.

Матеріали та методи

Гнучкість сільськогосподарського підприємства – це інтегрована властивість підприємства, яка формується операційною, структурною та стратегічною гнучкістю. Операційна гнучкість пов'язана зі здатністю господарюючого суб'єкта адаптуватись до змін середовища шляхом покращення існуючих бізнес-процесів та їх пристосування до нових умов. Прикладом такої адаптації є використання нових для бізнес-системи технологій, сировини та матеріалів, техніки тощо. Структурна гнучкість пов'язана зі структурними трансформаціями на всіх рівнях господарського процесу. У сільському господарстві, це, передусім, зміни виробничої структури. На значне погіршення фінансово-економічних і ринкових умов гнучкі аграрні підприємницькі структури зазвичай реагують структурними змінами асортименту у відповідності до нових ресурсних можливостей та потреб ринку. Стратегічна гнучкість пов'язана зі спроможністю господарюючого суб'єкта своєчасно змінювати стратегію та цілі господарської діяльності відповідно до нових умов господарювання. У результаті реалізації стратегічної гнучкості, показники ефективності діяльності у підприємствах з високим ступенем адаптивності можуть або практично не змінитися (наприклад, під час фінансово-економічних криз), або підвищитися (наприклад, у випадку істотних кон'юнктурних коливань).

Для того, щоб оцінити гнучкість підприємств, необхідно дослідити їх поведінку у критичних умовах та здатність реагувати на негативні зовнішні виклики. З цих міркувань, періодом дослідження обрано 2007–2010 рр., на який припала світова фінансово-економічна криза. Згідно з результатами аналізу існуючих дефініцій гнучкості підприємства вона відображає, по-перше, здатність суб'єкта бізнесу прогнозувати зовнішні зміни, та, по-друге, наскільки ефективно воно спроможне на такі зміни реагувати. Відтак, досліджуваний період пропонується поділити на два проміжки часу, перший з яких (2007–2008 рр.) пов'язаний зі здатністю господарюючого суб'єкта до передбачення змін, а другий (2009–2010 рр.) – зі спроможністю адаптуватись до них.

Методика оцінювання рівня гнучкості сільськогосподарського підприємства включає кілька етапів, зокрема:

1. Обчислення фінансово-економічних показників, які є індикаторами гнучкості підприємства, за 2007–2010 рр. До індикаторів операційної гнучкості включено наступне: розмір грошових витрат, що припадають на одиницю валової продукції сільського господарства; витрати трудових ресурсів (кількість працюючих) у розрахунку на одиницю валової продукції сільського господарства; площу сільськогосподарських угідь, що припадає на одиницю валової продукції рослинництва; поголів'я тварин у розрахунку на одиницю продукції тваринництва. Крім того, до індикаторів операційної гнучкості віднесено структурні показники витрат, а саме: частки прямих витрат, витрат на оплату праці та на паливе у загальних витратах.

Індикаторами структурної гнучкості визначено: питому вагу посівної площі сільськогосподарських культур у загальній посівній площі підприємства; питому вагу рослинництва і тваринництва у загальних витратах; частку доходу від послуг у сільському господарстві у загальних доходах. До індикаторів стратегічної гнучкості віднесено такі показники: рівень рентабельності господарської діяльності у цілому та у рослинництві й тваринництві; розмір прибутку, що припадає на одиницю земельних ресурсів; показник, що відображає приріст прибутку, який було забезпечено зміною спеціалізації.

2. Обчислення індексів за кожним із прорахованих на попередньому етапі індикатором. Індекси визначаються за формулою:

$$I_{ij} = \frac{p_{ij}^{2008}}{p_{ij}^{2007}}, \quad I_{ij} = \frac{p_{ij}^{2010}}{p_{ij}^{2009}},$$

де p_{ij}^{2007} , p_{ij}^{2008} , p_{ij}^{2009} , p_{ij}^{2010} – значення j -го індикатора для i -тої складової гнучкості у 2007, 2008, 2009 та 2010 рр., відповідно.

У результаті формується матриця індексів для кожного окремого індикатора підприємства за кожною із трьох складових гнучкості за два періоди: 2007–2008 рр. та 2009–2010 рр.

3. Стандартизація індексів показників гнучкості з метою обчислення нормованих коефіцієнтів, які набувають значень від 0 до 1.

Одним із найпростіших способів стандартизації є визначення нормованих коефіцієнтів за формулами:

$$k^+_{ik} = \frac{I_{ik} - I_{ik}^{\min}}{I_{ik}^{\max} - I_{ik}^{\min}} \quad \text{— для індексів-стимуляторів, високе значення яких є свідченням високого рівня гнучкості;}$$

$$k^-_{ik} = \frac{I_{ik}^{\max} - I_{ik}}{I_{ik}^{\max} - I_{ik}^{\min}} \quad \text{— для індексів-дестимуляторів, які мають бути якомога меншими, де } k^+_{ik}, k^-_{ik} \text{ — нормовані коефіцієнти для } k\text{-го показника, який відповідає } i\text{-тій складовій гнучкості, відповідно; } I_{ik} \text{ — індекс } k\text{-го показника, який відповідає } i\text{-тій складовій гнучкості; } I_{ik}^{\max}, I_{ik}^{\min} \text{ — максимальне та мінімальне значення } k\text{-го показника для всієї генеральної сукупності.}$$

4. Обчислення інтегральних коефіцієнтів за формулою середнього арифметичного. У результаті для кожного підприємства визначається чотири коефіцієнта гнучкості, а саме: коефіцієнти операційної, структурної і стратегічної гнучкості, а також інтегрального коефіцієнта досліджуваних підприємств.

Результати досліджень та обговорення

У дослідженні проведено оцінювання рівня гнучкості 363 сільськогосподарських підприємств Житомирської області, які функціонували у роки світової фінансово-економічної кризи 2007–2010 рр. З табл. 1 видно, що найменшими середніми значеннями характеризуються коефіцієнти структурної та стратегічної гнучкості. Це свідчить про те, що сільськогосподарські підприємства здебільшого неспроможні, по-перше, швидко реагувати на несприятливі зовнішні виклики шляхом оптимізації виробничої структури і, по-друге, утримувати поточний рівень фінансово-економічної ефективності діяльності під час кризових явищ глобального масштабу. Можна припустити, що саме нездатність оптимізувати виробничу структуру зумовлює низький рівень стратегічної гнучкості. Натомість, у роки кризи підприємства регіону спроможні утримувати показники ресурсомісткості на відносно сталому рівні. У цілому, гнучкість сільськогосподарських підприємств характеризується середнім рівнем, близьким до центру інтервалу інтегрального коефіцієнта, тобто до значення 0,5.

Таблиця 1. Описова статистика коефіцієнтів гнучкості сільськогосподарських підприємств

Статистична характеристика	Коефіцієнти гнучкості			Інтегральний коефіцієнт гнучкості
	операційної	структурної	стратегічної	
Середнє значення	0,80	0,38	0,39	0,53
Медіана	0,80	0,38	0,39	0,52
Мода	0,88	0,38	0,39	0,55
Середньоквадратичне відхилення	0,07	0,04	0,02	0,03
Коефіцієнт варіації, %	8,20	11,09	5,42	5,49
Мінімальне значення	0,56	0,27	0,26	0,43
Максимальне значення	0,95	0,56	0,55	0,60
Розмах варіації	0,39	0,29	0,29	0,17
Відносне відхилення максимального значення від мінімального, %	70,01	106,03	113,07	40,63

Середні рівні та мода відрізняються лише у коефіцієнтах операційної гнучкості та інтегральному коефіцієнті. Така відмінність означає, що середні рівні зазначених коефіцієнтів та їх значення, які зустрічаються у досліджуваній сукупності найчастіше, не співпадають. Причиною наведеного є існування «нетипових» для загальної сукупності підприємств,

коефіцієнти структурної та стратегічної гнучкості яких суттєво відрізняють від значень більшості господарюючих суб'єктів. Існування «нетипових» підприємств підтверджує і те, що найсуттєвіші відхилення між мінімальним і максимальним значеннями характерні саме для стратегічної (113,1 %) та структурної (106,0 %) гнучкості. Всі коефіцієнти окрім коефіцієнта

структурної гнучкості характеризуються низькою мінливістю у межах досліджуваної сукупності, оскільки коефіцієнти їх варіації менші 10 %. Крім того, з огляду на те, що коефіцієнт варіації за всіма показниками гнучкості невисокий (менший за 30 %), досліджувана сукупність сільськогосподарських підприємств є однорідною, а середні значення коефіцієнтів типовими та такими, що відображають реальний стан вибірки.

Встановлено, що 4 % сільськогосподарських підприємств досліджуваної сукупності характеризуються інтегральним коефіцієнтом гнучкості меншим за 0,47 (квартиль I); у 32 % виробників значення інтегрального коефіцієнта перебувають в інтервалі від 0,47 до 0,52 (квартиль II); у 51 % підприємств інтегральний коефіцієнт гнучкості набуває значень на проміжку від 0,52 до 0,56 (квартиль III) і 13 % виробників характеризуються високим рівнем гнучкості від

0,56 до 0,6 (квартиль VI) (рис. 1). Для коефіцієнта операційної гнучкості квартиль I становить 0,66, квартиль II – 0,76, квартиль III – 0,85, квартиль VI – 0,95; для коефіцієнта структурної гнучкості: квартиль I – 0,35, квартиль II – 0,42, квартиль III – 0,49, квартиль VI – 0,56; для коефіцієнта стратегічної гнучкості: квартиль I – 0,33, квартиль II – 0,40, квартиль III – 0,47, квартиль VI – 0,55. Дані рис. 1 дають підстави робити висновок про те, що найбільша питома вага сільськогосподарських підприємств характеризується коефіцієнтами операційної та інтегральної гнучкості нижчими значень, що відповідають квартилю III (78 та 87 %, відповідно). Натомість, згідно із результатами аналізу квартилів, побудованих за коефіцієнтами структурної та стратегічної гнучкості, основна частина підприємств перебуває нижче значення другого квартиля (80 та 87 %, відповідно).

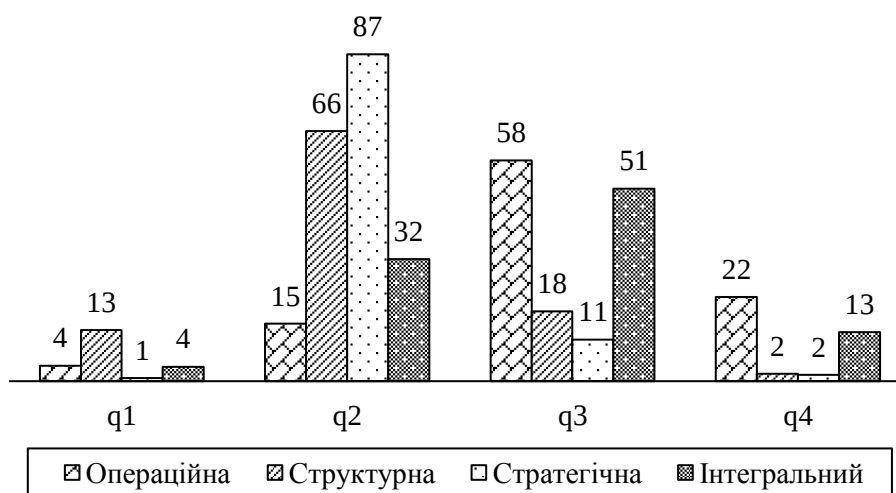


Рис. 1. Діаграма розподілу сільськогосподарських підприємств за квартилями згідно зі значеннями коефіцієнтів гнучкості, %

Примітка: q1 – квартиль I; q1 – квартиль II; q1 – квартиль III; q1 – квартиль IV.

Тобто, розподіли сільськогосподарських підприємств за значеннями інтегрального коефіцієнта та коефіцієнта операційної гнучкості суттєво відрізняється від їх розподілу на коефіцієнтами структурної й стратегічної гнучкості. З одного боку, для більшості виробників характерні відносно високі значення перших двох коефіцієнтів. Зокрема, коефіцієнти операційної гнучкості 78 % підприємств набувають значень від 0,76 до 0,85, а інтегрального коефіцієнта у 51 % підприємств –

від 0,52 до 0,56. З іншого боку, недостатні рівні двох останніх показників (66 % виробників із значеннями коефіцієнта структурної гнучкості від 0,35 до 0,42 й 87 % із значеннями структурної гнучкості від 0,33 до 0,40).

Для визначення особливостей реагування різних за розмірами сільськогосподарських підприємств Житомирської області на зовнішні виклики, аналогічний аналіз проведено у розрізі малих, середніх і великих підприємств. До малих підприємств віднесено виробників, площа

сільськогосподарських угідь яких менша 100 га, до середніх – від 100 до 500 га, до великих – понад 500 га. У цілому, рівні гнучкості у різних за розмірами підприємствах відрізняються несуттєво та майже співпадають з середніми за всією вибірковою сукупністю (табл. 2). Середнє значення інтегрального коефіцієнта гнучкості у малих підприємства на 1,3 % вище, ніж у великих за рахунок більшого середнього значення коефіцієнта операційної гнучкості (майже на 3 %).

Водночас, за однорідністю малі, середні та великі підприємства значно відрізняються. Зокрема, значення коефіцієнтів варіації у великих

сільськогосподарських підприємствах значно більші, ніж у малих (на 68–199 %). Найвищі значення відносного розмаху варіації коефіцієнтів гнучкості також виявлено у великих підприємств. Це дає підстави стверджувати, що саме серед виробників з великими площами сільськогосподарських угідь є «нетипові» підприємства, значення коефіцієнтів гнучкості яких значно більші за середні рівні. Передусім, це стосується коефіцієнтів структурної і стратегічної гнучкості, відносні розмахи варіації яких у великих та малих підприємствах різняться на 344 та 939 %, відповідно.

Таблиця 2. Описова статистика коефіцієнтів гнучкості різних за розмірами сільськогосподарських підприємств

Статистична характеристика	Розмір с.-г. підприємства			Відхилення великих від малих, %
	малі	середні	великі	
Коефіцієнт операційної гнучкості				
Середнє значення	0,827	0,794	0,803	-2,890
Мода	0,856	0,881	0,894	4,380
Коефіцієнт варіації, %	7,302	10,843	14,023	92,050
Розмах варіації	0,209	0,384	0,366	75,401
Відносне відхилення максимального значення від мінімального, %	28,914	68,640	62,460	116,021
Коефіцієнт структурної гнучкості				
Середнє значення	0,385	0,382	0,385	0,010
Мода	0,366	0,381	0,381	4,245
Коефіцієнт варіації, %	6,628	9,312	11,814	78,236
Розмах варіації	0,086	0,178	0,289	234,835
Відносне відхилення максимального значення від мінімального, %	23,892	55,659	106,027	343,781
Коефіцієнт стратегічної гнучкості				
Середнє значення	0,392	0,391	0,396	0,947
Мода	0,389	0,389	0,389	0,000
Коефіцієнт варіації, %	1,797	5,791	5,384	199,652
Розмах варіації	0,027	0,290	0,212	687,020
Відносне відхилення максимального значення від мінімального, %	6,981	113,068	72,548	939,164
Інтегральний коефіцієнт гнучкості				
Середнє значення	0,535	0,522	0,528	-1,256
Мода	-	0,550	0,555	-
Коефіцієнт варіації, %	2,997	6,833	5,055	68,647
Розмах варіації	0,050	0,174	0,156	212,239
Відносне відхилення максимального значення від мінімального, %	9,691	39,051	34,930	260,454

Згідно з результатами розподілу різних за розмірами підприємств на квартилі майже половина дрібних виробників характеризуються значеннями інтегрального коефіцієнту меншим за перший квартиль (тобто за 0,53), (рис. 2). Натомість, у 34 % середніх сільськогосподарських підприємствах розміщується між першим та другим квартилями (між значеннями 0,52 та 0,54), а 43 % – між другим і третім (між

0,54 й 0,56). Для великих сільськогосподарських підприємств характерне попадання їх найбільшої частки (86 %) в інтервал між першим (0,52) та третім (0,60) квартилями. Наведене свідчить про те, що хоча середнє значення інтегрального коефіцієнта гнучкості у малих підприємствах вище, але їх більшість характеризується низькими (у межах сукупності дрібних виробників) значеннями інтегрального коефіцієнта.

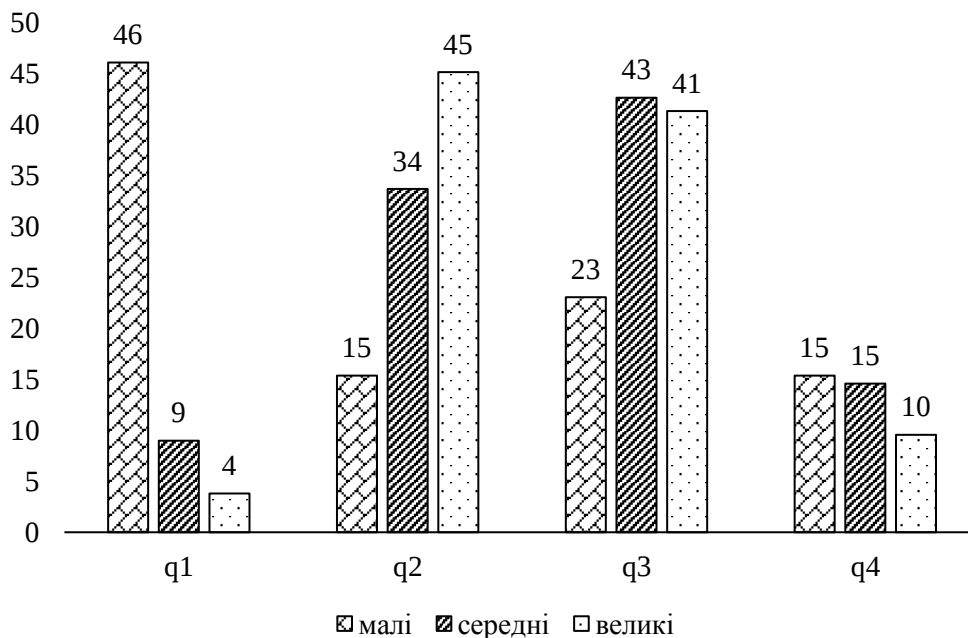


Рис. 2. Діаграма розподілу різних за розміром сільськогосподарських підприємств за квартилями інтегрального коефіцієнта гнучкості, %

Примітка: q1 – квартиль I; q2 – квартиль II; q3 – квартиль III; q4 – квартиль IV.

На наступному етапі необхідно пересвідчитися, що всі обрані групувальні ознаки є значущими у рамках даної класифікації. Для цього використовується метод дисперсійного аналізу, згідно із результатами якого встановлено, що коефіцієнти значущості коефіцієнтами операційної та структурної гнучкості менші 0,01, а для стратегічної рівні 0,123 (табл. 3). Значущість ознак кластеризації має бути менше 0,05. Для того, щоб не виключати коефіцієнт стратегічної гнучкості з аналізу, необхідно збільшити кількість кластерів. Встановлено, що у разі групування сільськогосподарських підприємств на 4 кластери, рівні значущості всіх коефіцієнтів гнучкості нижчі 0,01. Це свідчить про доцільність використання всіх коефіцієнтів гнучкості в якості групувальних ознак.

Для поглибленого аналізу спроможності сільськогосподарських підприємств Житомирської області реагувати на глобальні зовнішні виклики, проведено кластерний аналіз двох сукупностей об'єктів, а саме: досліджуваних сільськогосподарських підприємств та районів області. Кластерний аналіз доцільно проводити у два етапи. На першому (із застосування ієрархічного методу) визначається оптимальна кількість кластерів та ідентифікуються райони, що формують монокластери. За результатами ієрархічного кластерного аналізу встановлено, що сільськогосподарські підприємства Житомирської області доцільно розподілити на три групи. Такий висновок підтверджено і результатами кластеризації досліджуваних виробників методом *k*-середніх (рис. 3).

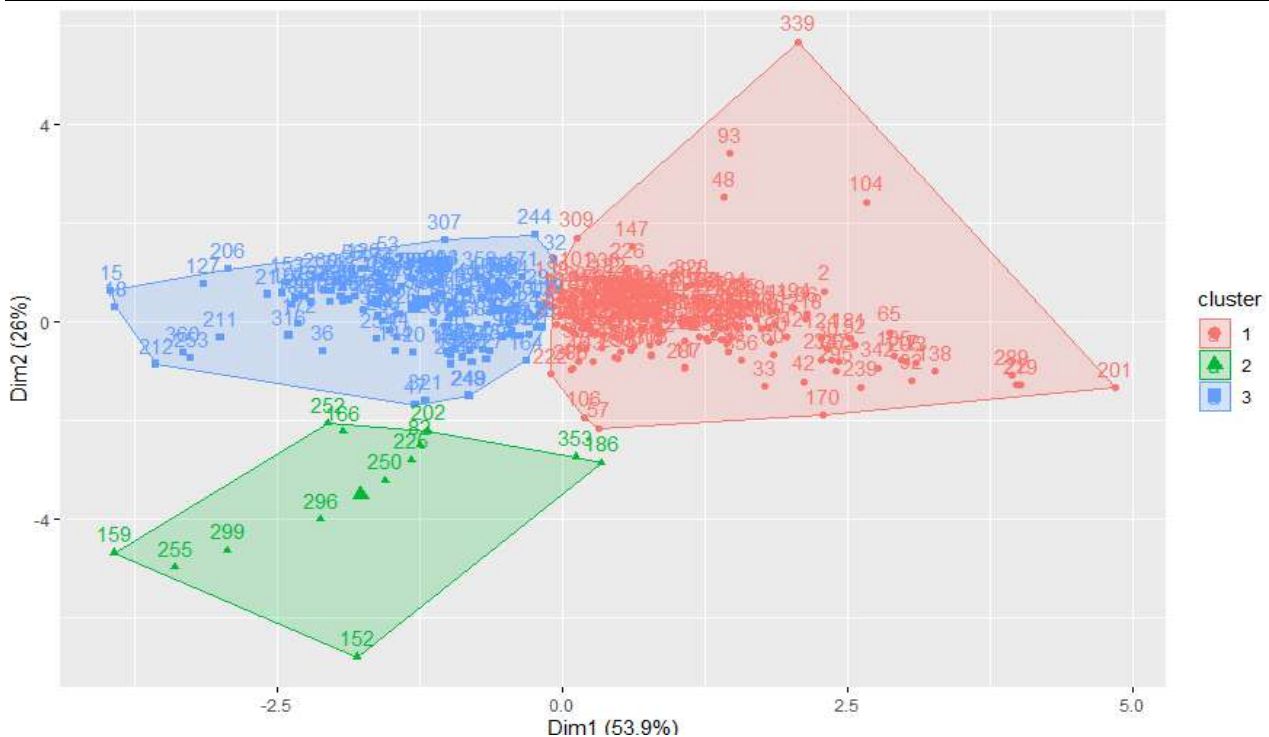


Рис. 3. Результати багатofакторної класифікації сільськогосподарських підприємств Житомирської області методом k-середніх

Монокластерів серед 363 підприємств не виділено. Результати кластеризації та усереднені значення досліджуваних показників гнучкості для кожного кластера відображено у табл. 4.

Таблиця 3. Результати дисперсійного аналізу розподілу підприємств Житомирської області за показниками гнучкості

Групувальна ознака	3 кластери		4 кластери	
	<i>F</i> -критерій	коефіцієнт р-значущості	<i>F</i> -критерій	коефіцієнт р-значущості
Коефіцієнт операційної гнучкості	582,91	0,0000	447,90	0,0000
Коефіцієнт структурної гнучкості	44,34	0,0000	141,39	0,0000
Коефіцієнт стратегічної гнучкості	2,11	0,1233	13,69	0,0000

Результати кластеризації та усереднені значення досліджуваних показників гнучкості для кожного кластера відображено у табл. 4. Найбільше підприємств області характеризуються середніми у межах даної сукупності рівнями операційної та стратегічної гнучкості, але низьким рівнем коефіцієнта структурної гнучкості (понад 44 %). Позитивним є те, що лише 8 % сільськогосподарських виробників мали низькі значення одночасно всіх коефіцієнтів. За аналогічною схемою проведено аналіз районів Житомирської області за

усередненими значеннями коефіцієнтів гнучкості сільськогосподарських підприємств. У результаті побудови дендрограми подібності із використанням ієрархічного методу встановлено, що Попільнянський район формує монокластер (рис. 4). Виділення підприємств даного району в окремий кластер пояснюється тим, що вони характеризуються найвищими значеннями інтегрального коефіцієнта та коефіцієнтів структурної й стратегічної гнучкості, тоді як коефіцієнт операційної гнучкості у них нижчий серед всіх районів Житомирської області.

Таблиця 4. Результати кластеризації підприємств Житомирської області за показниками гнучкості

Групувальна ознака	Кластер			
	1	2	3	4
Коефіцієнт операційної гнучкості	0,654	0,790	0,876	0,784
Коефіцієнт структурної гнучкості	0,380	0,354	0,399	0,436
Коефіцієнт стратегічної гнучкості	0,388	0,392	0,390	0,408
Питома вага с.-г. підприємств, що увійшли у кластер, %	7,99	44,63	27,82	19,56
Характеристика кластера	Низькі рівні всіх коефіцієнтів гнучкості	Середні коефіцієнти операційної й стратегічної гнучкості, низький – структурної гнучкості	Середні коефіцієнти структурної та стратегічної гнучкості, високий – операційної гнучкості	Середні коефіцієнти операційної та стратегічної гнучкості, високий – структурної гнучкості

Відповідно до результатів дисперсійного аналізу всі обрані класифікаційні ознаки є значущими (значення коефіцієнтів p -значущості

менші 0,001). Тому райони Житомирської області згруповано на три кластери.

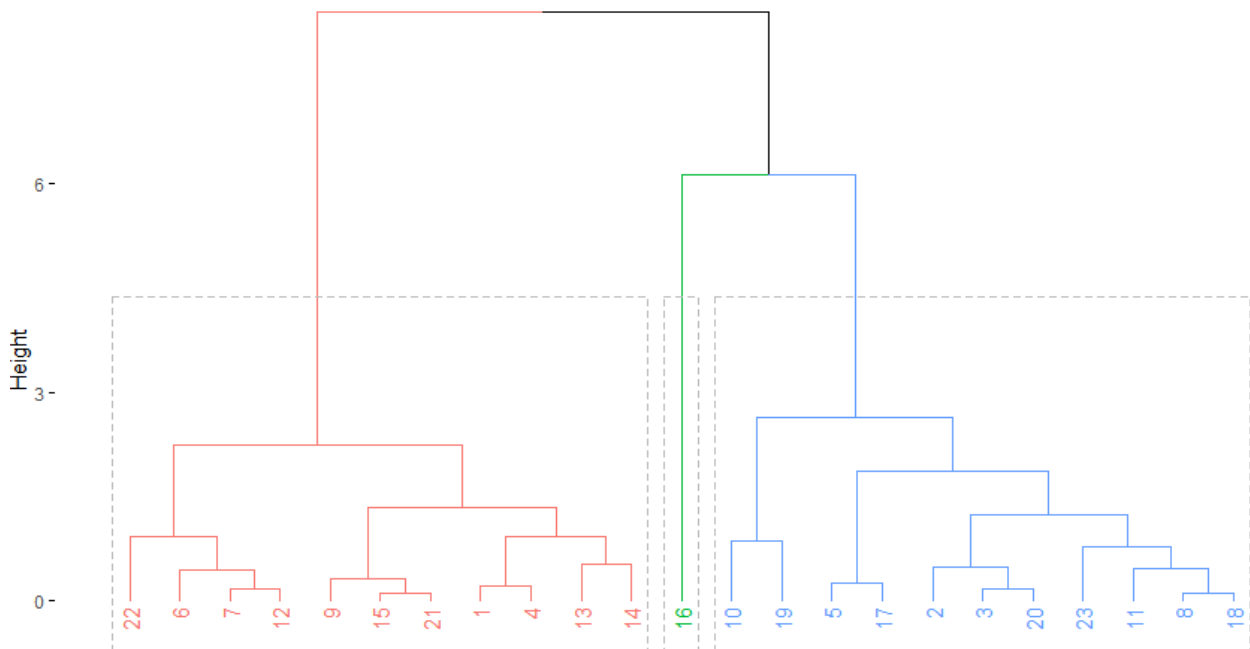


Рис. 4. Дендрограма подібності районів Житомирської області за показниками гнучкості сільськогосподарських підприємств

Відповідно до результатів дисперсійного аналізу всі обрані класифікаційні ознаки є значущими (значення коефіцієнтів p -значущості

менші 0,001). Тому райони Житомирської області згруповано на три кластери.

Таблиця 5. Результати кластеризації районів Житомирської області за показниками гнучкості сільськогосподарських підприємств

Групувальна ознака	Кластер		
	1	2	3
Коефіцієнт операційної гнучкості	0,7897	0,8155	0,7855
Коефіцієнт структурної гнучкості	0,3741	0,3909	0,4441
Коефіцієнт стратегічної гнучкості	0,3922	0,3936	0,4240
Питома вага с.-г. підприємств, що увійшли у кластер, %	52,17	43,48	4,35
Характеристика кластера	Низькі рівні всіх коефіцієнтів гнучкості	Низькі коефіцієнти структурної й стратегічної гнучкості, високий – структурної гнучкості	Дуже високі коефіцієнти структурної та стратегічної гнучкості, дуже низький – операційної гнучкості

Результат візуалізації багатофакторного розподілу регіонів за рівнем гнучкості сільськогосподарських підприємств свідчить про те, що райони подібні за значеннями показників

операційної, структурної та стратегічної гнучкості географічно розташовані близько один від одного (рис. 5).



Рис. 5. Візуалізація результатів аналізу районів Житомирської області за показниками гнучкості сільськогосподарських підприємств

Більшість районів з відносно низькими значеннями групувальних однак (67 % підприємств кластера 1) сконцентровані у Північній та Центральній частинах області. Натомість, регіони другого кластера (низькі коефіцієнти структурної й стратегічної гнучкості та високе значення коефіцієнта структурної гнучкості) за винятком Ємільчинського та Малинського – це райони Південної частини Житомирщини.

Висновки

1. Методичний підхід до оцінювання гнучкості підприємства має враховувати те, що вона характеризується двома типами здатності. По-перше, це здатність підприємства передбачувати глобальні та локальні соціально-економічні трансформації і, по-друге – спроможність адекватно і своєчасно на них реагувати. Відтак, горизонтом оцінювання гнучкості сільськогосподарських підприємств обрано період світової фінансово-економічної кризи, а саме 2007–2010 рр. Етапи запропонованої методики оцінювання включають обчислення показників-індикаторів операційної, структурної та стратегічної гнучкості підприємств, обчислення індексів їх змін під час кризи та подальше зведення цих індексів в інтегральні коефіцієнти гнучкості.

2. Встановлено, що розподіл сільськогосподарських підприємств Житомирської області за значеннями інтегрального коефіцієнта та коефіцієнта операційної гнучкості суттєво відрізняється від їх розподілу за коефіцієнтами структурної й стратегічної гнучкості. Зокрема, більшість підприємств характеризується, з одного боку, відносно високими рівнями коефіцієнта операційної гнучкості та інтегрального коефіцієнта, а, іншого боку, недостатніми рівнями показників структурної та стратегічної гнучкості.

3. Статистично обґрунтовано, що рівні гнучкості у різних за розмірами сільськогосподарських підприємствах суттєво не різняться між собою. Значення коефіцієнтів варіації у малих сільськогосподарських підприємствах значно менші, ніж у великих. Такі результати пояснюються тим, що серед виробників з великими площами сільськогосподарських угідь є «нетипові»

підприємства, значення коефіцієнтів гнучкості яких значно вищі за середні рівні. Передусім, це стосується коефіцієнтів структурної і стратегічної гнучкості.

4. Згідно із результатами кластерного аналізу понад 50 % підприємств Житомирської області характеризуються низькими рівнями всіх коефіцієнтів гнучкості, близько 43 % – відносно низькими коефіцієнтами структурної й стратегічної гнучкості й високим рівнем структурної гнучкості. Сільськогосподарські підприємства Попільнянського району формують монокластер з дуже високою структурною та стратегічною гнучкістю й дуже низьким рівнем коефіцієнта операційної гнучкості. Більшість районів Житомирщини з відносно низькими значеннями групувальних ознак сконцентровано у Північній та Центральній частинах області. Регіони кластера з низькими значеннями коефіцієнтів структурної й стратегічної гнучкості та високим рівнем структурної гнучкості зосереджено у Південній частині Житомирщини.

References

- Bercovitz, J. & Mitchell, W. (2007). When is more better? The impact of business scale and scope on long-term business survival, while controlling for profitability. *Strateg Manage*, 28(1), 61.
- Dove, R. (1996). Tools for analyzing and constructing agile capabilities. *Proceedings of the Agility Forum* (pp. 1–13). Bethlehem, PA.
- Goldman, S. L., Nagel, R. N. & Preiss, K. (1995). *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer*. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Kraatz, M. S. & Zajac, E. J. (2001). How organizational resources affect strategic change and performance in turbulent environments: theory and evidence. *Organization Science*, 5, 632–657. doi: <https://doi.org/10.1287/orsc.12.5.632.10088>.
- Lin, C.-T., Chiu, H. & Chu, P.-Y. (2006). Agility index in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 100 (2), 285–299. doi: 10.1016/j.ijpe.2004.11.013.
- Sherehiy, B., Karwowski, W. & Laye, J. K. (2007). A review of enterprise agility: concepts, frameworks, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37 (5), 445–460. doi: 10.1016/j.ergon.2007.01.007.
- Tsourveloudis, N. C. & Valavanis, K. P. (2002). On the measurement of enterprise agility. *Journal*

of Intelligent & Robotic Systems, 33 (3), 329–342.

Vokurka, R. J. & Fliedner, G. (1998). The journey toward agility. *Industrial Management & Data Systems*, 98 (4), 165–171.

Volberda, H. W., Verwaal, E. & Weerd, N. (2006). Ownership structure, organisational flexibility and store performance in retail chains. *International Journal of Business Environment*, 1 (3), 268–279. doi: 10.1504/IJBE.2006.010924.

Weerd, N. P. (2009, June 23). *Organizational Flexibility for Hypercompetitive Markets* (No. EPS-2009-173-STR). ERIM Ph.D. Series Research in

Management. Erasmus Research Institute of Management. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1765/16182>.

Yang, S. L. & Li, T. F. (2002). Agility evaluation of mass customization product manufacturing. *Journal of Materials Processing Technology*, 129 (1–3), 640–644. doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(02\)00674-X](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(02)00674-X).

Yauch, C. (2011). Measuring Agility as a Performance Outcome. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22 (3), 384–404. doi: 10.1108/17410381111112738.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-15-23

UDC 338.43:332

STRATEGIC MARKETING MANAGEMENT OF RURAL AREAS DEVELOPMENT

L. Tarasovych, D. Yakymchuk*e-mail: luda2310@i.ua, dimayakymchuk97@gmail.com*

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008 Ukraine

Zhytomyr National Agroecological University

Transformational changes towards the welfare of rural communities are an important component in shaping the concept of sustainable rural development. The content of such measures involves taking into account financial, economic, social, organizational and environmental aspects. This context for the implementation of key provisions of regional development involves the use of strategic marketing management technologies.

The purpose of the study is to substantiate the place and role of strategic marketing management in ensuring the development of rural areas from the standpoint of its interpretation in the local dimension and determining the feasibility in the future. The key tasks include substantiating the benefits of engaging strategic marketing management tools in the system of management of rural development; creation of an empirical model for managing rural development taking into account the marketing component; identification of features and problems of rural development; developing proposals on the implication of the technology of strategic marketing management in the concept of sustainable rural development. Research methods included monographic, abstract-logical, SWOT-analysis, graphic.

The content and architectonics of the system of strategic marketing management of rural development are specified. It is substantiated that strategic marketing management is a key component in the general system of rural development management. The tools of the strategic marketing management accompany the development and implementation of a marketing strategy based on identifying the competitive advantages of the territory in order to achieve the goals and solve the long-term objectives.

The state of the strategic management of the rural areas development in Korets raion of Rivne region is assessed and its problems are identified. It is established that the studied territories have both a number of competitive advantages, formed by strengths and opportunities, and 'weak points' (weaknesses and threats). It is proved that the effectiveness of the formation and implementation of the strategy for territorial development is achieved through the involvement of strategic marketing management tools, intensification of the intellectual potential of local self-government bodies, provision of appropriate methodological, technological, organizational, institutional and resource platform.

The mechanism of the formation of the strategic management system for the development of rural areas is created and possibilities for its implication in the sustainable development concept are defined. It is proved that sustainable development of rural areas (provided the use of strategic marketing management technology) will be ensured through the achievement of economic, social and environmental effects. It is found out that the economic plane of expected benefits implies economic growth, formation of competitive ability, sustaining the image of territories, strengthening of investment climate; the social plane involves social security of the territory, improving the welfare and quality of life of rural residents; the ecological – ecologically oriented development of territories, ecological well-being and quality of life of rural inhabitants. Prospects for further research in this scientific direction is to develop methodological foundation for the analytical assessment of the results of the implementation of strategic marketing management in the system of managing rural development.

Key words: strategic marketing management, rural areas, decentralization, strategic management tools, sustainable development concept.

СТРАТЕГІЧНЕ МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Л. В. Тарасович, Д. О. Якимчук

e-mail: luda2310@i.ua, dimayakymchuk97@gmail.com

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Житомирський національний агроекологічний університет

Трансформаційні зрушення у напрямі забезпечення добробуту сільських громад є важливим елементом формування концепції сталого розвитку сільських територій. Зміст таких заходів передбачає урахування фінансово-економічних, соціальних, організаційних, екологічних аспектів. Зазначений контекст реалізації ключових положень регіонального розвитку передбачає використання технологій стратегічного маркетингового управління.

Метою дослідження є обґрунтування місця та ролі стратегічного маркетингового управління в забезпеченні сталого розвитку сільських територій з позицій його інтерпретації в локальному вимірі та визначення доцільності у перспективі. До ключових завдань віднесено: обґрунтування переваг залучення інструментарію стратегічного маркетингового управління в систему управління розвитком сільських територій; розроблення емпіричної моделі управління розвитком сільських територій з урахуванням маркетингової складової; виявлення особливостей та проблем розвитку сільських територій; обґрунтування пропозицій щодо імплікації технології стратегічного маркетингового управління в концепцію сталого розвитку сільських територій. Методами дослідження стали монографічний, абстрактно-логічний, SWOT-аналізу, графічний.

Визначено зміст та архітектуру системи стратегічного маркетингового управління розвитком сільських територій. Обґрунтовано, що стратегічне маркетингове управління є ключовою компонентою загальної системи управління розвитком сільських територій, інструментарій якого супроводжує розроблення та упровадження маркетингової стратегії на основі ідентифікації конкурентних переваг території для досягнення цілей та вирішення поставлених завдань у довгостроковій перспективі.

Здійснено оцінку стану та ідентифіковано проблеми стратегічного управління розвитком сільських територій Корецького району Рівненської області. Встановлено, що досліджувані території мають як низку конкурентних переваг, що формуються сильними сторонами й можливостями, так й «слабкі місця» (слабкі сторони і загрози). Доведено, що ефективність формування та реалізації стратегії розвитку територій досягається завдяки залученню інструментів стратегічного маркетингового управління, активізації інтелектуального потенціалу органів місцевого самоврядування, забезпеченню належних методико-технологічної, організаційно-інституційної та ресурсної платформ.

Розроблено механізм формування системи управління розвитком сільських територій та визначено можливості її імплікації в концепцію сталого розвитку сільських територій. Доведено, що сталий розвиток сільських територій (за умови використання технології стратегічного маркетингового управління) забезпечуватиметься через досягнення економічного, соціального та екологічного ефектів. Виявлено, що економічна площина очікуваних переваг передбачає економічне зростання, формування конкурентоспроможності, забезпечення іміджу територій, зміцнення інвестиційного клімату; соціальна – соціальне забезпечення території, підвищення добробуту і якості життя сільських жителів; екологічна – екологічно орієнтований розвиток територій, екологічний добробут і якість життя сільських мешканців.

Перспективами подальших досліджень у даному науковому напрямі є розроблення методичного підґрунтя для аналітичної оцінки результатів упровадження стратегічного маркетингового управління в систему управління розвитком сільських територій.

Ключові слова: стратегічне маркетингове управління, сільські території, децентралізація, інструментарій стратегічного маркетингового управління, концепція сталого розвитку.

