

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ВІСНИК
АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я
Науковий журнал

UKRAINIAN BLACK SEA REGION
AGRARIAN SCIENCE
Scientific journal

*Виходить 4 рази на рік
Видається з березня 1997 р.*

Випуск 4 (104)
Issue 2019

WEB: <https://visnyk.mnau.edu.ua>

DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)

Миколаїв
2019

**ВІСНИК АГРАРНОЇ
НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я**
Науковий журнал

**UKRAINIAN BLACK SEA REGION
AGRARIAN SCIENCE**
Scientific journal

№ 4(104) 2019

Засновник

Миколаївський національний аграрний університет

Founder

Mykolayiv National Agrarian University

Головний редактор

В.С. Шебанін, д-р техн. наук, професор, академік НААН

Editor in chief

V. Shebanin, Dr.Sci.Tech., Prof., Academician of NAAS

Відповідальний секретар

Н.В. Потриваєва, д-р екон. наук, професор

The executive Secretary

N. Potryvaieva, Dr.Sci.Econ., Prof.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Гавриш В. І., д-р екон. наук, професор
Дубініна М. В., д-р екон. наук, професор
Ксьонжик І. В., д-р екон. наук, професор
Полторак А. С., канд. екон. наук, доцент
Сіренко Н.М., д-р екон. наук, професор
Зайцева О.І., канд. екон. наук, доцент
Мацук З.А., канд. екон. наук, доцент
Бжозовська А., д-р екон. наук, професор (Республіка Польща)
Сандал Я.-У., д-р екон. наук, професор (Норвегія)
Олбрехт Д. PhD, професор (США)
Вишнеvsька О. М., д-р екон. наук, професор
Ключник А. В., д-р екон. наук, професор
Котикова О. І., д-р екон. наук, професор
Новіков О. Є., д-р екон. наук, професор
Потриваєва Н. В., д-р екон. наук, професор
Червен І. І., д-р екон. наук, професор
Шебаніна О. В., д-р екон. наук, професор
Шлаудерер Р., професор (Німеччина)

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Крамаренко С. С., д-р біол. наук, професор
Рубан С. Ю., д-р с.-г. наук, професор
Федота О. М., д-р біол. наук, професор
Ковтун С. І., д-р с.-г. наук, професор
Балацький В. М., д-р с.-г. наук, ст.наук. співроб.
Гутій Б. В., д-р вет. наук, професор
Димань Т. М., д-р с.-г. наук, професор
Рашаль І., д-р біол. наук, професор (Латвія)
Гиль М. І., д-р с.-г. наук, професор
Горбатенко І. Ю., д-р біол. наук, професор
Рибалко В. П., д-р с.-г. наук, професор
Рожков І. М., д-р біол. наук, професор
Патрєва Л. С., д-р с.-г. наук, професор
Шейко І. П., д-р с.-г. наук, професор, академік НАН Республіки Білорусь (Республіка Білорусь)
Нежлукченко Т.І., д-р с.-г. наук, професор
Підпала Т.В., д-р с.-г. наук, професор
Федорчук М. І., д-р с.-г. наук, професор
Давиденко К. В., канд. с.-г. наук, доцент
Любич В. В., канд. с.-г. наук, доцент
Жуков О.В., д-р біол. наук, доцент
Коваленко І. М., д-р біол. наук, професор
Пічура В. І., д-р с.-г. наук, доцент
Міщенко Л. Т., д-р біол. наук, професор
Боїнчан Б.П., д-р с.-г. наук, професор (Молдова)
Гамаюнова В. В., д-р с.-г. наук, професор
Антипова Л. К., д-р с.-г. наук, професор
Лимар А. О., д-р с.-г. наук, професор
Самойленко М. О., д-р с.-г. наук, професор
Січкач В. І., д-р біол. наук, професор

ECONOMIC SCIENCES

Havrysh, V. I., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Dubinina, M.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Ksyonzhik, I. V., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Poltorak, A. S., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof
Sirenko, N. M., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Zaitseva, O. I., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof
Matsuk, Z.A., Cand.Sci.Econ.,Assoc.Prof
Brzozowska, A., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Sandal, J.-U. (Norway), Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Albrecht, Ju. A., PhD, Prof. (USA)
Vyshnevskaya, O.M., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Klyuchnik, A.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Kotykova, O.I., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Novikov, O.Y., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Potryvaieva, N.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Cherven, I.I., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Shebanina, O.V., Dr.Sci.Econ.,Prof.;
Schlauderer R., Prof.h.c.mult. (Germany).

AGRICULTURAL SCIENCES

Kramarenko, S. S., Dr.Sci.Biol., Prof.
Ruban, S. Yu., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Fedota, O. M., Dr.Sci.Biol., Prof.
Kovtun, S. I., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Balatsky, V. M., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Gutyj, B. V., Dr.Sci.Vet., Prof.
Dyman, T. M., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Rashal, I., Dr.Sci.Biol., Prof. (Latvia)
Gill, M. I., Dr.Sci.Agr.,Prof.
Gorbatenko, I. Y., Dr.Sci.Biol., Prof.
Rybalko, V. P., Dr.Sci.Agr., Prof.
Rohzkov, I. M., Dr.Sci.Biol., Prof.;
Patrieva, L. S., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Sheyko, I. P, Dr.Sci.Agr., Prof., Academician of NAS of the Belarus Republic (the Belarus Republic);
Nezhlukchenko T. I., Dr.Sci.Agr., Prof.
Pidpala, T. V., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Fedorchuk, M. I., Dr.Sci.Agr, Prof.
Davydenko, K. V., Cand..Sci.Agr., Assoc.Prof.
Liubich, V. V., Cand.Sci.Agr., Assoc.Prof.
Zhukov, O. V., Dr.Sci.Biol., Assoc.Prof.
Kovalenko, I. M., Dr.Sci.Biol., Prof.
Pichura, V. I., Dr.Sci.Agr., Assoc.Prof.
Mishchenko, L., Dr.Sci.Biol., Prof.
Boincean, B. P., Dr.Sci.Agr, Prof.
Gamayunova, V. V., Dr.Sci.Agr, Prof.
Antypova, L. K., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Lymar, A. O., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Samoylenko, M. O., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Sichkar, V., Dr.Sci.Biol., Prof.;