Вступ

Сучасні умови господарювання вимагають постійного пошуку можливостей та засобів побудови дієвої моделі функціонування різних соціально-економічних систем, у т. ч. сільських територій як просторових локацій життєдіяльності сільських жителів. Процес децентралізації робить нагальним перегляд традиційних підходів до управління й планування розвитку сільських територій як на загальнодержавному, так й регіональному рівнях. Зазначене потребує залучення інструментарію стратегічного управління для вчасного реагування на швидкоплинні зміни в суспільному просторі, які відбуваються нині в Україні в умовах становлення механізму місцевого самоврядування. Недостатність розуміння і сприйняття окремих питань щодо використання інструментів стратегічного маркетингового управління у площині формування ефективної моделі розвитку сільських територій, зокрема в умовах децентралізації, зумовлює потребу подальшого наукового пошуку в цьому напрямі.

Окремим аспектам стратегічного маркетингового управління розвитком сільських територій присвячено праці багатьох зарубіжних дослідників. Зокрема, світовий досвід використання маркетингових інструментів для розвитку сільських територій у стратегічній перспективі розкрито у працях А. Вебба та М. Квінтана (Webb & Quintana, 2009). Ю. Раманаускас та Ю. Жуковскіс розкривають проблеми упровадження кооперативного аспекту стратегічного управління в концепцію розвитку села і сільських територій (Ramanauskas, 2017). Вітчизняну школу дослідження піднятої проблеми представлено багатьма відомими вченими. Зокрема, особливості управління стратегічним розвитком об'єднаних територіальних громад ґрунтовно розкрито О. Бабчинською, Н. Корж, Г. Іванченком, С. Серьогіним, А. Ушаковою, Ю. Шаровим, І. Чикаренком (Strategic, 2016; Chikarenko, 2018; Corzh, 2019). Т. Зінчук з колективом співавторів досліджують проблеми інституціональної трансформації аграрного сектору України, де в т. ч. розглядається управлінська складова стратегічного розвитку сільських територій (Zinchuk, 2017). В. Зіновчук та І. Копитова розробили модель критеріїв оцінки управління

аграрним виробництвом, в якій має місце маркетинговий аспект (Zinovchuk & Kopytova, 2018). О. Скидан у своїх працях акцентує увагу на маркетингових засадах формування стратегії розвитку підприємництва на сільських територіях, а також особливостях сучасної моделі публічного управління територіальними громадами (Skydan, 2018; Skydan, 2019). Відзначаючи цінність вже існуючих напрацювань, зазначимо, що актуальність стратегічного управління розвитком сільських територій в умовах децентралізації зумовлює доцільність постійних наукових пошуків у даному напрямі.

Мета дослідження полягала в обґрунтуванні місця та ролі стратегічного маркетингового управління в забезпеченні розвитку сільських територій з позицій його інтерпретації в локальному вимірі та визначення доцільності у перспективі. Завданнями визначено: 1) обґрунтувати переваги залучення інструментарію стратегічного маркетингового управління в систему управління розвитком сільських територій; 2) розробити емпіричну модель управління розвитком сільських територій з урахуванням маркетингової складової; 3) ідентифікувати особливості та проблем розвитку сільських територій; 4) розробити пропозиції щодо імплікації технології стратегічного маркетингового управління в концепцію сталого розвитку сільських територій.

Матеріали та методи

У процесі дослідження використано загальнонаукові і спеціальні наукові методи: монографічний (для дослідження особливостей стратегічного управління на рівні окремих сільських територій); абстрактно-логічний (для визначення сутності стратегічного маркетингового управління); SWOT-аналізу (для виявлення перспективної стратегії розвитку сільських територій); графічні методи дослідження застосовано з метою отримання синтезованого уявлення про об'єкт дослідження, виявлення його складових, інтенсивності розподілу елементів, встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

Результати досліджень та обговорення

Загальновідомо, що концепція стратегічного управління в її існуючому форматі набула поширення після довготривалого застосування на

практиці положень традиційного менеджменту. За своїм змістом обидві концепції одночасно інтерпретують можливості управління соціально-економічними системами в умовах різноманітних біфуркацій суспільного зростання (із розмежуванням строків стратегічного передбачення). Маркетингова складова стратегічного управління передбачає залучення відповідного маркетингового інструментарію, під яким мається на увазі сукупність концепцій, технологій, підходів, показників, методів та моделей, які використовуються для прийняття й реалізації управлінських рішень щодо функціонування об'єкта дослідження. Слід зазначити, що таких інструментів існує значна кількість і доцільність застосування кожного із них визначається індивідуально, залежно від можливостей і потреб окремого суб'єкта, території, регіону тощо.

Сільська територія є цілісною системою розвитку соціально-економічних відносин, в якій формуються відповідні взаємозв'язки між суб'єктами відносин (сільські жителі, органи публічного управління регіонального рівня, зовнішні контрагенти (органи влади вищого рівня, інші учасники ринкових відносин тощо). Стратегічне маркетингове управління варто ідентифікувати з позицій визначення його ролі у побудові стратегії сталого розвитку сільських територій. В узагальненому форматі, маркетингова стратегія розвитку сільської території – це система відповідних маркетингових заходів щодо реалізації стратегічних цілей, конфігурація та послідовність залучення яких узгоджена за розробленим планом імплементації з урахуванням існуючих соціально-економічних умов, впливу факторів екзогенного та ендогенного рівнів, що дозволяє здійснити стратегічний прогноз. У цьому зв'язку стратегічне маркетингове управління виступає ключовим елементом загальної системи управління розвитком сільських територій, яким передбачається виконання цільових завдань моніторингу сучасного стану території та обґрунтування на його основі стратегії довгострокового функціонування.

Зважаючи на доцільність екстраполяції теоретичних положень в практичну площину, об'єктом дослідження обрано сільські території Корецького району Рівненської області. Район налічує 50 населених пунктів, у т. ч. м. Корець та

49 сільських населених пунктів. Територія району становить 72 тис. га (3,5 % від загальної території Рівненської області). Чисельність населення – 33,4 тис. осіб (2,9 % населення області), в т. ч. міського – 7,2 тис. осіб, сільського – 26,2 тис. осіб (Koretska, 2019). Наразі у досліджуваному регіоні продовжується процес об'єднання територіальних громад. Відповідно до перспективного плану формування територій громад, в районі передбачено створення двох територіальних об'єднаних громад з центрами в м. Корець (передбачається входження 19 територіальних громад), та с. Великі Межиріччі (до складу ОТГ планується залучення 7 територіальних громад), (Koretska, 2019).

Оскільки досліджувані території належать до тих регіонів, де створення ОТГ на добровільних засадах ще не відбулося, процес управління розвитком сільських територій здійснюється за усталеною схемою, яка передбачає існування структурних елементів щодо виконання окремих функцій управління на різних рівнях ієрархії (національний, регіональний, районний, місцевий (локальний)) із залученням значної кількості осіб і організацій.

Зазначимо, що пріоритетом становлення України як демократичної держави визнано курс на децентралізацію, за якої значно розширюються повноваження та посилюється відповідальність органів місцевого самоврядування новостворених ОТГ. Уповноваження територіальних громад конституційним правом та самостійністю щодо прийняття управлінсько-організаційних рішень з питань формування стратегії територіального розвитку супроводжується необхідністю стратегічного передбачення моделі добробуту сільської громади. Значною мірою збільшується відповідальність органів місцевої влади перед територіальними громадами за результати здійсненого ними управління, прийняті управлінські рішення та вибір напрямів розвитку. Ці факти очевидно підтверджують необхідність застосування ефективних інструментів маркетингового управління, які передбачають зміщення уваги з публічного адміністрування на застосування підходів стратегічного маркетингового менеджменту.

Одним із сучасних аналітичних інструментів стратегічного маркетингового управління, який дозволяє об'єктивно оцінити стан внутрішнього та зовнішнього середовищ об'єкта дослідження, є

SWOT-аналіз. За його результатами стає можливою ідентифікація ключових проблем розвитку сільських територій, їх сильних і слабких сторін, виявлення конкурентних переваг, і на цій основі обґрунтування ефективних управлінських рішень щодо можливостей і загроз у площині формування стратегії розвитку. Виявлені сильні сторони і можливості сільських територій є їх існуючими конкурентними

перевагами, а слабкі сторони і загрози слід розглядати обов'язковим елементом системи управління розвитком території, який варто враховувати у процесі формування та імплементації маркетингової стратегії.

Характеристика сильних і слабких сторін, а також можливостей і загроз досліджуваних сільських територій представлена у табл. 1.

Таблиця 1. SWOT-аналіз стану сільських територій Корецького району Рівненської області

СИЛЬНІ СТОРОНИ (S)	СЛАБКІ СТОРОНИ (W)
1	2
1. Наявність розвинуеного людського капіталу.	1. Глибока соціально-демографічна криза; високий рівень безробіття; низький рівень матеріальної мотивації і доходів жителів.
2. Вигідне територіально-географічне розміщення.	2. Неприятливий інвестиційний клімат; низький рівень зовнішньоекономічних зв'язків.
3. Наявність унікального природно-ресурсного потенціалу; сприятливі природно-кліматичні умови, що сприяють веденню сільського господарства.	3. Недостатність сучасного обладнання, техніки і технологій; суттєва диференціація рівня соціально-економічного розвитку окремих сільських територій, занепад віддалених поселень; нерациональне використання природних ресурсів.
4. Наявність потужної виробничої бази в аграрній сфері, традиції щодо с.-г. виробництва, менталітет населення.	4. Суттєвий знос ОВФ; низька ефективність с.-г. виробництва; низький офіційний попит на кваліфікованих фахівців аграрної сфери.
5. Наявність внутрішніх резервів і ресурсів для розвитку малого і середнього підприємництва.	5. Висока частка тіньового сектору; підвищений адміністративний тиск на сільський бізнес.
6. Стратегічно перспективний туристично-рекреаційний потенціал; наявність культурно-релігійних пам'яток історії.	6. Низький рівень соціальної інфраструктури та інфраструктури туристично-рекреаційного комплексу.
7. Активна позиція сільських громад щодо перспектив їх розвитку в умовах децентралізації.	7. Низький рівень системи управління та планування розвитку сільських територій, відсутність системного підходу. Слабкі темпи розвитку децентралізації.
МОЖЛИВОСТІ (O)	ЗАГРОЗИ (T)
1. Зростання рівня і якості життя сільського населення; якнайповніше залучення трудових ресурсів.	1. Відтік робочої сили; висока майнова диференціація населення.
2. Ефективне використання геополітичного та гео економічного положення для розвитку ЗЕЗ (особливо у сфері сільського господарства); формування привабливого інвестиційного середовища, підвищення конкурентного статусу.	2. Відставання від розвитку інших регіонів; висока диференціація окремих територій за рівнем розвитку, конкурентоспроможністю та перспективою формування інвестиційного клімату (з огляду на їх місце розташування, розміри, ресурсне забезпечення тощо).
3. Підвищення ефективності використання переваг природно-сировинної бази та кліматичних умов для активізації розвитку сільського господарства.	3. Неспроможність забезпечення потенційних потреб населення у разі активного розвитку рослинництва і тваринництва.

Закінчення таблиці 1

1	2
4. Формування сприятливого середовища для розвитку малого і середнього підприємництва; розвиток сільської економіки; збільшення податкових надходжень у бюджет громади у результаті детінізації бізнесу.	4. Темпи розвитку національної економіки не узгоджуються з темпами розвитку в окремих регіонах.
5. Брендинг сільських територій та підвищення їх іміджу як привабливого туристичного об'єкта.	5. Низький туристичний інтерес до українських припад сільських територій; пришвидшення розвитку рекреаційного туризму в сусідніх регіонах.
6. Імплікація механізмів стратегічного управління в концепцію розвитку сільських територій; формування стратегії сталого розвитку територій.	6. Низька ефективність використання переваг стратегічного управління у процесі формування стратегії розвитку сільських територій.
7. Максимальне використання переваг децентралізації.	7. Обмежені фінансові можливості та правові неузгодженості у процесі забезпечення розвитку сільських територій.

Джерело: дослідження авторів.

Зважаючи на швидку перспективу формування в досліджуваному регіоні двох ОТГ, вважаємо, що формування та реалізацію стратегії їх розвитку слід здійснювати із застосуванням інструментів стратегічного маркетингового управління, активізації інтелектуального потенціалу органів місцевого самоврядування, забезпечення належної методико-технологічної, організаційно-інституційної та ресурсної баз (рис. 1). Розроблена емпірична модель управління розвитком сільських територій в умовах децентралізації ґрунтується на сукупності відповідних елементів, які, взаємодіючи на різних ієрархічних рівнях, забезпечують цілісність процесу управління в межах внутрішньої та зовнішньої підсистем для ефективної реалізації політики територіальної організації влади.

Система стратегічного маркетингового управління розвитком сільських територій має узагальнені особливості, які слід враховувати в процесі розроблення пропозицій щодо її залучення у загальну систему стратегічного розвитку територій, зокрема:

1) стратегічне маркетингове управління – це ключовий елемент системи менеджменту, який може впливати на систему по-різному (як позитивно, так і негативно);

2) такий тип управління переважною мірою базується на функціональному підході, який ґрунтується на виконанні різних функцій на різних рівнях управлінської системи (моніторингу, аналізу, планування, контролювання, корегування);

3) інструментарій стратегічного управління супроводжує весь процес формування стратегії розвитку сільської території;

4) стратегічне маркетингове управління передбачає довгострокову співпрацю з іншими системами й підсистемами, що формує значно ширший територіальний простір, відмінний за наявними ресурсами, кліматичними умовами, особливостями співпраці тощо.

Відповідно до «Концепції Державної цільової програми сталого розвитку сільських територій на період до 2020 року», одним із шляхів розв'язання проблем розвитку сільських територій є «удосконалення системи управління розвитком сільських територій в результаті проведення моніторингу заходів із сталого розвитку сільських територій» (Pro zatverdzennja, 2010). Враховуючи зазначене, вважаємо доцільним імплікацію технологій стратегічного маркетингового управління в концепцію розвитку сільських територій та економіки (рис. 2).



Рис. 1. Модель управління розвитком сільських територій в умовах децентралізації (стратегічна перспектива)

Джерело: узагальнення авторів.

Формування системи стратегічного управління передбачає залучення усіх стейкхолдерів, зацікавлених у розвитку сільських територій, а саме: держави, органів влади, бізнесу, сільських жителів. Крім того, такий процес потребує всебічної підтримки з боку останніх, адже стратегічно необхідними для усіх є такі положення: позиціонування власних територій як перспективних для співпраці та конкурентоспроможних на регіональному та міжрегіональному рівнях; бажання виявляти та своєчасно нівелювати несприятливий вплив екзогенних та ендогенних факторів зовнішнього середовища; необхідність прогнозування розвитку територій, моделювання сценарію функціонування; розробка стратегії сталого розвитку сільських територій тощо.

Відтак, сталий розвиток сільських територій (за умови використання технології стратегічного маркетингового управління) забезпечуватиметься через досягнення економічного, соціального та екологічного ефектів. В умовах децентралізації ефективний розвиток буде характерним для тих сільських територій, які використовуватимуть інноваційні підходи в управлінні (сучасні методи й інструменти стратегічного маркетингового управління) та формуватимуть дієві механізми їх реалізації. В міру ускладнення зовнішніх умов, регіональним органам управління рекомендується фокусувати увагу на розробці інноваційно орієнтованих, осучаснених технологій управління, що сприятиме формуванню конкурентних переваг сільських територій у довгостроковій перспективі.



Рис. 2. Імплекація технології стратегічного маркетингового управління в концепцію сталого розвитку сільських територій

*Примітка: СГП – стратегічний господарський підрозділ;
СМУ – стратегічне маркетингове управління.

Джерело: розроблено авторами.

Висновки

Мінливість сучасних умов господарювання вимагає посиленої уваги до функціонування усіх складових загальної системи соціально-економічних відносин в межах сільських територій. Особливе місце за таких умов відводиться стратегічному маркетинговому управлінню як способу забезпечення ефективного управління останніми. Стратегічне маркетингове управління слід вважати ключовим елементом системи управління розвитком сільських територій як соціально-економічних та просторових локацій життя й життєдіяльності сільських мешканців, який передбачає виконання цільових завдань щодо стратегічного аналізу стану сільської території та обґрунтування на його основі стратегії її розвитку з позицій залучення маркетингового інструментарію для розробки, імплементації та контролю розроблених пропозицій.

References

- Chykarenko, I. A., Chykarenko, O. O. & Ushakova, A. S. (2018). Dosvid stratehichnoho upravlinnia rozvytkom obiednanykh terytorialnykh hromad [Experience in strategic management of United Territorial Development.]. *Aspekty publichnoho upravlinnia*, 10 (6), 54–61 [in Ukrainian].
- Kabinet Ministriv Ukrainy. (2010). Pro zatverdzhennia Kontseptsii Derzhavnoi tsilovoi prohramy staloho rozvytku silskykh terytorii na period do 2020 roku [On approval of the Concept of the State Target Program for Sustainable Rural Development for the period up to 2020] : postanova. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/121-2010-%D1%80> [in Ukrainian].
- Koretska raionna derzhavna administratsiia (2019). Dostup do publichnoi informatsii [Access to public information]. Retrieved from <http://korc.gov.ua/history/> [in Ukrainian].
- Korzh, N. V., Babchynska, O. I. & Ivanchenko, H. V. (2019). Stratehichne upravlinnia rozvytkom terytorii: rehionalnyi aspekt [Strategic Management of Territorial Development: A Regional Aspect]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*, 18, 9–13 [in Ukrainian].
- Pro dobrovilne obiednannia terytorialnykh hromad [About voluntary association of territorial communities]. № 157-VIII. (2015) [in Ukrainian].
- Ramanauskas, J., Žukovskis, J. & Zinovchuk, V. (2017). Agricooperatives and Producer's Organisations: Case of EU Countries and Lessons for Ukraine. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development: Research Papers*, 39 (4), 333–346. doi: 10.15544/mts.2017.24.
- Serohin, S. M., Sharov, Yu. P., Borodin, Ye. I., Honcharuk, N. T., Dryshpak, V. M., Krushelnyska, T. L. ... Kondratynskyi, O. S. (2016). Upravlinnia stratehichnym rozvytkom obiednanykh terytorialnykh hromad: innovatsiini pidkhody ta instrumenty [Managing Strategic Development of United Territorial Communities: Innovative Approaches and Tools]. Dnipropetrovsk : DRIDU NADU [in Ukrainian].
- Skydan, O. & Sudak, G. (2018). Development of entrepreneurship in rural areas: strategic milestones. *International scientific journal «Progress»*, 7–8, 33–36.
- Skydan, O. V., Shvets, T. V., Plotnikova, M. F. & Kostiuk, L. P. (2019). Perspektyvni modeli rozvytku pidpriemnytstva ta publichnoho upravlinnia terytorialnykh hromad [Perspective models of development of entrepreneurship and public management of territorial communities]. *Naukovi horyzonty*, 9 (82), 3–12 doi: 10.33249/2663-2144-2019-82-9-3-12 [in Ukrainian].
- Tarasovych, L. & Tamulienė, V. (2017). Marketing as a tool for social and economic rural areas development. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 39 (4), 524–536. doi: <https://doi.org/10.15544/mts.2017.36>.
- Webb, A. & Quintana, M. (2009). Best Marketing Practices for Rural Areas. *e-Review of Tourism Research*, 7 (4), 68–79.
- Zinchuk, T., Kutsmus, N., Kovalchuk, O., Dankevych, V. & Usiuk, T. (2017). Institutional Transformation of Ukraine's Agricultural Sector. *Review of Economic Perspectives – Národohospodárský Obzor*, 17 (1), 57–80. doi: 10.1515/revecp-2017-0003.
- Zinovchuk, V. & Kopytova, I. (2018) A criteria model for assessing the efficiency of the production management. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 40 (1), 118–127. doi: <https://doi.org/10.15544/mts.2018.11>.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-24-32

UDC 331.1.338.43

THE ENHANCEMENT AND PERFORMANCE ANALYSIS OF HUMAN RESOURCES SYSTEM OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISES IN ZHYTOMYR REGION**O. Mosienko**

e-mail: mosienko976@gmail.com

Zhytomyr College of Commerce and Economicse KNUTE

101, Chudnivska Str., Zhytomyr, 10002, Ukraine

An important factor in the development of agricultural production is its provision of labor resources, because the essence of most processes, including economic processes, lies in the work of people. That is why it is important to analyze the state of the personnel management system of agricultural enterprises in the region, which will identify the problems and characterize the factors that influence the development of agricultural production in the Zhytomyr region.

The purpose of the study is to analyze the state of the personnel management system of agricultural enterprises in the Zhytomyr region, which provides an analysis of the state of labor potential and the specifics of the regional labor market. The main objectives of the study are to analyze the provision of rural areas of the region with labor resources; characterization of age and qualitative composition of agricultural workers; determination of social and psychological parameters of the personnel management system of agricultural enterprises of Zhytomyr region, namely: the level of labor motivation and the availability of incentives that can increase it. The following methods were used in the research process: systematic, which is used in the study of the components of the personnel management system; a method of comparisons that makes it possible to compare the current personnel management system with its normative status or status in the previous period; dynamic used in the study of quantitative indicators characterizing the personnel management system; parametric method - to establish functional dependencies between the parameters of the personnel management system and to determine the degree of their compliance.

The study identified not only economic problems, such as: tax burden, poor credit policies, poor funding for state agricultural development programs, but also demographic, social and human resources. The mentioned problems prove that further efforts in the field of sustainable functioning of agricultural enterprises of Zhytomyr region should be directed to creation of sustainable motivation of the personnel formed by value orientations for teamwork of the team; formation of fruitful interaction between management and staff through constant feedback in the work process; improvement of organizational management structures through the introduction of innovative effective systems, including the use of reflective management.

Key words: management system, agricultural staff, analysis, development, self-organization.

АНАЛІЗ СТАНУ ТА РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**О. В. Мосієнко**

e-mail: mosienko976@gmail.com

Житомирський торговельно-економічний коледж КНТЕУ

вул. Чуднівська, 101, Житомир, 10002, Україна

Важливим чинником розвитку сільськогосподарського виробництва є його забезпечення трудовими ресурсами, адже єство більшості процесів, у тому числі і економічних, полягає у праці людей. Саме тому важливим є аналіз стану системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств регіону, який дозволить виявити проблеми та охарактеризувати фактори, що впливають на розвиток сільськогосподарського виробництва на Житомирщині.

Метою дослідження є аналіз стану системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств в Житомирській області, що передбачає аналіз стану трудового потенціалу та специфіки регіонального ринку праці. Основними завданнями дослідження є наступні: аналіз забезпечення сільських територій регіону трудовими ресурсами; характеристика вікового та якісного складу працюючих у сільському господарстві; визначення соціально-психологічних параметрів системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств Житомирщини, а саме, рівня мотивації праці та наявності стимулів, що здатні її збільшити. У процесі дослідження були використані такі методи: системний, що застосовується при вивченні складових компонентів системи управління персоналом; метод порівнянь, який дає можливість порівняти діючу систему управління персоналом з її нормативним станом або станом у минулому періоді; динамічний, що використовується при дослідженні кількісних показників, що характеризують систему управління персоналом; параметричний метод – для встановлення функціональних залежностей між параметрами системи управління персоналом та виявлення ступеня їх відповідності.

У процесі дослідження були виявлені не лише економічні проблеми, такі як податкове навантаження, недосконала кредитна політика, слабке фінансування державних програм аграрного розвитку, а й демографічні, соціальні та кадрові. Означені проблеми доводять, що у подальшому зусилля в області стійкого функціонування сільськогосподарських підприємств Житомирщини повинні бути спрямовані на таке: створення стійкої мотивації персоналу, що формується ціннісними орієнтаціями на командну роботу колективу; формування плідної взаємодії керівництва та персоналу, через постійний зворотній інформаційний зв'язок у процесі праці; вдосконалення організаційних структур управління, через впровадження інноваційних ефективних систем, в тому числі з використанням рефлексивного управління.

Ключові слова: система управління, сільськогосподарський персонал, аналіз, розвиток, самоорганізація.

Вступ

Сільське господарство України є стратегічною і найбільш ефективною галуззю народного господарства, оскільки сільськогосподарські продукти завжди є ліквідними, вони становлять основу продовольчої бази і безпеки держави. Будь-які матеріальні цінності, у тому числі і сільськогосподарська продукція, створюються працею людей. Сучасний перехід до постіндустріального суспільства, нові технології та техніка докорінно змінили зміст управлінської праці, перетворивши її з жорстко регламентованої у творчу та пізнавальну. Зараз праця у сільському господарстві більшою мірою полягає в кооперації, навчанні та розвитку персоналу, використанні колективних знань; відбувається перехід від праці, спрямованої на об'єкт, до праці, спрямованої на розвиток системи менеджменту. Саме тому актуальним є дослідження стану системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств, необхідності формування новаторських підходів та використанні інноваційних технологій управління персоналом, які дозволяють підвищити мотивацію та ефективніше використовувати

професійні можливості працівників підприємства.

Дослідженнями розвитку організаційної структури системи управління та мотивації персоналу займаються такі вчені: Є. Ходаківський, В. Якобчук, О. Захаріна (Khodakovsky et al., 2019); теоретичним питанням управління персоналом присвятили праці Г. Осовська (Osovska & Osovskyj, 2006), О. Овдіюк (Ovdiuk, 2019). Сучасні науковці розкривають систему управління персоналом через такі категорії, як лідерство (Didur, 2015), мотивація праці (Mihailova, 2016), тимбілдінг, або побудова команди (Zaharova, 2015), корпоративна культура (Fedorova, 2015). Однак у наукових працях більшістю авторів, не повною мірою враховано специфіку регіональних ринків праці та недостатньо уваги приділено проблемі оцінювання стану та обґрунтуванню необхідності модернізації системи управління персоналом на рівні певного регіону, що і обумовило актуальність дослідження.

Метою написання статті є аналіз стану системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств Житомирщини.

Матеріали та методи

Опрацювання наукових праць представлених авторів дає можливість стверджувати, що персонал є основною рушійною силою в діяльності підприємства. Ефективність економіки лише на одну третину обслуговується вкладенням в обладнання, все інше залежить від інтелектуального капіталу, а саме від кваліфікації керівництва та персоналу, рівня їх компетентності, вміння передбачати та оцінювати критичні ситуації, вчасно приймати необхідні рішення і забезпечувати їх практичну реалізацію. На думку сучасних вчених, одним з основних принципів управління персоналом є використання диференційованих підходів і стилів управління для різних груп працівників і навіть окремих працівників у різних ситуаціях, з урахуванням їх психологічних особливостей (Khodakovsky et al., 2019); теоретичним питанням управління персоналом присвятили праці соціально-психологічні особливості, а психологічні аспекти формування і діяльності колективу є основою побудови системи управління персоналом. Ми вважаємо, що сучасне розуміння ефективності підприємства зводиться не лише до отримання максимального прибутку, а в більш широкому контексті, пов'язується з такими поняттями як особистісний, психологічний, моральний стан відносин у колективі, що впливає на ефективність праці, а як наслідок на результати роботи підприємства. Саме тому формування ефективних систем управління персоналом підприємств є одним з головних векторів соціально-економічного розвитку регіону.

Об'єктом дослідження є система управління персоналом сільськогосподарських підприємств Житомирської області. Інформаційною базою дослідження стали праці вітчизняних і закордонних науковців, матеріали Державної служби статистики України та Житомирської області, *Internet* ресурси тощо. У процесі дослідження були використані такі методи: системний – при вивченні складових компонентів системи управління персоналом, наприклад, організаційної структури, кадрів, методів управління персоналом; метод порівнянь, який дає можливість порівняти діючу систему управління персоналом з її нормативним станом або станом у минулому періоді; динамічний

метод – використовується при дослідженні кількісних показників, що характеризують систему управління персоналом; параметричний метод – для встановлення функціональних залежностей між параметрами системи управління персоналом та виявлення ступеня їх відповідності.

Результати досліджень та обговорення

Сільське господарство України є стратегічною і найбільш ефективною галуззю народного господарства; не лише основним джерелом доходу сільського населення, яке становить близько 31 % населення країни, а й джерелом формування ВВП. Саме тому розвиток сільського господарства є пріоритетом у державній політиці з часів становлення незалежності і до сучасності. Житомирщина – важливий аграрний регіон України. За відомостями Головного управління статистики Житомирської області, серед 25 регіонів України Житомирщина, за обсягами валової продукції сільського господарства у 2018 р. у розрахунку на 100 га сільгоспугідь, посідає 15 місце. Регіон виробляє 3,7 % валової продукції сільського господарства держави, частка області у виробництві по Україні продукції рослинництва складає 3,5 %, тваринництва – 4,1 %. За підсумками 2018 року по темпах виробництва продукції рослинницької галузі область зайняла 3-є місце серед регіонів держави. У сільському господарстві Житомирської області функціонує 1084 економічно-активних сільськогосподарських підприємств різних організаційно-правових форм власності, з них 721 підприємство займається виробництвом сільськогосподарської продукції.

Важливим чинником розвитку сільськогосподарського виробництва є його забезпечення трудовими ресурсами. Стан трудового потенціалу регіону формується під впливом соціально-економічних факторів. Статистика свідчить, що в сільській місцевості Житомирської області, за останні 5 років, різко скоротилася народжуваність, як наслідок, не забезпечується просте відтворення населення. В області за досліджувані роки сільське населення скоротилося на 19 тис. осіб. Скорочення народжуваності і ріст смертності призводить до зменшення кількісного складу молодших груп та збільшення групи похилого віку, що здійснює негативний вплив на демографічну ситуацію та

забезпечення сільського господарства молодими сільськогосподарських підприємств Житомирщини трудовими кадрами. Віковий склад персоналу представлено у табл. 1.

Таблиця 1. Віковий склад персоналу сільськогосподарських підприємств Житомирщини, тис. осіб

Показники	Рік						2018 р. +/- до 2013 р.
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Облікова кількість штатних працівників сільськогосподарських підприємств	26,7	22,8	22,8	22,6	23,1	20,1	-6,6
З них за віковим складом:							
особи від 16 до 35	6,8	7,5	7,4	7,9	8,1	8,1	1,3
особи від 35 до 50	14,3	10,7	9,3	6,2	5,8	4,4	-9,9
особи від 50 і старше	5,6	4,6	6,1	8,5	9,2	7,6	2,0

Джерело: побудовано за даними Головного управління статистики у Житомирській області.

Дані табл. 1 свідчать, що на сільськогосподарських підприємствах регіону в середньому 44,5 % це працівники пенсійного та передпенсійного віку. Молодь віком від 16 до 35 років складає в середньому 32,2 %. Щодо працівників найпродуктивнішого віку – від 35 до 55 років – їх частка складає 23,3 %. Протягом досліджуваного періоду спостерігається значне зменшення кількості працівників саме останньої вікової градації, на жаль багато таких працівників ведуть особисте господарство або мігрують у пошуках роботи, що більше оплачується. Результати аналізу дають підстави стверджувати, що вікова структура кадрів сільськогосподарських підприємств Житомирщини має тенденцію до старіння. Основною проблемою сільськогосподарських підприємств є відтік молодих кадрів з сільської місцевості. З 450 випускників аграрних вищих навчальних закладів на роботу до села прибувають лише 180 (40 %), а через один рік з них залишається кожен п'ятий. Основними причинами небажання молоді працювати на селі є не належний рівень розвитку інфраструктури сільської місцевості, застаріле обладнання на підприємствах, невисока заробітна плата та відсутність сучасних методів управління, у тому числі і управління персоналом.

В середньому по області рівень безробіття у сільському господарстві складає – 12,2 %.

Дві третини з усіх безробітних – жінки. За віковою градацією безробітна молодь віком до 28 років складає 16,8 % , найбільшу групу формують особи працездатного віку – від 35 до 45 років – 32,2 %. Аналіз сучасного стану зайнятості сільського населення області показав парадоксальну ситуацію: працювати біля землі немає кому, але більшість населення працездатного віку безробітна. Скорочення попиту на сільськогосподарську робочу силу призводить до зменшення ємності ринку праці на селі, а отже, й можливості працевлаштуватися.

Якісний склад зайнятих на сільськогосподарських підприємствах Житомирщини відображено у табл. 2.

Дані табл. 2 свідчать, що в сільськогосподарському виробництві області кількість штатних працівників протягом досліджуваного періоду зменшилася на 6,6 тис. осіб. Спостерігається скорочення як управлінського персоналу на 2,4 тис. осіб, так і виробничого – на 4,3 тис. осіб. Пояснюється це не лише скороченням кількості сільськогосподарських підприємств, а й скороченням кадрів задля зменшення витрат та звільненням за власним бажанням, що мотивується пошуком більшого заробітку.

Таблиця 2. Якісний склад зайнятих на сільськогосподарських підприємствах Житомирщини, тис. осіб

Показники	Рік						2018 р. +/- до 2013 р.
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Кількість зайнятих працівників на с.-г. підприємствах (в т. ч. сезонних найманих)	26,7	22,8	22,8	22,6	23,1	20,1	-6,6
в т. ч. працівники апарату управління	4,3	3,5	3,0	3,0	2,2	1,9	-2,4
в т. ч. виробничий та технічний персонал	22,4	19,3	19,8	19,6	20,9	18,2	-4,2

Джерело: побудовано за даними Головного управління статистики у Житомирській області.

Поступове збільшення розміру мінімальної та середньої заробітної плати не зупинило відтік кадрів із села. У 2013 р. зарплата працівників сільськогосподарських підприємств перевищувала розмір мінімальної заробітної плати на 55,1 %, у 2018 р. перевищення склало – 137,4 %, це свідчить про позитивну динаміку підвищення рівня середньої заробітної плати у сільському господарстві. Однак, залишається проблема того, що більшість селян працюють в індивідуальному господарстві, яке забезпечує їх продуктами харчування, а ось забезпечення за його рахунок підвищення доходів селян, одержання високої професійної кваліфікації, розвитку сільських територій за рахунок розширення виробництва є проблематичним. Це зумовлює значну нестачу кваліфікованих спеціалістів та управлінських кадрів у сільськогосподарському виробництві.

Освітньо-кваліфікаційний рівень працівників сільського господарства Житомирщини нижчий серед зайнятих в інших галузях економіки. Лише кожний п'ятий працівник на селі закінчив технікум, коледж чи інститут, це вдвічі менше, ніж у промисловості, будівництві, сфері транспорту і зв'язку. Відносна чисельність фахівців із вищою освітою у сільському господарстві Житомирщини склала 19,7 % до загальної кількості працівників галузі, що у 2 рази нижче, ніж у промисловості та економіці в цілому. Проблема раціонального та ефективного використання трудового потенціалу у

сільськогосподарському виробництві загалом і професійно-інтелектуального зокрема є надто важливою, оскільки саме він є каталізатором позитивних зрушень у розвитку сільського господарства Житомирщини.

Аналіз соціально-психологічних параметрів системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств Житомирщини, а саме мотивації праці, а також існуючих та тих, що здатні збільшити рівень мотивації, позитивних та негативних стимулів, проведено за допомогою метода опитування. Опитування проводилося на 50 сільськогосподарських підприємствах регіону у сформованих з їх працівників фокус-групах. Гомогенність груп визначалася професійною спрямованістю їх учасників. В дослідженні застосовано порядкову шкалу для оцінки відповідей респондентів, оскільки з її допомогою можна виміряти інтенсивність оцінок, необхідних для дослідження властивостей, суджень, подій, ступенів згоди чи незгоди з пропонованими твердженнями. Зважаючи на середній вік опитуваних, що склав 40–45 років, нами запропонована п'ятибальна шкала, що позитивно сприймається людьми означеного віку, які звикли давати оцінку від 1 до 5 балів, ще зі шкільних та студентських років. В запропонованій п'ятибальній шкалі відповіді на питання мали наступну протяжність:

„ні” швидше „ні”, ніж „так” ні „так”, ні „ні” швидше „так”, ніж „ні” „так”
 1-----2-----3-----4-----5

На основі відповідей респондентів обраховано індекси або складові показники, які дозволяють визначити зміни мотивації праці в середньому у групах. Індекси на основі надання кожному варіанту відповідей респондентів цифрового значення (але не „0”) для п’ятибальної шкали розраховувалися наступним чином:

$$I = (5a + 4b + 3c + 2d + 1e) / N, \quad (1)$$

де: a – число, що відповіли „так” на питання анкети;

b – число, що відповіли „швидше так, ніж ні” на питання анкети;

c – число, що відповіли „ні так, ні ні” на питання анкети;

d – число, що відповіли „швидше ні, ніж так” на питання анкети;

e – число, що відповіли „ні” на питання анкети;

N – загальна кількість відповідей на питання.

Мотивація праці тим вища, чим числове значення індексу ближче до 5 балів, якій відповідає рівню мотивації 100 %. Працівники з найвищим рівнем мотивації відповідально

ставляться до своїх обов’язків, зацікавлені особисто у розв’язанні проблем і завдань, що постали перед підприємством, мають установку на досягнення його цілей та здатність переходити від зовнішнього мотивування до самомотивації, самоконтролю та самоорганізації. За розрахованими таким чином сумами індексів за кожним питанням, визначалось їх середньоарифметичне значення. В результаті було отримано середню оцінку мотивів респондентів (табл. 3) та визначено рівень мотивації праці працівників досліджуваних підприємств в цілому як середньозважену величину загальних коефіцієнтів, отриманих по окремих групах респондентів за формулою:

$$Mnidxp = \frac{\sum_{i=1}^n (M \times \chi_i)}{\sum_{i=1}^n \chi_i}, \quad (2)$$

де: M – рівень мотивації працівників;

χ_i – чисельність працівників;

n – кількість груп респондентів.

Таблиця 3. Значення рівня мотивації за групами респондентів

Назва фокус-групи	Середня кількість, балів	Рівень мотивації, %
1.Управлінський персонал	4,0	80,02
2. Спеціалісти	4,1	81,09
3.Робітники основної діяльності	3,5	70,79
4. Робітники допоміжної діяльності	3,4	68,48
5. Робітники обслуговуючої діяльності	2,7	54,93
Середнє значення за всіма респондентами	3,5	71,1

Дані табл. 3 показують, що середній рівень мотивації праці за всіма респондентами й склав 3,5 балів, за максимально можливого 5 балів. Найвищий рівень мотивації праці у керівного складу та управлінського персоналу – в середньому 81,0 %. На 10 % рівень мотивації нижчий у працівників основної та допоміжної діяльності, найнижчий рівень мотивації у робітників обслуговуючої діяльності. Середній показник рівня мотивації праці свідчить про інертність більшості працівників до роботи, не бажання розвиватися, покращувати результати своєї праці

та говорить про нерозкритий трудовий потенціал персоналу досліджуваних підприємств.

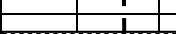
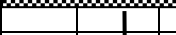
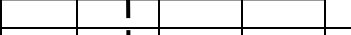
Наступним кроком оцінювання стану трудової мотивації працівників є визначення існуючих позитивних та негативних стимулів до роботи (табл. 4).

З табл. 4 видно, що у структурі загальногрупової оцінки існуючих позитивних та негативних стимулів до роботи найбільше значення відмічено у відношенні індексів: ступінь відкритості керівництва до колективу в частині виступів та доповідей керівництва. На тлі

низького рівня індексів, що характеризують використання колективних обговорень та індивідуальних бесід, можна стверджувати, що керівництво більшості досліджуваних підприємств мало залучає персонал до управлінського процесу та не прислухається до порад та думок працівників. Негативним показником є високий ступінь індексу «кооптації». Це свідчить про те, що керівництво на вакантні посади приймає «вигідних» для себе працівників, просуває по кар'єрних сходах

лише тих, хто його підтримує. На жаль, низьку оцінку працівники надали рівню залучення підлеглих до прийняття рішень та рівню уваги до прохань працівників з боку керівництва, це свідчить про те, що керівництво веде негнучку кадрову політику, найчастіше лише повідомляє про свої рішення, дозволяє брати участь у обговоренні, але право про їх прийняття остаточно залишає за собою (іноді не беручи до уваги пропозиції та прохання працівників).

Таблиця 4. Індеси позитивних та негативних стимулів до роботи персоналу сільськогосподарських підприємств

Назва	В середньому		Питома вага оцінок, %				
	%	індекс	1-20	20-40	40-60	60-80	80-100
1. Відкритість керівництва до колективу та використання в роботі:	52,6	2,63					
а) колективних обговорень	40,2	2,01					
б) індивідуальних бесід	40,1	2,01					
в) виступів і доповідей	81,2	4,06					
2. Толерантне поводження керівництва до персоналу	45,2	2,26					
3. Можливість кар'єрного зростання, навчання та перенавчання	47,0	2,35					
4. Увага керівництва до працівників:	60,0	3,00					
а) задоволення прохання про підвищення оплати праці та інші стимули	46,0	2,30					
в) постійний контроль за якістю роботи та трудовою дисципліною	57,2	3,86					
5. Визнання керівництвом якісної роботи персоналу	44,4	2,22					
а) через підвищення оплати праці та інші матеріальні винагороди	35,2	1,86					
в) через подяки та інші моральні заохочення	47,0	2,35					
6. Ступінь кооптації працівників	72,4	3,62					
7. Використання маневрування у виконанні рішень	46,2	2,31					
8. Ступінь застосування погроз і обіцянок керівництва:	76,6	3,63					
а) у просуванні по кар'єрних сходах	48,4	2,42					
б) у звільненні з роботи	89,0	4,45					
в) у зміні розміру заробітної плати	50,4	2,52					
Оцінки за шкалою			„1”	„2”	„3”	„4”	„5”
Граничні характеристики			min max				

На досліджуваних підприємствах спостерігається постійний контроль за діями персоналу. У частині «застосування погроз і обіцянок» найвищим показником є «звільнення з роботи». Страх втратити роботу у більшій мірі присутній у відповідях низькокваліфікованих робітників, оскільки вони є менш конкурентоспроможними на ринку праці, ніж працівники високого рівня освітньої кваліфікації. Якщо порівняти середню кількість негативних стимулів до роботи, то вона більша, ніж кількість позитивних стимулів. Це говорить про те, що персонал досліджуваних сільськогосподарських підприємств тримають в жорстких умовах, а керівництво є досить авторитарним.

За результатами проведених досліджень нами виявлено, що керівники більшості досліджуваних підприємств (понад 60 %) надають перевагу одноосібно прийнятим рішенням, пояснюють свої мотиви підлеглим, однак ставлять їх перед фактом необхідності виконання певних завдань. На таких підприємствах майже не використовуються соціально-психологічні методи впливу на персонал. Економічні методи застосовують близько 20 % опитаних керівників, що передбачає заохочувальні виплати у вигляді премій, матеріальних винагород та підвищення заробітної плати. Соціально-психологічний ефект такого управлінського методу є переважно незначним, у зв'язку з невисоким рівнем заробітної плати, скрутним матеріальним становищем досліджуваних підприємств, та як наслідок, нечастими додатковими стимулюючими виплатами та невеликою кількістю працівників, що є ними нагородженими. Члени підпорядкованих колективів хоча й визнають економічне стимулювання як істотний інструмент підвищення власної мотивації, однак сприймають управлінські рішення як нав'язані штучно ззовні, а оплату праці як винагороду за кількість виконаної роботи, або відпрацьований час, часто незважаючи на якість праці. Більше 25 % керівників сільськогосподарських підприємств використовують соціально-психологічні методи управління, основою яких є індивідуальні бесіди з працівниками, колективні обговорення проблемних питань, проведення корпоративних свят, колективних заходів, визнання результатів праці як з боку керівництва, так і з боку всього

колективу. Орієнтація на високий результат роботи такого підприємства базується на волі керівника і зустрічному прагненні підлеглих, а тому забезпечує високий рівень мотивації праці. Використання соціально-психологічних методів управління забезпечує мінімальний керівний вплив та розвиток самоорганізації на підприємстві.

Однією з інноваційних технологій, що вдало використовує соціально-психологічні методи управління, є рефлексивне управління персоналом. Система управління на базі рефлексії її елементів забезпечує нівелювання опору за рахунок спільного бажання персоналу до розвитку. Де розвиток сприймається як якісні (природні, органічні, збалансовані, необхідні) зміни, що порушують стан рівноваги та стабільності, але приносять задоволення від отриманого після змін результату. Використання рефлексивних методів управління дозволяє активізувати ініціативність персоналу, забезпечили плідну співпрацю з керівництвом, змінити технічні орієнтири системи управління на гуманістичні, які є базою для процесів професійної самоорганізації колективів.

Висновки

З урахуванням представлених проблем розвитку сільськогосподарського виробництва Житомирщини, а особливо старіння населення та відтоку молодих кадрів з села, розвиток сільського господарства регіону повинен бути пов'язаний з виявленням нерозкритих можливостей кадрового потенціалу сільського господарства. Зусилля в області стійкого функціонування сільськогосподарських підприємств повинні бути спрямовані на вирішення наступних завдань: створення мотивації персоналу для управління ресурсним потенціалом сільськогосподарських підприємств; виявлення проблемних зон в управлінні персоналом; вдосконалення організаційних структур управління, через впровадження інноваційних ефективних систем управління, в тому числі з використанням рефлексивного управління. Результати аналізу стану системи управління персоналом сільськогосподарських підприємств регіону свідчать про необхідність її реформування у бік гуманізації, адже, на тлі економічної нестабільності, саме психологічні

методи управління можуть дозволити збудувати міцну систему взаємозв'язків персоналу і керівництва задля досягнення цілей підприємства. На нашу думку, «стартовим майданчиком» модернізації системи управління до гуманістичного напрямку та професійної самоорганізації системи може бути рефлексивне управління персоналом. Система управління на базі рефлексії її елементів забезпечує нівелювання опору за рахунок спільного бажання персоналу до взаємної співпраці та розвитку підприємства.

References

- Didur, K. M. (2015). Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti systemy upravlinnia personalom v ahrarnykh pidpriemstvakh [Ways to improve the efficiency of personnel management system in agricultural enterprises]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu. Ser. Ekonomichni nauky. Derzhavne upravlinnia*, 1 (35), 125–129 [in Ukrainian].
- Fedorova, A. S. (2015). Efektyvna vzaiemodiia u kolektyvi yak vazhlyva skladova formuvannia korporativnoi kultury pidpriemstva [Effective interaction in the team as an important component of corporate culture formation]. *Ekonomika APK*, 11, 118–125 [in Ukrainian].
- Khodakivskyi, Ye. I., Yakobchuk, V. P. & Zakharina, O. V. (2019). Formuvannia yevropeiskoi systemy q-menedzhmentu v detsentralizovanykh hromadakh [Formation of european systems q-management in decentralized populations]. *Naukovi horyzonty. Scientific horizons*, 3 (76), 10–19. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-76-3-10-18> [in Ukrainian].
- Mykhailova, L. I. (2016). Osoblyvosti motyvatsii do pratsi v silskohospodarskykh pidpriemstvakh [Features of motivation to work in agricultural enterprises]. *Ekonomika APK*, 5, 87–92 [in Ukrainian].
- Osovska, H. V. & Osovskyi, O. A. (2006). Osnovy menedzhmentu. [Fundamentals of management]. Kyiv : Kondor [in Ukrainian].
- Ovdiuk, O. M. (2019). Vplyv shkoly naukovoï orhanizatsii upravlinnia na formuvannia teorii upravlinskykh rishen [The influence of the school of scientific management organization on the formation of management decision theory]. *Naukovi horyzonty. Scientific horizons*, 5 (78), 82–88. doi: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-78-5-82-87> [in Ukrainian].
- Zakharova, O. (2015). Pryvablyvyi brend robotodavtsia: umovy stvorennia ta instrumenty otsinky [Attractive employer brand: terms of creation and evaluation tools]. *Ukraina: aspekty pratsi*, 4, 18–23 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-33-38

UDC 619:616.36/.6-071/085:616.99.7

MORPHO-BIOCHEMICAL BLOOD COMPOSITION OF CLINICALLY HEALTHY CATS**I. Horalska, O. Kovalchuk, O. Dubova**

e-mail: iryna.goralska@gmail.com, alezhka110293@gmail.com, oxdubova@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

For the correct, complete and accurate diagnosis of animal diseases requires knowledge of the physiological indicators of the state of their body, which are debatable. Considering that blood is a diagnostic test of diseases of different genesis, it was relevant to study these and other blood parameters in cats using the principles and methods of animal examination. Laboratory tests of blood of clinically healthy cats revealed that the number of red blood cells ranged from 6.9 to 9.5 T/l. Such a relatively large number of erythrocytes in cats is apparently due to their small size of 4–6 microns in diameter, which was confirmed by microcytosis, which can be considered physiological for this species of animal. The values of hemoglobin content in cats was on average 156.9 ± 13.8 g/l. The number of leukocytes in the blood of experimental cats averaged 13.6 ± 2.9 G/l, within 9.6 – 15.8 G/l. The functional state of the liver in cats was characterized by a total serum protein content of 71.2 ± 4.37 g/l. The value of albumin, which is a factor in ensuring the transport of bilirubin, hormones, metals, vitamins, lipid metabolism, etc., which was 43.6 ± 2.68 %, was supplemented by the stability of this system. A feature of the structure and functioning of the hepatobiliary system in healthy cats is the fact that serum bilirubin is in the range of 0.7–4.9 $\mu\text{mol/l}$. The activity of GGTP, an enzyme located on the surface of the bile duct cells, must be determined to determine the origin of hyperbilirubinemia and localization of the pathological process in the liver. It should be noted that the level of physiological limits of activity of this enzyme in healthy cats is 1.58 ± 0.042 U/l. The ALT and AST enzymes involved in the exchange of amino acids in the serum of cats are represented by the average values of ALT activity – 16.8 ± 0.84 U/l and AST 19.8 ± 1.16 U/l, respectively. Determination of blood glucose in cats is the main test that reflects the carbohydrate metabolism, which in the animals of the experimental group was 4.03 ± 0.85 mmol/l, ranging from 3.3 to 4.9 mmol/l. The state of the pancreas is characterized by activity in the serum of the enzyme α -amylase, the value of which in cats was in the range of 500–1950 U/l. The functional state of the kidneys should be characterized by the serum content of cats of creatinine and urea, which in healthy cats averages of creatinine 121.8 ± 13.6 $\mu\text{mol/l}$ and urea 8.2 ± 1.3 mmol/l, respectively.

Key words: cats, erythrocytes, serum, liver, bilirubin, enzymes, α -amylase.

МОРФО-БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД КРОВІ КЛІНІЧНО ЗДОРОВИХ КОТІВ**І. Ю. Горальська, О. М. Ковальчук, О. А. Дубова**

e-mail: iryna.goralska@gmail.com, alezhka110293@gmail.com, oxdubova@gmail.com

Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Для правильної, повноцінної та достовірної діагностики захворювань тварин необхідні знання фізіологічних показників стану їх організму, які є дискусійними. Зважаючи, що кров є діагностичним тестом захворювань різного генезу, актуальним було вивчення цих та інших показників крові у котів з використанням принципів та методів диспансеризації для тварин. У роботі за результатами проведених лабораторних досліджень крові клінічно здорових котів, було встановлено, що кількість еритроцитів перебувала в межах від 6,9 до 9,5 Т/л. Така відносно велика кількість еритроцитів у котів очевидно зумовлена їх малим розміром 4–6 мкм у діаметрі, що підтверджувалося мікроцитозом, який можна вважати фізіологічним для цього виду тварин. Значення вмісту гемоглобіну у котів перебував в середньому $156,9 \pm 13,8$ г/л. Кількість лейкоцитів у крові дослідних котів становила в середньому

13,6±2,9 Г/л, в межах 9,6–15,8 Г/л. Функціональний стан печінки у котів характеризував вміст загального білка сироватки крові, що становив 71,2±4,37 г/л. Доповнювали інформацію значення альбумінів, що є фактором забезпечення транспорту білірубину, гормонів, металів, вітамінів, метаболізму ліпідів тощо, який становив 43,6±2,68 %, і проявлялося стабільністю цієї системи. Особливістю будови та функціонування гепатобіліарної системи у здорових котів є той факт, що білірубін сироватки крові, знаходиться в межах 0,7–4,9 мкмоль/л. Визначення активності ГТГП, ферменту, який розміщений на самій поверхні клітин жовчовивідних шляхів, необхідно виконувати для з'ясування походження гіпербілірубінемії та локалізації патологічного процесу в печінці. При цьому, слід враховувати, що рівень фізіологічних меж активності цього ферменту у здорових котів становить 1,58±0,042 Од/л. Ферменти АЛТ та АСТ, що беруть участь в обміні амінокислот, у сироватці крові котів представлені середніми значеннями активності АЛТ – 16,8±0,84 Од/л та АСТ 19,8±1,16 Од/л, відповідно. Визначення концентрації глюкози в крові у котів є головним тестом, який відображає стан вуглеводного обміну, що у тварин дослідної групи становив 4,03±0,85 ммоль /л, в межах від 3,3 до 4,9 ммоль/л. Стан підшлункової залози характеризує активність в сироватці крові ферменту α -амілази, значення якої у котів знаходилося в межах 500–1950 Од/л. Функціональний стан нирок слід характеризувати за показниками вмісту в сироватці крові котів креатиніну та сечовини, які у здорових котів в середньому становлять креатиніну 121,8±13,6 мкмоль/л та сечовини 8,2±1,3 ммоль/л, відповідно.

Ключові слова: коти, еритроцити, сироватка крові, печінка, білірубін, ферменти, α -амілаза.

Вступ

Для створення належних умов співіснування людини і тварини та підвищення культури ветеринарного обслуговування, поряд з організаційно-господарськими, протиепізоотичними та протипаразитарними заходами, необхідно проводити комплекс планових діагностичних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на профілактику внутрішніх неінфекційних хвороб (Kondrahin, 1991). Сучасна ветеринарна медицина досягла такого рівня, на якому може успішно боротися з багатьма захворюваннями. При цьому, лише потрібно завжди пам'ятати, що хворобу легше попередити, ніж лікувати, а її виявлення на ранніх стадіях у більшості випадків дає змогу вилікувати тварину (Kondrahin, 1991).

Диспансеризація тварин, яка дозволяє проводити контроль за станом обміну речовин та здоров'я в цілому по стаду, своєчасно виявляти основні та супутні хвороби, їх причини, базується перш за все, на використанні клінічних лабораторних методів досліджень. Зрозуміти суть патологічного процесу, перебіг хвороби, лікування неможливо без проведення такого роду досліджень (Kondrahin, 2004). Для інтерпретації лабораторних даних повинні бути встановлені відповідні стандартні інтервали, визначені для практично здорових тварин тієї ж самої спільної популяції, що й хворі (Kaneco et al., 1997).

У процесі еволюції в організмі тварин, визначалася певна стабільність внутрішнього середовища – гомеостазу. В сучасних умовах існування людей і свійських тварин, в тому числі і котів, більшість змін системи кровообігу носять адаптаційний характер. Так, система кровообігу та гемопоезу у котят має певні відмінності від інших м'ясоїдних. Наприклад, здатність селезінки до розширення та скорочення може зумовити значне збільшення гематокритної величини при збудженні чи фізичному навантаженні або зменшення – при анестезії (Nett et al., 2001; Mejer & Harvi, 2007; Winzelberg & Hohenhaus, 2019). Існують повідомлення про те, що причиною макроцитарної анемії у котів може бути нестача фолатів. Незначне підвищення середнього об'єму еритроцитів та гематокритної величини можуть мати коти із гіпертиреозом та персистуючій гіпернатріємії (Mejer & Harvi, 2007).

Біохімічний склад крові котів характеризується відносно вищими від інших видів тварин рівнем компонентів залишкового азоту – сечовини та креатиніну, активності ферментів – амілази, яка має найвищі значення серед усіх видів тварин, відносно меншими показниками пігментного обміну – загального та непрямого білірубину та низкою інших відмінностей (Mejer & Harvi, 2007).

Зважаючи, що кров є діагностичним тестом захворювань різного генезу, актуальним було вивчення цих та інших показників у котів

(Kondrahin, 2004). Для цього використовували принципи та методи диспансеризації для тварин.

Матеріали та методи

Матеріалом для дослідження були безпородні клінічно здорові коти віком від 18 міс. до 8 років, що утримувалися в приватному секторі м. Житомир. Робота виконувалася упродовж 2017–2019 років на базі навчально-науково-виробничої клініки та в умовах клініко-діагностичної лабораторії факультету ветеринарної медицини Житомирського національного агроекологічного університету. При цьому було проведено диспансерне клінічне обстеження 45 котів з лабораторним дослідженням їх крові, що включало визначення кількості еритроцитів, лейкоцитів, рівня гемоглобіну, вмісту загального білка в сироватці крові, альбумінів, загального білірубину, глюкози, активності ферментів АЛТ, АСТ, ГГТП, лужної фосфатази, α -амілази, креатиніну та сечовини (Kondrahin et al., 2004; Mejer & Harvi, 2007) за допомогою напів-автоматичного аналізатора.

Результати дослідження крові обраховували методами варіаційної статистики. Визначали середню арифметичну (M) і статистичну помилку

середньої арифметичної (m), вірогідність різниці між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (p) й таблицями Стьюдента (Goralski, 2005).

Результати досліджень та обговорення

Клінічний статус котів описаний у різних посібниках. Розроблені стандартні характеристики порід котів, але питання щодо фізіологічних значень крові залишаються дискусійним до теперішнього часу (Lumsden, 1998)

Так, за результатами загального клінічного обстеження дослідних котів їх температура тіла, частота пульсу та дихання перебували в межах норми. Видимі слизові оболонки кон'юнктиви та ротової порожнини були блідо-рожевого кольору. Шерстний покрив був блискучим, прилягав до шкіри, без alopecий та лусочок.

Дослідженнями крові було встановлено, що еритроцити у котів представляють собою без'ядерні подвійноввігнуті диски, а їх кількість у крові перебувала в межах від 6,9 до 9,5 Т/л, в середньому $8,3 \pm 0,63$ Т/л, що відповідало фізіологічній нормі (табл.).

Таблиця. Результати досліджень крові клінічно здорових котів

Показники	Одиниці вимірювань	$M \pm m$	Lim
Еритроцити	Т/л	$8,3 \pm 0,636$	6,9 – 9,5
Лейкоцити	Г/л	$13,6 \pm 2,9$	9,6 – 15,8
Гемоглобін	г/л	$156,9 \pm 13,8$	135 – 175
Загальний білок	г/л	$71,2 \pm 4,37$	65,8 – 75,1
Альбуміни	%	$43,6 \pm 2,68$	40,3 – 46,7
Загальний білірубін	мкмоль/л	$2,6 \pm 0,18$	0,7 – 4,9
АЛТ	од/л	$16,8 \pm 0,84$	11,7 – 21,5
АСТ	од/л	$19,8 \pm 1,16$	16,3 – 25,8
α -амілаза	од/л	$1068,2 \pm 47,3$	526 – 1952
ГГТП	од/л	$1,58 \pm 0,042$	0,4 – 2,3
Лужна фосфатаза	од/л	$46,2 \pm 5,8$	18,9 – 73,2
Креатинін	мкмоль/л	$121,8 \pm 13,6$	68,3 – 136,5
Сечовина	ммоль/л	$8,2 \pm 1,3$	5,2 – 9,3
Глюкоза	ммоль/л	$4,03 \pm 0,85$	3,6 – 5,1

Така відносно велика кількість еритроцитів у котів очевидно зумовлена їх малим розміром – 4–6 мкм в діаметрі, на відміну від собак та інших м'ясоїдних тварин. Так, при мікроскопії мазків крові ми виявляли мікроцитоз, а це може означати, що кістковим мозком продукується більша кількість клітин „червоної“ крові для потреб організму, який можна вважати фізіологічним для цього виду тварин.

Значення вмісту гемоглобіну у котів до теперішнього часу має різні варіації. Так, за І. П. Кондрахіним, його кількість у котів варіює від 100 до 140 г/л (*Kondrahin et al., 2004*). За даними інших авторів (*Nett et al., 2001; Winzelberg & Hohenhaus, 2019*) цей показник повинен перебувати в нормі від 110 до 170 г/л. Результати наших досліджень показали, що вміст гемоглобіну перебував у межах від 135 до 175 г/л, в середньому $156,9 \pm 13,8$ г/л (табл.).

Кількість лейкоцитів у крові дослідних котів становила в середньому $13,6 \pm 2,9$ Г/л, при нормі 9,6–15,8 Г/л (табл.).

Окрім показників системи гемопоезу котів, нами було вивчено функціональний стан печінки, що включав дослідження білкового, вуглеводного та пігментного обмінів. Особливу увагу надавали ферментодіагностиці.

Вміст загального білка у сироватці крові котів фізіологічно зрілого віку становив $71,2 \pm 4,37$ г/л і перебував у межах норми (табл.). Доповнювали інформацію значення альбумінів та їх частка у кількості загального білка сироватки крові котів, який є фактором, що певною мірою забезпечує підтримання онкотичного тиску плазми крові та водно-електролітичного обміну в організмі. При цьому, альбуміни транспортують білірубін, гормони, метали, вітаміни, відіграють важливу роль у метаболізмі ліпідів тощо.

Так, частка альбумінів у сироватці крові котів становила $43,6 \pm 2,68$ % (табл.), і за умови відсутності впливу будь-яких патогенних чинників, проявлялася стабільність цієї системи. Білірубін сироватки крові – це продукт метаболізму гемоглобіну, жовто-червоний пігмент, що утворюється в ретикулоендотеліальній системі при розпаді гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів і є показником його утворення та виведення. Особливістю будови та функціонування гепатобіліарної системи у котів є той факт, що рівень загального білірубину у здорових тварин

знаходиться в межах 0,7–4,9 мкмоль/л (*Van den Ingh et al., 2006; Rothuizen, et al., 2006*). Так, у котів дослідної групи його рівень становив у середньому $2,6 \pm 0,18$ мкмоль/л (табл.).

Для того, щоб мати більше інформації про походження гіпербілірубінемії та з'ясування локалізації патологічного процесу у жовчовивідних шляхах у котів визначають активність ГГТП, ферменту, який розміщений на самій поверхні клітин та бере участь у перенесенні амінокислот через її мембрану. Підвищення активності ферменту свідчить про патологію інтрагепатичних жовчних протоків (*Center et al., 1986*). Так, у клінічно здорових котів активність ГГТП сироватки крові в середньому становила $1,58 \pm 0,042$ Од/л, за норми 0–5 Од/л (табл.).

Для діагностики захворювань внутрішніх органів найчастіше визначають активність таких ферментів, як амінотрансфераз (АСТ та АЛТ), лактатдегідрогенази, креатинкінази, лужної фосфатази, амілази та деяких інших.

Внутрішньоклітинні ферменти АЛТ та АСТ, що беруть участь в обміні амінокислот, у великих концентраціях містяться в печінці, серці, скелетних м'язах, мозкові, нирках, еритроцитах. Вивільнення їх та елімінація в кров відбувається при пошкодженні тканин, а визначення їх активності є найбільш ранніми тестами структурних змін гепатоцитів.

У котів більше діагностичне значення має визначення активності АЛТ, оскільки у цитозолі гепатоцитів її найбільше (*Mejer & Harvi, 2007*). При порушенні проникності мембран, викликаного пошкодженням, регенераторною або репаративною активністю, метаболічними змінами, АЛТ надходить у русло крові. У випадку гострого ураження ступінь підвищення активності АЛТ в крові приблизно відображає кількість пошкоджених гепатоцитів.

Виявлення активності АСТ в циркулюючій крові котів використовують для встановлення порушень з боку печінки, оскільки цим тваринам не характерна висока її активність. За тяжких уражень печінки в крові у котів підвищується активність АСТ, особливо її компонент, зв'язаний із мітохондріями. Рівень циркулюючої АСТ знижується швидше, ніж АЛТ. Послідовні вимірювання активності АСТ при захворюваннях печінки дозволяють визначити завершення патологічного процесу. Різке падіння рівня АСТ в крові свідчить про недостатність регенераторної

здатності паренхіми печінки. Стійке відхилення активності АСТ від нормального рівня вказує на подальший перебіг захворювання (Mejer & Harvi, 2007).

Так, активність АЛТ та АСТ в сироватці крові здорових котів становила $16,8 \pm 0,84$ та $19,8 \pm 1,16$ Од/л, відповідно (табл.).

Показником затримки виведення жовчі, порушення проникності мембран гепатоцитів та епітелію жовчовивідних шляхів є підвищення активності лужної фосфатази. У котів час напіввиведення циркулюючого у крові ферменту складає всього 6 годин. Тому і цінність його визначення як маркеру холестатичного захворювання обмежена (Mejer & Harvi, 2007). Результатами наших досліджень було встановлено, що активність лужної фосфатази у котів перебувала в межах від 18,9 до 73,2 Од/л (табл.).

Визначення концентрації глюкози в крові є головним тестом, який відображає стан вуглеводного обміну. Роль печінки у вуглеводному обміні полягає в забезпеченні сталого рівня глюкози в крові шляхом глікогенезу, глікогенолізу та глюконеогенезу (перетворення амінокислот та гліцерину в глюкозу) (Simpson & Doxey, 1990; Ruaux, 2003). Концентрація глюкози в сироватці крові клінічно здорових котів становила 3,3–4,9 ммоль/л, в середньому $4,03 \pm 0,85$ ммоль/л (табл.).

Стан підшлункової залози вивчали за активністю в сироватці крові ферменту – α -амілази, що секретується, в основному, підшлунковою залозою. Амілаза розщеплює складні вуглеводи з утворенням дисахаридів, каталізує ендогідроліз крохмалю і глікогену до мальтози (Maev, 2009, Mejer & Harvi, 2007; Kondrahin et al., 2004). У клінічно здорових тварин активність α -амілази знаходилася в межах 526–1952 Од/л, що в середньому складало $1068,2 \pm 47,3$ Од/л (табл.).

При виконанні лабораторних досліджень крові звертали увагу на показники, що характеризують фільтраційну функцію нирок – вміст креатиніну та сечовини в сироватці крові. Як відомо, на рівень креатиніну не впливає характер раціону, а його зниження може спостерігатися при зменшенні м'язової маси тварин або при вагітності, яка в наших випадках виключалася. Як показали результати наших досліджень, вміст креатиніну в сироватці крові у

котів перебував у межах від 68,3 до 136,5 мкмоль/л, в середньому $121,8 \pm 13,6$ (табл.).

Сечовина є кінцевим продуктом обміну білків, та може бути зниженою іноді за вагітності, при безбілковій дієті або при порушенні всмоктування. Підвищення цього показника, як правило, супроводжує патологію нирок, що проявляється гострою та хронічною нирковою недостатністю, при обструкції сечових шляхів, також рівень сечовини підвищується з віком. Нашими дослідженнями було встановлено кількість сечовини в сироватці крові дослідних котів на рівні $8,2 \pm 1,3$ ммоль/л (табл.).

Таким чином, узагальнення проведених досліджень дали змогу встановити морфо-біохімічний склад крові клінічно здорових котів, що утримуються на території м. Житомир, для використання їх при діагностиці хвороб різного генезу, перебігу захворювань та ефективності терапії.

Висновки

1. Результати проведених досліджень вказують, що еритроцитопоез у котів представлений мікроцитозом, за рахунок якого кістковим мозком продукується більша кількість клітин „червоної“ крові, ніж у інших м'ясоїдних тварин.

2. Для діагностики функціонального стану організму котів пропонується використовувати низку показників біохімічного складу крові. Інформативними для встановлення діагнозу та спостереження за лікуванням є визначення загального та прямого білірубіну, креатиніну, сечовини, загального білка та його фракцій, глюкози, активності ферментів: амілази, АЛТ, АСТ, ГГТП та лужної фосфатази.

References

Center, S. A., Baldwin, B. H., Dillingham, S., Erb, H. N., Tennant, B. C. (1986). Diagnostic value of serum gamma-glutamyl transferase and alkaline phosphatase activities in hepatobiliary disease in the cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 188, 507–510.

Farver, T. V. (1997). Concepts of normality in clinical biochemistry. In Kaneco, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. L. (Eds.). *Clinical biochemistry of domestic animals* (pp. 1–19) (5th ed.). San Diego : Academic press.

Horalskyi, L. P., Khomych, V. T. & Kononskyi,

- O. I. (2005). Osnovy histolohichnoi tekhniki i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii [Fundamentals of histological technique and morphofunctional methods of research in normal and pathology]. Zhytomyr : Polissia (in Ukrainian).
- Kondrahin, I. P., Arhipov, A. V., & Levchenko, V. I. (2004). Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics]. Moskva : Kolos (in Russian).
- Levchenko, V. I. (Ed.) (1991). Veterinarnaya dispanserizatsiya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh [Veterinary medical examination of farm animals]. Kiyev: Urozhay [in Russian].
- Lumsden, J. H. (1998). «Normal» of reference values: Questions and comments. *Vet Clin Pathol*, 27, 102–106.
- Maev, I. V. & Kucherjavyj, Ju. A. (2009). Bolezni podzheludochnoj zhelezy [Pancreatic disease]. Moskva : GJeOTAR-Media (in Russian).
- Mejer, D. & Harvi, Dzh. (2007). Veterinarnaja laboratornaja medicina. Interpretacija i diagnostika [Veterinary laboratory medicine. Interpretation and Diagnostics]. Moskva : Sofion (in Russian).
- Nett, C. S., Arnold, P. & Glaus, T. M. (2001). Leeching as Initial Treatment in a Cat with Polycythaemia Vera. *Journal of Small Animal Practitioners*, 42, 554–556. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2001.tb06027.x>.
- Ruau, C. G. (2003). Diagnostic approaches to acute pancreatitis. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.*, 18 (4), 245–249.
- Simpson, J. W. & Doxey, D. L. (1990). Serum amylase and isoamylase values in dogs with pancreatic disease. *Vet. Res. Commun.*, 14 (6), 453–459.
- Standards for Clinical and Histological Diagnosis of Canine and Feline Liver Diseases* (pp. 85–101). Philadelphia : Elsevier.
- Van den Ingh, T. S., Van Winkle, T. & Cullen, J. M. (2006). Morphological classification of parenchymal disorders of the canine and feline liver. In Rothuizen J., Bunch S., Charles J., Cullen J., Desmet V., Szatmari V. ... Washabau R.
- Winzelberg, O. S. & Hohenhaus, A. E. (2019). Feline non-regenerative anemia: Diagnostic and treatment recommendations. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21 (7), 615–631. doi: <https://doi.org/10.1177/1098612X19856178>.

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-39-47

UDC 619:612.015.3:636.2

QUALITY AND SAFETY OF FEEDS FOR COWS IN THE DRY PERIOD AND THE PARTURITION IN THE OBSTETRICS DISPENSATION SYSTEM**R. Sachuk¹, Ya. Stravsky², S. Zhyhalyuk¹, O. Katsaraba³, Yu. Mandyhra¹***e-mail: sachuk.08@ukr.net*¹Research Epizootology Station IVM NAAS

18, Knyazya Volodymyra Str., Rivne, 33028, Ukraine

²I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

1, Freedom Square, Ternopil, 46001, Ukraine

³Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

50, Pekarska Str., Lviv, 79010, Ukraine

In farm “Mriya” of the Rivne region, obstetric and gynecological dispensaries of cows during lactation and dry period were conducted. The purpose of the first stage of clinical examination was to determine the nutritional value of feeds for their compliance with quality and safety indicators. The research of fodder was conducted for the purpose of determining the presence of mycotoxins, general contamination and the species composition of microscopic fungi, the content of nitrates and nitrites and macro-trace elements.

The toxicological, mycological, zootechnical and statistical methods of research are used in this work.

*The bio test on white mice has found that sunflower oil is toxic and can not be used for feeding cows. The micronutrient studies of corn silage, mixed fodder, sunflower oil, straw have established high levels of toxic generative species of *Aspergillus*, *Cladosporium*, and *Rhizopus* spp. Their degree of contamination far exceeds the maximum allowable levels. Due to the inconsistency of these indicators, it is not recommended to use such feed for cows during lactation and lactation.*

Contamination of feed raw materials Aflatoxin B₁, zerralenom, sterigmatocysteine and patulin was not detected. According to the results of studies on the content of inorganic elements of mixed fodder and sunflower oil, excessive maximum levels of Ferum and Nickel were set against the backdrop of Selenium, Cobalt, and Kuprum deficiencies.

According to the results of chemical research of forages, the non-conformity of corn silo with its normative index of 3rd class due to high content of fiber in dry matter by 25,0 %, which caused the decrease of exchange energy and feed units by 4,5 % and 13,0 % respectively, which greatly impairs its quality. In sunflower seed oil, the moisture content increased by 7,1 %, the percentage of crude fiber by 17,5 %, and the lower content of crude protein by 21,0 %, but did not have a negative effect on the level of exchange energy. In the mixed fodder relative to the normative values, the level of crude protein is reduced by 7,2 %, while other determined indicators are within the reference level.

The developed measures allowed to reduce the toxicity of sunflower oil, to decontaminate contaminated micronutrient feeds and to adjust the diet on the basis of indicators of maximum permissible levels of safety.

Key words: corn silage, mixed feed, sunflower seed meal, green mass alfalfa, straw, cow, quality, safety.

ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА КОРМІВ ДЛЯ КОРІВ У ПЕРІОД СУХОСТОЮ ТА ОТЕЛІ В СИСТЕМІ АКУШЕРСЬКОЇ ДИСПАНСЕРИЗАЦІЇ**Р. М. Сачук¹, Я. С. Стравський², С. В. Жигалюк¹, О. А. Кацараба³, Ю. М. Мандигр¹***e-mail: sachuk.08@ukr.net*¹Дослідна станція епізоотології ІВМ НААН

вул. Князя Володимира, 16/18, м. Рівне, 33028, Україна

²Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України
майдан Волі, 1, Тернопіль, 46002, Україна³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького

вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

У ФГ “Мрія” Рівненської області розпочато діагностичний етап акушерської диспансеризації, проведено моніторинг захворюваності корів. Метою подальших досліджень стало визначення:

відповідності кормів показника якості та безпеки щодо загальної токсичності; загальної контамінації та видового складу мікроскопічних грибів; наявності мікотоксинів; вмісту неорганічних елементів; вмісту нітратів і нітритів. Також досліджували поживну цінність кормів.

У роботі використано токсикологічні, мікологічні, зоотехнічні та статистичні методи досліджень.

За біопробою на білих мишах встановлено, що макуха соняшникова – токсична та не може бути використана для годівлі корів. Згідно з мікологічними дослідженнями силосу кукурудзяного, комбікорму, макухи соняшникової, соломи встановлений високий вміст токсикоутворюючих видів родів *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus* spp. Ступінь контамінації ними значно перевищує максимально допустимі рівні. За невідповідністю показників не рекомендується застосовувати цей корм для годівлі тільних і лактуючих тварин.

Контамінації кормової сировини господарства Афлатоксином В₁, зераленоном, стеригматоцистіном та патуліном не виявлено. За результатами досліджень вмісту неорганічних елементів комбікорму та макухи соняшникової встановлено перевищення максимально допустимих рівнів Ферумом і Нікельом, тоді як за Селеном, Кобальтом, Купрумом у досліджуваних пробах виявлена нестача.

За результатами хімічних досліджень кормів встановлено невідповідність силосу кукурудзяного його нормативним показником 3-ого класу через підвищений вміст клітковини у сухій речовині на 25,0 %, що обумовило зниження обмінної енергії та кормових одиниць на 4,5 % та 13,0 %, відповідно, що значно погіршує його якість. У макусі соняшниковій відносно нормативних значень підвищені вологість на 7,1 %, частка сирової клітковини на 17,5 %, а також знижений вміст сирого протеїну на 21,0 %, однак це не вплинуло негативно на рівень обмінної енергії. У комбікормі відносно нормативних значень знижений рівень сирого протеїну на 7,2 %, інші визначені показники знаходяться в межах референтного рівня.

Розроблені заходи дозволили знизити токсичність макухи соняшникової, провести знезараження контамінованих мікроміцетами кормів і відкоригувати раціон за показниками максимально допустимих рівнів.

Ключові слова: силос кукурудзяний, комбікорм, макуха соняшникова, зелена маса люцерни, солома, корови, якість.

Вступ

Ведення молочного скотарства на промисловій основі неможливе без якісної кормової бази. Забезпечення тварин достатньою кількістю доброякісних біологічно повноцінних кормів є основою профілактики акушерсько-гінекологічних захворювань (Fedak & Dushara, 2019; Velychko, 2019). Практика обстеження тваринницьких ферм свідчать про значний відсоток акушерських і гінекологічних захворювань, серед яких домінують субінволюція матки, післяродовий, хронічний ендометрит, хвороби та функціональні розлади яєчників, що згодом стають причиною неплідності. Дані патології є наслідком як ветеринарних, так і зоотехнічних прорахунків, серед яких використання незбалансованих і недоброякісних кормів, особливо взимку (Liasota et al., 2015; Zhurenko et al., 2019). Тому науково-обґрунтовані вимоги щодо якісного та кількісного складу раціону повинні дотримуватися цілорічно. Часто

причиною захворювань є наявність у кормах алкалоїдів, нітратів, пестицидів та інших отруйних речовин, а також токсинів грибів і мікроорганізмів. Нині, за інтенсивного ведення тваринництва, коли масові профілактичні заходи відіграють вирішальну роль у забезпеченні нормального процесу виробництва, особливе значення має систематичний контроль за якістю і повноцінністю годівлі.

Питанням якості кормів для годівлі молочного поголів'я ВРХ приділяли достатньо уваги багато вчених (Andrushchak, 2012; Duzhak, 2012; Pivtorak, 2012; Liasota et al., 2015; Vus & Kozenko, 2019). Проте, питання ранньої профілактики захворювань корів і розробки дієвих засобів на стадії оцінки якості кормів мало висвітлена у працях вітчизняних учених.

Рання профілактика та розробка дієвих превентивних заходів є одним з ключових етапів акушерської диспансеризації та є можлива ще на стадії контролю за якістю і повноцінністю годівлі. За результатами досліджень багатьох учених,

акушерська та гінекологічна диспансеризація є одним із найбільш ефективних засобів організації відтворення стада, контролю за репродуктивною функцією корів і телиць парувального віку та профілактики неплідності тварин (Valiushkyn, 1986; Valchuk et al., 2016; Stravskyi et al., 2017; Koreiba, 2019; Vudmaska et al., 2019).

Тому дослідження якості та безпечності кормів як окремих фрагментів діагностичного етапу акушерської диспансеризації дозволить науково обґрунтовувати патогенез хвороби, встановлювати діагноз на початковій стадії, стежити за перебігом хвороби та ускладненнями, корегувати і контролювати ефективність лікування.

Метою досліджень було визначити окремі показники якості та безпеки кормів, які використовуються для сухостійних та отелених корів і їх вплив на розвиток акушерських захворювань.

Матеріали та методи досліджень

Для оцінки окремих показників якості та безпеки кормів і визначення їх поживної цінності досліджували: загальну токсичність; загальну контамінацію та видовий склад мікроскопічних грибів; наявність мікотоксинів; вміст неорганічних елементів; вміст нітратів і нітритів. Корми використовувалися для годівлі сухостійних і отелених корів ФГ “Мрія” с. Велика Омеляна Рівненського району Рівненської області. Проба 1 – силос кукурудзяний; проба 2 – комбікорм; проба 3 – макуха соняшникова; проба 4 – зелена маса люцерни; проба 5 – солома. Визначення загальної токсичності кормів проводили за біопробами на білих мишах впродовж 10 діб (Obrazhei et al., 1998).

Мікологічні дослідження кормів проводили за допомогою адаптованих методів мікологічного аналізу, які включали первинне виділення, шляхом висіву у живильне середовище агару сусли та Чапека, виділення у чисту культуру, видову ідентифікацію; ступінь контамінації кормів мікроскопічними грибами визначали за кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у перерахунку на 1 г корму.

Визначення мікотоксинів проводили способом тонкошарової хроматографії (Malinin, 2009).

Вміст нітратів і нітритів в кормах визначали спектрофотометрично за методикою з реактивом Грісса.

Визначення вмісту сирого протеїну проводили за методом К’ельдаля згідно з ДСТУ ISO 5983:2003, сирій клітковини – згідно з ДСТУ ISO 6865:2004, сирій золи – згідно з ДСТУ ISO 5984:2004, сирого жиру – згідно з ГОСТ 30131-96, вологості згідно з ГОСТ 13496.13, Кальцію – згідно з ГОСТ 26570-95, Фосфору – згідно з ГОСТ 26657-97. Вміст оцтової та масляної кислот визначали за методом Леппера-Фліга згідно з ДСТУ 4782:2007 та ДСТУ 4684:2006 (Kontrolivannia ..., 2014).

Статистичну обробку результатів виконано за загальноприйнятою методикою (Rokitskiy, 1973).

Результати досліджень та обговорення

За результатами діагностичного етапу акушерської диспансеризації у 112 корів ФГ “Мрія” Рівненської області протягом 2016–2018 рр. у період сухостою встановлено випадки залежування до родів (35,2–44,6 %), набряк вимені (6,0–10,0 %), кетоз (17,3–20,1 %), синдром жирної печінки (8,2–11,2 %) та субклінічні форми маститу (30,0–35,0 %). Найбільша кількість захворювань незаразної етіології реєструвалася у отелених корів господарства, а саме: молочна лихоманка у 10,7–22,4 %, у 10,4–19,9 % тварин встановлено клінічну картину післяродового парезу, діагностували різні форми післяродового маститу в 6,4–20,4 % тварин. У корів під час родів і в післяродовий період акушерські хвороби реєстрували у 10,2–35,6 % випадків. Ускладненні роди – у 10,5–41,3 % тварин. Травми родових шляхів відмічали у 9,5–20,0 % корів. На їх фоні у 35,0–42,1 % тварин розвивався гострий післяродовий метрит. Затримання посліду реєстрували у 1,4–9,2 % корів. Післяродову субінволюцію матки реєстрували на 5–6 добу після отелення у 7,2–9,4 % корів.