Чорний С. Г., д-р с.-г. наук, професор
Щербаків В. Я., д-р с.-г. наук, професор
Морару Г. А., д-р с.-г. наук, провідний науковий співробітник (Молдова)
Вожегова Р. А., д-р с.-г. наук, професор

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Шебанін В. С., д-р техн. наук, професор
Атаманюк І. П., д-р техн. наук, професор
Будак В. Д., д-р техн. наук, професор
Гавриш В. І., д-р екон. наук, професор
Ставінський А. А., д-р техн. наук, професор
Прус В. В., канд. техн. наук, доцент
Кондратенко Г. В., канд. техн. наук, доцент
Козлов О. В., канд. техн. наук, доцент
Калініченко А. В., д-р техн. наук, професор (Польща)
Віджай В. К., PhD, професор (Індія)
Бутаков Б. І., д-р техн. наук, професор

Chorniy, S., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Scherbakov, V., Dr.Sci.Agr., Prof.;
Moraru, G., Dr.Sci.Agr., Prof.(Moldova).

Vozhehova, R. A., Dr.Sci.Agr., Prof.;

TECHNICAL SCIENCES

Shebanin, V. S. , Dr.Sci.Tech., Prof.
Atamanyuk, I. P., Dr.Sci.Tech, Prof.
Budak, V. D., Dr.Sci.Tech, Prof.
Havrysh, V. I., Dr.Sci.Econ., Prof
Stavinskii, A.A., Dr.Sci.Tech, Prof.
Prus, V. V., Cand.Sci.Tech., Assoc.Prof.
Kondratenko, G.V., Cand.Sci.Tech, Assoc.Prof.
Kozlov, O.V., Cand.Sci.Tech, Assoc.Prof.
Kalinichenko, A.V., Dr.Sci.Tech, Prof. (Poland)
Vijay, V. K., PhD, Prof. (India)
Butakov, B. I., Dr.Sci.Tech, Prof.

Заснований у 1997 році
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №19669-9469ПР від 11.01.2013 р.
Виходить 4 рази на рік

Рекомендовано до друку вченою радою
Миколаївського національного аграрного університету
Протокол № 3 від 26.11.2019р.

Посилання на видання обов'язкові
Точка зору редколегії не завжди
збігається з позицією авторів

Адреса редакції, видавця та виготовлювача
54020, Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9,
Миколаївський національний аграрний університет,
тел. +380 (512) 58-05-95, <http://visnyk.mnau.edu.ua>,
DOI: 10.31521/2313-092X
e-mail: visnyk@mnau.edu.ua

Збірник включено до Категорії Б Переліку наукових фахових видань України (науки: економічні, технічні, сільськогосподарські, ветеринарні), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук і доктора філософії /кандидата наук (накази МОН України від 07.05.2019 р. № 612, від 11.07.2019 р. №975).

Founded in 1997
Certificate of governmental registration
№19669-9469PR in 11.01.2013
Published 4 times a year

Recommended for publication by the Academic Council of
Mykolayiv National Agrarian University
Record №3, 26.11.2019.

References to publications are obligatory
The view point of the editorial board does not always
coincide with the position of the authors

Address Editorial office, publisher and manufacturer
54020, Mykolayiv, Georgiy Gongadze st., 9
Mykolayiv National Agrarian University
tel. +380 (512) 58-05-95, <http://visnyk.mnau.edu.ua>,
DOI: 10.31521/2313-092X
e-mail: visnyk@mnau.edu.ua

The Scientific bulletin is in the category B of the List of scientific professional editions of Ukraine (sciences: Economics, Technical, Agricultural, Veterinary), in which the results of theses for obtaining the scientific degrees of the doctor of sciences and the doctor of philosophy / candidate of sciences may be published (an orders of the Ministry of Education and Science of Ukraine, May 7, 2019, No. 612, July 11.2019, №975)

ЗМІСТ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

О. В. Шебаніна, І. В. Шаповалова, А. О. Твердовська. Роль регулювання галузей рослинництва у підвищенні конкурентоспроможності аграрного сектора економіки України	4
М. Р. Мардар, Г. М. Лозовська, С. А. Памбук, К. Г. Гожелова. Основні тенденції розвитку ринку молочної продукції і методи її просування	12
Л. В. Бабаченко, В. А. Москаленко, А. О. Марченко. Сучасні тенденції застосування інструментів digital-marketing в діяльності підприємства	20