Першим фрагментом досліджень став токсикологічний контроль кормів за біопробами на білих мишах. Біопроба силосу кукурудзяного, зеленої маси люцерни та соломи задавали у вигляді олійного екстракту, який лабораторним тваринам вводили внутрішньошлунково. Комбікорм та макуху соняшникову (15,0 % від раціону) згодовували. За результатами досліджень не виявлено токсичних проявів при застосуванні силосу кукурудзяного, комбікорму і зеленої маси, тоді як макуха соняшникова виявилася токсичною та у такому вигляді не може бути використана для годівлі корів.

Таблиця 1. Загальна контамінація та видовий склад мікроскопічних грибів, виділених з проб кормів, $M \pm m$, $n=3$

№ з/п	Назва кормів	Видовий склад виділених мікроскопічних грибів	Загальна контамінація мікроміцетами, КУО в 1 г корму		Максимально допустимий рівень, КУО в 1 г корму
			до обробки	після обробки	
1	Силос кукурудзяний	<i>Aspergillus fumigatus</i> ($16,75 \times 10^4$), <i>Mukor circinelloidees</i> , дріждеподібні гриби	$8,33 \times 10^4 \pm 0,44$	$4,33 \times 10^4 \pm 0,41^{**}$	$5,0 \times 10^4$
2	Комбікорм	<i>Aspergillus fumigatus</i> ($5,75 \times 10^4$), <i>Aspergillus flavus</i> ($3,50 \times 10^4$), <i>Aspergillus niger</i> ($2,25 \times 10^4$), <i>Aspergillus candida</i> ($2,25 \times 10^4$), <i>Scopulariopsis brevicaulis</i> , <i>Mukor hiemalis</i>	$8,33 \times 10^4 \pm 0,41$	$4,33 \times 10^4 \pm 0,41^{**}$	
3	Макуха соняшникова	<i>Aspergillus fumigatus</i> ($19,25 \times 10^4$), <i>Mukor hiemalis</i> , <i>Mycelia sterilia</i>	$11,67 \times 10^4 \pm 0,44$	$4,00 \times 10^4 \pm 0,41^{**}$	
4	Солома	<i>Aspergillus fumigatus</i> ($15,75 \times 10^4$), <i>Cladosporium spp.</i> ($2,75 \times 10^4$), <i>Mukor hiemalis</i> , <i>Absidia spp.</i> , <i>Rhizopus microspores</i> , дріждеподібні гриби	$15,33 \times 10^4 \pm 1,1$	$4,67 \times 10^4 \pm 0,41^{***}$	

Примітка: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ відносно показника до обробки.

В зв'язку з тим що кормова база господарства не дозволяє повне виключення корму з раціону, то для зниження токсичності змішували його з доброякісним аналогом у пропорції 1:3, після чого уже біопроба з макухою соняшниковою була негативна.

Враховуючи те, що корми є легкодоступні для мікроорганізмів, а силос кукурудзяний та комбікорм найшвидше піддаються токсичному впливу грибів, проведено мікотоксикологічні дослідження. За мікологічними дослідженнями силосу кукурудзяного, комбікорму, макухи соняшникової, соломи, встановлено високий вміст токсикоутворюючих видів родів *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus spp.* Ступінь контамінації значно перевищував максимально-допустимі рівні (МДР), тому такі корми не рекомендується застосовувати для годівлі молодняку, тільних і лактуючих тварин.

Після застосованого способу знезараження контамінованих мікроміцетами кормів у

господарстві, а саме для комбікорму та макухи – грануляція за температури 300°C з експозицією 10–12 хв., для силосу – додавання цеолітового борошна з розрахунку 0,3 % від загальної маси комбікорму вдалося досягти зниження загальної контамінації мікроміцетами в 1 г корму: у силосі – з $8,33 \times 10^4 \pm 0,44$ до $4,33 \times 10^4 \pm 0,41$; комбікормі – з $8,33 \times 10^4 \pm 0,41$ до $4,33 \times 10^4 \pm 0,41$; макусі соняшниковій – з $11,67 \times 10^4 \pm 0,44$ до $4,00 \times 10^4 \pm 0,41$; соломі – $15,33 \times 10^4 \pm 1,1$ до $4,67 \times 10^4 \pm 0,41$ (табл. 1).

Паралельне вивчення контамінації кормової сировини мікотоксинами у ФГ “Мрія” не виявило присутності афлатоксину В₁, зераленону, стеригматоцистину та патуліну.

За результатами досліджень відкориговано умови зберігання кормів та рекомендовано проведення систематичних мікотоксикологічних досліджень кормів (не рідше ніж 1 раз у 3 місяці), що дозволить своєчасного визначати початок

псування та попереджати їх негативну дію на організм тварин.

Клінічні прояви післяродового парезу, що характеризувався різноманітною симптоматикою, стали передумовою дослідження комбікормів на вміст неорганічних елементів. У

комбікормі встановлено перевищення максимально допустимих рівнів Феруму на 9,0 % і Нікелю на 20,0 %, тоді як за Цинком (46,0 %), Купрумом (69,5 %), Марганцем (67,7 %) та Кобальтом (25,0 %) виявлена нестача (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст неорганічних елементів у комбікормі та макусі соняшниковій для корів, $M \pm m$, $n=3$

Корм Елемент, мг/кг	Комбікорм	Норми NRC*	Макуха соняшникова
Цинк	16,21 $\pm$ 1,07	30,00	23,65 $\pm$ 0,50
Купрум	3,05 $\pm$ 0,40	10,00	15,00 $\pm$ 0,27
Ферум	54,52 $\pm$ 6,83	50,00	446,32 $\pm$ 2,51
Марганець	12,92 $\pm$ 0,38	40,00	45,02 $\pm$ 1,22
Селен	0,18 $\pm$ 0,03	0,10-0,3	0,38 $\pm$ 0,04
Свинець	0,73 $\pm$ 0,15	–	3,67 $\pm$ 0,25
Кобальт	0,075 $\pm$ 0,01	0,10	0,20 $\pm$ 0,03
Нікель	0,6 $\pm$ 0,03	0,50	2,84 $\pm$ 0,25
Стронцій	0,85 $\pm$ 0,07	–	108,26 $\pm$ 0,68

*Примітка: наведено за даними (National ..., 2001).

Для корекції раціону годівлі корів щодо неорганічних елементів рекомендовано застосування “Бленду вітамінно-мінерального для ВРХ 0,3 %” з розрахунку 3 кг бленду на 1 тону корму для лактуючих корів. До складу препарату входять вітаміни А, Д₃ та Е, Кобальт, Йод і органічний пробіотик – Actigen, який буде впливати на шлунково-кишкову екосистему, стимулюючи імунні механізми слизової оболонки

і неімунні механізми шляхом антагонізму з потенційними патогенами.

Наступним етапом досліджень стали визначення вмісту нітратів і нітритів у кормах (табл. 3). За результатами досліджень встановлено, що у силосі кукурудзяному та зеленій масі люцерни не встановлено перевищень МДР за вмістом нітратів і нітритів.

Таблиця 3. Вміст нітратів і нітритів у кормах, $M \pm m$, $n=3$

Проба	Показник	Вміст нітратів, мг/кг	Вміст нітритів, мг/кг	МДР, мг/кг	
				нітрати	нітрити
Силос кукурудзяний		346,98 $\pm$ 5,54*	14,59 $\pm$ 0,53	500,00	15,00
Зелена маса люцерни		137,47 $\pm$ 1,50*	0,42 $\pm$ 0,04		

Примітка. * $p < 0,001$; відносно показника максимально допустимого рівня.

За результатами хімічних досліджень кормів встановлено невідповідність силосу кукурудзяного його нормативним показником 3-ого класу через підвищений вміст клітковини у сухій речовині на 25,0 %, що обумовило зниження обмінної енергії та кормових одиниць на 4,5 % та 13,0 %, відповідно, що значно погіршує його якість (табл. 4). У макусі соняшниковій відносно

нормативних значень підвищені вологість на 7,1 %, частка сирової клітковини на 17,5 %, а також знижений вміст сирового протеїну на 21,0 %, однак це не вплинуло негативно на рівень обмінної енергії. У комбікормі відносно нормативних значень знижений рівень сирового протеїну на 7,2 %, інші визначені показники знаходяться в межах референтного рівня.

Таблиця 4. Результати визначення поживної цінності кормів для ВРХ, $M \pm m$, $n=3$

№ з/п	Показники	Значення	Норма
1	2	3	4
Силос кукурудзяний			ДСТУ 4782:2007
1	Вологість, %	$67,67 \pm 1,78$	60-85
2	Вміст сухої речовини, %	$28,0 \pm 0,71$	Не менше ніж: 1 клас – 25 2 клас – 20 3 клас – 15
3	Масова частка у сухій речовині сирової золи, %	$2,33 \pm 1,08$	Не нормується
4	Масова частка у сухій речовині сирого протеїну, %	$10,7 \pm 0,82$	Не менше ніж: 1 клас – 10 2 клас – 9 3 клас – 8
5	Масова частка у сухій речовині сирого жиру, %	$1,7 \pm 0,41$	Не нормується
6	Масова частка у сухій речовині сирової клітковини, %	$46,7 \pm 5,4$	Не менше ніж: 1 клас – 29 2 клас – 32 3 клас – 35
7	Кальцій, %	$0,32 \pm 0,15$	Не нормується
8	Фосфор, %	$0,05 \pm 0,009$	Не нормується
9	Обмінна енергія, Мдж/1 кг сухої речовини	$7,8 \pm 0,29$	Не менше ніж: 1 клас – 9,7 2 клас – 8,9 3 клас – 8,2
10	Кормові одиниці в 1 кг сухої речовини	$0,47 \pm 0,05$	Не менше ніж: 1 клас – 0,74 2 клас – 0,64 3 клас – 0,54
11	Масова частка молочної кислоти в загальній кількості органічних кислот (молочної, оцтової, масляної), %	$45,0 \pm 2,83$	Не менше ніж: 1 клас – 50 2 клас – 40 3 клас – 30
12	Масова частка масляної кислоти, %	$0,2 \pm 0,007$	Не менше ніж: 1 клас – 0,3 2 клас – 0,4 3 клас – 0,5
13	Масова частка оцтової кислоти, %	$0,5 \pm 0,28$	Не менше ніж: 1 клас – 3,5 2 клас – 3,5 3 клас – 3,5

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4
<i>Комбікорм</i>			ГОСТ 9268-2015
1	Вологість, %	15,7±2,16	Не нормується
2	Сира зола, %	2,7±1,47	Не нормується
3	Сирий протеїн, %	11,6±0,48	Не менше 12,5
4	Сирий жир, %	2,9±0,11	Не менше 2,5
5	Сира клітковина, %	4,7±0,41	Не більше 7,0
6	Кальцій, %	0,7±0,04	0,6-0,8
7	Фосфор, %	0,8±0,07	0,8-0,9
8	Обмінна енергія, Мдж в 1 кг комбікорму	14,1±0,29	Не менше 9,7
<i>Макуха соняшникова</i>			ГОСТ 80-96
1	Вологість, %	9,1±0,72	Не більше, ніж 8,5
2	Сира зола, %	8,2±0,21	6,2-6,8
3	Сирий протеїн, %	30,0±1,41	Не менше, ніж 38,0
4	Сирий жир, %	5,9±0,55	Не більше, ніж 10,0
5	Сира клітковина, %	23,5±1,97	Не більше ніж 20,00
6	Кальцій, %	0,33±0,05	Не нормується
7	Фосфор, %	0,65±0,11	Не нормується
8	Обмінна енергія, Мдж в 1 кг комбікорму	1,4±0,15	Не менше 1,04
9	Кислотне число, мг КОН	9,3±0,61	Не більше ніж 30,0
10	Перекисне число, % I ₂	0,12±0,002	Не більше ніж 0,3

Для встановлення причин захворювань, ранньої діагностики та профілактики акушерських корів слід проводити моніторингові дослідження якості кормів та контролювати вміст мікроелементів у складових комбікормів і макусі соняшниковій.

Висновки

На діагностичному етапі акушерської диспансеризації проведено моніторинг захворюваності корів і вивчено стан кормової

бази господарства. Досліджено окремі показники якості та безпеки кормів. За біопробою на білих мишах встановлено, що макуха соняшникова – токсична та не може бути використана для годівлі корів. За результатами мікологічних досліджень встановлено присутність у силосі кукурудзяному, комбікормі, макусі соняшниковій та солоній токсикоутворюючих грибів родів *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus spp.*, ступінь контамінації якими значно перевищувала МДР. Забруднення

Афлатоксином В₁, зераленоном, стеригматоцистином та патуліном не виявлено. Дослідженнями вмісту неорганічних елементів комбікорму встановлено перевищення МДР Феруму і Нікелю, тоді як за Цинком, Купрумом, Марганцем та Кобальтом виявлена нестача.

Розроблені заходи дозволили знизити токсичність макухи соняшnikової, провести знезараження контамінованих мікроміцетами кормів і відкоригувати раціон за показниками максимально допустимих рівнів.

Результати досліджень будуть використані для розробки профілактичних заходів акушерської патології та буде визначено ефективність їх застосування.

References

- Andrushchak, V. (2012). Yak hrubi kormy poznachaiutsia na vashii kysheni [As coarse feeds are affected in your pocket]. *Moloko i ferma*, 2 (8), 50–55 [in Ukrainian].
- Duzhak, A. (2012). Yakist kormiv zadaie ton efektyvnyi hodivli [Feed quality sets the tone for effective feeding]. *Propozytsiia*, 1, 117–118 [in Ukrainian].
- Fedak, N. M. & Dushara, I. V. (2019). Molochna produktyvnist koriv za vykorystannia u ratsionakh zymovo-stiilovoho periodu utrymannia vyko-yachminnoho sylosu [Dairy productivity of cows for use in winter-stall rations for maintenance of barley silo]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn*, 20 (2), 390–399. doi: 10.36359/scivp.2019-20-2.08. [in Ukrainian]
- Kontroliuvannia kormiv i vody za osnovnymy pokaznykamy bezpeky dla zabezpechennia zdorovia velykoi rohatoi khudoby (2014). [Control of feed and water by basic safety indicators for the health of cattle] : metodychni rekomendatsii. Kyiv [in Ukrainian].
- Koreiba, L. V. (2019). Hematolohichni pokaznyky u vysokoproduktyvnykh koriv v dynamitsi sukhostiinoho periodu [Hematologic indices in high-yielding cows in the dynamics of the dry season]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho*, 21 (93), 37–40. doi: doi.org/10.32718/nvivet9307 [in Ukrainian].
- Liasota, V. P., Malyna, V. V., Hryshko, V. A., Bulei, N. V. & Balatskyi, Yu. O. (2015). Hihienichna otsinka kormiv: metodychni vkazivky dla provedennia laboratorno-praktychnykh i praktychnykh zaniat zi studentamy biolohotekhnolohichnoho fakultetu ta fakultetu veterynarnoi medytsyny [Feed hygiene: Guidelines for laboratory and practical training with students of the Faculty of Biotechnology and the Faculty of Veterinary Medicine]. *Bila Tserkva* : BNAU [in Ukrainian].
- Malinin, O. O. (2009). Odnochasne vyznachennia mikotoksyniv (aflotoksyn V₁, zeralenon, patulin, steryhmatotsystin) v kombikormakh i zernovykh za tonkosharovoio abo ridynnoio khromatohrafiieiu [Simultaneous determination of mycotoxins (aflatoxin B₁, zeralenone, patulin, sterigmatocystin) in compound feeds and cereals by thin layer or liquid chromatography]: metodychni rekomendatsii. Kyiv [in Ukrainian]
- National Research Council (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th revised ed.). Washington : National Academy Press.
- Obrazhei A.F., Pohrebniak L.I., Korzunenko O.F. (1998). Metodychni vkazivky po sanitarno-mikolohichnii otsintsi i polipshenniu yakosti kormiv [Methodological instructions for sanitary-mycological evaluation and improvement of feed quality]. Kyiv [in Ukrainian].
- Pivtorak, Ya. I., Holodiuk, I. P. & Mateus, V. L. (2012). Vykorystannia suchasnykh tekhnolohii pry vyrobnytstvi moloka [The use of modern of technologies in the production of milk]. *Bezpeka produktiv kharchuvannya ta tekhnolohiya pererobky*, 4 (62), 191–195 [in Ukrainian].
- Rokitskiy, P. F. (1973). Biologicheskaya statistika [Biological statistics]. Minsk: Vysheyschaya shkola [in Russian].
- Stravskiy, Ya. S., Panych, O. P., Stefanyk, V. Iu., Kobylukh, I. B., Muzyka, V. P., Chaikovska, O. I. ... Padovskiy, V. N. (2017). Diagnostyka, likuvannia ta profilaktyka akusherskoi patolohii u koriv [Diagnosis, treatment and prevention of obstetric pathology in cows] : metodychni rekomendatsii. Lviv [in Ukrainian].
- Valchuk, O. A., Liubetskyi, V. Y. & Sukhonos, V. P. (2016). Akusherska ta hinekolohichna dyspanseryzatsiia koriv yak skladova veterynarnoho blahopoluchchia u skotarstvi [Obstetric and gynecological dispensarization of cows as a component of veterinary welfare in animal husbandry]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ser. Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktsii tvarynnystva*, 237, 96–115 [in Ukrainian].
- Valyushkin, K. D. (1986). Ginekologicheskaya dispanserizatsiya korov na ferme promyshlennogo tipa [Gynecological dispensary of cows on an industrial

farm]. Problemy diagnostiki, terapii i profilaktiki nezaraznykh bolezney s.-kh. zhivotnykh v promyshlennom zhivotnovodstve : tezis dokladov Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii (p. 10) (part 2). Voronezh [in Russian].

Velychko, V. O. (2019). Fiziologo-funktsionalna kharakterystyka orhanizmu vidhodivelnnykh buhatsiv za vplyvu tekhnohennoho navantazhennia. [Physiological and functional characteristics of the body of fattening bugs under the influence of technogenic load]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn, 20(2), 11-17. doi: 10.36359/scivp.2019-20-2.01. [in Ukrainian]

Vudmaska, I. V., Sachko, S. R. & Petruk, A. P. (2019). Korektsiia biokhimichnykh pokaznykiv krovi koriv u pered- i pisliaotelniy periody shyshkamy khmeliiu ta vitaminom E [Correction of biochemical indices of blood of cows in pre- and postpartum periods with cones of hops and vitamin E]. Naukovyi visnyk Lvivskoho

natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho, 21 (95), 117–121. doi: doi.org/10.32718/nvlvet9522 [in Ukrainian].

Vus, U. M. & Kozenko, O. V. (2019). Dynamika zmin pokaznykiv bilkovoho obminu v koriv zalezno vid sezonu roku ta terytorii roztashuvannia hospodarstva [Dynamics of changes in protein metabolism in cows depending on the season of the year and the location of the farm]. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho, 21 (93), 164–168. doi: doi.org/10.32718/nvlvet9329 [in Ukrainian].

Zhurenko, O. V., Karpovskyi, V. I., Danchuk, O. V. & Hudz, N. V. (2019). Vzaiemozviazok vmistu kuprumu v krovi koriv z riznym tonusom avtonomnoi nervovoi systemy [Relationship of the content of kuprum in the blood of cows with different tone of the autonomic nervous system]. Veterynarna biotekhnolohiia, 35, 53–62. doi: 10.31073/vet_biotech35-07 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-48-52

UDC 631.559:633.1(477.42)

**PRODUCTIVITY OF CORN AND SILAGE HYBRIDS OF MAIZE
IN THE CONDITIONS OF POLISSYA****O. Ovezmuradova, I. Karas, A. Kupchunskiy, K. Goliychuk**e-mail: bloglistnet@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Maize is one of the strategic crops in the world grain production. Increasing the yield of this crop is facilitated by the use of hybrids with high plasticity to agroclimatic growing conditions. The purpose of the research was to evaluate the productivity of corn and silage maize hybrids under growing conditions in the Polissya region. The following methods were used in the research: analysis – in the study of cause and effect relationships of the processes under study; comparison – for detailed analysis of experimental data; synthesis – in the generalization of research results, formulation of conclusions; field – laying of research sites, accounting; statistical – when processing the received data and determining their accuracy. In the article the yield indicators of maize hybrids of grain use, mid-ripe group with semi-toothlike (EXRM 014, EXRN 003, EXRM 021) and toothlike (EXRN 002, EXRM 013, EXRM 015) grain type, and silage hybrids of medium-ripening (S 3825, S 3909) and mid-late groups (S 4210) with toothed (S 4210) and semi-toothed (S 3825, S 3909) grain. In terms of growth energy, temperature and humidity, the studied corn and silage hybrids of maize correspond to the soil and climatic conditions of the Polissya region. Hybrids were evaluated by the average number of rows in a cob, the average number of grains in a row, the average number of grains in a cob, weight 1000 seeds, and yield. When grown in Polissya conditions, the best performance indicators were characterized by grain middle-ripening semi-toothy hybrid EXPM 021, grain tooth-like hybrid EXPM 015 and silo middle-late tooth-shaped hybrid S 4210. Further studies will be aimed at assessing the resilience of these hybrids to the most common diseases in the agro-ecological conditions of the Polissya area.

Key words: maize, hybrid, elements of crop structure, yield.**ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ ТА СИЛОСНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
В УМОВАХ ПОЛІССЯ****О. Б. Овезмирадова, І. Ф. Карась, А. П. Купчинський, К. Ю. Голійчук**e-mail: bloglistnet@gmail.com

Житомирський національний агроєкологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Кукурудза є однією зі стратегічних культур у світовому виробництві зерна. Збільшенню врожайності цієї культури сприяє використання гібридів, що мають високу пластичність до агрокліматичних умов вирощування. Метою досліджень була оцінка показників продуктивності зернових та силосних гібридів кукурудзи за умов вирощування в зоні Полісся. При проведенні досліджень користувалися наступними методами: аналізу – при вивченні причинно-наслідкових зв'язків процесів, що досліджувалися; порівняння – для проведення детального аналізу експериментальних даних; синтезу – при узагальненні результатів досліджень, формулюванні висновків; польовим – закладання дослідних ділянок, проведення обліків; статистичним – при обробці отриманих даних та визначення їх достовірності. В статті проаналізовано показники врожайності гібридів кукурудзи зернового використання, середньостиглої групи з напівзубоподібним (EXPM 014, EXRN 003, EXPM 021) та зубоподібним (EXRN 002, EXPM 013, EXPM 015) типом зерна, а також силосні гібриди середньостиглої (S 3825, S 3909) та середньопізньої груп (S 4210) із зубоподібним (S 4210) та напівзубоподібним (S 3825, S 3909) зерном. За енергією росту, відношенням до температури

та вологи досліджувані зернові та силосні гібриди кукурудзи відповідають ґрунтово-кліматичним умовам зони Полісся. Проведено оцінку гібридів за середньою кількістю рядів у качані, середньою кількістю зерен у ряді, середньою кількістю зерен у качані, масою 1000 насінин, урожайністю. При вирощуванні в умовах Полісся найкращими показниками продуктивності характеризувались зерновий середньостиглий напівзубоподібний гібрид EXPM 021, зерновий зубоподібний гібрид EXPM 015 та силосний середньопізній зубоподібний гібрид S 4210. Подальші дослідження будуть спрямовані на оцінку стійкості даних гібридів до найбільш поширених хвороб в агроекологічних умовах зони Полісся.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, елементи структури врожаю, врожайність.

Вступ

Кукурудза є однією зі стратегічних культур у світовому виробництві зерна. Завдяки високій врожайності, широкому використанню, високим попиту та ціні, кукурудза є однією з найбільш поширених ярих зернових культур. В Україні за посівними площами вона займає друге місце серед зернових злаків (*Statistical Yearbook of Ukraine*, 2018).

Кукурудза характеризується пластичністю до ґрунтово-кліматичних умов, що на фоні високої агротехніки обумовлює її стабільну врожайність (*Pysarenko*, 1992; *Ponurenko et al.*, 2005; *Diacono et al.*, 2012). Підбір гібридів адаптованих до відповідних зон дозволяє отримати прирост врожаю до 20–50 % (*Chuchmiy*, 2002; *Pashchenko et al.*, 2009). Регіони вирощування цієї культури в нашій країні надзвичайно строкаті за агрокліматичними умовами, що суттєво впливає на ріст, розвиток рослин, формування зеленої маси і зернову продуктивність. За останні роки, внаслідок глобальних кліматичних змін, ареал вирощування кукурудзи, змістився в зону стійкого зволоження. Це змушує аграріїв до пошуку нових перспективних гібридів, придатних для вирощування в певних ґрунтово-кліматичних умовах (*Tilman et al.*, 2011). Незважаючи на надзвичайне насичення сучасного ринку насіннєвого матеріалу, пропозицію нових гібридів, що характеризуються високою врожайністю, високими посухо- та холодостійкістю, доброю вологовіддачею зерна під час дозрівання, стійкістю до хвороб та несприятливих умов середовища (*Chuchmiy et al.*, 2002), урожайність кукурудзи в умовах виробництва й досі залишається на рівні 34–45 % від потенційної (*Pashchenko et al.*, 2009; *Lavrynenko et al.*, 2016; *Zymaroyeva*, 2019). Метою досліджень була оцінка показників продуктивності нових зернових та силосних гібридів кукурудзи за умов вирощування в зоні Полісся.

Матеріали та методи

Оцінка гібридів кукурудзи проведена протягом 2018–2019 рр. в умовах польових досліджень на базі ЖНАЕУ. Технологія вирощування культури загальноприйнята. Площа ділянки – 50 м², повторність 4-х кратна. Обліки проводили згідно з методиками (*Volkhodav*, 2001; *Lebid et al.*, 2008). Ґрунтовий покрив досліджуваного поля представлений дерново-глеюватим ґрунтом, вміст гумусу в орному шарі – 2,17 %, легкогідролізованого азоту – 140 мг/кг, рухомого фосфору – 233, обмінного калію – 257 мг/кг, рН – 7,4.

Статистична обробка результатів досліджень проводилася за методами математичної статистики (*Dospekhov*, 1985) з використанням пакету прикладних програм *Microsoft Excel*.

Результати досліджень та обговорення

Температура та волога є основними факторами, що безпосередньо впливають на ріст, розвиток і продуктивність культури. Зона Полісся, в якій проведені дослідження, характеризується помірним кліматом – достатньо вологим, теплим літом та м'якою зимою. У ранньовесняний період досить часто спостерігаються приморозки до -2 – -3 °С, що можуть спричиняти пошкодження і нерідко загибель сходів кукурудзи. Саме тому, за умов вирощування в зоні Полісся перевага надається вибору гібридів з високою холодостійкістю. При зниженні температури насіння таких гібридів може лежати в ґрунті 25–30 днів і здатне прорости після потепління (*Pashchenko et al.*, 2009). Середня температура найтеплішого місяця – липня складає +18–19 °С, максимальна – може досягати +33–40 °С. Температура повітря понад +25 °С під час цвітіння кукурудзи може негативно впливати на запліднення рослин, а при підвищенні температури до 45–47 °С – припинитися ріст.

Полісся належить до зони достатнього зволоження. Середньорічна кількість опадів коливається в межах 550–650 мм, близько 70 % їх кількості випадає протягом весняно-літнього періоду. Кукурудза протягом вегетації потребує надходження 450–600 мм опадів, найменш вимоглива до вологи – на початку вегетації. Варто відмітити, що у 2018 р. протягом весняного періоду, в період посіву ярих зернових культур відмічалася посуха, проте це не мало суттєвого впливу на ріст рослин кукурудзи. Найбільше вологи (40–50 % від загального водоспоживання) кукурудза потребує в другій половині вегетації – у період викидання волотей та наливу зерна. Це обумовлює вирощування гібридів, що характеризуються високими показниками посухостійкості.

Нами досліджувалися зернові гібриди середньостиглої групи, що мають (ФАО 330–360) напівзубоподібний (EXPM 014, EXPH 003, EXPM 021) та зубоподібний (EXPH 002, EXPM 013, EXPM 015) типи зерна, а також силосні гібриди (ФАО 380–420) середньостиглої (S 3825, S 3909) та середньопізньої груп (S 4210) із зубоподібним (S 4210) та напівзубоподібним (S 3825, S 3909) типом зерна.

Досліджувані зернові гібриди кукурудзи характеризуються високою енергією проростання (8–8,5 балів), холодостійкістю (7,5–8,5 балів) та мають досить високу посухостійкість (7–7,5 балів). Рекомендована температура ґрунту для висіву насіння становить 7–8 °С (табл. 1).

Таблиця 1. Характеристика зернових та силосних гібридів кукурудзи

Гібрид	ФАО	Група стиглості	Тип зерна	Початок енергії росту, балів	Посухо-стійкість, балів	Холодо-стійкість, балів	Темпе-ратура ґрунту для висівання насіння, °С
Зернові гібриди							
EXPM 014	330	середньо-стиглий	напів-зубоподібний	8	7,5	8	7
EXPH 003	350	середньо-стиглий	напів-зубоподібний	8	7,5	7,5	8
EXPM 021	360	середньо-стиглий	напів-зубоподібний	8,5	7,5	8	8
EXPH 002	330	середньо-стиглий	зубоподібний	8	7	8,5	8
EXPM 013	340	середньо-стиглий	зубоподібний	8	7,5	8	8
EXPM 015	350	середньо-стиглий	зубоподібний	8	7,5	8	7
Силосні гібриди							
S 3825	380	середньо-стиглий	напів-зубоподібний	8,5	7,5	8	8
S 3909	390	середньо-стиглий	напів-зубоподібний	8,5	7,5	8	8
S 4210	420	середньо-пізній	зубоподібний	8,5	7	8	8,5

Енергія проростання насіння силосних гібридів становить 8,5 балів, рекомендована температура ґрунту для висіву насіння – 8–8,5 °С. Дані гібриди мають посухостійкість у межах 7–7,5 бала та холодостійкість на рівні 8 балів. Варто відмітити, що за показниками енергії росту відношення до температури та вологи

досліджувані зернові та силосні гібриди кукурудзи відповідають агроекологічним умовам зони Полісся.

Досліджувані нами гібриди кукурудзи характеризувалися досить високими показниками продуктивності (табл. 2).

Таблиця 2. Продуктивність зернових та силосних гібридів кукурудзи в умовах Полісся

Гібрид	Висота рослин, см	Висота кріплення качана, см	Середня кількість рядів у качані, см	Середня кількість зерен у ряді	Середня кількість зерен у качані	Маса 1000 насінин, г	Урожайн ість, т/га
Зернові гібриди							
EXPM 014	250	85	14	28	392	271	8,2
EXPH 003	215	80	20	34	640	293	8,8
EXPM 021	260	110	16	40	680	390	10,8
EXPH 002	240	98	20	34	476	253	7,8
EXPM 013	240	85	14	34	528	275	8,5
EXPM 015	260	85	16	33	630	340	9,2
НІР _{0,5}							0,3
Силосні гібриди							
S 3825	275	85	16	36	576	278	48,8
S 3909	280	85	16	40	640	290	50,4
S 4210	280	90	16	35	560	293	58,2
НІР _{0,5}							1,8

Серед напівзубоподібних зернових гібридів високою врожайністю відзначився гібрид EXPM 021. Висота рослин цього гібриду становила 260 см, що в 1,04–1,2 рази більше в порівнянні з гібридами EXPM 014 та EXPH 003, початок розташовувався на висоті 110 см, тоді як у гібридів EXPM 014 та EXPH 003 – на 85 та 80 см, відповідно. Кількість зерен у ряду та початку гібрида EXPM 021 була більшою в 1,2–1,4 рази, ніж у гібридів EXPM 014 та EXPH 003. Маса 1000 насінин даного гібриду (EXPM 021) була більшою в порівнянні з іншими напівзубоподібними гібридами в 1,3–1,4 рази. Відповідно, даний гібрид відрізнявся найбільшою урожайністю зерна, яка склала 10,8 т/га.

З-поміж зубоподібних зернових гібридів кукурудзи найкращими показниками продуктивності відрізнявся гібрид EXPM 015, який мав висоту рослин 260 см, кріплення початка на рівні 85 см, 16 рядів зерен у початку, 630 зерен з початка, характеризувався крупним зерном (маса 1000 насінин 340 г) та врожайністю на рівні 9,2 т/га.

Серед силосних гібридів кукурудзи слід відмітити середньопізній гібрид S 4210. З-поміж досліджуваних гібридів кукурудзи він мав найвищі показники врожайності – маса 1000 насінин 293 г, урожайність зеленої маси – 58,2 т/га. Період вегетації цього гібриду на 10–15 днів довший, ніж середньостиглих гібридів.

У період формування його вегетативної маси спостерігалось надходження опадів, що значною мірою вплинуло на його продуктивність. У даного гібрида відмічена велика кількість листків над початком, що позитивно вплинуло якості силосу. Зелена маса добре подрібнювалася в процесі заготівлі силосу, що є добрими показниками для гібридів силосної кукурудзи.

Висновки

1. За енергією росту, відношенням до температури та вологості зернові (EXPM 014, EXPH 003, EXPM 021, EXPH 002, EXPM 013, EXPM 015) та силосні (S 3825, S 3909, S 4210) гібриди кукурудзи відповідають агроєкологічним умовам зони Полісся.

2. В ґрунтово-кліматичних умовах Полісся найвищі показники врожайності серед зернових напівзубоподібних гібридів кукурудзи (10,8 т/га) забезпечує гібрид EXPM 021, серед зернових зубоподібних (9,2 т/га) – EXPM 015, серед силосних (58,2 т/га) – S 4210.

References

- Chuchmii, I. P., Kovalchuk, I. V. & Boreiko, V. S. (2002). Dosiahnennia i perspektyvy selektsii hibrydiv kukurudzy dlia umov Lisostepu i Polissia Ukrainy [Achievements and prospects of selection of maize hybrids for conditions of Forest-steppe and Polesie of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 48, 20–25 [in Ukrainian].
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2019). Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2018 rik [Statistical Yearbook of Ukraine for 2018]. Kyiv. Retrieved from https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm [in Ukrainian].
- Diacono, M., Castrignano, A., Troccoli, A., DeBenedetto, D., Basso, B. & Rubino, P. (2012). Spatial and temporal variability of wheat grain yield and quality in a Mediterranean environment: A multivariate geostatistical approach. *Field Crops Research*, 131, 49–62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.03.004>.
- Lavrynenko, Yu. O., Hozh, O. A. & Vozhegova, R. A. (2016). Productivity of corn hybrids of different
- FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*, 1, 55–60. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201807-03>.
- Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S. & Pashchenko, Yu. M. (2008). *Metodyka provedennia polovokh doslidiv z kukurudzoiu* [Methods of conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk : IZH UAAN [in Ukrainian].
- Pashchenko, Yu. M., Borysov, V. M. & Shyshkina, Yu. O. (2009). *Adaptyvni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy* [Adaptive and resource-saving technologies for growing corn hybrids]. Dnipro: Art-pres [in Ukrainian].
- Ponurenko, S. H., Hurieva, I. A. & Panchenko, I. A. (2005). Fenotypichnyi efekt ta ekolohichna plastychnist zrazkiv henofondu kukurudzy za oznakamy yakosti zerna i produktu [Phenotypic effect and ecological plasticity of maize gene pool samples on grain and product quality characteristics]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (23), 64–66 [in Ukrainian].
- Pysarenko, V. A., Laktionov, B. I. & Netis, I. T. (1992). Intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur v Khersonskii oblasti [Intensive technologies of grain cultivation in Kherson region] : metodychni rekomendatsii. Kherson [in Ukrainian].
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 108, 20260–20264. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>.
- Volkodav, V. V. (Ed.). (2001). *Metodyka derzhavnoho vyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methods of state testing of crops]. Kyiv (in Ukrainian).
- Zymarioieva, A. A. (2019). Prostorovo-chasovi zakonomirnosti variuvannia urozhainosti kukurudzy v Ukraini [Spatio-temporal patterns of variation of corn yield in Ukraine]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 2 (75), 58–66. doi: [10.33249/2663-2144-2019-75-2-58-66](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-75-2-58-66) [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-53-59

UDC 633.35+631.53.048

YIELD OF PEA OF MADONNA VARIETY DEPENDING ON SOWING RATES**V. Lykhochvor, M. Andrushko**

e-mail: lykhochvor@ukr.net, andrushko.mykola@eridon.ua

Lviv National Agrarian University

1, Volodymyr the Great Str., Dubliany, Zhovkva district, Lviv region, 80381, Ukraine

In the conditions of sufficient moistening of the western forest-steppe, it is important to establish optimal sowing rates for pea seeds, which are fluctuated over a large interval – from 0.6 to 1.8 million/ha. For this purpose, field studies were conducted on the experimental field of Lviv National Agrarian University on dark gray podzolized light loam soil, in which were studied the following sowing rates: 0.9; 1.0; 1.1; 1.2; 1.3; 1.4 million/ha.

Field germination was the highest with the lowest sowing rates of 0.9 and 1.0 million/ha, accounting for 81 % and 82 %, respectively. As the sowing rate increased, field germination naturally decreased and was the smallest with the highest sowing rate of 1.4 million/ha – 74 %.

The density of the plants in the germination phase was much higher than the higher sowing rates. Thus, in the variant with a sowing rate of 0.9 million/ha, it is the smallest – 73 plants/m², and the largest at a sowing rate of 1.4 million/ha – 103 pieces/m².

The density of pea plants before harvesting also increased on higher sowing variants. During sowing of 0.9 million/ha, it was 70 pieces/m², and at maximum sowing rate it increased to 90 pieces/m², or by 20 pieces/m².

Preferably, the plants are preserved until harvest at lower sowing rates. In the variant with sowing of 0.9 million/ha the plant survival was the highest – 95.8 %, and at the highest sowing rate 1.4 million/ha it was 87.4 %, which is 8.4% less than at the sowing rate 0.9 million/ha.

Higher yields of the Madonna variety (6.87 t/ha) were obtained in the first year of research due to better hydrothermal conditions. In 2018 it decreased to 6.25 t/ha, or 0.62 t/ha, and in 2019 it was the lowest – 6.00 t/ha, which is lower by 0.87 t/ha compared to 2017. The decrease of yields in 2018 is due to lower rainfall in April (-18mm from the annual average) and May (-18mm) and excess moisture in June (+69mm) and July (+35mm). In 2019, the decrease of yield was caused by a waterlogging in May (+92 mm).

The yield of Madonna variety at the sowing rate of 0.9 million/ha was 6.34 t/ha. As the sowing rate increased to 1.0 and 1.1 million/ha, the yield increased and was the highest, 6.52 and 6.55 t/ha, respectively. Further increase in sowing rate to 1.2; 1.3 and 1.4 million/ha resulted in a regular decrease of the yield.

Therefore, there is a need for further studies to optimize the sowing rates of new varieties of peas, taking into account their nutritional characteristics in the western forest-steppe.

Key words: pea, sowing rate, field germination, density, plants survival, yield.

УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ СОРТУ МАДОННА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ**В. В. Лихочвор, М. О. Андрушко**

e-mail: lykhochvor@ukr.net, andrushko.mykola@eridon.ua

Львівський національний аграрний університет

вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський район, Львівська область, 80381, Україна

В умовах достатнього зволоження західного Лісостепу важливо встановити оптимальні норми висіву насіння гороху, які коливаються в значному інтервалі – від 0,6 до 1,8 млн/га. З цією метою на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті було проведено польові дослідження з вивчення наступних норм висіву: 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 млн/га.

Польова схожість була найвищою за найменших норм висіву 0,9 та 1,0 млн/га, де становила 81 та 82 %. Із збільшенням норми висіву польова схожість закономірно знижувалась і найменшою виявилася за найбільшої норми висіву 1,4 млн/га – 74 %.

Густота рослин у фазі сходів була значно більшою на варіантах з вищими нормами висіву. Так, на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га вона найменша – 73 рослини/м², а найбільша за норми висіву 1,4 млн/га – 103 шт./м².

Густота рослин гороху перед збиранням теж збільшувалася на варіантах з вищою нормою висіву. При висіві 0,9 млн/га вона становила 70 шт./м², а за максимальної норми висіву зросла до 90 шт./м², або на 20 шт./м².

Краще рослини збереглися до збирання за менших норм висіву насіння. На варіанті з висівом 0,9 млн/га виживання рослин було найвищим – 95,8 %, а за найвищої норми висіву 1,4 млн/га становило 87,4 %, що на 8,4 % менше, ніж за норми висіву 0,9 млн/га.

Вищу врожайність сорту Мадонна (6,87 т/га) одержано у перший рік досліджень внаслідок кращих гідротермічних умов. У 2018 році вона знизилася до 6,25 т/га, або на 0,62 т/га, а в 2019 році була найменшою – 6,00 т/га, що нижче на 0,87 т/га, порівняно з 2017 роком. Зменшення врожайності у 2018 році пояснюється меншою кількістю опадів у квітні (-18 мм від середньобагаторічної норми) та травні (-18 мм) і надмірним зволоженням у червні (+69 мм) та липні (+35 мм). У 2019 році зниження врожайності спричинено перезволоженням у травні (+92 мм).

У сорту Мадонна за норми висіву 0,9 млн/га урожайність становила 6,34 т/га. При підвищенні норми висіву до 1,0 та 1,1 млн/га урожайність зросла і була найвищою, відповідно, 6,52 та 6,55 т/га. Подальше збільшення норми висіву до 1,2; 1,3 та 1,4 млн/га призводило до закономірного зменшення врожайності.

Отже, є необхідність подальшого проведення досліджень з оптимізації норм висіву нових сортів гороху з врахуванням особливостей їх живлення в умовах західного Лісостепу.

Ключові слова: горох, норма висіву, польова схожість, густота і виживання рослин, урожайність.

Вступ

Для формування високої врожайності гороху необхідно забезпечити оптимальну кількість рослин на одиниці площі, що досягається встановленням відповідної норми висіву. Як на зріджених, так і на загущених посівах урожайність та якість зерна істотно знижується. За низької норми висіву, навіть за певного зростання продуктивності окремої рослини, збори зерна з одиниці площі зменшуються, оскільки зріджені посіви не повністю використовують запаси поживних речовин і вологу. Зріджені посіви менш урожайні і сильніше забур'янюються.

За надмірного загущення врожайність насіння істотно не збільшується, а якість його навіть погіршується. Загущені посіви страждають від нестачі світла, мають менш розвинену кореневу систему, знижують біологічну фіксацію азоту атмосфери. За надмірної норми висіву збільшується обсяг зеленої маси, загущені рослини формують менше бобів і зерен, рано і сильно вилягають, що утруднює умови збирання врожаю.

Велике значення в технології вирощування гороху має норма висіву насіння, за допомогою якої можна сформувати стеблостій, який забезпечує найвищу продуктивність рослин. Норми висіву гороху залежать від зони вирощування, особливостей сорту, посівних якостей насіння. Оптимальна норма висіву сортів гороху безлисточкового типу становить 1,2–1,4 млн. схожих зерен на 1 га (Taranuho & Kamasin, 2009; Telekalo, 2015; Didur & Zaharchuk, 2016).

За даними німецьких селекційних станцій, оптимальною нормою висіву гороху для умов Німеччини є 0,7–0,8 млн/га. І лише при запізненні з сівбою її варто збільшувати до 0,80–0,85 млн/га. В умовах Польщі висівають 0,80–1,0 млн/га (Strazyńskiego & Mrówczyńskiego, 2014; Bilski & Kajdan-Zysnarska, 2019). Для умов Чехії пропонується висівати 0,9–1,1 млн/га (Hýbl, 2014). В українських джерелах рекомендуються значно вищі норми висіву – 1,0–1,2 млн/га (Nebaba, 2016; Petrychenko & Lykhochvor, 2020). Глобальні кліматичні зміни, особливо підвищення температури, теж вносять корективи у технологію вирощування (Poloviy et al., 2019).

Зустрічаються рекомендації збільшувати норму висіву гороху до 1,6 млн/га (Prots & Kondratyuk, 2017).

На основі проведених досліджень і отриманих результатів можна зробити попередній висновок, що посіви гороху вусатого морфологічного типу найбільш ефективно використовували вологу за сівби з нормою 1,8 млн схожих насінин/га (Ilenko, 2012).

Є дослідження (Tedeeva et al., 2014), в яких автори пропонують збільшувати норму висіву для збільшення густоти посівів гороху як метод боротьби з бур'янами. На наш погляд, у сучасних технологіях вирощування це можливо лише у біологічному рослинництві.

Таким чином, є чимало суперечливих даних щодо впливу норми висіву на урожайність зерна гороху, що обумовлюється різними ґрунтово-кліматичними умовами, рівнем інтенсифікації технології вирощування (Lemishko, 2018, Yeremko et al., 2019); що свідчить про необхідність подальшого проведення досліджень з оптимізації норм висіву нових сортів гороху з врахуванням особливостей їх живлення в умовах західного Лісостепу.

Матеріали та методи

Для оптимізації норм висіву гороху у 2017–2019 рр. на дослідному полі Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті проведено польові дослідження.

Відповідно до робочих гіпотез та поставлених завдань було розроблено схему досліді. Діапазон норм висіву був вибраний, виходячи з аналізу літературних джерел.

Польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятої методики. Загальна площа елементарної ділянки складала 60 м², облікова площа ділянок – 50 м², повторність досліді триразова, розміщення ділянок – систематизоване.

Математичну обробку результатів досліджень виконували методом дисперсійного та кореляційного аналізів із використанням комп'ютерних програм *MS Office Excel*, *Statistica*.

Вирощували горох за інтенсивною технологією, яка передбачала дотримання усіх елементів технології. Протруювали насіння протруйником Максим XL (флудіоксоніл, 25 г/л + металаксил-М, 10 г/л) з нормою 1,0 л/т та

обробляли бактеріальним добривом Оптімайз Пульс (3,3 л/т). Цей препарат містить чисту культуру азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* та ліпохітоолігосахарид, який продовжує термін виживання бактерій на насінні.

Була застосована така система удобрення: $P_{60}K_{60} + N_{60} + Mg_{20} + S_{30}$ + Інтермаг бобові (2 л/га). Суперфосфат потрійний (P₄₆), хлористий калій (K₆₀) та сірчані добрива (Вігор, S₉₀) вносили восени під оранку. Магнієві (сульфат магнію, S₃₀Mg₂₀) та азотні (аміачна селітра, N₃₄) навесні у передпосівний обробіток ґрунту. Мікродобриво Інтермаг бобові вносили на початку фази бутонізації гороху одночасно з фунгіцидом Фокс.

Для боротьби з дводольними та злаковими бур'янами у фазі 3-х трійчастих листків вносили гербіцид Пульсар 40 (імазамокс, 40 г/л) з нормою 1 л/га. Навесні для захисту від хвороб двічі посіви обприскували фунгіцидами: у фазі початку бутонізації вносили фунгіцид Фокс (трифлуксистеробін, 150 г/л + протіокназол, 175 г/л) у нормі 0,5 л/га та у фазі цвітіння препарат Амістар Екстра (ципроконазол, 80 г/л + азоксистеробін, 200 г/л) у нормі 0,5 л/га. Проти шкідників двічі використовували інсектициди: Фастак (альфа-циперметрин, 100 г/л) у фазі початку цвітіння з нормою 0,20 л/га та Енжіо (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 л/га) у фазі цвітіння з нормою 0,18 л/га.

Результати досліджень та обговорення

Формування високих і сталих врожаїв бобових культур, в тому числі й гороху, є значно складнішим процесом, ніж в інших культур. Це пов'язано зі слабшою можливістю регулювання кількості плодоносних стебел, з поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і, особливо, з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов (Riabokin et al., 2014).

Польова схожість у гороху фіксується за появи на поверхні ґрунту першої пари справжніх листків, оскільки сім'ядолі не виносяться на поверхню. Дружність і швидкість появи сходів залежать від температури, вологи, гранулометричного складу ґрунту, глибини загортання насіння та елементів технології вирощування.

Якісний обробіток ґрунту, створення оптимальних умов для проростання насіння забезпечили високу польову схожість гороху у

наших дослідженнях. Польова схожість змінювалась залежно від року. Найвищою вона була у 2018 році – 84 % (80–87 %), внаслідок вищої температури у квітні, порівняно з іншими роками. У 2017 році вона в середньому становила 78 %, у 2019 році – 81 %.

Польова схожість гороху сорту Мадонна змінювалась також під впливом норм висіву

насіння. У середньому за три роки найвищою вона була за найменших норм висіву 0,9 та 1,0 млн/га, де становила 81 та 82 % (табл. 1). Із збільшенням норми висіву польова схожість закономірно знижувалася. Так, за норми висіву 1,1 млн/га вона зменшилася до 80 %, за 1,2 млн/га – до 79 %, за 1,3 млн/га – 77 %, і найменшою виявилася за найбільшої норми висіву – 74 %.

Таблиця 1. Польова схожість насіння гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, %

Норма висіву, млн/га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки	± до 1,4 млн/га
0,9	80	83	81	81	7
1,0	80	83	82	82	8
1,1	79	81	80	80	6
1,2	77	80	79	79	5
1,3	75	78	77	77	3
1,4	71	76	75	74	–
Середнє за рік	77	80	79		

Це можна пояснити тим, що насіння, як і рослина в цілому, виділяє в ґрунт уже в період набухання хімічні сполуки з сильним алелопатичним впливом. Рослина нагромаджує в ґрунті до 5 % виділень від маси кореневої системи. Негативна дія їх на проростання насіння зменшується внаслідок часткового поглинання їх ґрунтом, інактивацією мікроорганізмами. Проте, за високої щільності розміщення насіння, виділення можуть істотно змінити умови проростання, зменшити енергію проростання та польову схожість насіння.

Отже, підвищення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7–8 %.

Важливим чинником формування врожаю гороху є густина рослин на одиниці площі. Умови її формування закладаються під час сівби, проте кількість рослин, що зійшли, не вдається зберегти до збирання внаслідок технологічних недоліків і несприятливих кліматичних умов.

Під впливом норм висіву, незважаючи на зниження польової схожості на варіантах з вищою нормою висіву, густина рослин у фазі сходів була значно більшою за вищих норм висіву. Так, на варіанті з нормою висіву 0,9 млн/га вона становила в середньому за три роки 73 рослини/м² (табл. 2). Збільшення норми висіву до 1,0 млн/га

сприяло зростанню густоти рослин у фазі сходів до 82 шт./м². За висіву 1,1 млн/га густина зросла до 88 шт./м², а на варіанті з 1,2 млн/га – до 94 шт./м². Найбільшою густина рослин гороху у фазі сходів, як і очікувалось, була за норми висіву 1,3 млн/га (99 шт./м²) та за висіву 1,4 млн/га – 103 шт./м².

Густина рослин гороху перед збиранням теж збільшувалася на варіантах з вищою нормою висіву. Так, якщо за висіву 0,9 млн/га вона становила 70 шт./м², то за максимальної норми висіву зросла до 90 шт./м², або на 20 шт./м² (табл. 2). Необхідно відмітити, що збільшення норми висіву на 0,1 млн/га забезпечує збільшення на 10 рослин/м². Якщо на першому варіанті додаткових 10 насінин прибавили 7 рослин перед збиранням, то за висіву 1,4 млн/га – лише одну рослину. Тобто з висіяних 90 насінин на м² залишилось 70 рослин/м², а за висіву 140 н/м² – залишилося до збирання 90 рослин/м². Це пояснюється зниженням польової схожості та рівня виживання рослин за вищих норм висіву.

Зростання норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га сприяло збільшенню густоти рослин у фазі сходів з 73 шт./м² до 103 шт./м², або на 30 шт./м², густина рослин перед збиранням зросла, відповідно, з 70 шт./м² до 90 шт./м², або на 20 шт./м².

Таблиця 2. Густота рослин гороху сорту Мадонна у фазі сходів та перед збиранням залежно від норм висіву, шт./м²

Норма висіву, млн/га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки	+ до 0,9 млн/га	Приріст від 0,1 млн/га	
						сходи	перед збиранням
0,9	72*/69**	75/72	73/69	73/ 70	—	—	—
1,0	80/74	83/79	82/78	82/77	9/7	9	7
1,1	87/81	89/84	88/81	88/82	15/12	6	5
1,2	92/84	96/89	95/85	94/86	21/16	6	4
1,3	97/88	101/91	100/88	99/89	26/19	5	3
1,4	99/87	106/92	105/91	103/90	30/20	4	1
Середнє за рік	88/80	92/84	90/82				

* чисельник – густота рослин у фазі сходів;

** знаменник – густота рослин перед збиранням

Для гороху важливе значення має виживання рослин за період від сходів до фізіологічної стиглості, тому що від цього показника залежить формування продуктивності та отримання врожаю. Норми висіву насіння змінювали рівень виживання рослин гороху. Краще рослини

збереглися до збирання за менших норм висіву насіння. Так, на варіанті з висівом 0,9 млн/га виживання рослин у середньому за три роки було найвищим у дослідженнях і становило 95,8 % (табл. 3).

Таблиця 3. Вживання рослин гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, %

Норма висіву, млн/га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки	± до 1,4 млн/га
0,9	95,8	96,1	94,7	95,8	+8,4
1,0	92,0	95,0	95,0	93,9	+6,5
1,1	93,1	94,4	92,1	93,2	+5,8
1,2	91,5	92,8	89,7	91,5	+4,1
1,3	90,8	90,3	88,2	89,9	+2,5
1,4	87,6	87,8	86,7	87,4	—
Середнє за рік	91,8	92,7	91,1		

Збільшення норми висіву до 1,0 млн/га призвело до зменшення виживання до 93,9 %, або на 1,9 %. За висіву 1,1 млн/га виживання рослин знизлося ще на 0,7 %, порівняно з попереднім варіантом. На варіанті з нормою висіву 1,2 млн/га показник виживання рослин становив 91,5 %, а за висіву 1,3 млн/га знизився до 89,9 %.

Найменшим виживання рослин за вегетаційний період було за найвищої норми висіву 1,4 млн/га і становило 87,4 %, що на 8,4 % менше, ніж за норми висіву 0,9 млн/га. Причиною сильнішого випадання рослин гороху у загущених посівах може бути збільшення

внутривидової конкуренції, взаємозатіннення, обмеження доступу на одну рослину води і елементів живлення, погіршення фітосанітарної ситуації тощо.

Отже, збільшення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призводить до зниження виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.

Змінювалася під впливом гідротермічних умов та норм висіву і врожайність гороху. Найкращі гідротермічні умови для формування врожайності зерна гороху склалися у 2017 році. Урожайність сорту Мадонна у перший рік

досліджень в середньому за досліджуваними нормами висіву становила 6,87 т/га (табл. 4). У 2018 році урожайність знизилася до 6,25 т/га, або на 0,62 т/га, а в 2019 році була найменшою – 6,00 т/га, що нижче на 0,87 т/га, порівняно з 2017 роком. Зменшення врожайності у 2018 році можна пояснити недостатньою кількістю опадів у квітні (–18 мм від середньобогаторічної норми) та травні (–18 мм) і надмірним зволоженням у червні (+69 мм) та липні (+35 мм). У 2019 році

негативний вплив на рівень урожайності викликаний перезволоженням у травні (+92 мм).

Урожайність зерна гороху змінювалася не лише залежно від умов року, але й під впливом досліджуваних норм висіву насіння. У сорту Мадонна за норми висіву 0,9 млн/га в середньому за три роки урожайність становила 6,34 т/га. За підвищення норми висіву до 1,0 та 1,1 млн/га урожайність зросла і була найвищою, відповідно, 6,52 та 6,55 т/га, що вище від норми висіву 0,9 млн/га на 0,18 та 0,21 т/га (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність зерна гороху сорту Мадонна залежно від норм висіву, т/га

Норма висіву, млн/га	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки	Приріст урожаю, ±	
					т/га	%
0,9	6,85	6,21	5,95	6,34	-0,18	-3,21
1,0	7,05	6,38	6,12	6,52	-0,03	-0,45
1,1	7,10	6,40	6,15	6,55	–	–
1,2	6,90	6,25	6,04	6,40	-0,15	-2,29
1,3	6,75	6,20	5,92	6,29	-0,26	-3,97
1,4	6,58	6,07	5,80	6,15	-0,40	-6,11
Середнє по сорту	6,87	6,25	6,00	6,38		
НІР _{0,5} т/га	0,16	0,16	0,12	–		

Подальше збільшення норми висіву до 1,2; 1,3 та 1,4 млн/га призводило до закономірного зменшення врожайності. На варіанті з нормою висіву 1,4 млн/га, загущення посівів спричинило зниження врожайності до 6,15 т/га, що на 0,40 т/га менше порівняно з варіантом висіву 1,1 млн/га.

4. Найвищу врожайність зерна гороху сорту Мадонна одержано за норм висіву 1,0 та 1,1 млн/га, відповідно, 6,52 та 6,55 т/га. Збільшення чи зменшення норми висіву призводило до зниження рівня врожайності.

Висновки

1. Підвищення норми висіву гороху сорту Мадонна з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га спричинює зниження польової схожості на 7–8 %.

2. Найбільшою густота рослин гороху у фазі сходів була за норми висіву 1,3 млн/га (99 шт./м²) та за висіву 1,4 млн/га – 103 шт./м², тоді як за найнижчої норми 0,9 млн/га становила лише 73 рослини/м².

3. Зростання норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призвело до збільшення густоти рослин перед збиранням з 70 шт./м² до 90 шт./м², або на 20 шт./м². Збільшення норми висіву з 0,9 млн/га до 1,4 млн/га призводить до зниження виживання рослин за вегетаційний період з 95,8 % до 87,4 %, тобто на 8,4 %.

References

- Andrushko, M. O., Lykhochvor, V. V., Andrushko O.M. (2019). Urozhainist zerna horokhu zalezno vid elementiv systemy udobrennia [Pea grain yield depending on the elements of the fertilizer system]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Ahronomiia*, 23, 67–71. doi: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.067> [in Ukrainian].
- Bilski, Z. & Kajdan-Zysnarska, I. (2019). Uprawa roślin bobowatych grubonasiennych. Poznań : Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział.
- Didur, I. M. & Zakharchuk, V. V. (2016). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na vrozhaeni pokaznyky zerna horokhu [Elements influence of cultivation technology on yield indicators of pea grain]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho*

natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, 4, 56–61 [in Ukrainian].

Hýbl, M. (2014). Hrách setý (*Pisum sativum* L.). In Konvalina P. (Ed.). *Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství* (pp. 205–228). Českých Budějovice : Jihočeská univerzita.

Iliencko, O. V. (2012). Vykorystannia hruntovoi volohy posivamy horokhu vusatoho morfolohichnoho typu zalezhno vid norm vysivu nasinnia v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [The use of soil moisture by sowing pea morphological type peas depending on the rates of sowing seeds in the northern steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 2, 90–94 [in Ukrainian].

Lemishko, S. M. (2018). Efektyvnist vykorystannia biopreparativ ta stymuliatoriv rostu u posivakh horokhu v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Efficiency of biologicals application and stimulators of growth in pea sowings in the northern steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury*, 2 (1), 82–87. doi: org/10.31867/2523-4544/0011 [in Ukrainian].

Nebaba, K. S. (2016.). Enerhiia prorostannia i polova skhozhist sortiv horokhu v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Germination energy and field germination of pea varieties in the Western Forest Steppe]. *Zernobobovi kultury ta soia dlia staloho rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva Ukrainy : materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii* (pp. 80–81). Vinnytsia : Dilo [in Ukrainian].

Petrychenko, V. F. & Lykhochvor, V. V. (2020). Roslynnytstvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur [Plant growing. New technologies for growing field crops]. (5th ed.). Lviv : Ukrainski tekhnolohii. doi: 10.31073/roslynnytstvo5vydannya [in Ukrainian].

Polovyi, V. M., Lukashchuk, L. Ya. & Lukianyk, M. M. (2019). Vplyv zmin klimatu na rozvytok roslynnytstva v umovakh Zakhidnoho rehionu [Impact of climate change on plants development in the Western region]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 29–34. doi: doi.org/10.31073/agrovisnyk 201909-04 [in Ukrainian].

Prots, R. R. & Kondratiuk, S. (2017). Za vrozhaïnosti 50 ts/ha horokh – odna z naïsikavishykh kultur [At a yield of 50 kg / ha, peas are one of the most interesting crops]. *Ahronom*, 3, 144 [in Ukrainian].

Riabokin, T. M., Dvoretzka, S. P. & Yefimenko, H. M. (2014). Produktyvnist sortiv horokhu zalezhno

vid rivnia intensyfikatsii tekhnolohii vyroshchuvannia [Productivity of pea varieties depending on the level of cultivation technology intensification]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 16, 212–217 [in Ukrainian].

Strazyñskieg, P. & Mrówczyñskieg, M. (Ed.) (2014). *Metodyka integrowanej ochrony grochu siewnego dla producentów*. Poznañ : Instytut Ochrony Roślin.

Taranukho, V. G. & Kamasin, S. S. (2009). Goroh: znachenie, biologiya, tehnologiya [Peas: importance, biology, technology]. Gorki [in Russian].

Tedeyeva, A. A., Khokhoyeva, N. T. & Abayev, A. A. (2014). Vliyanie normy vyseva na osveshchennost zasorennost i polegayemost gorokha [Influence of sowing rate on lightness, weediness and sedimentation of peas]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 51 (4), 38–43 [in Russian].

Telekalo, N. V. (2015). Produktyvnist intensyvnykh sortiv horokhu posivnoho zalezhno vid vplyvu inokuliatsii ta pozakorenevykh pidzhyvlen v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [The productivity of intensive varieties of pea sowing depending on the effect of inoculation and foliar fertilization in the conditions of the Forest-steppe of the right-bank] (Avtoreferat dysertatsii kandydata silskohospodarskykh nauk). Vinnytsia, Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet [in Ukrainian].

Vasylenko, A. O., Bezuhlyi, I. M., Shevchenko, L. M., Shtelma, A. M., Hliantsev, A. V. & Ishchenko, N. K. (2018). Vplyv abiotychnykh chynnykiv na realizatsiiu potentsialu vrozhaïnosti sortiv horokhu [The influence of abiotic factors on the realization of the yield potential of pea varieties]. *Selektsiia i nasinnnytstvo*, 3, 35–44. doi: https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134356 [in Ukrainian].

Yeremko, L. S., Hanhur, V. V., Kyrychok, O. O. & Sokyрко, D. P. (2019). Mineralne zhyvlennia yak faktor pidvyshchennia fotosyntetychnoi produktyvnosti i urozhaïnosti posviv horokhu [Mineral nutrition as a factor in increasing of photosynthetic productivity and yield of pea sowing]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 50–56. doi: 10.31210/visnyk2019.03.06 [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-60-66

UDC 629.341

**BACKGROUND OF COLLECTIVE MOVEMENT
SYNCHRONIZATION MOTOR TRANSPORT FLOWS
SERPENTINE SITES (IN HAIRPINS) CAR ROADS**

B. Sheludchenko, S. Kukharets, V. Biletskiy, O. Pluzhnikov

e-mail: sheludchenkobogdan@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University
7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Synchronization of the collective movement of vehicles in the composition of flows in special sections of motor vehicles is one of the most pressing problems in the context of increasing intensity of motor traffic. The aim of the study is to increase the levels of safety of transport and technological processes on sections of serpentine (studs) of the road network by synchronizing the collective movement of vehicles in traffic. According to the stated goal the following tasks are defined: to develop a topological form of auxiliary curves of the highway route on the sections of serpentines of the 1st and 2nd kind; determine the topological dimensions of the minimum permissible distance of the contour of the obverse side of the shrubbery gas-dust-protective forest belt to the axis of the carriageway on the serpentine sections.

The researches were carried out on the basis of methods of analytical geometry on a plane and taking into account the topological features of algebraic functions, which described the trajectories of the gradients of the movement of flows of "wide moving clusters" of vehicles. It was established a priori that, according to the theory of the three phases of motor traffic, proposed by B. Kerner, the desynchronization of the collective movement of vehicles in the composition of traffic flows at sections with special traffic conditions leads to a violation of the coherence of these flows. The synchronized traffic flow is transformed into a "wide moving vehicle cluster". Such desynchronization not only breaks the stability of the modes of transport and technological process, but also causes a decrease in the levels of traffic safety and intensification of the emission of aerosols of gas-dust emissions produced by the flows of vehicles. According to the results of researches, topological parameters and a two-dimensional graphical model of a possible variant of transport and technological optimization of the road network in "studs" of serpentines were developed. The design distance of the contour of the obverse side of the wood-bush gas-dust lane to the axis of the carriageway is determined depending on the angle of turn of the highway. Accordingly, the proposed optimization of the design parameters of the road network in the "studs" of serpentines provides for the possibility of synchronization of collective traffic of vehicles in the composition of traffic flows, which provides stabilization of the implementation of transport and technological operations and, as a consequence, increases the overall level of safety of the motor complex. Further research should be aimed at ensuring the safe transport and technological modes of operation of the motor transport complex in the conditions of growth of the share of autonomous robotic unmanned vehicles in the composition of motor transport flows.

Key words: motor traffic, "studs" of serpentines of highways, synchronization, special traffic conditions, trajectory, topology.

**ПЕРЕДУМОВИ СИНХРОНІЗАЦІЇ КОЛЕКТИВНОГО РУХУ
АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ДІЛЯНКАХ СЕРПАНТИНУ
(У ШПИЛЬКАХ) АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

Б. А. Шелудченко, С. М. Кухарець,

В. Р. Білецький, О. Б. Плужніков

e-mail: sheludchenkobogdan@ukr.net

Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Синхронізація колективного руху автотransпортних засобів у складі потоків на спеціальних ділянках автомобільних доріг є однією з найактуальніших проблем в умовах зростаючої інтенсивності

автотранспортних потоків. Метою дослідження є підвищення рівнів безпеки транспортно-технологічних процесів на ділянках серпантину (шпильках) автодорожньої мережі шляхом синхронізації колективного руху автотранспортних засобів у трафіку. Відповідно до поставленої мети визначено такі завдання: розробити топологічну форму допоміжних кривих траси автомобільної дороги на ділянках серпантинів I-ого та II-ого родів; визначити топологічні розміри мінімально допустимої відстані контуру аверсного боку деревно-чагарникової газо-пилозахисної лісосмуги до осі проїжджої частини автомобільної дороги на ділянках серпантинів.

Дослідження проводилися на підставі методів аналітичної геометрії на площині та з урахуванням топологічних особливостей алгебраїчних функцій, якими описувалися траєкторії градієнтів руху потоків “широких рухомих кластерів” автотранспортних засобів. Априорі встановлено, що відповідно до теорії трьох фаз автотранспортних потоків, яку запропоновано Б. Кернером, розсинхронізація колективного руху автотранспортних засобів у складі транспортних потоків на ділянках з особливими умовами руху призводить до порушення когерентності цих потоків. Синхронізований автотранспортний потік перетворюється на “широкий рухомий кластер автомобілів”. Така розсинхронізація призводить не лише до порушення стабільності режимів транспортно-технологічного процесу, але і зумовлює зниження рівнів безпеки руху та інтенсифікацію емісії аерозолів газо-пилових викидів, які продукуються потоками автотранспортних засобів. За результатами досліджень розроблено топологічні параметри та двовірну графічну модель можливого варіанту транспортно-технологічної оптимізації автодорожньої мережі у “шпильках” серпантинів. Визначено конструкційну відстань контуру аверсного боку деревно-чагарникової газо-пилозахисної смуги до осі проїжджої частини автомобільної дороги залежно від кута повороту автодороги. Відповідно, запропонована оптимізація конструкційних параметрів автодорожньої мережі у “шпильках” серпантинів передбачає можливість синхронізації колективного руху автотранспортних засобів у складі транспортних потоків, що забезпечує стабілізацію виконання транспортно-технологічних операцій і, як наслідок, підвищує загальний рівень безпеки автотранспортного комплексу. Подальші дослідження мають бути спрямовані на забезпечення безпечних транспортно-технологічних режимів функціонування автотранспортного комплексу в умовах зростання частки автономних роботизованих безпілотних автотранспортних засобів у складі автотранспортних потоків.

Ключові слова: автотранспортний потік, “шпильки” серпантинів автомобільних доріг, синхронізація, особливі умови руху, траєкторія, топологія.

Вступ

До специфічних ділянок автомобільних доріг з особливими умовами руху мають бути віднесені всі ділянки, на яких відбувається розсинхронізація колективного руху автотранспортних засобів у складі транспортних потоків. Це, в першу чергу, вузли автотранспортної мережі, де відбувається перехрещення декількох автотранспортних потоків та різного роду “серпантини” і звивисті ділянки автодоріг, зумовлені фрактальними (Babkov, 1980; Mandelbrot, 1983; Zhang & Ioannou, 2018) особливостями мезорельєфу, що визначає рух автотранспортних потоків у так званих “шпильках”, а також, певною мірою, лісові ділянки автомобільних доріг, де обмежено візуальне сприйняття дорожніх умов. Розсинхронізація колективного руху

автотранспортних засобів у складі потоків на таких ділянках автомобільних доріг призводить не лише до порушення усталеної роботи двигунів, що збільшує обсяги викидів відпрацьованих газів, але і до інтенсифікації процесів руйнування конструкційних матеріалів автомобільних доріг, що зумовлює підвищення рівнів пилового забруднення придорожніх ландшафтів природно-техногенної геоекосистеми (ПТГЕС) з розвинутою автотранспортною мережею (Babkov, 1980; Sheludchenko, 2018).

В загальному розумінні автотранспортним потоком є, впорядкований автодорожньою мережею, рух автотранспортних засобів, який характеризується зокрема такими ознаками, як інтенсивність $[1/c]$, швидкість $[m/c]$, щільність $[1/m]$, а також специфічними параметрами, які визначають особливі характеристики потоків автотранспортних засобів, їх взаємний вплив і

перерозподіл у просторі і часі (Lukanin & Trofimenko, 2001; Sheludchenko, 2018; Skydan et al., 2019).

Однак, з точки зору формалізації наведеного вище означення, автотранспортним потоком можна вважати лише таку множину автотранспортних засобів, яка функціонально за певним визначенням значущим аргументом (аргументами) є безперервною функцією за деякою траєкторією, яку окреслено трасою автомобільної дороги. В загальному випадку безперервність функції $f(x)$ визначається такими трьома умовами (Mariotte & Leclercq, 2019; Sheludchenko, 2018; Skydan et al., 2019):

- функція $f(x)$ має бути обов'язково визначена в точці x_0 ;
- існує границя $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$;
- $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = f(x_0)$.

Якщо хоча б одна умова, з трьох вищенаведених умов безперервності функції, порушується у будь-якій точці, то функція $f(x)$ має в даній точці розрив. При цьому, розрив функції $f(x)$ може бути як усувним (завдяки операції довизначення функції до безперервної), так і неусувним розривом, зокрема так звана точка

розриву “стрибок”, яка виникає для $f(x)$ у випадку, якщо $\lim_{x \rightarrow (a-0)} f(x) \neq \lim_{x \rightarrow (a+0)} f(x)$. Отже, з

точки зору аналізу інтенсивності впливу автотранспортних потоків на рівновагу природно-техногенної геоекосистеми, нижньою границею, яка визначає колективний рух автотранспортних засобів як автотранспортного потоку, є деяка площа в координатній системі $q \sim \rho \sim f(q, \rho)$, яка визначає мінімальні значення q та ρ , за яких функція $f(q, \rho)$ набуває ознак безперервності (Mohebifard & Hajbabaie, 2019).

Якщо розглядати фрагмент автотранспортного потоку як спрямовану сукупність (множину) автотранспортних засобів на автодорозі (за віссю $x-x$), підмножини (C_1 і C_2) яких рухаються у протилежних напрямках (рис. 1), і вважати, що внесок підмножин C_1 і C_2 дорівнює кількості частки їх по довжині, які припадають на ділянку A_x-B_x автомобільної дороги, то, позначивши цю кількість через $R(t, x_A-B)$, $R(t, x_B-A)$, отримаємо функцію, яка є безперервною гладкою по t , а отже має кусково-безперервні похідні першого і другого порядків (Sheludchenko, 2018; Skydan et al., 2019).

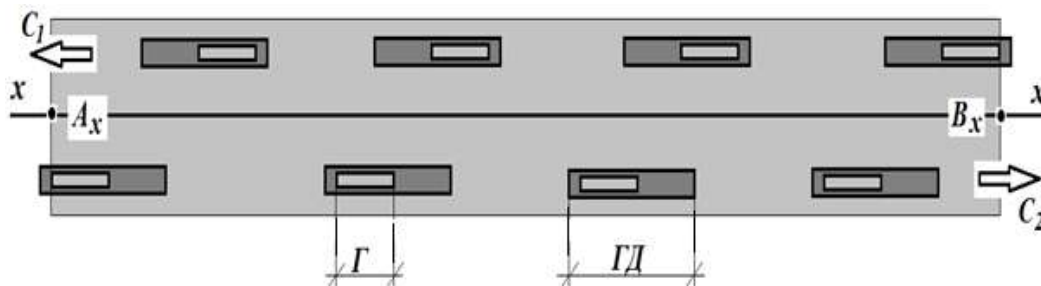


Рис. 1. Фрагмент автотранспортного потоку, підмножини (C_1 і C_2) якого рухаються вздовж $x-x$
 Γ – габарит транспортного засобу; $\GammaД$ – динамічний габарит транспортного засобу

Якщо швидкість V автотранспортного потоку є відомою функцією його щільності ρ , отримуємо функцією стану автотранспортного потоку у вигляді (Mariotte, 2019; Sheludchenko, 2018; Skydan et al., 2019):

$$\frac{\partial R}{\partial t}(t, x) = \frac{\partial R}{\partial t}(t, x) \cdot f[\rho(t, x)] \quad (1)$$

Відповідно (1), необхідно розрізняти три основних режими руху автотранспортних засобів (Sheludchenko, 2018):

– *вільний рух* – характеризується малими інтенсивностями, відсутністю взаємних перешкод поміж окремими автотранспортними засобами і відповідною швидкістю V_c . Незначна щільність автотранспортних засобів зумовлює нещільну кореляцію поміж V_c та ρ ;

– *колективний рух (колективний потік)* – визначається зростанням щільності ρ автотранспортного потоку, колективна швидкість V_k автотранспортних засобів визначається проектною пропускною здатністю автодороги.

Кореляційний зв'язок V_c та ρ є достатньо щільним;

– *насичений (синхронізований) потік* – характеризується суттєвим взаємовпливом окремих автотранспортних засобів, швидкість автотранспортного потоку V_n тісно корелює з інтенсивністю q та щільністю ρ . Характерною рисою синхронізованого автотранспортного потоку є суттєве варіювання значення середньої швидкості потоку. Визначального значення набувають технічний та експлуатаційний стани автомобільної дороги.

Дещо відмінно, від вищевикладеної “класичної” функціональної формалізації сукупності (множини) автотранспортних засобів, є теорія трьох фаз Б. Кернера (*Mandelbrot*, 1983; *Zhang & Ioannou*, 2018). Ця теорія заснована на спробі пояснення фізики переходу від “вільного” до “ущільненого” (насиченого) автотранспортних потоків та описанні просторово-часових структур автотранспортних засобів, які виникають в результаті цього переходу на швидкісних ділянках автомагістралей. Відповідно до теорії Б. Кернера, в “ущільненому” автотранспортному потоці необхідно виокремлювати дві фази – синхронізований потік та “широкий рухомий кластер множини автотранспортних засобів” (локальний рухомий затор). Відповідно, розглядається три фази автотранспортного потоку: “вільний потік”, “синхронізований потік”, “широкий рухомий кластер множини автотранспортних засобів”. При цьому, фаза визначається як деякий стан автотранспортного потоку, що розглядається у просторі та часі.

При цьому, жодна з наведених вище функціональних формалізацій не передбачає можливість синхронізації колективного руху трафіку автотранспортних засобів на спеціальних ділянках автомобільних доріг, в тому числі і на ділянках серпантину (у шпильках).

Метою є підвищення рівнів безпеки транспортно-технологічних процесів на ділянках серпантину (шпильках) автодорожньої мережі шляхом синхронізації колективного руху автотранспортних засобів у трафіку.

Матеріали та методи

Дослідження виконані на підставі методів аналітичної геометрії на площині з урахуванням топологічних особливостей алгебраїчних

функцій, якими описувалися траєкторії градієнтів руху потоків автотранспортних засобів на ділянках серпантинів певного афінного простору.

Якщо афінний n -мірний простір A_n над векторним простором V_n визначити множиною A_n кожній парі елементів якого P_1, P_2 відповідає вектор з V_n , який є вектором $\overrightarrow{P_1P_2} = x$, то сам вектор $\overrightarrow{P_1P_2}$ є вектором переносу з точки P_1 в точку P_2 . Отже, розмірність підпростору V_n , визначена вектором $\overrightarrow{P_1P_2}$, за умови $P \in L$, буде розмірністю площини L , яка визначає гіперплощину з розмірністю $(n - 1)$. Таким чином, аналітична геометрія на площині і у просторі відносно системи координат двомірного або тримірного афінного простору (відносно прямокутної паралельної системи координат) у топологічному плані практично відрізняється досить мало. Саме вищезазначене дозволяє виконувати на площині розроблення графічних топологічних моделей ландшафтної оптимізації трасування автомобільних доріг у “шпильках” серпантинів.

Результати досліджень та обговорення

Загалом ділянки серпантину застосовують при трасуванні автомобільних доріг в умовах складного рельєфу природно-техногенних геоекосистем для дотримання оптимальних ухилів поздовжнього профілю автодороги. Розрізняють два види серпантинів:

– *серпантини I роду*, у яких допоміжні криві траси автомобільної дороги розташовано опуклостями в різні боки. Такі серпантини можуть бути як симетричними, так і асиметричними;

– *серпантини II роду*, у яких допоміжні криві розташовані по один бік траси автомобільної дороги. Такі серпантини можуть бути повними, коли центр основної кривої зміщений відносно вершини кута повороту і напівсерпантинами, для яких центр основної кривої розташовано на лінії, яка є перпендикулярною до однієї з сторін кута повороту автомобільної траси.

Як приклад поєднання серпантинів I-ого і II-ого родів, може бути наведено ділянку автомобільної дороги Н-03 “Житомир – Чернівці” поблизу населеного пункту с. Гуменці (рис. 2).



Рис. 2. Ділянка серпантину на автомобільній дорозі Н-03 (drive2.com)

Ділянки автомобільних доріг з серпантином обох типів з достатньою точністю аналітично описуються раціональними функціями n -ого ступеня (рис. 2):

$$y = a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \dots + a_1 \cdot x + a_0, \quad a_n \neq 0, \quad (2)$$

де $n \geq 0$ – ціле.

Графіки функцій (2) – це криві без особливих точок та без асимптот, які мають не більше за n точок перехрещення з віссю x , не більше як $n - 1$ екстремумів та не більше як $n - 2$ точок перегину (рис. 3). При цьому, у випадку декількох екстремумів максимуми та мінімуми є почерговими.

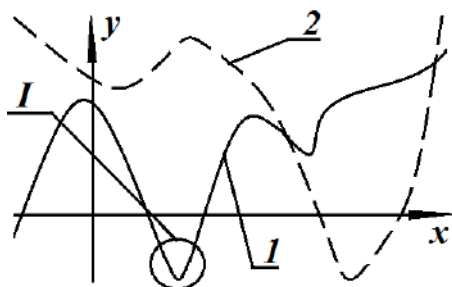


Рис. 3. Раціональні функції n -ого порядку:
1 – n парне, 2 – n непарне,
I – екстремум (шпилька серпантину)

Основним чинником розсинхронізації колективного руху автотранспортних засобів у складі транспортного потоку є необхідність їх складного маневрування з малими неусталеними швидкостями в зонах, так званих, “шпильок”

серпантину (наприклад, зона I рис. 3), які є точками перегину траси автомобільної дороги. Поблизу точки перегину траси автомобільної дороги форми трасування автодороги у вигляді параболи, гіперболи, еліпса з ексцентриситетом ~ 1 практично не відрізняються (рис. 4).

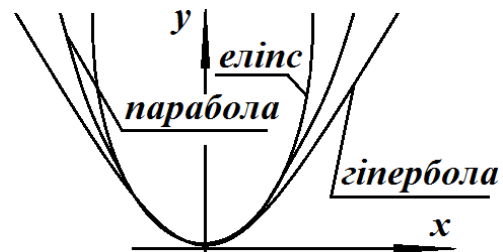


Рис. 4. Трасування автомобільної дороги у “шпильці” у вигляді гіперболи, параболи або еліпсу з ексцентриситетом кривих ~ 1

Маневрування транспортного засобу у “шпильках” серпантину ускладнюється умовами обмеження сприйняття візуальної інформації, що зумовлено наявністю природних або штучних об’єктів ландшафту (наприклад, аверсних поверхонь газо-пилозахисних лісосмуг), які розташовано у створах “шпильок” (Babkov, 1980; Li & Li, 2019). Для визначення мінімально допустимих розмірів конструкційної прив’язки аверсного боку візуальної перешкоди до проїжджої частини автодороги у “шпильці” серпантину (рис. 5) використана властивість гіперболи, відповідно до якої відрізок дотичної

TT_1 поміж її асимптотами завжди ділиться точкою дотику ($\bullet$) M навпіл (Mariotte & Leclercq, 2019; Skydan et al., 2019).