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

М. М. Корхова. Продуктивність сортів пшениці спельти озимої у Південному Степу України	30
І. Є. Іванова, М. Є. Сердюк, В. М. Малкіна, А. М. Шкіндер-Бармина, І. А. Кривонос. Урожайність вишні залежно від кліматичних умов років вирощування	38
М. І. Кулик, І. І. Рожко, Н. О. Сиплива, Ю. О. Божок. Агробіологічні особливості формування врожайності та якості насіння проса прутоподібного	51
Ю. В. Дуда, М. П. Прус. Протеїнограма та показники імунітету кролів за впливу пасалурозу з різним рівнем інтенсивності інвазії	61
Ю. В. Грициєнко, М. І. Гиль, М. С. Косенко. Поліморфізм генетико-біохімічних систем сучасних українських порід великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності	71
О. Г. Михалко, М. Г. Повод. Річна динаміка залежності продуктивності свиноматок від конструктивних особливостей станків для опоросу в умовах промислового комплексу	80

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Г. М. Калетнік. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств АПК в рамках виконання енергетичної стратегії України	90
М. К. Лінник, В. А. Вольський, Р. В. Коцюбанський. Системний підхід до обґрунтування технологічної схеми та структури комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні	99
В. І. Дворук, К. В. Борак, С. С. Добранський, Д. В. Герасимчук. Вплив попередньої корозії на інтенсивність зношування сталі	106
Е. Б. Алієв, В. Ю. Дудін, О. С. Гаврильченко, В. В. Івлєв. Моделювання процесу сепарації сипкого матеріалу залежно від його фізико-механічних властивостей ...	114
І. В. Бацуровська. Технологія використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії	122

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 631.11:633/635:334

DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-1

РОЛЬ РЕГУЛЮВАННЯ ГАЛУЗЕЙ РОСЛИННИЦТВА У ПІДВИЩЕННІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

О. В. Шебаніна, доктор економічних наук, професор
ORCID ID: 0000-0001-7663-5991

І. В. Шаповалова, здобувач вищої освіти

А. О. Твердовська, здобувач вищої освіти

Миколаївський національний аграрний університет

Встановлено, що на конкурентоспроможність вітчизняного аграрного сектора впливає ринкове, державне та недержавне регулювання. У такому контексті наголошено на необхідності взаємовигідної співпраці державних органів влади, недержавних та громадських організацій і самих сільськогосподарських підприємств. Визначено тенденції розвитку ринку агрострахування в Україні та схеми його активізації як одного з найбільш важливих та нерегульованих напрямів забезпечення конкурентоспроможності аграрного сектора економіки.

Ключові слова: рослинництво, аграрний сектор економіки, регулювання, конкурентоспроможність, державна аграрна політика.

Постановка проблеми. Рослинництво є важливою галуззю не лише аграрного сектора України, а й вітчизняної національної економіки. Воно відіграє важливу роль у формуванні продовольчої безпеки України, є джерелом отримання фінансових ресурсів вітчизняними суб'єктами господарської діяльності, забезпечує постійне збільшення надходжень від експорту, що у результаті сприяє наповненню Державного бюджету України.

За попередніми даними Державної служби статистики, у 2019 р. ріст обсягів виробництва продукції рослинництва порівняно з 2018 р. склав 1,3%, у той час як у 2018 р. цей показник відносно 2017 р. становив 10,7 % [1]. Можна з впевненістю стверджувати про наявність проблемних аспектів у розвитку галузей рослинництва в Україні, що, в свою чергу, веде до зниження рівня конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора економіки.

На державному рівні задекларованими є питання надання реальної підтримки малим та середнім товаровиробникам, у тому числі і через механізм підтримки галузей рослинництва. Неурядові громадські організації та спілки підприємців теж говорять про необхідність використання інструментів недержавного регулювання для підтримки вітчизняних виробників рослинницької продукції на

внутрішньому та зовнішньому ринках. Українська економіка функціонує в ринкових умовах, що теж впливають на розвиток як аграрного сектора загалом, так і галузі рослинництва зокрема. Таким чином, досить цікавим та актуальним питанням сьогодення є дослідження ролі регулювання рослинництва у підвищенні конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми регулювання розвитку аграрного сектора економіки загалом та галузі рослинництва зокрема, проблематику конкурентоспроможного розвитку аграрних підприємств представлено у працях вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких В. Г. Андрійчук, В. М. Гриньова, С. М. Кваша, В. Лагутін, Т. М. Лозинська, Н. Є. Скоробагатова, Г. С. Тимофієва, Л. А. Швайка, О. О. Школьник, О. Г. Шпикуляк, В. М. Яценко та ін. Разом з тим певні наукові проблеми, що стосуються впливу регулювання галузей рослинництва на конкурентоспроможність вітчизняного аграрного сектора, потребують подальшого дослідження.

Метою дослідження є виявлення ролі регулювання галузей рослинництва у формуванні конкурентоспроможності аграрного сектора економіки України та обґрунтування напрямів удосконалення існуючої системи регулювання, у

першу чергу, за рахунок забезпечення взаємовигідної співпраці між державними органами влади, недержавними організаціями в аграрній сфері та самими сільськогосподарськими підприємствами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що найбільш розвиненою галуззю рослинництва в Україні є зернова. Найбільші площі, з яких зібрано зернові та зернобобові культури у 2018 р., знаходилися у користуванні сільськогосподарських підприємств з Одеської, Полтавської, Вінницької, Харківської та Дніпропетровської областей. Основними зерновими та зернобобовими культурами є пшениця, ячмінь та кукурудза.

До основних технічних культур, які вирощуються вітчизняними сільськогосподарськими виробниками, належать соняшник, соя, ріпак. Найбільші зібрані площі мають сільськогосподарські підприємства: соняшнику – у Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Харківській та Миколаївській областях; сої – у Хмельницькій, Полтавській, Київській, Житомирській та Вінницькій областях; ріпаку – Хмельницькій, Львівській, Тернопільській, Вінницькій та Одеській областях.

На вирощуванні овочів спеціалізуються сільськогосподарські підприємства таких областей: Херсонської, Черкаської, Миколаївської, Одеської, Київської. Картоплю найбільше вирощують сільськогосподарські підприємства Вінницької, Львівської, Київської, Чернігівської та Рівненської областей. Площа плодово-ягідних насаджень у плодоносному віці переважає у Вінницькій, Чернівецькій, Хмельницькій, Дніпропетровській та Закарпатській областях. Виноградарством займаються сільськогосподарські товаровиробники Одеської, Миколаївської, Херсонської та Закарпатської областей [2].

Також встановлено, що найдешевшими основні види продукції рослинництва є у Миколаївській, Житомирській та Івано-Франківській областях. Тоді як у Чернівецькій, Тернопільській та Київській областях сільськогосподарські товаровиробники реалізують вирощену продукцію значно дорожче [2].

Зазначене дозволяє стверджувати, що галузі рослинництва розвиваються у всіх областях України, а тому мають значний вплив на соціально-економічний розвиток областей. Відтак, проблематика забезпечення конкурентоспроможності аграрного сектора через використання удосконалення існуючого механізму регулювання є актуальною на всій території України.

Регулювання (від лат. *regulare*) означає «підпорядкування певному порядку». Т. М. Лозинська стверджує, що призначення регулювання полягає у спрямуванні об'єкта управління в напрямі досягнення поставлених цілей, які відображають цінності та потреби суспільства [3].

На нашу думку, регулювання рослинництва може здійснюватися в розрізі окремих його видів. А саме: ринкового, державного та недержавного регулювання.

При ринковому господарюванні характерною рисою є мобільність матеріальних, трудових, фінансових та інших ресурсів. Швайка Л. А. виокремлює такі умови ефективного ринкового регулювання економіки: незалежності суб'єктів господарювання від держави та один від одного; наявності прав та свобод у суб'єктів господарювання в поєднанні з їхньою економічною відповідальністю; права власності на засоби виробництва, вироблену продукцію та отриманий економічний ефект; можливість самостійно встановлювати ціну на вироблену продукцію, надані послуги і визначати ринок збуту продукції; розвиненої ринкової інфраструктури тощо [4].

Вважаємо, що всі наведені умови є дійсними і у процесі ринкового регулювання галузей рослинництва.

Державне регулювання економіки є досить складним та комплексним поняттям, яке науковці трактують по-різному. Найбільш вдалими підходами до сутності державного регулювання економіки є напрацювання:

– Джон М. Кейнса, який під державним регулюванням розуміє організуючий і регулюючий вплив держави на економічну діяльність суб'єктів ринку з метою її впорядкування та підвищення результативності [5];

– Гринькової В. М. та Новікової М. М., за якими державне регулювання економіки являє собою використання державою різного роду інструментів та методів для впливу на розвиток основних економічних процесів з метою забезпечення позитивних соціально-економічних результатів [6];

– Дідівської Л. І. та Головки Л. С., які під державним регулюванням економіки розуміють управління соціально-економічним розвитком країни, тобто сукупність заходів державного впливу на об'єкти та процеси з метою певного спрямування господарської діяльності суб'єктів національної економіки, узгодження їхніх інтересів і дій для реалізації певних цілей [7].

Ми погоджуємося з думкою Г. С. Тимофієвої, що система державного регулювання рослинництва складається з правових (законодавчі та

підзаконні документи, що регламентують основні норми та правила діяльності сільськогосподарських підприємств, що займаються вирощуванням рослинницької продукції), адміністративних (укази, постанови та розпорядження виконавчих органів, які дозволяють, забороняють, обмежують чи нормують окремі види господарської діяльності) та економічних (державний бюджет, податки, кредит, ціни) інструментів впливу на діяльність сільськогосподарських підприємств, що займаються вирощуванням продукції рослинництва [8].

На відміну від державного регулювання, недержавне регулювання галузей рослинництва опосередковано впливає на його розвиток та здійснюється з боку недержавних, у тому числі громадських організацій: Торгово-промислової палати, Аграрного союзу України, Української аграрної конфедерації, Української зернової асоціації, Українського клубу аграрного бізнесу, ГО «Агробезпека в Україні», ГО «Українська асоціація аграрних інженерів» та інших.

На думку Г. С. Тимофієвої: «Регулювання розвитку галузей рослинництва – це система заходів, яка має підтримуючий, компенсаційний та організаційний характер, спрямована на скерування поведінки суб'єктів галузей рослинництва для забезпечення ефективного функціонування як аграрного сектора, так і економіки у цілому» [8]. До основних завдань регулювання рослинництва можна віднести: забезпечення належних умов для сталого економічного розвитку економіки країни та її аграрного сектора; забезпечення конкурентоспроможності рослинницької продукції та аграрного сектора України на національному та міжнародному рівнях; забезпечення населення продуктами харчування, а промисловість сировиною тощо.

Традиційно під конкурентоспроможністю розуміють можливість суб'єкта господарювання діяти в умовах ринкових відносин і отримувати при цьому стабільний прибуток, достатній для мотивації працівників, підвищення якості продукції та науково-технічного вдосконалення виробництва.