Відповідно до канонічного рівняння гіперболи, якщо осі координат співпадають з осями гіперболи, площа паралелограму $OGMF$

визначається так (рис. 5):

$$\omega = \frac{a^2 + b^2}{4} = \frac{a \cdot TT_1}{2}, \quad (3)$$

а співвідношення a та b є таким:

$$\frac{a}{u} = \operatorname{tg} \Delta. \quad (4)$$

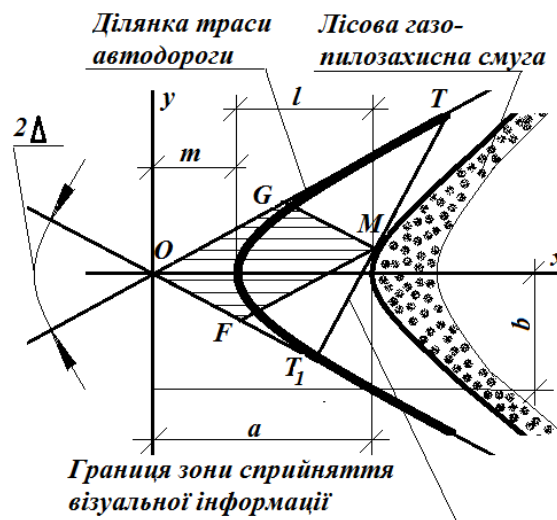


Рис. 5. Графічна модель конструкційної прив'язки аверсного боку візуальної перешкоди до траси автомобільної дороги в зоні "шпильки" серпантину

Тоді розв'язання системи рівнянь у вигляді

$$\begin{cases} \omega = \frac{a^2 + b^2}{4} \\ \omega = \frac{a \cdot TT_1}{2} \\ \operatorname{tg} \Delta = \frac{a}{u} \end{cases} \quad (5)$$

дозволяє визначити значення параметра a :

$$a = \frac{TT_1}{1 + \operatorname{tg} \Delta} \quad (6)$$

Якщо визначити радіус r повороту траси автодороги у "шпильці" як дотичну до асимптот

контуру аверсного боку візуальної перешкоди

$$m = \frac{a}{2} \cos \Delta, \quad (7)$$

остаточно отримаємо значення параметру l , який визначає відстань контуру аверсного боку візуальної перешкоди до осі проїжджої частини автодороги у "шпильці":

$$l = \frac{s}{1 + \operatorname{tg} \Delta} \left(1 - \frac{1}{2} \cos \Delta \right). \quad (8)$$

Результати визначення параметру l для кутів $\Delta = 100^\circ - 160^\circ$ повороту автодороги наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Конструкційна відстань контуру аверсного боку деревно-чагарникової газо-пилозахисної смуги до осі проїжджої частини автомобільної дороги

Кут Δ повороту автодороги, град.	Значення параметру a , м	Розрахунковий параметр l , м	Конструкційна відстань контуру аверсного боку смуги до осі автодороги, м
100	68	46	45
120	55	40	40
140	40	33	30
160	22	20	20

Отже, при проєктуванні ділянок серпантину автомобільних доріг мають бути дотримані вимоги до трасування автодоріг у плані та в поздовжньому профілі, проведено узгодження всіх об'єктів автошляхового інженерного комплексу з ландшафтними особливостями як окремих блоків елементарної ландшафтно-геохімічної системи, так і всією природно-техногенною геоекосистемою в цілому, що дозволяє забезпечити максимально можливу синхронізацію колективного руху автотransпортних засобів у складі транспортних потоків.

Висновки

Пропонована оптимізація геометрично-топологічних параметрів автодорожньої мережі у шпильках серпантинів автомобільних доріг на підставі графічного моделювання траси спеціальних ділянок автодоріг передбачає можливість синхронізації колективного руху автотransпортних засобів у складі транспортних потоків, що забезпечує стабілізацію виконання транспортно-технологічних операцій і, як наслідок, підвищує загальний рівень безпеки автотransпортного комплексу.

References

- Babkov, V. F. (1980). *Landshaftnoe proektirovanie avtomobilnyih dorog* [Landscape design of roads]. Moskva: Transport [in Russian].
- Li L., Li X. Parsimonious trajectory design of connected automated traffic // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2019. Vol. 119. P. 1–21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.11.006>
- Lukanin, V. N., Trofimenko, Yu. V. (2001). *Promyshlennno-transportnaya ekologiya* [Industrial and transport ecology]. Moskva: Vysshaya shkola [in Russian].
- Mandelbrot, B. B. (1983). *The Fractal Geometry of Nature*. W. H.: Freeman and Company.
- Mariotte G., Leclercq L. Flow exchanges in multi-reservoir systems with spillbacks // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2019. Vol. 122. P. 327–349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.02.014>.
- Mohebifard R., Hajbabaie A. Optimal network-level traffic signal control: A benders decomposition-based solution algorithm // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2019. Vol. 121. P. 252–274. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.01.012>.
- Sheludchenko, L. S. (2018). *Funktsionalni oznaky avtotransportnoho potoku* [Functional signs of motor transport]. *Avtomobil i elektronika. Suchasni tekhnolohii*, 13, 75–79. doi: <https://doi.org/10.30977/VEIT.2018.13.0.75> [in Ukrainian].
- Skydan, O., Sheludchenko, B., Kukharets, S., Medvedskyi, O. & Yarosh, Y. (2019). Analytical study of multifractal invariant attributes of traffic flows. *Kharkiv: Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/3 (99), 22–29. ISSN 17293774.
- Zhang Y., Ioannou P. A. Stability analysis and variable speed limit control of a traffic flow model // *Transportation Research Part B: Methodological*. 2018. Vol. 118. P. 31–65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.10.005>

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-67-74

UDC 684.4.04

FORECASTING DURABILITY OF WOOD COMPOSITES BASED ON ACCELERATED TESTS**S. Kulman, L. Boiko, Ya. Bugaenko, Yo. Zagursky**

e-mail: s_kulman@ukr.net

Zhytomyr National Agroecological University,
7, Staryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

Long-term strength and durability tests are long and laborious, therefore new accelerated test methods are constantly being offered. The aim of this study is to develop a method for predicting durability based on data obtained from standard short-term tests for bending strength. The forecasting method is based on the kinetic concept of the strength of solids.

The experiments were carried out on samples of structural chipboards based on urea-formaldehyde resin. The significance level for the tensile strength and time to failure in the studied temperature range from 273 to 353 °K, as well as for the loading speed from 0.81 to 98.25 mm/min, was less than 0.05, which indicates that the influence temperatures and strain rates are statistically significant.

The results showed that temperature had a more significant effect on the tensile strength than the strain rate. At the same time, their effect on the time to failure is almost the same. Studies have confirmed the hypothesis of a non-linear reaction of wood composites to external thermo-moisture-force effects. The reason for the nonlinearity is the result of the interaction of variable factors with each other, but this requires special further study.

The created technique allows to significantly reduce the time required for testing. The data presented in the work allow us to verify the proposed mathematical model that describes the change in the long-term strength of composite materials on wood fillers (wood composites), as well as assess the influence of external factors on the strength characteristics of the composite during production and operation.

Key words: wood boards, durability prediction, durability indicators, accelerated tests.

**ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВНИХ КОМПОЗИТІВ
НА ОСНОВІ ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ****С. М. Кульман, Л. М. Бойко, Я. П. Бугаєнко, Й. В. Загурський**

e-mail: s_kulman@ukr.net

Житомирський національний агроєкологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Випробування на довготривалу міцність і довговічність є тривалими і трудомісткими, тому постійно пропонуються нові прискорені методи випробувань. Метою даного дослідження є розробка методу прогнозування довговічності на основі даних, отриманих за стандартних короткочасних випробувань на згинальну міцність. Метод прогнозування заснований на кінетичній концепції міцності твердих тіл. Експерименти проводилися на зразках з конструкційних деревинно-стружкових плит на основі карбамидоформальдегідної смоли. Рівень значущості для межі міцності і часу до руйнування в досліджуваному діапазоні температур – від 273 до 353 °K, а для швидкості навантаження – від 0,81 до 98,25 мм/хв був менше ніж $p = 0,05$, що вказує на те, що вплив температури і швидкості деформації є статистично значущими.

Результати показали, що температура зробила більш істотний вплив на межу міцності, ніж швидкість деформування. У той же час, їх вплив на час до руйнування практично однаковий. Дослідження підтвердили гіпотезу про нелінійні реакції деревних композитів на зовнішні термовологосилові дії. Причиною нелінійності є результат взаємодії змінних факторів між собою,

проте це вимагає спеціального подальшого вивчення. Створена методика дозволяє значно скоротити час, необхідний для тестування. Наведені в роботі дані дозволяють верифікувати запропоновану математичну модель, що описує зміну довготривалої міцності композиційних матеріалів на деревних наповнювачах (деревних композитів), а також оцінити вплив зовнішніх факторів на характеристики міцності композиту у процесі виробництва і експлуатації.

Ключові слова: деревні плити, прогнозування довговічності, показники довговічності, прискорені випробування.

Вступ

Останнім часом в житловому будівництві стали широко використовуватися композиційні матеріали на деревних наповнювачах, деревні композити (ДК), такі, наприклад, як деревно-стружкові плити (ДСП) і деревно-волокнисті плити (МДФ). Для такого використання важлива довговічність ДК. Оцінка того, як довго панелі зберігають необхідні характеристики в реальних умовах навколишнього середовища, була метою багатьох досліджень, які оцінюють довговічність ДК.

Методи оцінки довговічності деревних плит включають в себе довгострокові і короткострокові випробування. Довгострокова оцінка, така як тести впливу на вулиці, є метод оцінки тривалих періодів часу з урахуванням фактору минулого часу (May & Cunha, 1999). Проте, випробування на вплив на відкритому повітрі мають багато недоліків, таких як тривалість і складність проведення. Крім того, ці тести впливають на відмінності, викликані місцем проведення тесту (Leicester, 1971; Ranta-Maunus, 1975). Навпаки, короткострокові оцінюють зміни в механічних властивостях після прискорених процедур старіння, таких як занурення у воду, кип'ятіння, пропарювання, заморожування або сушка (Hann et al., 1962; River, 1994; Okkonen & River, 1996). Випробування на прискорене старіння перевершують короткострокові випробування на відкритому повітрі, і вони важливі для визначення довговічності деревних плит.

Такі прискорені тести на старіння можуть здатися штучними, але в останні десятиліття було зроблено багато спроб співвіднести деградацію, викликану старінням на відкритому повітрі, з деградацією, викликану прискоренням в лабораторії, включаючи використання ASTM D1037, APA D-1 і випробування D-4 і V313, оскільки результати випробувань на старіння на відкритому повітрі іноді використовуються в якості основних показників при визначенні

стандартизованих методів випробувань (Dinwoodie, 1981; Okkonen & River, 1996).

Дослідження властивостей ДК зазвичай засновані на принципі суперпозиції Больцмана, який описує реакцію матеріалу на різні історії навантаження (ASTM D 1037-99; Liu et al., 2015). Принцип суперпозиції Больцмана говорить, що відгук матеріалу на дане навантаження не залежить від відгуку матеріалу на будь-яке навантаження, яке вже є на матеріалі (Ito et al., 2018). Деформація зразка прямо пропорційна прикладеній нарузі, коли всі деформації порівнюються з еквівалентним часом. Однак, принцип не враховує взаємний вплив зовнішніх чинників і він справедливий тільки в лінійній пружної області (Yu & Zhou, 2016).

Попередні дослідження показали значну залежність міцності і жорсткості ДК від температури і вологості матеріалу (Kulman et al., 2017). В цьому випадку феноменологічні залежності були отримані у вигляді формул, що пов'язують ці величини, на основі яких можна прогнозувати зміну міцності за зміни умов їх експлуатації.

У той же час, при прогнозуванні довговічності цих матеріалів на основі кінетичної теорії міцності твердого тіла (Regel et al., 1974) в канонічну формулу С. М. Журкова, або в уточнену формулу Журкова-Ратнера, входить тільки температура. Спроба використовувати модель Журкова-Ратнера для композиційних матеріалів на основі деревини призвела до того, що вплив вологості було враховано шляхом введення додаткових поправок, визначених у результаті тривалих експериментів (Ratner & Yartsev, 1992). Однак, практичне використання кліматичних поправок показало, що їх застосування обмежене тільки діапазоном допустимих значень зовнішніх факторів.

Одна з теорій міцності була сформульована Гріффітсом. Відповідно до цієї енергетичної теорії, міцність була визначена як напруга, за якої виконується умова рівності двох енергій: енергії, яка витрачається на утворення нової поверхні

зростаючої тріщини, і пружної енергії, яка виділяється, коли тріщина зростає. Відповідно до цієї теорії, руйнування розглядається як критична подія, яка відбувається за критичної напруги.

Така інтерпретація не підтверджується досвідом, так як відомо, що освіта і накопичення молекулярних і надмолекулярних дефектів відбувається задовго до часу руйнування (Rabindra, 2013). Отже, руйнування розвивається в часі і не є критичною подією. Введення шкали часу процесу руйнування сприяло створенню кінетичної теорії міцності. Витоки цієї теорії відносяться до робіт фізико-технічного інституту ім. А. Ф. Іоффе РАН, які були виконані в середині минулого століття. Запропоновано залежності від часу при описі релаксацийних властивостей за в'язкопружної деформації твердих тіл у вигляді узагальнених рівнянь Максвелла. Фундаментальною формою кінетичної теорії міцності є рівняння Журкова (Zhurkov, 1965):

$$\tau = \tau_0 \exp \left[\frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \right], \quad (1)$$

де τ – довговічність за температури T і навантаженні σ ; U_0 і γ – параметри рівняння, які мають простий фізичний зміст.

Кінетична теорія заснована на ідеї розпаду хімічного зв'язку як теплового процесу Больцмана, який активується механічною напругою σ . В цьому випадку U_0 розуміється як енергія активації процесу (вона повинна дорівнювати енергії розриву хімічного зв'язку, так як це період коливань хімічно пов'язаних атомів (значення становить близько $10^{-12} \dots 10^{-13} \text{ с}^{-1}$). Якщо σ – це напруга на молекулу, то $\gamma \sigma$ – це

механічно індуковане зменшення енергії розривної зв'язку, а γ – коефіцієнт перетворення механічного зв'язку в енергію, тоді τ – це час очікування розпаду молекули, тобто час очікування флуктуації енергії $E_f = (U_0 - \gamma \sigma)$ для цих дій.

У формулі (1) був фізично обґрунтований четвертий параметр для полімерних матеріалів, після чого вона набула такого вигляду (Ratner & Yartsev, 1992):

$$\tau = \tau_m \exp \left[\frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT} \left(1 - \frac{T}{T_m} \right) \right], \quad (2)$$

де τ_m , U_0 , γ і T_m – фізичні (термоактиваційні) матеріальні параметри (ТАПи): τ_m – мінімальна довговічність (період коливань кінетичних одиниць – атомів, груп атомів, сегментів) з; U_0 – максимальна енергія активації руйнування, кДж • моль; γ – структурно-механічні параметри, кДж/(моль • МПа); T_m – температурний межа наявності твердого тіла (температурна деградація), К; R – універсальна газова стала, кДж/(моль • К); τ – час руйнування (довговічності) с; σ – напруга, МПа; T – температура, °К.

Традиційні методи визначення ТАП у сучасній науці про матеріали досі використовують графоаналітичні способи для їх визначення. Однак вони досить трудомісткі і недостатньо точні. У зв'язку з цим, ми запропонували більш точний, аналітичний спосіб визначення ТАП (Патент України №46493, 2009). Відповідно до цього методу випробування на довговічність проводяться за спеціальним планом, а ТАПи розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} \lg \tau_m &= (\lg \tau_3 (\lg \tau_2 - \lg \tau_4) - \lg \tau_4 (\lg \tau_1 - \lg \tau_3)) / (\lg \tau_2 - \lg \tau_4 - \lg \tau_1 + \lg \tau_3); \\ x_1 &= 1000 / T_1, \quad x_2 = 1000 / T_2; \quad \gamma = (U_1 - U_2) / (\sigma_1 - \sigma_2); \\ U_1 &= 2,3R (\lg \tau_1 - \lg \tau_2) / (T_1^{-1} - T_2^{-1}); \quad U_2 = 2,3R (\lg \tau_3 - \lg \tau_4) / (T_3^{-1} - T_4^{-1}); \\ U_0 &= \gamma \sigma_2 + U_2, \end{aligned}$$

де τ_i , σ_i , T_i – час руйнування, напруги і температура при випробуваннях i -го зразка.

Однак, оскільки термоактиваційні параметри під час використання даного способу визначаються шляхом випробувань на тривалу міцність за постійного навантаження, то, відповідно, трудомісткість способу велика.

Метою даного дослідження є оцінка довговічності деревних плит з використанням результатів прискорених випробувань на вигин.

Основні результати вивчення довговічності ДК у меблевих конструкціях викладені в статті (Kulman et al., 2019). Метою даної роботи є створення прискореної методології оцінки довготривалої міцності композиційних матеріалів на основі деревини з урахуванням впливу зовнішніх впливів.

Матеріали та методи

Експерименти проводилися на зразках з конструкційних деревинно-стружкових плит на основі карбамидоформальдегідної смоли (MF PB), відповідно до EN 14322 виробництва компанії Kronospan UA Ltd. Було використано дві плити розміром (2750 мм x 1830 мм) товщиною 18 мм, які були розрізані на зразки 450 мм (довжина) x 50 мм (ширина). Перед тим як розрізати, плити зберігали у кондиціонуючій кімнаті, в якій підтримувалася температура 20 °C і відносна вологість 65 %. Випробування проводилися на базі стандартної розривної машини моделі P5-MC за методикою визначення межі міцності та модуля пружності під час згину згідно з ГОСТ 10635-88 "Плити деревостружкові. Методи визначення межі міцності і модуля пружності при вигині".

Зразки встановлювали на опори випробувального пристрою за відмітками так,

щоб поздовжня вісь зразка була перпендикулярною осям опор, а поперечна вісь перебувала в одній вертикальній площині з віссю ножа. Зразки були підготовлені і розрізані відповідно до ASTM D 1037-99. Навантаження і прогин вимірювали, а MOR і MOE розраховували відповідно до розділу 9 в ASTM D 1037-99. Швидкість переміщення рухомого захвату розривної машини приймалася рівною 1; 3; 15; 100 мм/хв і регулювалася за допомогою тиристорного приводу. Всього було виготовлено сто п'ятдесят зразків. Десять зразків були підготовлені для випробування модуля пружності (MOE) і межі міцності (MOR) перед основним випробуванням. Всі зразки зберігалися у приміщенні для кондиціонування за температури 20 °C і відносній вологості 65 % до використання. Середня щільність зразків становила 750 ± 7 кг/м³, за вологості плити MC 5 %.

Таблиця 1. Механічні властивості стружкових плит

Тип плити	Щільність ^d кг/м ³	Товщина ^d мм	MOR ^d МПа	MOE ^d МПа
MF PB ^a	750 ± 7	18.1 ± 0.1	12.1 ± 1.1	$2\,110 \pm 29$

^a MF PB – ламінована СП.

^b Товщину, щільність, MOR і MOE вимірювали після того, як зразки досягли рівноваги за відносної вологості 65 %, температури 20°C за вологості плити 5 %.

Оскільки у формулу (2) змінні фактори входять експоненціально, вимоги до точності експериментів на довговічність повинні бути набагато вищі. Тому для отримання достовірних статистично значущих результатів у кожній серії експериментів число повторень приймалося рівним 30.

Поставлена мета вирішується тим, що у відомому способі прогнозування довговічності ДК, що полягає у руйнуванні зразків, до котрих прикладається навантаження, випробування проводять на однакових зразках за різних значень температури та різної швидкості підвищення навантаження, при цьому, фіксують час до руйнування та максимальне напруження, довговічність матеріалу визначається за формулою (2). Значення термоактиваційних параметрів визначаються на підставі результатів проведених випробувань шляхом вирішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{U_0}{RT_1} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_1}{RT_1} + \gamma \frac{\sigma_1}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_1 \\ \frac{U_0}{RT_2} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_2}{RT_2} + \gamma \frac{\sigma_2}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_2 \\ \frac{U_0}{RT_3} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_3}{RT_3} + \gamma \frac{\sigma_3}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_3 \\ \frac{U_0}{RT_4} - \frac{U_0}{RT_m} - \gamma \frac{\sigma_4}{RT_4} + \gamma \frac{\sigma_4}{RT_m} + \ln \tau_m = \ln t_4 \end{cases}, \quad (3)$$

де $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ – максимальне руйнівне напруження за відповідної швидкості підвищення навантаження, МПа; T_1, T_2, T_3, T_4 – температура чотирьох серій випробувань t_1, t_2, t_3, t_4 – час до руйнування за різної швидкості навантаження та температури, с.

Оскільки дана модель (2) створена для випадку розтягування і в цьому випадку має ясний фізичний зміст, то і визначення характеристик руйнування правильно проводити шляхом випробувань на розтяг. При проведенні експериментів на машинах з постійною швидкістю руху траверси зразок відчуває лінійно

зростаюче навантаження. За такого випробування, з урахуванням принципу підсумовування пошкоджень, Бейлі:

$$\int_0^{t_p} \frac{dt}{\tau(\sigma(t))} = 1,$$

де t_p – час настання руйнування, кінетична модель дає наступне співвідношення між розривною напругою і швидкістю навантаження:

$$\sigma_p = \frac{\ln(A\alpha)}{\alpha} + \frac{1}{\alpha} \ln \dot{\sigma}, \quad (4)$$

$$A = \frac{\exp(\alpha \sigma_p)}{\alpha \dot{\sigma}}, \quad \alpha = \frac{\gamma}{RT},$$

де постійні γ і R ті ж, що і в (2). Це співвідношення дає зв'язок традиційно використовуваних механіками величин, що характеризують міцність твердих матеріалів з параметрами середовища, використаними в моделі Журкова. Таким чином, будувати методику можна, ґрунтуючись на двох підходах: за постійної напруги, ресструючи навантаження і довговічність, які пов'язані рівнянням (2), і за постійної швидкості навантаження з ресстрацією розривного зусилля, які пов'язані рівнянням (4). У додатку до ДК перевага має спосіб випробувань під дією зростаючого навантаження. Пояснюється це тією обставиною, що за проведення випробувань на тривалу міцність за постійної напруги, довговічність зразків має великий розкид. Судити про розкид експериментальних точок прийнято по ширині діапазону на напіввисоті розподілу досвідчених даних. Стосовно випробувань за постійної напруги, будуються криві розподілу довговічності в

логарифмічних координатах. Випробування ідеальних об'єктів, таких як плівки або нитки, дає ширину кривих розподілу довговічності на напіввисоті приблизно один порядок. Для середовищ з більшою дисперсією міцності властивостей, якими є ДК, в координатах «довговічність – напруга» відбувається більш значний розкид експериментальних даних, що перевищує два і більше порядку за довговічністю. Діапазон довговічності (від секунд до декількох діб) займає шість порядків. Майже такий же діапазон швидкостей навантаження мають стандартні розривні машини. При проведенні випробувань за постійної заданої швидкості навантаження розкид експериментальних значень визначається дисперсією міцності властивостей ДК. Для міцних порід розкид величин міцності, визначених на кожній фіксованій швидкості навантаження, становить приблизно 10 %, для порід середньої міцності – в районі 20 %. Таким чином, при однаковій кількості випробувань точність визначення параметрів середовища в другому випадку буде вищою.

Так як ДК є неоднорідним середовищем і мають, як правило, досить велику дисперсію міцності, випробувальне обладнання повинно мати широкий діапазон варіації швидкостей навантаження. Використовуваний випробувальний стенд має безступінчасту зміну швидкостей навантаження, що відрізняються на два порядки, тобто охоплює діапазон у чотири порядки по швидкості навантаження.

Результати досліджень і обговорення

Рівні експериментальних факторів і результати випробувань показані у табл. 2.

Таблиця 2. Рівні змінних факторів і результати випробувань

Матеріал	Номер групи	Змінні фактори		Результати експерименту		
		температура ($^{\circ}\text{K}$)	фактична швидкість навантаження (мм/хв)	MOR ^a (МПа)	час до руйнування t_p , (с)	DML ^b (мм)
MF PB	1	293	0,81	11,25±0,92 ^c	1200	16,2
	2	313	2,86	10,48±0,84	304	14,5
	3	333	14,5	9,86±0,75	59	14,3
	4	353	98,25	9,75±0,64	8	13,1

^a MOR – межа міцності.

^b DML – переміщення при руйнуванні (*displacement under maximum level*).

^c Довірчий інтервал вказаний для $p = 0,05$ рівні.

Для вивчення впливу температури і швидкості деформації на MOR і часу до руйнування на рівні значущості $p = 0,05$ було проведено дисперсійний аналіз (ANOVA).

Результати ANOVA і множинний порівняльний статистичний аналіз впливу температури і швидкості деформації показані в табл. 3.

Таблиця 3. Двофакторний дисперсійний аналіз без повторень

Залежна змінна	Джерело варіації	SS ^a	df ^b	MS ^c	F ratio	P-Значення	F критичне значення
Межа міцності (MOR)	температура	9,92	3	3,306	187,6	1,9E-08	3,862
	швидкість деформації	0,43	3	0,146	8,297	0,0058	3,862
	похибка	0,15	9	0,017			
	разом	10,51	15				
Час до руйнування t_p	температура	1717515	3	572505	13,496	0,001	3,863
	швидкість деформації	1723625	3	574541	13,544	0,001	3,863
	похибка	381782	9	42420			
	разом	3822923	15				

^a SS – (sum of squares).

^b df – кількість ступенів свободи (degree of freedom).

^c MS – середньоквадратичне відхилення (mean square).

Рівень значущості для MOR і часу розриву t_p у досліджуваному діапазоні температур – від 273 до 353 °K, а для швидкості навантаження – від 0,81 до 98,25 мм/хв був менше 0,05, що вказує на те, що вплив різних температур на MOR і часу до руйнування t_p для цих змінних факторів є статистично значущими. Результати ANOVA показали, що температура зробила більш істотний вплив, ніж швидкість деформування, на межу міцності MF PB ($F_{ratio T} = 187,6 > F_{ratio tp} = 8,297$). У той же час, їх вплив на час до руйнування практично однаковий ($F_{ratio T} = 13,496 \approx F_{ratio tp} = 13,544$).

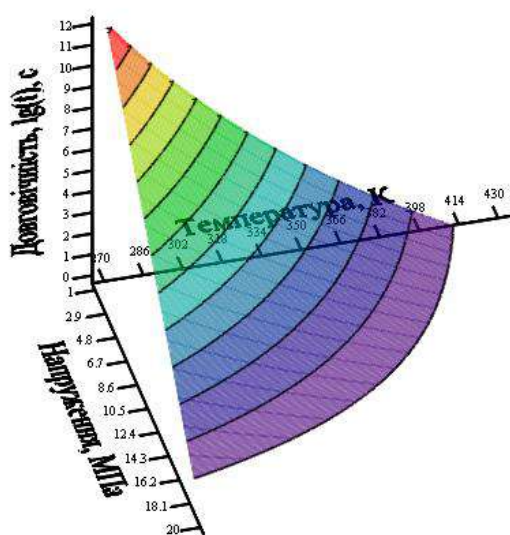
Раніше повідомлялося про монотонний, лінійний і спадний взаємозв'язки між міцністю на вигин і температурою від 20 °C до 140 °C з часом впливу 180 хвилин (Bekhta et al., 2003). У цьому ж дослідженні як міцність на вигин (MOR), так і час до руйнування показали істотно нелінійний характер їх залежності від температури і швидкості деформування. Отримані дані ще раз підтвердили правильність запропонованої раніше феноменологічної моделі міцності і жорсткості композиційних матеріалів на основі деревини. На підставі даних, отриманих в експериментах, були розраховані параметри термоактивації (ТАП) для кожного типу ДСП з використанням системи рівнянь (4). Результати розрахунків, раніше

отримані ТАПи на основі довготривалих випробувань, а також варіанти прискорених випробувань представлені в табл. 4.

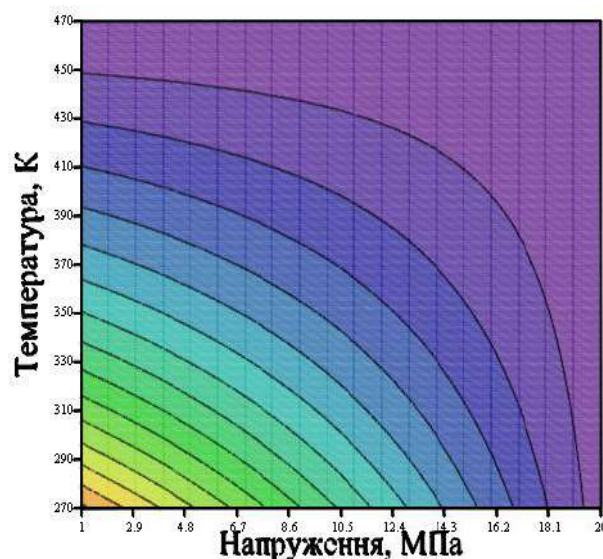
Значення параметрів термоактивації, отримані в результаті експериментів, дозволяють не тільки оцінювати тривалі згинні властивості ДК у діапазоні досліджуваних зовнішніх факторів (навантаження, температура), але і прогнозувати поведінку в широкому діапазоні їх варіацій. Оскільки, як випливає з результатів експериментів (табл. 2), властивості ДК змінюються з часом відповідно до рівняння (2), то цей зв'язок найбільш чітко можна зобразити, побудувавши поверхню другого порядку, що відповідає цьому рівнянню. Обчислювальний експеримент в середовищі MathCAD показав, що рівняння (2) описує поверхню другого порядку, гіперболічний параболоїд, графічне зображення якого представлено на рис. 1а. Це є зображення математичної моделі процесу втрати міцності за тривалого вигину. Вона оцінює ізгібні властивості ДК у залежності від умов їх експлуатації. Особливістю цієї поверхні є те, що у фазовому просторі змінних факторів σ , T є спеціальна фіксована сідлова точка – полюс. Характерною особливістю цієї точки є те, що вона залежить тільки від параметрів термоактивації.

Таблиця 4. Результати розрахунку параметрів термоактивації по визначальним рівнянням (3), Shot-Time Test 2

Матеріал	Метод	U_0 (кДж/моль)	$lg(\tau m)$ (с)	γ (кДж/моль•МПа)	T_m (К)
MF PB	Long-Time Test ^a	196	- 0,7	9,10	486
	Shot-Time Test 1 ^b	205	-1,9	8,90	490
	Shot-Time Test 2	194	-2,8	9,5	466

^a Kulman et al., 2019^b Kulman et al., 2017.

а)



б)

Рис. 1. Графічне представлення рівняння (3) у вигляді поверхні другого порядку гіперболічного параболоїда: а) – гранична поверхня довготривалої міцності на вигин ламінованого ДСП за вологості 10 %; б) – контурні графіки міцності на вигин за щільності ламінованої стружкової плити (MF PB) 750 кг/м³

На рис. 1б показані лінії рівня (контурний графік) для низки змінних σ , T .

Графік поверхні відгуку (рис. 1а) вказує на значну нелінійність процесу втрати міцності в часі (з погіршенням якості матеріалу). Це підтверджує нашу гіпотезу щодо нелінійної реакції ДК на зовнішні термо-волого-силові дії. Причиною нелінійності, як нам здається, є результат взаємодії змінних факторів між собою. Однак, це вимагає спеціального подальшого вивчення.

Висновки

Створена методика дозволяє значно скоротити час, необхідний для тестування. Метод дозволяє знаходити параметри термоактивації матеріалу за одночасної зміни термо-волого-силових навантажень, тобто відразу двох змінних факторів. Таким чином, стає можливим оцінити тривалість збереження міцних властивостей нових матеріалів і прогнозувати довговічність за експлуатації вже створених конструкцій.

References

- American Society for Testing and Materials (2006). 2006a D 1037. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. West Conshohocken, PA, USA.
- Bekhta, P. & Niemz, P. (2003). Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforschung*, 57 (5), 539–546. doi: <https://doi.org/10.1515/HF.2003.080>.
- Bekhta, P., Lecka, J. & Morze, Z. (2003). Short-term effect of the temperature on the bending strength of wood-based panels. *Holz Roh Werkst.* 61, 423–424. doi: <https://doi.org/10.1007/s00107-003-0423-4>.
- Dinwoodie, J. M. (1981). Characterizing the performance of chipboard in the United Kingdom. *Proceedings of the WSU Symposium on Particleboard*, 15, 59–78.
- Hann, R. A., Black, J. M. & Blomquist, R. F. (1962). How durable is particleboard? *Forest Prod. J.*, 12, 577–584.
- Ito, K., Yajima, H. & Arai, M. (2018, 1–5 July). Creep Life Prediction Method by Using High-Temperature Indentation Creep Test. *The Eighteenth 18th International Conference of Experimental Mechanics* : proceedings (p. 450). Brussels. doi:10.3390/ICEM18-05319.
- Kulman, S., Boiko, L., Hurova, D. & Sedliačik, J. (2019). The effect of temperature and moisture changes on modulus of elasticity and modulus of rupture of particleboard. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 61 (1), 43–52. doi: <https://doi.org/10.17423/afx.2019.61.1.04>.
- Kulman, S., Boiko, L., Pinchevska, O. & Sedliačik, J. (2017). Durability of wood-based panels predicted using bending strength results from accelerated treatments. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 59 (2), 41–52. doi: <https://doi.org/10.17423/afx.2017.59.2.04>
- Leicesterr, H. (1971). A rheological model for mechanosorptive deflections of beams. *Wood Science and Technology*, 5 (3), 211–220.
- Liu, D., Li, H. & Liu, Y. (2015). Numerical Simulation of Creep Damage and Life Prediction of Superalloy Turbine Blade. *Mathematical Problems in Engineering*, 1, 1–10. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/732502>.
- May, I. & Cunha, F. (1999). Creep damage assessment and remaining life evaluation. *International Journal of Fracture*, 97 (1), 125–135. doi: 10.1023/A:1018396017834.
- Okkonen, E. A. & River, B. H. (1996). Outdoor aging of wood-based panels and correlation with laboratory aging, Part 2. *Forest Prod. J.*, 46 (3), 68–74.
- Pizhurin, A. A. (2004). Osnovy nauchnykh issledovaniy v derevoobrabotke [Bases of Scientific Researches in the Woodworking]. Moskva : MGUL [in Russian].
- Rabindra, N. G. (2013). Creep Life Predictions of Engineering Components. *Problems & Prospects Procedia engineering*, 55, 599–606. doi: 10.1016/j.proeng.2013.03.301
- Ranta-Maunuas, A. (1975). The viscoelasticity of wood at varying moisture content. *Wood Science and Technology*, 9, 189–205.
- Ratner, S. B. & Yartsev, B. P. (1992). Fizicheskaya mekhanika plastmass. Kak prognoziryut rabotosposobnost? [Physical mechanics of plastics. How to predict the performance?]. Moskva : Khimiya [in Russian].
- Regel, V. P., Slutsker, A. I., & Tomashevskiy, E. E. (1974). Kineticheskaya priroda prochnosti tverdykh tel [Kinetic nature strength of solids]. Moskva : Nauka [in Russian].
- River B. H. (1994). Outdoor aging of wood-based panels and correlation with laboratory aging. *Forest Prod. J* 44 (11/12), pp. 55-65.
- Yu, Q. & Zhou, H. (2016). Study on creep damage and life prediction of threaded connections at high temperature. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(1) 1–9. doi: 10.1177/1687814016629347.
- Zhurkov, S. N. (1965). Kineticheskaya kontseptsiya prochnosti tverdykh tel [Kinetic concept of the strength of solids]. *Mezhdunarodnyy zhurnal mekhaniki razrusheniya*. 1 (4), 311–322 [in Russian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-75-83

UDC 631.362.3

PRODUCTION TESTING OF TAPE DEVICE FOR AUTOMATIC PHENOTYPING OF SUNFLOWER SEEDS

E. Aliiev

e-mail: aliev@meta.ua

Institute of Oilseed Crops of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
1, Institutskaya Str., p. Sonyachne, Zaporizhzhya Region, 69093

When performing the breeding and seed production process, it is important to use marker traits that serve to establish the plant's affiliation to a particular hybrid or variety (prevent falsification) and quickly select a large number of plants at different stages of selection. Based on this, the development and improvement of technical and technological support for the automatic phenotyping test of sunflower seeds in the structure of systems for automated control of their structural and mode parameters is an urgent problem.

The purpose of the research is to develop and perform a production test of a tape device for the automatic phenotyping test of sunflower seeds.

A rational precision technological line of the processes of separation of sunflower seed material has been developed, which includes the stages of mechanically threshing baskets from under individual insulators and primary cleaning of the seed mixture, which is carried out on laboratory sieving and small aerodynamic separators using for automatic phenotyping test of seeds. The proposed sunflower device can significantly intensify and shorten the breeding process and improve the design of the breeding program. With the help of the specified device it is possible to carry out bioinformative analysis of the data, to carry out an assessment of their quality, to sort the seeds of oilseeds crops, to carry out the selection according to the given characteristics at the initial stages of the breeding process.

A tape device for automatic phenotyping test of seeds has been developed, which preserves the accuracy of individual measurement of the geometric dimensions of sunflower seeds, determination of their shape and color, which corresponds to modern measuring tools, and provides low complexity and high technological implementation of the phenotyping test procedure (determination, identification) breeding material, its morphological and marker features.

Key words: seed, separation, equipment, size, shape, color.

ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА СТРИЧКОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ФЕНОТИПУВАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Е. Б. Алієв

e-mail: aliev@meta.ua

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України
вул. Інститутська, 1, с. Сонячне, Запорізький р-н, Запорізька обл., 69093

При виконанні селекційно-насінницького процесу важливим є використання маркерних ознак, які слугують для встановлення приналежності рослин до певного гібриду чи сорту (запобігання фальсифікації) та дозволяють швидко відібрати велику кількість рослин на різних етапах селекції.

Виходячи з цього, розробка і удосконалення техніко-технологічного забезпечення автоматичного фенотипування насіння соняшнику в структурі систем автоматизованого керування їх конструктивно-режимних параметрів є актуальною проблемою. Метою досліджень є розробка і проведення виробничої перевірки стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику.

Розроблена раціональна прецизійна технологічна лінія процесів сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику, яка включає етапи механізованого обмолоту кошиків з-під індивідуальних

ізоляторів і первинне очищення насінневої суміші, що здійснюється на лабораторному розсіві та малогабаритному аеродинамічному сепараторі, та подальше його калібрування за морфологічними показниками і маркерними ознаками з використання пристрою для автоматичного фенотипування насіння. Запропонований пристрій соняшнику дозволяє значно інтенсифікувати та скоротити селекційний процес та поліпшити проєктування програми схрещування. За допомогою зазначеного пристрою можна проводити біоінформативний аналіз даних, проводити оцінку їх якості, сортувати насіння у насінництві олійних культур, проводити добір за заданими ознаками на початкових етапах селекційного процесу. Розроблено стрічковий пристрій для автоматичного фенотипування насіння, який зберігає точність індивідуального вимірювання геометричних розмірів насіння соняшнику, визначення їх форми і забарвлення, що відповідає сучасним вимірювальним засобам та забезпечує низьку трудомісткість і високу технологічність реалізації процедури фенотипування (визначення, ідентифікації і сепарації) насіння як селекційного матеріалу за його морфологічними і маркерними ознаками.

Подальшими дослідженнями є створення виробничого зразка стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння і його випробування.

Ключові слова: насінневий матеріал, сепарація, обладнання, розмір, форма, забарвлення.

Вступ

Станом на кінець 2019 р. в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, зареєстровано більше 1400 сортів і батьківських компонентів соняшнику і лише 17 % вітчизняної селекції. Це свідчить про загрозу національній продовольчій безпеці України. Тому згідно з Державною цільовою програмою розвитку аграрного сектору на період до 2020 року необхідне «...стимулювання збільшення виробництва добазового та базового насіння сільськогосподарських культур вітчизняної селекції...». Посівна площа соняшника в 2019 р. становить близько 5,8 млн га, на яку витрачено близько 29 тис. т посівного насінневого матеріалу.

При виконанні селекційно-насінницького процесу важливим є використання маркерних ознак, які слугують для встановлення приналежності рослин до певного гібриду чи сорту (запобігання фальсифікації) та дозволяють швидко відібрати велику кількість рослин на різних етапах селекції. Ознаки вегетативної частини рослин дозволяють проводити відбір на ранніх стадіях розвитку, проте апробація сортів проводиться у фазі технічної стиглості (Poliakova & Vedmedeva, 2016). Тому важливими є ознаки, які можна дослідити саме у цій фазі. Забарвлення насіння є якісною ознакою, яка є стабільною у прояві, не залежить від факторів середовища і є показовою на даному етапі розвитку (Gorohivets & Vedmedeva, 2016).