Щодо конкурентоспроможності галузі, то до неї часто відносять результативність функціонування окремих галузей національного господарства, яка визначається, окрім загальноприйнятих показників, на основі дослідження динамічності розвитку галузі з різних варіантів економічних змін окремої країни та розвитку даної галузі в міжнародній економіці. Таким чином, конкурентоспроможність галузі проявляється не лише через можливість даної

галузі перемагати у конкурентній боротьбі, але і через її здатність брати у такій боротьбі участь. Крім того, часто конкурентоспроможність галузі визначається й через наявність в ній технічних, економічних, екологічних, інноваційних, управлінських та інших умов для виробництва і реалізації продукції того рівня якості, що задовольняє вимоги конкретних груп споживачів та здатний приносити оптимальний у даних умовах розвитку галузі фінансовий результат [9].

Згідно з даними Світового банку, частка сільського господарства у ВВП країни за тринадцять років зросла на 4%: з 10% у 2005 р. до 14% у 2018 р. Тоді як середній показник по країнах світу становить 4% [10]. Площа сільськогосподарських угідь в Україні у 2018 р. склала 70,8% загальної площі. За даними Державної служби статистики, у 2018 р. у сільському господарстві України працювало 2937,6 тис. осіб, середній рівень заробітної плати становив 8725,67 грн, що на 20,8% нижче заробітної плати у промисловості [2].

За даними ФАО, Україна входить до п'ятнадцяти найбільших світових виробників таких видів сільськогосподарської продукції: насіння соняшнику, кукурудзи, ячменю, вишні, смородини, меду, насіння гірчиці, горіху, вівса, малини, жита тощо [11].

Разом з тим, про низький рівень конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора на світовому продовольчому ринку свідчать: низький рівень, порівняно зі світовими параметрами, ефективності виробництва та реалізації продукції рослинництва; переважання в структурі експорту продукції рослинництва сировинних товарів; низький рівень міжнародної сертифікації вітчизняних виробників рослинницької продукції та інші. Окрім того, досить негативно на існуючий рівень конкурентоспроможності вітчизняної продукції рослинництва та її виробників впливають: низька інноваційність галузей рослинництва; нестабільність розвитку вітчизняної фінансово-кредитної системи; слабкість виробничої та ринкової інфраструктури в аграрному секторі економіки України та інше.

Отже, з впевненістю говорити про те, що український аграрний сектор є конкурентоспроможним на національному та міжнародному рівнях не можна. Виходячи з цього, дослідимо, яким чином регулювання рослинництва може впливати на конкурентоспроможність вітчизняного аграрного сектора. На нашу думку, вплив проявляється в першу чергу через ефективність економічної політики держави.

На думку В. Лагутіна, теоретико-методологічна модель аналізу економічної політики держави базується на дослідженні відносин між державою (державними інститутами-регуляторами, чиновниками) і громадянським суспільством (соціальними групами, індивідами-споживачами публічних послуг) [12].

Вважаємо, що державна економічна політика найбільше впливає на конкурентоспроможність аграрного сектора через використання окремих своїх складових, а саме: зовнішньоекономічної, інвестиційної, науково-технічної та інноваційної, цінової, фіскальної політики.

Зовнішньоекономічна політика охоплює регулювання різних аспектів зовнішньої торгівлі, контроль за пересуванням товарів та підтримку вітчизняного товаровиробника. Встановлено, що зовнішньоекономічна політика спрямовує свої зусилля, в першу чергу, на забезпечення суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності належних умов для ведення самостійної легальної прибуткової діяльності, полегшення доступу на світові ринки та збільшення присутності українських товарів на українському ринку за рахунок розвитку добросовісної конкуренції та сприяння підвищенню конкурентоспроможності вітчизняних виробників. Таким чином, зовнішньоекономічна політика прямо пов'язана із забезпеченням конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора економіки на зовнішніх ринках.

Державна інвестиційна політика здійснює регулювання капіталовкладень держави на структурну перебудову, технічне оновлення та модернізацію сільськогосподарського підприємства. Науково-технічна та інноваційна політика спрямована на забезпечення науково-технічних розробок підприємств галузей рослинництва для підвищення їх конкурентоспроможності. У такому контексті доречним є стимулювання сільськогосподарських підприємств, що займаються розробленням нових сортів рослин, вирощуванням гібридів.

Одним із пріоритетних напрямів державного регулювання рослинництва є регулювання ціни на сільськогосподарську продукцію. Так, держава повинна: слідкувати, щоб ціни на продукцію були економічно обґрунтованими, ефективно проводити антимонопольне регулювання в аграрному секторі, сприяти збереженню цінового паритету в аграрному секторі, у разі необхідності використовувати методи регулювання рівня закупівельних цін на продукцію рослинництва з урахуванням її якості та строків реалізації.

В умовах інтеграційних процесів, які відбуваються в Україні, великого значення

набуває створення механізмів ефективного функціонування фіскальної політики країни в аграрному секторі економіки. За допомогою податків відбуваються забезпечення взаємовідносин держави із сільськогосподарськими підприємствами, контроль за розподілом та перерозподілом валового національного доходу. В умовах запровадженої фінансової децентралізації від фіскальної політики багато в чому залежить конкурентоспроможність аграрного сектора та його підприємств. Фіскальна політика визначає механізм оподаткування підприємства. Для підвищення ефективності виробництва і як результат – підвищення конкурентоспроможності аграрного сектора державою запроваджується спрощена система оподаткування, котра дає змогу підприємству сплачувати менше коштів, тим самим підвищуючи його платоспроможність.

Вважаємо, що не варто занижувати роль громадських організацій, асоціацій підприємців у регулюванні рослинництва та забезпеченні конкурентоспроможності аграрного сектора. Так, відповідно до Закону України «Про торгово-промислові палати України», завданнями даних установ є: поглиблення партнерських стосунків із органами державної влади та місцевого самоврядування в питаннях розвитку економіки та залученні інвестицій; моніторинг законодавчих та місцевих нормативно-правових актів з питань ведення підприємницької діяльності, підготовка пропозицій до органів державної влади та місцевого самоврядування щодо їх удосконалення; активна участь у розвитку зовнішньоекономічних зв'язків регіону та підприємств – членів ТПП; розвиток діяльності РТПП у галузі освітніх програм, конференцій, семінарів, круглих столів, презентацій з метою підвищення професійного рівня менеджменту підприємств та підприємців; сприяння розвитку партнерства та виробничо-технологічної кооперації на регіональному, міжрегіональному і міжнародному рівнях, активна робота з міжнародними системами ділової інформації; впровадження нових видів послуг і покращення якості існуючих послуг для задоволення потреб суб'єктів господарчої діяльності, надання підприємствам практичної допомоги у проведенні торгово-економічних операцій на внутрішньому та зовнішньому ринках тощо [13].

Аграрний союз України з метою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора виконує такі завдання: сприяє оновленню матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств та поліпшенню їх фінансово-кредитного забезпечення; розробляє заходи з активізації інвестиційної діяльності в

аграрному секторі економіки; надає допомогу в розвитку і становленні інфраструктури на селі, інформаційному забезпеченні товаровиробників з питань кон'юнктури, цінової ситуації; сприяє збуту продукції та впровадженню науково-технічних досягнень [14].

Вважаємо, що найбільш вразливими місцями у системі регулювання галузей рослинництва в Україні є:

1) низький рівень співпраці між державними органами влади, громадськими організаціями та самими сільськогосподарськими підприємствами у процесі реалізації державної економічної політики у сільському господарстві;

2) майже повна відсутність державного регулювання діючого ринку агрострахування.

На наше переконання, жодна із раніше перелічених складових економічної політики держави у сільському господарстві не буде дієвою та ефективною, якщо вона не враховуватиме сумісних інтересів держави та приватного бізнесу у розвитку аграрного сектора. Так, досить часто результат реалізації урядових програм підтримки сільського господарства є відмінним від запланованого, як в плані реально отриманих коштів окремим сільськогосподарським підприємством, так і в плані позитивного ефекту на конкурентоспроможність аграрного сектора. Наприклад, у 2018 р. було заплановано надати сільськогосподарським товаровиробникам кошти у розрізі таких програм:

– 2801230 «Фінансова підтримка розвитку фермерських господарств» – заплановано 210 млн грн, а фактично отримано суб'єктами господарської діяльності 203, 2 млн грн, що на 6,8 млн грн менше планового показника;

– 2801350 «Державна підтримка розвитку хмелярства, закладення молодих садів, виноградників та ягідників і нагляд за ними» – план – 400 млн грн, фактично – 394,3 млн грн, що на 5,7 млн грн менше запланованого [15].

Згідно з нашими дослідженнями, сільськогосподарські товаровиробники нарікають державним органам влади на низький рівень використання інструментів інформування суб'єктів аграрного сектора про наявні програми підтримки, механізм їх отримання. Адже в Україні далеко не кожний сільськогосподарський товаровиробник має постійний доступ до Інтернет-ресурсу або знає, де можна знайти необхідну інформацію. Окрім того, наявність програм підтримки розвитку фермерських господарств, розвитку виноградарства та плодівництва не вичерпують перелік необхідних для конкурентоспроможного розвитку аграрного сектора напрямів підтримки. Так, у рослинництві проблемою є отримання якісного насіння національного виробництва, своєчасного отримання за прийнятними цінами добрив або засобів захисту рослин тощо. Тому при розробленні напрямів підтримки сільськогосподарських товаровиробників (у тому числі і тих, хто працює у галузях рослинництва) потрібен постійний діалог.

Наведений приклад свідчить про те, що дієва економічна політика у сільському господарстві має впроваджуватися з урахуванням, як мінімум, двох принципів: чіткого розподілу ролей між державою та аграрним бізнесом і діалогом та відповідальністю всіх сторін реалізації даної політики (табл.).

Таблиця

Економічна політика держави щодо сільського господарства: розподіл сфер відповідальності між державними органами влади, аграрним бізнесом та недержавними організаціями в аграрному секторі

Сфера виняткової відповідальності державних органів влади	Сфера спільної відповідальності	Сфера виняткової відповідальності аграрного бізнесу та недержавних організацій в аграрному секторі
1	2	3
Забезпечення макроекономічної стабільності як ключового елементу, сприятливого для аграрного бізнесу економічного середовища	Розбудова інфраструктури сільськогосподарського ринку України	Розробка та імплементація ефективних бізнес-стратегій, включаючи стратегію розвитку галузей рослинництва
Постійний моніторинг проблемних аспектів у функціонуванні аграрного сектора економіки (у тому числі галузей рослинництва) з метою їх якнайшвидшого нівелювання	Формування кадрового потенціалу для сільськогосподарських підприємств, здатного підвищити конкурентоспроможність аграрного сектора на національному та міжнародному рівнях	Остаточна відповідальність за бізнес-рішення та результати виробничо-комерційної діяльності

Продовження табл.