Фенотипування насіння – процес типування, визначення, ідентифікації і розділення насіння як селекційного матеріалу за його морфологічними та маркерними ознаками (наприклад, забарвлення, форма і геометричні розміри) (Jahnke et al., 2016).

Насіння рослин можуть приймати різноманітну геометричну форму і відповідно до цього мати різні геометричні розміри. Процес визначення форми і розмірів індивідуальних насінин різних сортів різко збільшує витрати, що призводить до погіршення ефективності селекційного процесу (Tanabata et al., 2012).

Окрім цього, насіння рослин мають цілий спектр забарвлення, що визначає цей показник важливою маркерною ознакою. Враховуючи різноманіття забарвлень насіння різних сортів різко збільшує витрати, що призводить до погіршення ефективності селекційного процесу. В зв'язку з тим що сприйняття кольору для кожної людини є індивідуальним, виключення людського фактору і застосування інструментальних можливостей розпізнавання забарвлення насіння є дуже актуальним.

Відомий спосіб визначення розмірів насіння (Tishchenko et al., 2015), який включає формування вибірки насіння, її сканування і обробку зображення з визначенням дійсних розмірів компонентів вибірки. При цьому, обробка зображення виконується за допомогою комп'ютерної програми, яка автоматично розпізнає об'єкт та розбиває його на задану сітку, визначаючи максимальні, мінімальні та середні

розміри в міліметрах у двох двовимірних взаємно перпендикулярних площинах. Відомий спосіб визначення розмірних характеристик насіння (Bakum et al., 2006), який включає формування вибірки насіння і поштучне вимірювання спеціальними засобами розмірних характеристик кожної насінини, шляхом сканування, перенесення зображення у файл програми «AutoCAD», проставлення в цій програмі умовних їх розмірів, визначення коефіцієнту перерахунку і обчислення дійсних розмірів компонентів вибірки.

Недоліками вищезазначених способів є їх висока трудомісткість, зумовлена необхідністю постійного ручного формування вибірки насіння, а також неможливість автоматичного його розділення за геометричними розмірами і формою. Також недоліком є те, що дані способи дозволяють ідентифікувати насіння лише за двома морфологічними показниками – розмір і форма.

Відомі пристрій і відповідний спосіб визначення однорідності партії насіння за їх характеристиками кольору, розміру й форми (Ringenbakh et al., 2006), який включає поетапне виконання наступних операцій: кожне насіння поміщають в задану зону, що має колір з довжиною хвилі, відмінною від довжини хвилі, що характеризує колір насіння; приводять кожну задану зону в положення, що забезпечує можливість її зйомки з отриманням її цифрового зображення в кольорі; висвітлюють задану зону видимим світлом під час отримання її цифрового зображення; знімають камерою задану зону з отриманням її цифрового зображення; зображення обробляють з отриманням значень колірної моделі *HSI* (колірний відтінок, насиченість та інтенсивність, скор. від англ. "Hue, Saturation, Intensity") для розпізнавання об'єктів, розташованих в межах заданої зони, переважно дискретних об'єктів, що виконується в кожній заданій зоні шляхом сегментації; для кожного об'єкта визначають розмір, форму і колір на основі колірної моделі *HSI* шляхом виділення ознак; щодо кожного об'єкта визначають, чи відповідає він заданому для насіння діапазону розмірів чи діапазону кольору

або діапазону форм; для кожного об'єкта, що відповідає критеріям, визначають фактичний розмір, форму, колірний розподіл і колір на основі колірної моделі *HSI*, а при необхідності – і насиченості, і виводять звіт щодо кольору, колірної моделі *HSI*, фактичного розміру і форми насіння в партії із забезпеченням показника однорідності партії.

До недоліків відомого способу слід віднести трудомісткість підбору довжини хвилі електромагнітного випромінювання, невисоку точність визначення розміру, форми і кольору партії насіння через вибір колірної моделі *HSI*, відсутність можливості автоматичного виділення і розділення окремих насінин загальної партії за вищезазначеними морфологічними показниками.

Виходячи з цього, розробка і удосконалення техніко-технологічного забезпечення автоматичного фенотипування насіння соняшнику в структурі систем автоматизованого керування їх конструктивно-режимних параметрів є актуальною проблемою.

Метою досліджень є розробка і проведення виробничої перевірки стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику.

Матеріали та методи

Розроблена раціональна прецизійна технологічна лінія процесів сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику розсадників (рис. 1) включає етапи механізованого обмолоту кошиків з-під індивідуальних ізоляторів і первинне очищення насіннєвої суміші, яке здійснюється на лабораторному розсіві та малогабаритному аеродинамічному сепараторі, та подальше його калібрування за морфологічними показниками і маркерними ознаками з використання пристрою для автоматичного фенотипування насіння. Запропонований пристрій соняшнику дозволяє значно інтенсифікувати та скоротити селекційний процес та поліпшити проектування програми схрещування. За допомогою зазначеного пристрою можна проводити біоінформативний аналіз даних, оцінку їх якості, сортувати насіння у насінництві олійних культур, проводити добір за заданими ознаками на початкових етапах селекційного процесу (Aliiev & Yaropud, 2019).

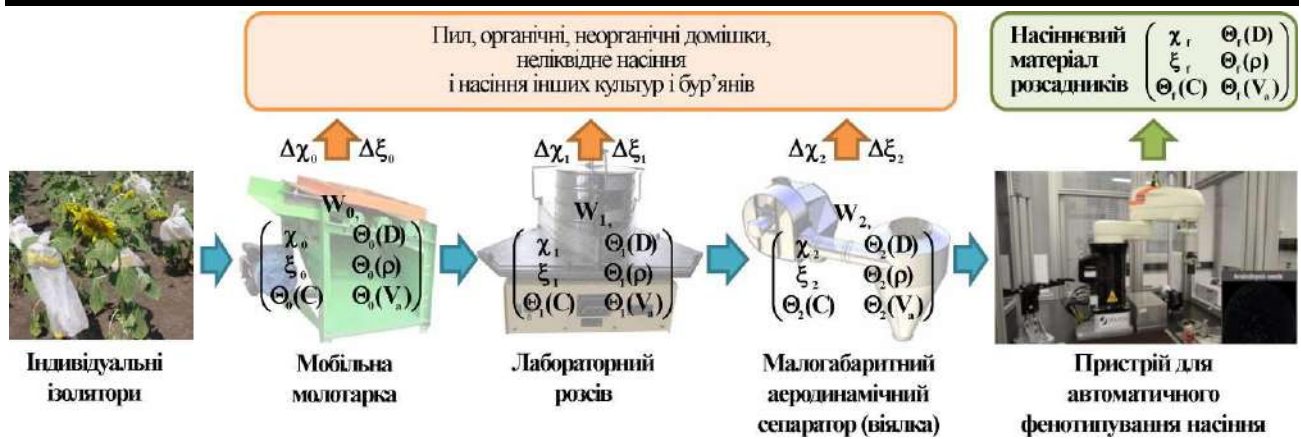


Рис. 1. Розроблена раціональна прецизійна технологічна лінія процесів сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику розсадників

Раціональна прецизійна технологічна лінія процесів сепарації супер-елітного насіннєвого матеріалу соняшнику (рис. 2) включає етапи збирання насіннєвої суміші з-під групових ізоляторів шляхом прямого комбайнування малим селекційним комбайном або ручного зрізання і обмолоту на мобільній молотарці. Далі йдуть етапи розділення насіннєвої суміші за фізико-механічними і морфологічними властивостями з використанням селекційних сепараторів із елементами автоматизації і контролю якості сепарації. Наприкінці

технологічної лінії виконується процес відбору проб і його контролю на пристрої автоматичного фенотипування насіння. Прецизійність даної лінії досягається шляхом застосування адаптивної системи керування техніко-технологічного забезпечення (Shevchenko & Aliiev, 2018).

Для реалізації представлених прецизійних технологічних ліній процесів сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику розроблено пристрій для автоматичного фенотипування насіння стрічкового типу (рис. 3).

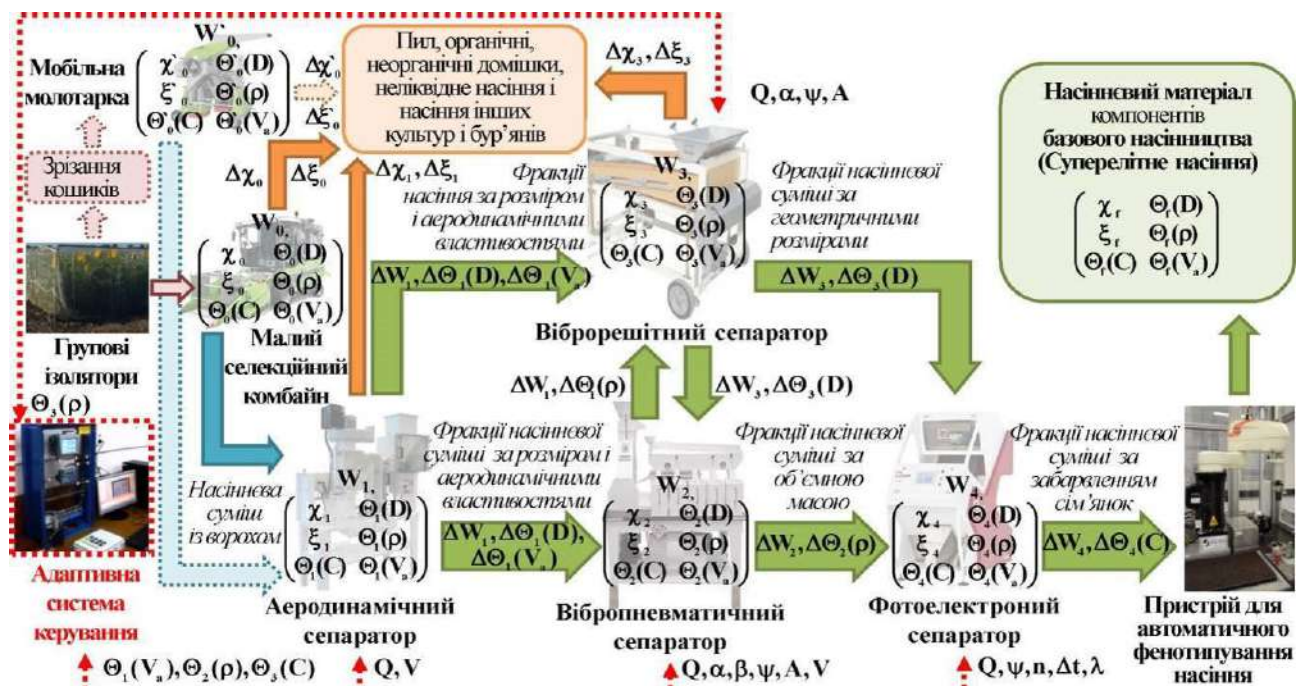
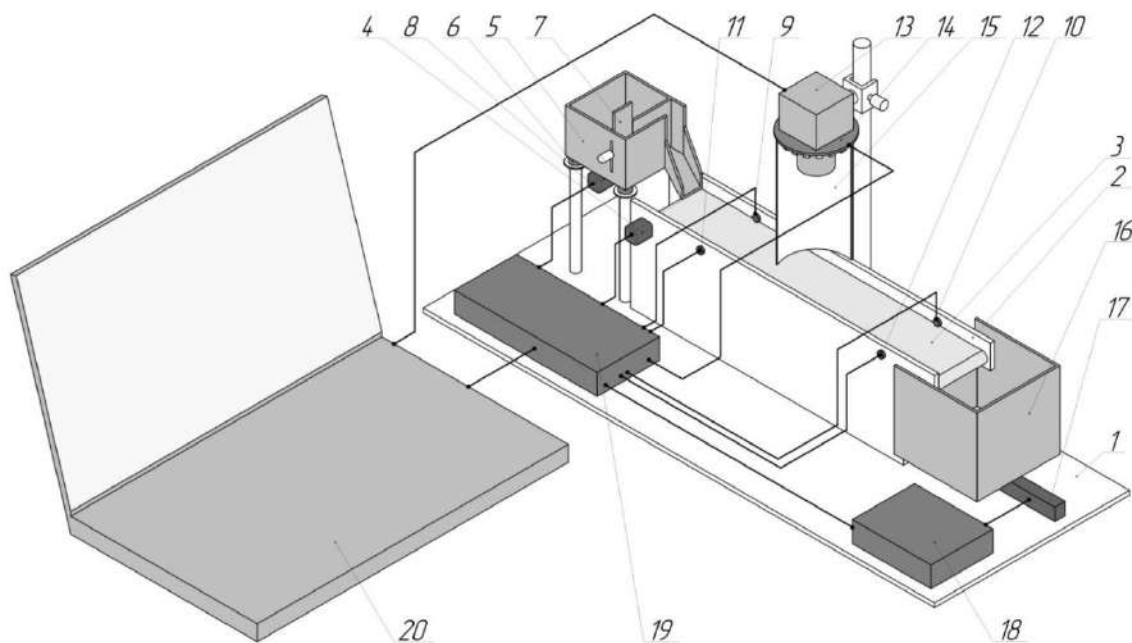


Рис. 2. Розроблена раціональна прецизійна технологічна лінія процесів сепарації супер елітного насіннєвого матеріалу соняшнику



1 – рама, 2 – стрічковий транспортер, 3 – стрічка, 4 – електродвигун, 5 – лоток подачі насіння, 6 – резинові амортизатори, 7 – регульована заслінка, 8 – вібродвигун, 9, 10 – інфрачервоні світлодіоди, 11, 12 – фотоприймачі, 13 – фотокамера, 14 – RGB-світлодіоди, 15 – труба із світлонепроникного матеріалу, 16 – прийомний лоток, 17 – тензодатчик, 18 – підсилювач, 19 – блок керування, 20 – персональний комп'ютер

Рис. 3. Схема стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння

Стрічковий пристрій для автоматичного фенотипування насіння працює таким чином. Насіння, що необхідно дослідити, розміщують в лотку подачі насіння 5. За використанням регульованої заслінки 7 встановлюють задану подачу насіння на стрічковий транспортер 2. Далі оператор запускає на персональному комп'ютері 20 відповідне програмне забезпечення на основі бібліотеки алгоритмів комп'ютерного зору *OpenCV* і послідовного порту *COM*. Персональний комп'ютер 20 передає сигнал про початок роботи до блока керування 19, який включає вібродвигун 8 і електродвигун 4. Вібродвигун 8 створює віброуючі коливання лотка подачі насіння 5, і як наслідок насіння потрапляє на стрічку 3, яка переміщується під дією електродвигуна 4. Насіння проходить між інфрачервоним світлодіодом 9 і фотоприймачем 11. В результаті чого формується сигнал, який через блок керування 19 потрапляє до персонального комп'ютера 20. Персональний комп'ютер 20 вмикає фотокамеру 13 і передає сигнал до блока керування 19 про чергове вмикання RGB-світлодіодів 14. Зображення

насіння у трьох освітленнях зберігається в базі даних персонального комп'ютера 20. Далі насіння проходить між інфрачервоним світлодіодом 10 і фотоприймачем 12. В результаті чого формується сигнал, який через блок керування 19 потрапляє до персонального комп'ютера 20. В кінці стрічкового транспортеру 2 насінини потрапляють до приймального лотка 16. Сигнал з тензодатчика 17 через підсилювач 18 і блок керування 19 потрапляє до персонального комп'ютера 20, де значення маси насінини записується в базу даних.

Зображення насіння обробляється персональним комп'ютером 20. При цьому, визначається колір кожної насінини за кожного вмикання RGB-світлодіодів 14 у червоному (R), зеленому (G) і блакитному (B) спектрах у колірному просторі *HSV* (*Hue* – основний тон, *Saturation* – насиченість кольору, *Value* – кількість світла). Окрім цього, персональний комп'ютер 20 за отриманими зображеннями визначає форму і геометричні розміри кожної насінини, що досліджується. Вся визначена інформація зберігається у базі даних, відображається на

дисплеї персонального комп'ютера 20 і представляється на огляд оператору.

Таким чином, запропонований пристрій зберігає точність індивідуального вимірювання геометричних розмірів насіння, визначення їх форми і забарвлення, що відповідає сучасним вимірювальним засобам, та забезпечує низьку трудомісткість і високу технологічність реалізації процедури фенотипування (визначення, ідентифікації і сепарації) насіння як селекційного матеріалу за його морфологічними і маркерними ознаками. Крім того, запропонований пристрій для його здійснення дозволяє визначати

морфологічні і маркерні ознаки (геометричний розмір, форма і забарвлення) всієї вибірки, що неможливо виконати за допомогою безпосереднього вимірювання, чим підвищує загальну продуктивність дослідження. При цьому, також в значній мірі виключається вплив людського фактора на точність вимірювання морфологічних і маркерних ознак (геометричний розмір, форма і забарвлення) насіння.

Виробнича перевірка стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику була проведена на макетному зразку, загальний вид якого представлено на рис. 4.

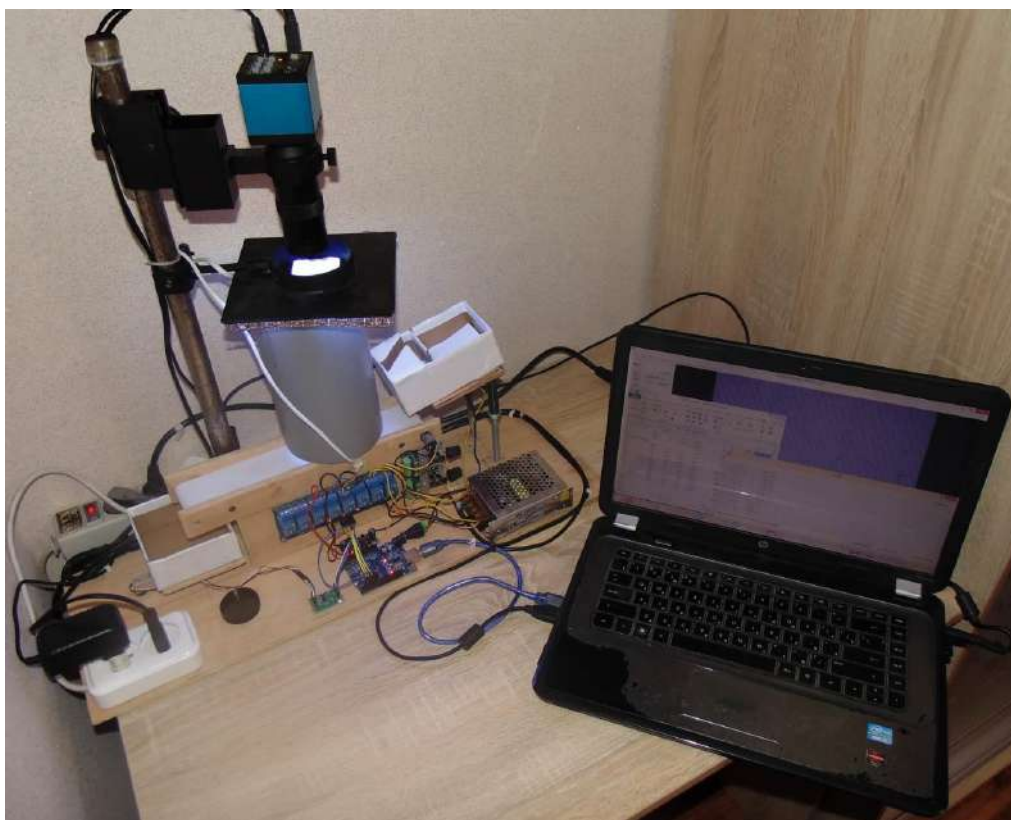


Рис. 4. Загальний вигляд макетного зразка стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику

В якості тензодатчика із підсилювачем використано *Weight sensor HX711*. В якості фотокамери використано *Video Microscope Camera 1080P 16MP HDMI USB* виробництва *Eakins*. Керування стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння здійснює апаратно-програмний засіб *Arduino Uno ATmega328P-PU* у комплексі із блоком реле. Електрична схема макетного зразка стрічкового

пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику приведена на рис. 5.

Результати досліджень та обговорення

В результаті виробничої перевірки стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування встановлено середню похибку вимірювань геометричних розмірів насіння соняшнику (довжини L і ширини B), яка складає 0,06 мм.

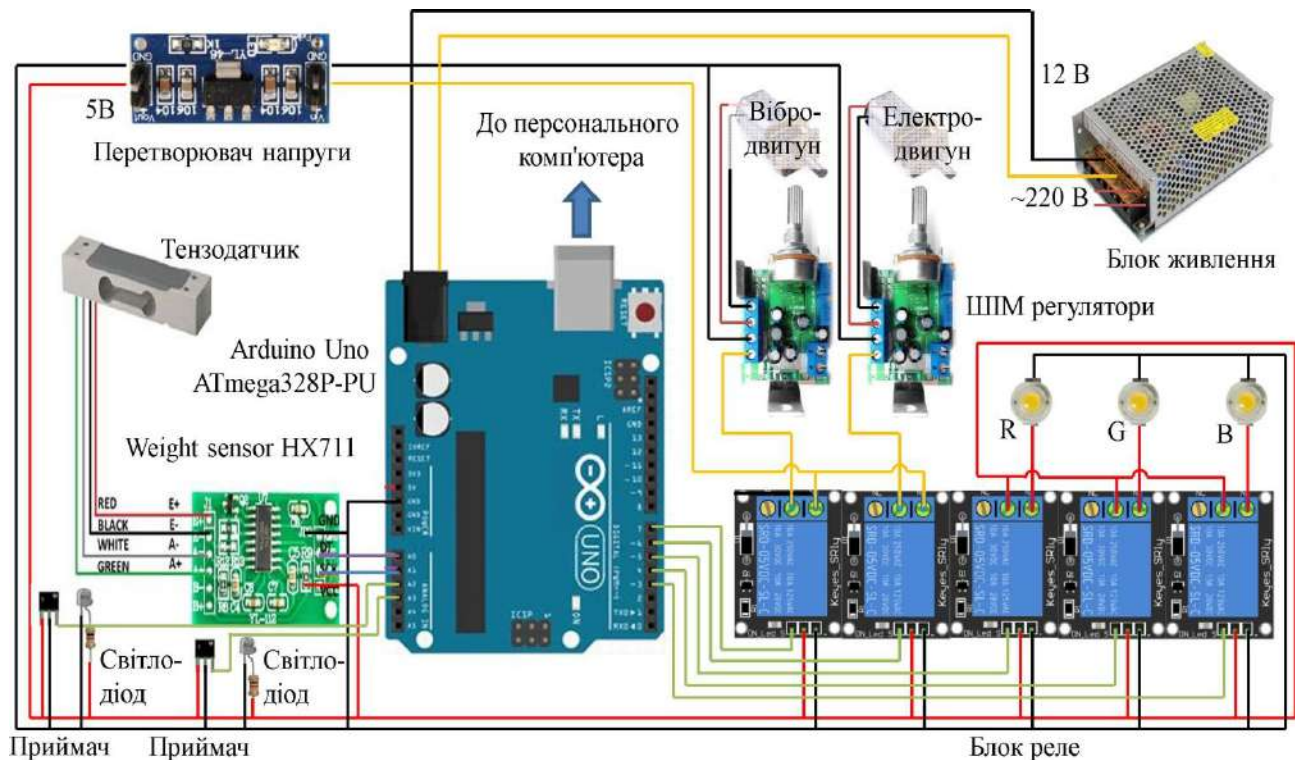


Рис. 5. Електрична схема макетного зразка стрічкового пристрою для автоматичного фенотипування насіння соняшнику

За розрахованим критерієм Пірсона (χ^2) нормальність розподілу похибок вимірювань складає 2,21, більше за табличне значення $\chi^2(0,95;5) = 1,15$. Поведена перевірка гіпотези про однорідність значень за допомогою критерію Кохрена $G = 0,14 < G_{0,05}(1;100) = 0,33$. Розрахунок коефіцієнтів калібрувальної характеристики вимірювання геометричних розмірів з використанням експериментального пристрою для автоматичного фенотипування в припущенні, що ця залежність є лінійною, було перевірено з використанням критерію Фішера $F = 1,15 < F_{0,05}(91, 100) = 1,39$.

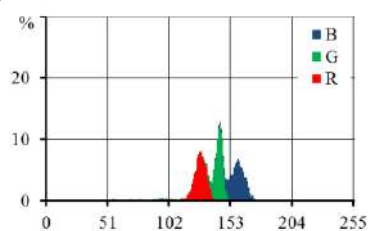
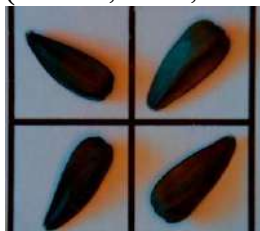
В результаті аналізу отриманих гістограм розподілу кольорів областей насіння соняшнику в колірному просторі RGB встановлено, що у випадку однорідності кольору найбільш виразно видно дискретність каналів за червоного освітлення. При цьому, гістограма має по одному максимуму для кожного каналу, який зміщується в залежності від забарвлення насіння. Так, для

чорного забарвлення $R = 182-189$, $G = 194-202$, $B = 211-218$, а для білого $R = 112-118$, $G = 124-129$, $B = 133-139$. Приклади гістограм розподілу кольорів областей насіння соняшнику в колірному просторі RGB за різного освітлення представлені на рис. 6–7.

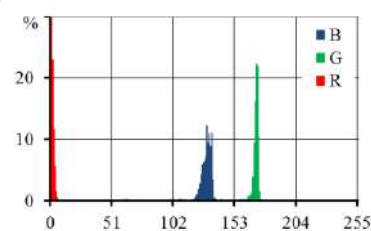
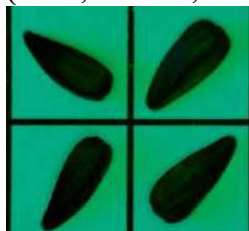
Також виявлено, що у випадку двокольорового забарвлення насіння соняшнику на гістограмах спостерігається два максимуми, кожен з яких відповідає одному з кольорів. Частоти цих максимумів відповідають інтенсивності кожного з кольорів. Враховуючи вищесказане, можна визначити показник забарвлення насіння C як матрицю частот f відповідних максимумів (max) у колірному просторі RGB за червоного освітлення насіння:

$$C = \begin{pmatrix} R_{1max} & f_{R1max} & R_{2max} & f_{R2max} \\ G_{1max} & f_{G1max} & G_{2max} & f_{G2max} \\ B_{1max} & f_{B1max} & B_{2max} & f_{B2max} \end{pmatrix} \quad (1)$$

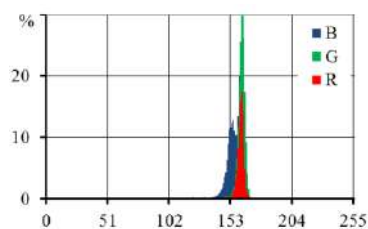
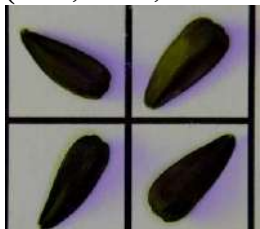
Червоне освітлення
($R = 255, G = 0, B = 0$)



Зелене освітлення
($R = 0, G = 255, B = 0$)



Блакитне освітлення
($R = 0, G = 0, B = 255$)



Біле освітлення
($R = 255, G = 255, B = 255$)

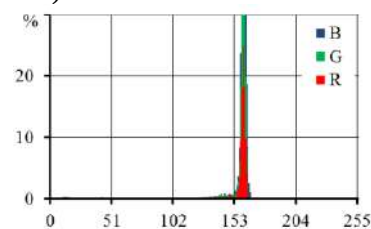
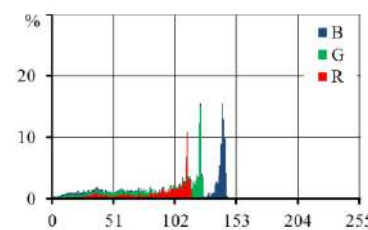
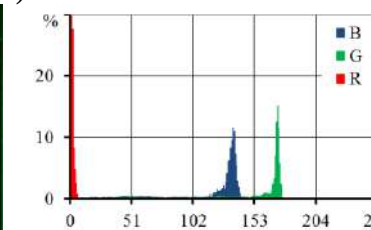
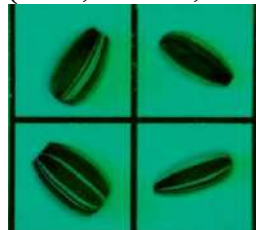


Рис. 6. Гістограми розподілу кольорів областей насіння соняшнику сортотразка *RHA273* у колірному просторі RGB

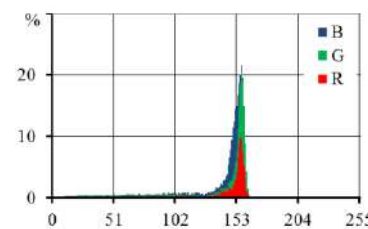
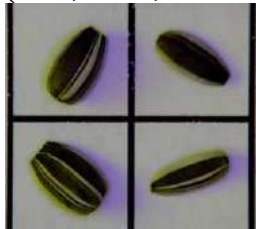
Червоне освітлення
($R = 255, G = 0, B = 0$)



Зелене освітлення
($R = 0, G = 255, B = 0$)



Блакитне освітлення
($R = 0, G = 0, B = 255$)



Біле освітлення
($R = 255, G = 255, B = 255$)

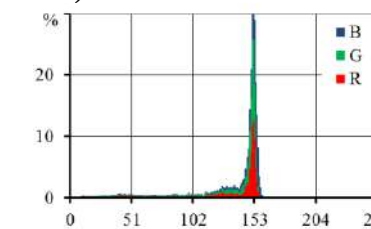


Рис. 7. Гістограми розподілу кольорів областей насіння соняшнику сортотразка *I2K20031* у колірному просторі RGB

Висновки

Розроблено стрічковий пристрій для автоматичного фенотипування насіння, який зберігає точність індивідуального вимірювання геометричних розмірів насіння соняшнику, визначення їх форми і забарвлення, що відповідає

сучасним вимірювальним засобам, та забезпечує низьку трудомісткість і високу технологічність реалізації процедури фенотипування (визначення, ідентифікації і сепарації) насіння як селекційного матеріалу, за його морфологічними і маркерними ознаками. В результаті виробничої перевірки стрічкового пристрою для автоматичного

фенотипування насіння соняшнику встановлено його продуктивність, яка складала 0,3 кг/год; і споживаємо потужність (разом із персональним комп'ютером) – 114 Вт. Під час перевірки була створена база даних морфологічних і маркерних ознак насіння 31 сортозразка соняшника. Стрічковий пристрій для автоматичного фенотипування насіння соняшнику забезпечує низьку трудомісткість і високу технологічність реалізації процедури фенотипування (визначення та ідентифікації) насіння, як селекційного матеріалу, за його морфологічними і маркерними ознаками.

References

- Aliiev, E. B. & Yaropud, V. M. (2019). Tekhniko-teknologichne zabezpechennia pretsyziinoi separatsii nasinnievoho materialu soniashnyka [Technical and technological support of precision separation of sunflower seed material]. *Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiiakh*, 1 (92), 40–47 [in Ukrainian].
- Bakum, M. V., Manchynskyi, Yu. O., Horbatovskiy, O. M., Leonov, V. P., Putivtsev, A. A. & Pryz, K. L. (2006). Patent Ukrainy13868. Kyiv : Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [in Ukrainian].
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2019). Ekonomichna statystyka. Silske, lisove ta rybne hospodarstvo [Economic statistics. Agriculture, forestry and fisheries]. Retrieved from https://ukrstat.org/en/operative/menu/menu_u/cg.htm [in Ukrainian].
- Gorohivets, N. A. & Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of epidermis pigmentation in sunflower achenes. *Cytol Genet.*, 50 (2), 116–120. doi: 10.3103/S009545271602003.
- Jahnke, S., Roussel, J., Hombach, T., Kochs, J., Fischbach, A., Huber, G. & Scharr, H. (2016). phenoSeeder – A robot system for automated handling and phenotyping of individual seeds. *Plant Physiology*, 172, 1358–1370. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.16.01122>.
- Kabinet Ministriv Ukrainy (2016). Derzhavna tsilova prohrama rozvytku aharnoho sektoru ekonomiky na period do 2020 roku [State target program for the development of the agricultural sector for the period up to 2020]. *Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny*, 24 [in Ukrainian].
- Ministerstvo aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy (2019). Derzhavnyy reyestr sortiv roslin, prydatnykh dlya poshyrennya v Ukrayini na 2019 rik [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2019]. Kyiv [in Ukrainian].
- Poliakova, N. A. & Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of Anthocyanin Coloration Trait in Pericarp of Sunflower Seeds. *HELIA*, 39 (64), 281–90. doi: 10.1515/helia-2016-0005.
- Ringenbakh, A. & Loyenberger, Ya. A. (2006). Patent Rossii 2388203. Moskva : Federalnyy institut promyshlennoy sobstvennosti [in Russian].
- Shevchenko, I. A. & Aliiev, E. B. (2018). Doslidzhennia fotoelektronnogo protsesu vyznachennia zabarvlennia nasinnia oliinykh kultur [Investigation of the photoelectric process of determining the coloration of oilseeds]. *Tekhnika i tekhnolohii APK*, 4 (103), 40–43 [in Ukrainian].
- Tanabata, T., Shibaya, T., Hori, K., Ebana, K. & Yano, M. (2012). SmartGrain: High-Throughput Phenotyping Software for Measuring Seed Shape through Image Analysis. *Plant Physiology*, 160, 1871–1880. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.112.205120>.
- Tishchenko, L. M., Kharchenko, S. O., Kharchenko, F. M., Bakum, M. V., Abduev, M. M., Borshch, Yu. P. & Korshunov, K. S. (2015).). Patent Ukrainy101069. Kyiv : Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy [in Ukrainian].

doi: 10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95

UDC 630*436:630*17(477)

ETIOLOGY AND SYMPTOMATOLOGY OF BACTERIOSES OF WOOD PLANTS IN THE STANDS OF THE GREEN ZONE OF THE CITY OF KIEV

I. Kulbanska, M. Shvets, F. Markov

e-mail: i_kulbanska@ukr.net, marina_lis@ukr.net, markovfedir1987@gmail.com

Zhytomyr National Agroecological University

7, Saryi Blvd, Zhytomyr, 10008, Ukraine

The results of studies of bacterioses *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima* are presented. The focus is on that, phytopathogenic bacteria are extremely harmful and directly involved in the epiphytotic dieback of woody plants.

To study the symptoms and etiology of bacterial diseases of woody plants in the green zone of the city of Kiev, special methods of forest pathological examinations and phytopathological studies were used, as well as methods generally accepted in experimental microbiology, in particular the selection of affected organs and tissues, isolation of micro- and microorganisms into a pure culture; checking the pathogenic properties of isolated isolates and their identification and the like.

It is shown that pathogens of bacterioses of the studied plants are phytopathogenic bacteria-polybiotroph from genus *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium* etc. Symptoms and features of the pathogenesis of ash tuberculosis are given (causative agent – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*); bacterial dropsy of white birch (causative agent – *Lelliottia nimipressuralis*), common horse chestnut (causative agent – *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*), common oak (causative agent – *Lelliottia nimipressuralis*), white poplar and aspen (bacterial association, in particular *Erwinia cancerogena*, *Corynebacterium humiferum*, *Bacillus populi*), white mulberry (causative agent – *Pseudomonas syringae* pv. *mori*), ailanthus, (pathogen not identified); and tumor-associated bacteriosis in pine (causative agent is not identified).

The need to deepen studies of pathogenic components of automicrobiota, in particular in the context of understanding both the general biological problems of pathology and the goal of developing forest protection measures, is noted.

Key words: bacterial diseases, phytopathogenic bacteria, etiology, symptomatology, pathogenesis.

ЕТІОЛОГІЯ І СИМПТОМАТИКА БАКТЕРІОЗІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН У НАСАДЖЕННЯХ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ М. КИЄВА

І. М. Кульбанська, М. В. Швець, Ф. Ф. Марков

e-mail: i_kulbanska@ukr.net, marina_lis@ukr.net, markovfedir1987@gmail.com

Житомирський національний агроекологічний університет

бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

В роботі наведено результати досліджень бактеріозів *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima*. Акцентується увага на тому, що саме фітопатогенні бактерії є надзвичайно шкідливими і беруть безпосередню участь в ослабленні та епіфітотійному відмиранні деревних рослин.

Для дослідження симптоматики та етіології бактеріальних хвороб деревних рослин зеленої зони м. Києва використані спеціальні методи лісопатологічних обстежень та фітопатологічних досліджень, а також загальноприйняті в експериментальній мікробіології методи.

Показано, що збудниками бактеріозів досліджуваних рослин є фітопатогенні бактерії-полібіотрофи з родів *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*,

Corynebacterium, *Bacillus*, *Clostridium* тощо. Наведено симптоматику та особливості патогенезу туберкульозу ясени (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*); бактеріальної водянки берези повислої (збудник – *Lelliottia nimipressuralis*), гіркокаштану звичайного (збудник – *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*), дуба звичайного (збудник – *Lelliottia nimipressuralis*), тополі білої і тремтячої (збудник – асоціації бактерій, зокрема – *Lelliottia nimipressuralis*, *Erwinia multivora*, *Erwinia cancerogena*, *Corynebacterium humiferum*, *Bacillus populi*), шовковиці білої (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *mori*), айланта найвищого (збудник не ідентифікований); та пухлиновидний бактеріоз на сосні звичайній (збудник не ідентифікований).

Наголошується на необхідності поглиблення досліджень патогенних складників аутомікробіоти, зокрема у контексті розуміння як загальнобіологічних проблем патології, так і з метою напрацювання лісозахисних заходів.

Ключові слова: бактеріальні хвороби, фітопатогенні бактерії, етіологія, симптоматика, патогенез.

Вступ

Фітопатогенні бактерії спричиняють практично всі відомі типи хвороб – від в'янення і плямистостей до пухлин і гнилей, зокрема мокрих. На відміну від мікозів, збудники яких зазвичай досить легко діагностуються за допомогою мікологічних і мікроскопічних методів у поєднанні з симптомами захворювання, бактеріози рослин, зокрема деревних, потребують досить складних досліджень з дотриманням тріади Генле-Коха, оскільки симптоми бактеріальної патології є лише однією (зазвичай допоміжною) ознакою в системі складних анатомо-морфологічних і фізіолого-біохімічних діагностичних досліджень. Очевидно, єдиним надійним чинником належності того чи іншого виду бактерій до конкретної хвороби є їхня патогенність, яка дозволяє не лише надійно встановити етіологію бактеріальної хвороби, а й виокремити її збудника з-поміж інших складників мікробіоти, у тому числі і аутомікробіоти. Варто зважити на те, що бактерії чи не єдина група в філемі органічного світу, яка має надзвичайно високу енергію розмноження, пов'язану з простим поділом клітин, що ми можемо спостерігати при епіфітотійному відмиранні багатьох видів хвойних і листяних деревних рослин, зокрема сосни звичайної, ялини європейської, ялиці білої, берези повислої, ясени звичайного, в дещо меншій мірі – осики, дуба звичайного тощо.

Шкідливість бактеріозів лісових деревних рослин зумовлена безліччю чинників біотичного, абіотичного та антропогенного походження, які прямо чи опосередковано впливають на взаємодію в системі живитель – патоген – супутні

організми – навколишнє середовище. Шкідливість як результат впливу бактеріозів на деревні рослини відображає ступінь спеціалізації збудника, або величину негативного впливу на рослину-живителя на різних ієрархічних еколого-біологічних рівнях взаємодії і шкоду на різних рівнях господарсько-економічних оцінок збитку від хвороби (Cherpakov, 2012). Таким чином, дослідження питань етіології та симптоматики бактеріальних хвороб лісових деревних рослин дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Наразі бактеріози лісових деревних рослин та їхні збудники досліджені недостатньо, хоча в останні десятиріччя спостерігається підвищена увага до цієї проблеми (Cherpakov, 2012; Sheluho & Sidorov, 2008; Kulbanska, 2015; Gvozdyak et al., 2011; (Hoichuk, Drozda, Shvets, 2018)). Акцентована увага, що на лісових деревних рослинах у світі описано кілька десятків бактеріозів із різною симптоматикою та ступенем шкідливості, які спричиняють бактерії з родів *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium* тощо (Buchanan & Gibbons, 1974; Cherpakov, 2012). Бактеріози в однаковій мірі уражують лісові деревні рослини у природних деревостанах, лісових культурах, лісозахисних смугах, міських, паркових і лісопаркових насадженнях тощо. Наразі ті чи інші бактеріози відомі практично на всіх лісових деревних рослинах.