1	2	3
Активна участь у роботі міждержавних (міжурядових) організацій, які займаються питаннями розвитку сільського господарства та торгівлею сільськогосподарською продукцією (СОТ, ФАО тощо) з метою захисту та просування національних економічних інтересів	Постійний та конструктивний діалог між державою та аграрним бізнесом із питань розвитку аграрного сектора та галузей рослинництва	Готовність функціонувати у висококонкурентному національному і міжнародному середовищі
Формування регуляторного середовища на основі міжнародно визнаних принципів, міжнародних зобов'язань України та кращих світових практик	Розбудова інформаційно-аналітичної системи забезпечення потреб держави та аграрного бізнесу у сфері виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції	Формування мереж виробничо-комерційного та представницького характеру, метою яких є підвищення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора
Захист та просування національних економічних інтересів шляхом укладання дво- та багатосторонніх угод з міжнародними торговельними партнерами	Розбудова інноваційного потенціалу у сфері виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції	Бажання інвестувати у розбудову власної конкурентоспроможності
Захист економічної конкуренції	Формування позитивного іміджу України за кордоном	Активний пошук нових ринкових напрямів підвищення ефективності сільськогосподарської діяльності

Джерело: сформовано автором на основі [8],[12]

Таким чином, на наш погляд, сумісна реалізація представлених у таблиці завдань та паритетна взаємодія між органами державної влади, недержавних структур в аграрному секторі та самим аграрним бізнесом дозволить поліпшити систему регулювання галузей рослинництва в Україні, сприятиме підвищенню ефективності виробництва та реалізації продукції рослинництва, розвитку інфраструктури ринку сільськогосподарської продукції та, як результат, забезпеченню конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора.

Стан та конкурентоспроможність аграрного сектора тісно пов'язані з ризиками, притаманними сільськогосподарському виробництву, особливо виробництву рослинницької продукції, адже ймовірність їх виникнення та рівень прояву часто не залежать від діяльності підприємства. Тому налагодження ефективної системи страхування сільськогосподарських ризиків має бути у пріоритетах державних та недержавних органів. Разом з тим, на сьогодні, регулювання ринку агрострахування в Україні майже відсутнє.

Одним з моментів підтвердження того, що на державному рівні цікавляться процесом розвитку агрострахування, став проведений 12 квітня 2018 року круглий стіл, де за участі Міністерства аграрної політики та продовольства України та за підтримки Проєкту «Розвиток фінансування аграрного сектора в Європі та Центральній Азії», (IFC, Група Світового банку) було подано дослідження основних тенденцій розвитку ринку агрострахування в Україні та обговорення усіх

проблемних аспектів, що його супроводжують. Найбільш цікавою, за результатами даної зустрічі, є така інформація:

– існує залежність між місцем здійснення сільськогосподарської діяльності товаровиробниками, кількістю укладених угод та вартістю сплачених страхових премій. Так, найбільші виплати отримали господарі у Хмельницькій області, де було акумульовано 40,3% від усіх виплат (3,1 млн грн), а також Черкаській – 30,9% (2,4 млн грн) та Тернопільській – 12,2% (928,3 тис. грн). Також виплати здійснювалися у Запорізькій, Житомирській, Чернівецькій, Дніпропетровській, Івано-Франківській, Львівській, Харківській і Донецькій областях;

– найбільше в Україні страхують посіви озимого ріпаку – 44,9%, озимої пшениці – 36,2% та цукрового буряку – 14,7%;

– компаніями, що здійснили більшість страхових виплат за договорами агрострахування, стали: «Брокбізнес» – 30,8%, «Аска» – 23,5%, «Інго Україна» – 18,6% [16].

Найбільш важливими проблемами у галузі агрострахування можна зазначити такі: недовіра сільськогосподарських товаровиробників до страхових компаній; із 47 страхових компаній, що мають ліцензію на здійснення агрострахування, реально працюють лише 10; страхові послуги у сільськогосподарській сфері є непрозорими та складними у використанні; страхові компанії, розробляючи страхові послуги, не завжди враховують індивідуальний підхід до сільськогосподарських підприємств; вартість страхових послуг у сільськогосподарській сфері є

дуже високою для більшої частини підприємств, оскільки витрати на вирощування сільськогосподарських культур та вартість кредитних ресурсів постійно збільшуються.

Таку ситуацію можливо змінити на краще лише за умови ефективного регулювання ринку агрострахування. На нашу думку, варто використати світовий досвід управління страховим захистом сільськогосподарських ризиків і наданням державної підтримки у процесі убезпечення суб'єктів сільськогосподарського бізнесу. Найбільш поширеними системами агрострахового захисту, що використовуються у міжнародній практиці, є: система катастрофічного покриття – передбачає створення державою так званого фонду катастроф, який перестраховується на світових ринках (Мексика, Індія, Німеччина); система державного адміністрування агрострахових програм – створення спеціального органу, що формує політику агрострахування у країні загалом, створює законодавче забезпечення та координує страхові компанії, які працюють у агростраховій сфері (США); система кооперації держави та страхових компаній – держава на загальному рівні визначає політику агрострахування, а страхові компанії на місцях, заручившись державною підтримкою, сприяють реалізації програм агрострахування на найбільш вигідних для аграріїв умовах (Туреччина, Іспанія, Португалія, Канада та ін.). Вважаємо, що запровадження хоча б однієї з наведених систем дозволить підвищити конкурентоспроможність аграрного сектора.