Мета дослідження – дослідити етіологію та особливості симптоматики бактеріозів лісових деревних рослин у лісових ценозах України, що

дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Матеріали та методи

Загальна схема досліджень бактеріальних хвороб деревних рослин, зокрема *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima* тощо, включала наступні етапи: лісопатологічні обстеження за загальноприйнятими лісівничо-таксаційними та фітопатологічними методами; відбір уражених органів і тканин; виділення мікроорганізмів у чисту культуру; перевірка патогенних властивостей виділених ізолятів та їх ідентифікація.

Бактерії виділяли зі зразків вегетативних та генеративних органів рослин, що мають симптоми описаних у літературі бактеріозів шляхом висіву різними способами на картопляний агар. Кількість мікроорганізмів, залежно від функціональних та інших ознак, тестували за їхнім ростом на спеціальних живильних середовищах (КА, МПА, МПБ, солодовий екстракт агару, Чапека тощо). Із загальної кількості ізолятів для подальшої роботи відбирали бактерії, що мають ознаки фітопатогенів – наявності пектолітичної та целлюлолітичної активностей, здатності викликати реакцію надчутливості при інокуляції в листки досліджуваних та індикаторних рослин (*Phaseolus vulgaris* L., *Nicotiana tabacum* L., *Kalanchoe laciniata* L.) бактеріальною суспензією титром 10^8 – 10^9 кл $\times$ мл $^{-1}$ (за стандартом мутності) *in vitro* і *in vivo*. Контроль – стерильна водогінна вода.

Анатомо-морфологічну та фізіолого-біохімічну характеристики відібраних штамів (тест Хью-Лейфсона, тест Ковака на оксидазу, розрідження желатину, утворення кислоти з вуглеводів, зростання в 5 %-му NaCl, формування редукуючих цукрів з сахарози та ін.) проводили у відповідності зі стандартними протоколами та за методиками З. Клемента та співавторів (Klement et al., 1990; Patika et al., 2017).

Тестування патогенності виділених ізолятів проводилося на окремих гілках рослин-живителів. Листки (хвою) в досліді інокулювали легкими уколами в краплю суспензії однодобової

культури бактерій титром 10^8 кл/мл. Після зараження гілки поміщали в судини з водою і накривали плівкою для підтримки високої вологості. Обліки проводили щоденно впродовж трьох тижнів. Зараження рослин, що вегетують, здійснювали під кору дерева.

Назви видів бактеріальних та грибних ізолятів наведено за визначниками (Buchanan & Gibbons, 1974) та іншою спеціальною літературою (Patika et al., 2017).

Результати дослідження та обговорення

В основі класифікації бактеріозів лісових деревних рослин може бути кілька підходів, але найбільш оптимальною є класифікація за загальною симптоматикою та характером патологічного процесу. Наразі науковцями ідентифіковані та описані наступні типи хвороб бактеріальної етіології.

Бактеріальний опік (в'янення)
діагностується за зміною типового забарвлення листків (хвої), квіток, зав'язі, пагонів на оливковий, бурий, помаранчево-червоний, чорний, а також гачкоподібним загинанням черешків, що, на думку багатьох дослідників (Cherpakov, 2012), є ознакою судинних (трахеїдних) патологій, зокрема опіку. Візуально, уражений орган має вигляд обпаленого вогнем. У будь-якому випадку, опікові хвороби пов'язані з системним ураженням рослин. Дослідження останніх десятиліть свідчать про пряму участь у згаданій патології патогенних представників аутомікробіоти, так званих вітальних облігатів (Gvozdyak, 2005; Gvozdyak et al., 2011). Наявність та активність згаданих бактерій в судинній (трахеїдній) системах потребують додаткових досліджень не лише таких понять, як «зараження» («інфікування»), «інкубаційний період», а й для загальнобіологічного переосмислення патологічного процесу і хвороби в цілому. Найпоширенішими збудниками бактеріального опіку є *Erwinia amylovora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Pseudomonas syringae*, *Xanthomonas campestris* та інші).

Бактеріальна водянка (мокрый рак)
характеризується значним обводненням і насиченням рідиною уражених тканин, особливо деревини стовбура і гілок; формуванням мокрого патологічного ядра. Активне зброджування бактеріями вуглеводів і утворення газу призводить до утворення на стовбурах і гілках

поздовжніх тріщин із витіканням рідини з «кислим» запахом олійно-кислого бродіння. На шпилькових характерна наявність смоляних патьоків, можлива поява сухобочин (*Erw. multivora*, *Erw. salicis*, *Erw. nimipressuralis*, *Enterobacter cloacae* та інші).

Бактеріальний некроз проявляється у формуванні на стовбурах і гілках поздовжньо-вертикальних сухобочин, окільцювань, плям (некротизованих ділянок, часто навколо сучка). Кора западає, камбій відмирає, відокремлюючи ділянку, яка з часом обростає валиком калюся (*Erw. amylovora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Ps. syringae* та інші).

Пухлини та новоутворення являють собою своєрідні нарости на стовбурах, гілках, пагонах у результаті гіперплазії або гіпертрофії клітин тканин ксилеми і флоєми. На тонких гілках, вище новоутворення, відбувається відмирання (*Ps. syringae*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus populi*, *Agrobacterium pseudotsugae* та інші).

Виразки. Тип ураження пов'язаний з розривом тканин ксилеми під впливом механічного внутрішнього тиску газів, що продукуються бактеріями і накопиченою рідиною (за температур нижче 0 °C розширення рідини призводить до розриву тканин ксилеми). Такі рани зазвичай називають «морозобійний рак». Досить часто у подібних патологіях беруть участь різні систематичні та функціональні групи мікроорганізмів, хоча за бактеріальної водянки саме фітопатогенні бактерії ініціюють цей процес.

Плямистості і некроз листків/хвої. Плямистість зазвичай має концентричну структуру плями (за принципом реакції надчутливості), при цьому, відмерла частина центру плями може випадати, утворюється дірчастість. Плями можуть зливатися, частково або повністю некротизуватися, іноді переходити на жилки (*Ps. syringae*, *Xylella fastidiosa* та інші).

Бактеріальна гниль (коренів). На відміну від багатьох типів грибних гнилей, бактеріальні гнилі супроводжуються «мокротами», перенасиченням уражених тканин вологою і мацерацією коркового шару (*Erw. multivora*).

Бактеріальний рак коренів. Захворювання характеризується утворенням на коренях і кореневій шийці напливів і наростів різного розміру внаслідок гіперплазії клітин. Нарости

спочатку м'які за консистенцією, згодом «дерев'яніють», розпадаються (*Rhizobium radiobacter*).

Бактеріальна гниль насіння, шишок, плодів супроводжується появою на поверхні некротичних плям, крапель ексудату, склоподібністю ендосперму, м'якою гниллю з мацерацією тканин (*Erw. multivora*, *Brenneria quercina* та інші).

Бактеріальна гниль сіянців і самосіву виявляється в мокрому загниванні бічних корінців, кільцевих перетяжках осевого пагону, в'яненні, з побурінням і почорнінням сім'ядольних листочків або хвої у вигляді опіку оранжево-бурого кольору (*Erw. multivora*, *Erw. amylovora* var. *liniphila*, *Ps. syringae* та ін.), (Cherpakov, 2012).

У ході наших досліджень та спостережень у межах досліджуваних ділянок нами ідентифіковано наступні типи бактеріозів лісових деревних рослин: некрозно-виразкове захворювання (туберкульоз ясен звичайного); бактеріальна водянка берези повислої, гіркогоштаня звичайного, дуба звичайного, тополі білої та тополі тремтячої, шовковиці білої, айланта найвищого; пухлини та новоутворення (пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної). Нижче наведено особливості симптоматики та етіологію кожного бактеріозу.

Туберкульоз ясен звичайного (*Fraxinus excelsior* L.). Патологія масового всихання *F. excelsior* – явище багатогранне, у якому системно взаємопов'язані процеси інфекційного і неінфекційного характеру, що суттєво ускладнює діагностику її першопричин. Наразі відпад дерев ясен дослідники в основному пов'язують із хворобою мікозної етіології – «ash dieback», збудник – *Chalara fraxinea* K. (анаморфа – *Hymenosyphus pseudoalbidus* Q.), (Kowalski et al., 2009). Між іншим, в межах ареалу *F. excelsior* постійно відмічають шкідливу дію збудника бактеріозу – *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*. Досліджуючи особливості симптоматики та механізм патогенезу туберкульозу ясен, можна виокремити п'ять етапів (фаз) розвитку згаданого захворювання, що дозволяє вчасно діагностувати хворобу на рослині на будь-яких її етапах (рис. 1) з подальшим застосуванням захисних заходів.



Рис. 1. Симптоматика туберкульозу ясена звичайного на стовбурі (зліва) та на поперечному зрізі (справа)

Зокрема, первинні симптоми (так звана «парша») з'являються на пагонах і стовбурах з гладенькою (первинною) сірувато-зеленою кіркою та характеризуються незначним локальним здуттям верхнього шару клітин, появою мікротріщин та невеликих еліпсоподібних м'яких пухлин, заповнених сірою липкою бактеріальною масою без запаху. З часом під впливом сприятливих для патогена чинників відбувається утворення нових осередків ураження («поширення») по довжині та периметру стовбура (пагона) *Fraxinus excelsior*. Нові осередки туберкульозу можуть з'являтися в різних місцях дерева без певної залежності та послідовності, але завжди на ділянках стовбура (пагона) з первинною кіркою (Kulbanska, 2015).

При «власне туберкульозі» утворюються типові туберкульозні формування з подальшим збільшенням їхніх розмірів як по довжині, так і по периметру стовбура (пагона). Відбувається деформація ураженого органа. Ураження генеративних органів – «деформація» може з'являтися на деревах як із симптомами туберкульозу, так і на зовнішньо здорових. Уражені *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi*

квітки зазвичай не утворюють однокрилаток, а скупчуються навколо нерозвиненої (не відкритої) верхівкової бруньки і формують дрібні (діаметром 1–2 мм) спочатку світло-рожеві, фіолетові, а згодом темно-коричневі туберкульозні скупчення досить великих розмірів (до 1,0–1,5 см), які нагадують грона винограду і залишаються на дереві до весни (літа) наступного року. «Вади деревини» утворюються на різних етапах розвитку хвороби і характеризуються утворенням у деревині більших чи менших порожнин, каверн, раковин тощо, заповнених темною бактеріальною масою. З часом у формуванні вад деревини беруть участь деревозабарвлюючі гриби та афілофороїдні макроміцети ксилокомплексу з відділу *Basidiomycota*.

Бактеріальна водянка берези повислої (*Betula pendula* Roth.). Усихання березових насаджень прирівнюється до екологічної загрози, яка в подальшому може набути норциркумполярного характеру. Воно відбувається з певною циклічністю, яка пов'язана з періодичністю впливу на насадження несприятливих факторів. Наразі небезпечні

інфекційні хвороби берези повислої, які призводять до її швидкого відмирання, мають бактеріальну етіологію. Особливе місце в загальній патології берези повислої має бактеріальна водянка, яка, незважаючи на значну шкідливість, наразі в матеріалах лісовпорядкування не виділяється в окрему категорію, а належить до інших інфекційних хвороб.

Достовірно відомо, що в межах ареалу *B. pendula* спостерігаються спалахи бактеріальної водянки, яка в різних країнах відома як бактеріальний мокрий рак, бура слизотеча, хвороба «водяних знаків», «плач» берези, «weetwood» (мокра деревина), «slime flux» (слизовий потік), «alcoholic flux» (алкогольний потік) тощо (рис. 2).



Рис. 2. Симптоматика бактеріальної водянки берези повислої: ексудат на стовбурі (зліва) та мокре несправжнє ядро на поперечному зрізі (справа)

Збудником бактеріозу берези повислої є фітопатогенна бактерія-полібіотроф *Enterobacter nimipressuralis* Carter, яка також спричинює водянку хвойних і листяних лісових деревних рослин. Останні дослідження згаданої бактерії дозволили віднести її до *Lelliottia nimipressuralis* Brad., а *E. nimipressuralis* є застарілою назвою, синонімом. У своєму патогенезі хвороба пов'язана із життєдіяльністю комах (головним чином зі стовбуровими) як переносниками збудника. До шкідників, які здатні переносити хворобу, належить великий березовий рогохвіст (*Tremex fuscicomis* F.), західний непарний короїд (*Xyleborus dispar* F.), непарний шовкопряд (*Lyminatria dispar* L.) (Meshkova, Koshelyaeva, 2017).

Симптоматика бактеріальної водянки *B. pendula* безпосередньо пов'язана з обводненням ядрової і заболонної частин стовбура, формуванням мокрого патологічного ядра в деревині, здуттями корку і перидерми, некротичними мокрими плямами у місцях проникнення інфекції, рясними патьоками слизу. Листки хлоротичні, зазвичай меншого розміру, значно зріджена крона. Корок уражених дерев відшаровується навколо пагонів, сучків, стовбура у вигляді кільця, оголюючи заболонь (Hoichuk, Drozda, Kulbanska, 2018).

Бактеріальна водянка гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). Збудником бактеріозу гіркокаштана звичайного є бактерія *Pseudomonas syringae* var. *aesculi*

(Cherpakov, 2017), яка формує типову симптоматику, відому як «виразкова кровотеча» (рис. 3), опік листків тощо. Листки в кронах дерев

дехромовані, спостерігається локальне відмирання як окремих дрібних, так і великих скелетних гілок.



Рис. 3. Бактеріальна водянка гіркого каштана звичайного:

формування бактеріальної виразки (зліва) та розвиток хвороби з виділенням ексудату (справа)

На стовбурі формуються коричневі плями і патьоки, з яких впродовж вегетаційного сезону відбувається виділення бактеріальної рідини зі специфічним запахом.

На відміну від бактеріальної водянки берези, за якої бактерії уражують ксилему стовбура дерева, розвиток бактеріальної водянки гіркого каштана звичайного у більшій мірі відбувається у флоемі, в результаті чого уражається камбіальний шар з наступним його відмиранням і відшаруванням кори. Деревина під корою має помаранчево-коричнєве або червоне мозаїчне забарвлення з чіткими лініями розмежування живої і ураженої частини стовбура. Окільцювання стовбура дерева виразкою при бактеріальній водянці призводить до його відмирання. На дослідних рослинах максимальна висота виділення ексудату відмічена нами на стовбурі до 7 м.

Характерною ознакою епіфітотії *Ps. syringae* pv. *aesculi* є те, що вона розвивається на фоні перманентної інвазії каштанової мінуючої молі – *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae).

Бактеріальна водянка дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Збудник – *Enterobacter (Lelliottia) nimipressuralis*, *Erwinia multivora*. На стовбурах уражених дерев, переважно в кроні, розвиваються численні водяні пагони, які швидко всихають. На початку вегетації на ділянках стовбурів з тонкою гладкою корою утворюються численні округлі здуття різних розмірів, заповнені прозорою слизовою рідиною. Згодом кора в місцях здуття тріскається, з них витікає ексудат і застигає на поверхні стовбурів у вигляді великих червоно-бурих або червоно-коричневих розпливчастих плям. Пізніше тріщина на здутті перетворюється в ракову рану. У окоренковій частині стовбурів з грубою, товстою, покритою тріщинами корою, здуття не утворюються, але добре помітно характерні бурі плями. Рясне витікання ексудату з характерним кислим запахом спостерігається з весни до осені (рис. 4). Під корою уражених ділянок виявляється відмерлий темно-бурий луб і жива мокра деревина, яка видає кислий запах.



Рис. 4. Симптоматика водянки дуба звичайного:
загальний вигляд патології (зліва) та збільшено (справа)

Наразі на дубі звичайному виявлені такі бактеріальні хвороби: м'яка гниль жолудів (збудник – *Pectobacterium carotovorum*); мокра гниль жолудів (збудник – *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*); «краплинна хвороба» жолудів (збудник – *Erwinia quercina* sp.nova); суха гниль гілок і стовбурів (збудник – *Erwinia rhapontici*); бактеріальний опік (збудник – *Erwinia amylovora* var. *ligniphila*); раково-виразкове захворювання (збудники – *Pseudomonas fluorescens* і *Pseudomonas* sp.) та асоційовані з ними інші систематичні та функціональні групи міко- та мікроорганізмів.

Пухлиновидний бактеріоз сосни звичайної. Характерними симптомами хвороби є поява на гілках і стовбурах дерев спочатку дрібних наростів діаметром 1–3 мм, які протягом року збільшуються до 5–15 мм, досягаючи у подальшому 4–5 см у діаметрі, а іноді й більше.

Варто звернути увагу, що за даного бактеріозу можливі два типи проявлення: при першому типі нарости поверхневі, утворюються у паренхімі кори, в іншому – глибокі, зачіпають клітини вторинної меристеми, яка інтенсивно ділиться в радіальному напрямку. Такі нарости розростаються впродовж кількох років, судинні пучки в них розміщуються хаотично. За будь-

якого типу при досягненні значних розмірів перидерма наростів покривається тріщинами, через які проникають інші мікроорганізми, що дещо уповільнює некротичний процес та сприяє формуванню порожнин, каверн, раковин. Формуванню пустот сприяють також бактерії, які мацерують клітини тканин сосни. Це дає підстави віднести захворювання до туберкульозного типу (рис. 5).

Захворювання найчастіше зустрічається на 10–20-річних деревах, проте воно виявлене і в стиглих та перестійних сосняках. Варто зазначити, що етіологія даного захворювання потребує подальших досліджень і уточнень. Аналогічне захворювання відоме на ялиці білій (*Abies alba* Mill.). Збудник – *Agrobacterium pseudotsugae*.

Наразі на сосні звичайній виявлені такі бактеріальні хвороби: раково-виразкове захворювання (збудник – *Pseudomonas syringae*); бактеріальний опік (збудник – *Erwinia amylovora*); бактеріальна водянка (збудник – *Erwinia nimipressuralis*); бактеріальні виразки (збудник – *Erwinia quercina* pv. *rubrifaciens*); бактеріальний кореневий рак (збудник – *Rhizobium radiobacter*); чорний (збудник – *Pseudomonas fluorescens*); судинний бактеріоз сіянців (збудник – *Raistonia solanacearum*), (Gvozdyak et al., 2011).



Рис. 5. Симптоматика пухлиноподібного бактеріозу сосни звичайної

Бактеріальна водянка тополі білої (*Populus alba* L.) та тремтячої (*Populus tremula* L.). Етіологія даної патології об'єднує низку подібних та відмінних гіпотез, адже у спеціальній літературі немає однозначного трактування щодо збудників зазначеного бактеріозу. Тому серед інфекційних агентів бактеріальної водянки тополі та осики виділяють асоціації бактерій, зокрема – *Lelliottia nimipressuralis*, *Erwinia multivora*, *Erwinia cancerogena*, *Corynebacterium humiferum*, *Bacillus populi*. Щодо симптоматики даного захворювання, відомо, що воно проявляється у двох формах: закритій (під покривом кори) і відкритій (внаслідок розростання напливів тканин кори, всередині яких утворюються порожнечі), (рис. 6).

Виявлений нами бактеріоз макроскопічно проявляється у вигляді повздовжніх тріщин, з яких виступає безбарвний або бурштинового забарвлення, що темніє на повітрі, ексудат. Рясний ексудат може з'являтися впродовж усього вегетаційного періоду за високої вологості. Кора некротизується, розтріскується і відпадає, що є характерною ознакою захворювання. Уражена деревина червоно-бурого забарвлення, мокра на дотик; з-під кори, при натисканні, вичавлюється рідина, іноді у великій кількості.

Окрім згаданого бактеріозу, на деревах роду *Populus* L. відмічено інші типи хвороб бактеріальної етіології, зокрема: бактеріальний опік тополі (збудники – *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas cerasi*); бактеріальний рак тополі (збудники – *Aplanobacterium populi*, *Pseudomonas rimaefaciens*); раково-виразкове захворювання (збудники – *Erwinia* sp., *Aplanobacterium populi* Ride., *Rhizobium radiobacter* Beij., *Pseudomonas cerasi* sp. nov., *Pseudomonas syringae* f. *Populea* Van.); туберкульоз (збудник – *Bacillus populi* sp. nov.) та інші.

Бактеріальна водянка шовковиці білої (*Morus alba* L.). Збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *mori*. Симптоми бактеріозу з'являються на листках і гілочках у вигляді просочених водою плям, які згодом перетворюються на темно-коричневі виразки (рис. 7).

Ураження, утворені на листках, мають неправильну форму, часто оточені жовтим ореолом. На гілочках помітні темно-коричневі, майже чорні витягнуті тріщини, які іноді зливаються, окільцюючи уражений пагін (що в майбутньому призведе до відмирання). На місці мокнучої плями формується відкрита виразка, з якої протягом вегетаційного сезону виділяється бурий ексудат.



Рис. 6. Симптоматика бактеріальної водянки тополі білої (зліва) та тремтячої (справа)



Рис. 7. Симптоматика бактеріальної водянки шовковиці білої на різних етапах патології

Бактеріальна водянка айланта найвищого (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Симптоматика бактеріальної водянки айланта найвищого аналогічна типовим (класичним) проявам бактеріальної водянки (рис. 8).

Аналізуючи досліджуваний нами об'єкт, можна констатувати, що у формуванні відкритих ран (виразок) беруть участь не тільки фітопатогенні бактерії, але й збудник звичайного (східчастого) раку – *Nectria galligena*.



Рис. 8. Виділення бактеріального ексудату та формування виразки на стовбурі айланта найвищого, що пов'язано зі змішаною інфекцією

Саме тому хвороба протікає з характерними для даних збудників симптомами (утворюються східчасті відкриті виразки). Дані симптоми з усією очевидністю вказують на хронічну патологію. Також на лісових деревних рослинах України періодично діагностуються, проте не досліджуються в достатній мірі усі відомі типи бактеріозів. Так, на буку лісовому (*Fagus sylvatica* L.) відмічена патогенна діяльність *Erwinia horticola* (збудник чорного бактеріозу та бактеріозу горішків); *Erwinia rapontici* (збудник сухої гнилі); *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp. (збудники раково-виразкових захворювань) та інші.

На деревах роду *Salicis* L. найбільш поширеним і в окремі роки досить шкідливим є так званий «водяний слід» (бактеріальне в'янення, «watermark») (збудник – *Erwinia salicis*).

Збудником бактеріозу клена гостролистого (*Acer platanoides* L.) є *Bacillus subtilis*. Бактеріальну плямистість листків клена спричинюють *Pseudomonas aceris* та *Xanthomonas acernea*.

Бактеріальний некроз кори кизильника блискучого (*Cotoneaster lucidus* Schldl.) спричинює *Pseudomonas syringae*.

На ільмових (*Ulmaceae* Mirb), зокрема на *Ulmus pumila* L., *Ulmus minor* Mill. та *Ulmus laevis* Pall. виокремлено три типи бактеріозів –

бактеріальний опік (*Erwinia amylovora* var. *ligniphila* та *Xylella fastidiosa*), раково-виразкове захворювання (*Pseudomonas amygdali* pv. *ulmi*) та бактеріальна плямистість листків (*Pseudomonas ulmi*).

Збудником раково-туберкульозного захворювання граба звичайного (*Carpinus betulus* L.) є *Clostridium butyricum* v. *phytopathogenicum*.

Етіологія бактеріальної плямистості листків роду *Corylus* L. пов'язана з *Xanthomonas corylina*, а горіха грецького (*Juglans regia* L.) – *Xanthomonas juglandis* (стосовно даних хвороб у літературі є лише окремі повідомлення).

Бактеріоз шишок ялиці кавказької (*Abies nordmanniana* (Steven) спричинює *Erwinia* (*Enterobacter*) *nimipressuralis*, (*Erwinia multivora*).

Збудником чорного бактеріозу сіянців шпилькових є *Pseudomonas fluorescens*.

Висновки

За результатами проведених лісопатологічних обстежень і фітопатологічних досліджень з використанням методів експериментальної мікробіології встановлено, що санітарний стан деревних рослин у насадженнях зеленої зони м. Києва є задовільним; насадження відносяться до I (життєздатні) та II (з порушеною життєздатністю) класів біологічної стійкості.

До числа лімітуючих чинників, що ослаблюють деревні рослини, відносяться синоптичні чинники в комплексі з антропогенним впливом – рекреаційне навантаження та техногенне забруднення, а також комахи-фітофаги і патогенні мікроорганізми. Зокрема, серед бактеріальних хвороб деревних рослин у межах зелених зон м. Києва, зокрема *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Aesculus hippocastanum*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Populus alba*, *Populus tremula*, *Morus alba*, *Ailanthus altissima*, нами ідентифіковано, описано коротку симптоматику та етіологію наступних типів бактеріозів: некрозно-виразкове захворювання (туберкульоз); бактеріальні пухлини та новоутворення, що дасть змогу проводити ранню діагностику проявів патологічного процесу і дозволить швидко та раціонально приймати рішення щодо проведення лісозахисних заходів.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на поглиблення досліджень бактеріозів з метою з'ясування складних зв'язків представників різних систематичних і функціональних груп міко- і мікроорганізмів в інфекційній патології лісових деревних рослин.

References

- Buchanan, R. E. & Gibbons, N. E. (Eds.). (1974). *Bergey's manual of determination of Bacteriology* (8 th ed.). Baltimore : Williams and Wilkins.
- Cherpakov V. V. (2017) Etiologiya bakterialnoy vodyanki drevesnyih rasteniy [The etiology of bacterial dropsy of woody plants]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2017. № 220, 125–139 [in Russian]. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.125-139>
- Cherpakov, V. V. (2012). Bakterialnyye bolezni lesnykh porod v patologii lesa [Bacterial diseases of forest species in pathology of forest]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 200, 292–303 [in Russian].
- Hoichuk, A. F., Drozda, V. F. & Kulbanska, I. M. (2018). Tuberkuloz yasena zvychainoho u Zakhidnomu Podilli Ukrainy: etiologiya, symptomatyka, patohenez [Tuberculosis of ash-trees in Western Podillya of Ukraine: etiology, symptomatology, pathogenesis]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, 16, 31–39. doi: <https://doi.org/10.15421/411804> [in Ukrainian].
- Hoichuk, A. F., Drozda, V. F. & Shvets, M. V. (2018). Ryzky znyknennia berezy povysloi v Zhytomyrskomu Polissi Ukrainy [The risk of extinction of birch bark in Zhytomyr Polissya of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk*, 17, 16–25. doi: <https://doi.org/10.15421/411816> [in Ukrainian].
- Hvozdiak, R. I. (2005, October 4–6). Perspektyvni napriamy doslidzhennia fitopatohennykh bakterii [Perspective directions of research of phytopathogenic bacteria]. *Fitopatohenni bakterii. Fitontsydolojiia. Alelopatiiia*: zbirnyk statei uchastykiv Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii (pp. 3–8). Zhytomyr : DAU [in Ukrainian].
- Hvozdiak, R. I., Hoichuk, A. F., Rozenfeld, V. V. & Pasichnyk, L. A., (2011). Bakterialni khvoroby sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris*) ta mikroflora yii nasinnia [Bacterial diseases of pine (*Pinus sylvestris* L.) and its floral microflora]. *Zhytomyr : Polissia* [in Ukrainian].
- Klement, Z., Rudolf, K. & Sands, D. S. (1990). *Methods in phyto bacteriology*. Budapest : Academical Knido.
- Kowalski, T. & Holdenrieder, O. (2009). *Chalara fraxinea causes dieback of ash (Fraxinus excelsior) in Europe report. For. Pathol.*, 39, 1–7.
- Kulbanskaya, I. N. (2015) Patogenez tuberkuleza yaseny obyknovennogo v usloviyakh Zapadnogo Podolia Ukrainy` [Pathogenesis of tuberculosis of an ash tree in the conditions of Western Podillya of Ukraine]. *Lesnoy zhurnal*, 6, 75–84 [in Russian].
- Meshkova V.L., Koshelyaeva Ya.V. (2017) Sanitarnoe sostoyanie berezyi povisloy (*Betula pendula* Roth.) v razlichnykh leso-rastitelnykh usloviyakh Levoberezhnoy lesostepi Ukrainyi [Health condition of silver birch (*Betula pendula* Roth.) in different forest site conditions of the Left-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, № 220, 155–168 [in Russian]. <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.220.155-168>.
- Patyka, V. P. (Ed.). (2017). *Fitopatohenni bakterii. Metody doslidzen* [Phytopathogenic bacteria. Methods of research]. Vinnytsia : Windruck [in Ukrainian].
- Shelukho, V. P. & Sidorov, V. A. (2009). Bakterialnaya vodyanka berezy i effektivnost meropriyatiy po borbe s ney v nasazhdeniyakh zon smeshannykh i shirokolistvennykh lesov [Bacterial dropsy of birch and the effectiveness of measures to combat it in the stands of mixed and deciduous forests]. Bryansk : BGITA [in Russian].

**Правила для авторів, які подають матеріали до наукового журналу
«НАУКОВІ ГОРИЗОНТИ» • SCIENTIFIC HORIZONS»**

«Наукові горизонти» є науковим фаховим виданням, що видається 12 разів на рік, в якому друкуються статті з таких основних напрямів: аграрні науки та продовольство, ветеринарна медицина, електрична інженерія, механічна інженерія, міжнародні відносини, публічне управління та адміністрування, соціальні та поведінкові науки, управління та адміністрування.

Редакційна колегія збірника приймає до друку наукові статті українською, англійською та російською мовами, що відповідають вимогам п. 3 Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 «Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України» та Наказу МОНУ України № 32 від 15.01.2018 р. «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України».

Структура статті:

1. Індекс УДК (виключка по лівому краю).
2. Назва статті повинна відповідати її змісту (об'єм не більше 12 слів), (виключка по центру, прописними літерами, напівжирним шрифтом).
3. Ініціали та прізвища авторів (виключка по центру). Після прізвищ авторів слід позначити арабськими цифрами (індексами зверху) відповідність установам, в яких вони працюють.
4. Електронна адреса авторів (виключка по центру).
5. Повна офіційна назва та юридична адреса установи авторів (виключка по центру).
6. Анотація англійською мовою (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова) із зазначенням ініціалів та прізвищ авторів, назви статті, повної офіційної назви та юридичної адреси установи. Якщо стаття англійською мовою, то резюме подається відповідно, українською та російською мовами.

Анотація мовою статті (не менше 1800 знаків, включаючи ключові слова). Анотація має бути інформативною (не містити загальних слів), структурованою (слідувати логіці викладення статті) та змістовною (розкривати основні результати досліджень). Перше речення – вступ (актуальність), друге та третє – коротко характеризує мету, завдання і методи досліджень, останнє – перспективи подальших досліджень. Результати досліджень займають близько 70 % об'єму анотації. Анотація не повинна бути перенасичена цифровим матеріалом, а також не містити аббревіатури, виноски та посилання. Переклад на англійську мову має бути професійним

без використання інтернет-ресурсів для перекладачів.

7. Ключові слова: 4–7 слів або словосполучень (курсив, виключка по ширині).

8. Текст статті (вирівнювання по ширині).

Виклад основного матеріалу здійснюється у такому порядку: *вступ; матеріали та методи; результати досліджень та обговорення; висновки.*

У *вступній частині* слід висвітлити сучасний стан проблеми на вітчизняному та світовому рівнях та дати аналіз останніх досліджень і публікацій з посиланнями на наукові видання за останні 5–10 років. Також необхідно обґрунтувати мету дослідження.

У розділі *матеріали та методи* необхідно розкрити загальну методику проведених досліджень, навести використані методи. У теоретичних роботах розкрити методи розрахунків та гіпотези досліджень. Щодо загальновідомих методів, то досить дати посилання на літературне джерело.

Імовірність відмінностей показників отриманих даних слід обґрунтувати статистичним аналізом, посилаючись на конкретні методи, і вказати, за допомогою якої програми було зроблено статистичний аналіз одержаних результатів.

У розділі *результати досліджень та обговорення* необхідно представити основний матеріал дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Табличний або графічний матеріал обов'язково наводити з результатами статистичної обробки даних. Джерела посилань розміщують під таблицями та рисунками.

Висновки мають повно і конкретно відображати результати досліджень, відповідати меті та назві статті, дослівне дублювання в анотації неприпустиме.

9. References (виключка по ширині).

Транслітерований список використаної літератури слід подавати неперенумерованим, латиницею (в стилі APA – American Psychological Association, (<http://www.apastyle.org/>), в алфавітному порядку згідно з вимогами світових реферативних баз даних, з індексами DOI, наведеними на сайті <https://www.crossref.org>.

Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови КМУ від 27.01.2010 № 55. Іншомовні літературні джерела наводять мовою оригіналу. Для автоматичної транслітерації можна також скористатися сайтом <http://translate.meta.ua/ua/translit/>.

Використані джерела, позначені в дужках, необхідно розташовувати за роками, а не за алфавітом, а для одного року – за алфавітом (Ivashchenko, 2017; Romanchuk, 2018, Bondareva, 2019). В одних дужках не наводити більше 2–3 джерел.

У списку літератури мають бути посилання на джерела, що мають індекси DOI (не менше 30 %). Слід уникати самоцититування (не більше 10 %). Небажано використовувати інтернет-публікації, окрім наукових, тези доповідей, звіти, автореферати та дисертації (джерела мають бути доступними). Окремо необхідно подати список використаної літератури мовою оригіналу, оформлений відповідно до стандартів бібліографічного опису (ДСТУ 8302:2015).

Датою отримання рукопису вважається дата надходження його до редакції. У разі одержання рукопису, оформленого з порушенням цих правил, редакція залишає за собою право його не приймати, про що повідомляє авторів.

Англійський варіант статті приймається лише за умови її фахового перекладу. У разі надсилання англійського варіанту, перекладеного за допомогою інтернет-перекладачів (наприклад, Google), матеріали будуть відхилені.

Рукопис статті слід подавати у форматі doc., виконаною у редакторі Microsoft Word (будь-яка версія). Обсяг статті – до 12 сторінок тексту формату А4 (210x297 мм), включаючи таблиці, ілюстративний матеріал і бібліографічний список. Параметри сторінки: орієнтація книжкова; поля – 20 мм з усіх боків. Параметри абзацу: відступ першого рядка (абзац) – 1,0 см, шрифт – гарнітура Times New Roman, розмір шрифту – 14 pt, інтервал – 1,0, вирівнювання – по ширині сторінки.

Таблиці, рисунки, графіки, формули подаються після посилання на них у тексті і мають бути пронумеровані арабськими літерами (орієнтація книжкова). Всі аббревіатури слід розшифровувати. У таблицях слова повинні бути написані повністю та вірно розставлені переноси. Примітки розміщуються безпосередньо під таблицею.

Формули мають бути написані у редакторі Equation Editor, змінні математичні величини у тексті

відповідно до формул набираються курсивом. Рисунки та фото повинні бути розташовані по центру, обтікання зображення текстом не дозволяється, спосіб заливки «Узор» у чорно-білих тонах. Всі розмірності фізичних величин повинні подаватися відповідно до Міжнародної системи одиниць (СИ). Між одиницями виміру та символами і цифрами, до яких вони належать, ставиться пробіл.

Статті направляються до редколегії тільки в електронному вигляді. Назви файлів повинні відповідати прізвищу автора. Наприклад: Іванчук_Стаття, Іванчук_Відомості.

Окремим файлом до статті додаються відомості про авторів двома мовами: прізвища, імена, по батькові, назви і поштові адреси установ, де виконано роботу, а також контактні телефони, електронні адреси та ідентифікаційні номери ORCID кожного з авторів статті.

Наукові статті, що надійшли до редколегії, обов'язково проходять подвійне незалежне рецензування провідними спеціалістами у відповідній галузі науки. У разі повернення статті на доопрацювання, автор має врахувати всі зауваження редколегії. Рукописи, відхилені редакційною колегією, авторам не повертаються. Стаття, не рекомендована рецензентом до публікації, до повторного розгляду не приймається.

Якщо стаття прийнята до друку в журналі, автор має підписати угоду про передачу авторських прав. Угода надсилається на поштову (оригінал) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу.

Остаточне рішення про опублікування статті приймає редколегія журналу.

Адреса редколегії:

Т. М. Тимошук

тел.: (096) 493–30–24,

e-mail: schor.znau@gmail.com

(аграрні науки та продовольство,
ветеринарна медицина);

Н. О. Куровська

тел.: (096) 680–02–95,

e-mail: kurovska@gmail.com

(електрична інженерія, механічна інженерія,
міжнародні відносини, публічне управління
та адміністрування, соціальні та поведінкові
науки, управління та адміністрування)

Житомирський національний
агроєкологічний університет,
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

CONTENT

O. Nykolyuk, P. Pyvovar, L. Zherybor THE LEVEL OF FLEXIBILITY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE ZHYTOMYR REGION	3
L. Tarasovych, D. Yakymchuk STRATEGIC MARKETING MANAGEMENT OF RURAL AREAS DEVELOPMENT	15
O. Mosienko THE ENHANCEMENT AND PERFORMANCE ANALYSIS OF HUMAN RESOURCES SYSTEM OF THE AGRICULTURAL ENTERPRISES IN ZHYTOMYR REGION	24
I. Horalska, O. Kovalchuk, O. Dubova MORPHO-BIOCHEMICAL BLOOD COMPOSITION OF CLINICALLY HEALTHY CATS	33
R. Sachuk, Ya. Stravsky, S. Zhyhalyuk, O. Katsaraba, Yu. Mandyhra QUALITY AND SAFETY OF FEEDS FOR COWS IN THE DRY PERIOD AND THE PARTURITION IN THE OBSTETRICS DISPENSATION SYSTEM	39
O. Ovezmuradova, I. Karas, A. Kupchunskiy, K. Goliychuk PRODUCTIVITY OF CORN AND SILAGE HYBRIDS OF MAIZE IN THE CONDITIONS OF POLISSYA	48
V. Lykhochvor, M. Andrushko YIELD OF PEA OF MADONNA VARIETY, DEPENDING ON SOWING RATES	53
B. Sheludchenko, S. Kukharets, V. Biletskiy, O. Pluzhnikov BACKGROUND OF COLLECTIVE MOVEMENT SYNCHRONIZATION MOTOR TRANSPORT FLOWS SERPENTINE SITES (IN HAIRPINS) CAR ROADS	60
S. Kulman, L. Boiko, Ya. Bugaenko, I. Zagursky FORECASTING DURABILITY OF WOOD COMPOSITES BASED ON ACCELERATED TESTS...	67
E. Aliiev PRODUCTION TESTING OF TAPE DEVICE FOR AUTOMATIC PENOTYPING OF SUNFLOWER SEEDS	75
I. Kulbanska, M. Shvets, F. Markov ETIOLOGY AND SYMPTOMATOLOGY OF BACTERIOSES OF WOOD PLANTS IN THE STANDS OF THE GREEN ZONE OF THE CITY OF KIEV	84
Requirements	96

ЗМІСТ

О. М. Николук, П. В. Пивовар, Л. Л. Жерибор РІВЕНЬ ГНУЧКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ	3
Л. В. Тарасович, Д. О. Якимчук СТРАТЕГІЧНЕ МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ.....	15
О. В. Мосієнко АНАЛІЗ СТАНУ ТА РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	24
І. Ю. Горальська, О. М. Ковальчук, О. А. Дубова МОРФО-БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД КРОВІ КЛІНІЧНО ЗДОРОВИХ КОТІВ.....	33
Р. М. Сачук, Я. С. Стравський, С. В. Жигалюк, О. А. Кацараба, Ю. М. Мандигр ЯКІСТЬ І БЕЗПЕКА КОРМІВ ДЛЯ КОРІВ У ПЕРІОД СУХОСТОЮ ТА ОТЕЛУ В СИСТЕМІ АКУШЕРСЬКОЇ ДИСПАНСЕРИЗАЦІЇ.....	39
О. Б. Овезмирадова, І. Ф. Карась, А. П. Купчинський, К. Ю. Голійчук ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ ТА СИЛОСНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПОЛІССЯ.....	48
В. В. Лихочвор, М. О. Андрушко УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ СОРТУ МАДОННА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ.....	53
Б. А. Шелудченко, С. М. Кухарець, В. Р. Білецький, О. Б. Плужніков ПЕРЕДУМОВИ СИНХРОНІЗАЦІЇ КОЛЕКТИВНОГО РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ДІЛЯНКАХ СЕРПАНТИНУ (У ШПИЛЬКАХ) АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....	60
С. М. Кульман, Л. М. Бойко, Я. П. Бугасенко, Й. В. Загурський ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВНИХ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПРИСКОРЕНИХ ВИПРОБУВАНЬ	67
Е. Б. Алієв ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА СТРІЧКОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ФЕНОТИПУВАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ	75
І. М. Кульбанська, М. В. Швець, Ф. Ф. Марков ЕТІОЛОГІЯ І СИМПТОМАТИКА БАКТЕРІОЗІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН У НАСАДЖЕННЯХ ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ М. КИСВА.....	84
Вимоги	96