Висновки. Регулювання галузей рослинництва має прямий вплив на забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора економіки. При цьому система регулювання має включати в себе не лише діяльність державних органів влади, а й недержавних організацій, різного роду спілок сільськогосподарських підприємств. На наше переконання, регулювання галузей рослинництва потрібно розглядати у розрізі державного, недержавного та ринкового регулювання.

Сформовано розподіл сфер відповідальності між державними органами влади, аграрним бізнесом та недержавними організаціями в аграрному секторі задля дієвої реалізації економічної політики держави у сільському господарстві. Саме виконання визначених завдань кожним з визначених суб'єктів, дозволить дійти консенсусу щодо основних напрямів, методів, інструментів регулювання та таким чином підвищення конкурентоспроможності вітчизняного аграрного сектора економіки.

Встановлено, що ринок агрострахування в Україні майже не зазнає регулюючого впливу з боку держави та розвивається досить слабо. У першу чергу така ситуація зумовлена відсутністю довіри сільськогосподарських підприємств (особливо виробників продукції рослинництва) до страхових організацій. З метою налагодження ефективної системи агрострахування запропоновано використати одну з наведених в роботі систем агрострахового захисту, що довели свою ефективність у світі.

Список використаних джерел:

1. Індекс сільськогосподарської продукції у 2019 році (2019). *Державна служба статистики*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Сільське господарство України 2018 (2019). *Державна служба статистики*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. Лозинська Т.М. (2006). Державна підтримка сільського господарства у контексті формування продовольчої безпеки. *Теорія та практика державного управління: зб. наук. праць*. 3 (15), 115 – 123.
4. Швайка Л.А. (2008). Державне регулювання економіки. К.: Знання, 462 с.
5. Петті У., Сміт А., Рикардо Д., Кейнс Дж., Фридмен М. М. (2000). *Класика економічної думки: Сочинення*. 896 с.
6. Гриньова В.М., Новікова М.М. (2008). Державне регулювання економіки. К.: Знання, 398 с.
7. Дідківська Л.І., Головка Л. С. (2007). Державне регулювання економіки. – 5-те вид., стер. К.: Знання, 214 с.
8. Тимофієва Г.С. 2011. Регулювання розвитку галузей рослинництва та його вплив на конкурентоспроможність аграрних підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). 206 с.
9. Скорова Г.О. (2016). Конкурентоспроможність галузі в умовах євроінтеграційних процесів. *Актуальні проблеми економіки та управління*, 10.
10. Група Всесвітній банк. URL: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2> World Bank Group, All Rights Reserved
11. Agricultural potential to improve global food security. (2017). *The Bleyzer foundation*. URL: http://www.bleyzerfoundation.org/files/tbf_reports/Unleashing%20Ukrainian%20Agricultural%20Potential-August%202018.pdf
12. Лагутін В. (2017) Економічна політика держави та ефекти її реалізації. *Вісник КНТЕУ*, 7. 5–21
13. Регіональна торгово-промислова палата Миколаївської області. *Офіційний сайт*. URL: <http://www.rtp.com.ua>
14. ГО «Аграрний союз України». *Офіційний сайт*. URL: <http://www.aau.org.ua/uk/web/>
15. Стан фінансування програм підтримки АПК у 2018 році. (2019). *Інформаційно-аналітичний портал АПК України*. URL: <https://agro.me.gov.ua/>
16. Ринок агрострахування України. (2018). *Аграрний тиждень України: Всеукраїнський інформаційно-аналітичний журнал*. URL: <http://a7d.com.ua/novini/40118-rinok-agrostrahuvannya-ukrayini-rozvivayetsya.html>

Е. В. Шебанина, И. В. Шаповалова, А. А. Твердовская. Роль регулирования отраслей растениеводства в повышении конкурентоспособности аграрного сектора экономики Украины

Установлено, что на конкурентоспособность отечественного аграрного сектора влияет рыночное, государственное и негосударственное регулирование. В данном контексте отмечена необходимость взаимовыгодного сотрудничества государственных органов власти, негосударственных и общественных организаций и самих сельскохозяйственных предприятий. Описаны тенденции развития рынка агrostрахования в Украине и схемы его активизации как одного из наиболее важных и нерегулируемых направлений обеспечения конкурентоспособности аграрного сектора экономики.

Ключевые слова: растениеводство, аграрный сектор экономики, регулирование, конкурентоспособность, государственная аграрная политика.

O. Shebanina, I. Shapovalova, A. Tverdovska. The role of crop production regulation in improving the competitiveness of the agricultural sector of Ukraine

It is established that the competitiveness of the domestic agrarian sector is influenced by market, state and non-state regulation. In this context, the necessity for mutually beneficial cooperation between state authorities, non-governmental and non-governmental organizations and the agricultural enterprises themselves is emphasized. The tendencies of development of the agricultural insurance market in Ukraine and the scheme of its activation as one of the most important and unregulated directions of ensuring the competitiveness of the agricultural sector of the economy are determined.

Keywords: combined machine, technological scheme of the machine, structure of the machine, technological process, tillage, grinding and incorporation of plant residues.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ І МЕТОДИ ЇЇ ПРОСУВАННЯ

М. Р. Мардар, доктор технічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0003-0831-500X

Г. М. Лозовська, кандидат економічних наук

ORCID ID: 0000-0003-3322-2219

С. А. Памбук, кандидат технічних наук

ORCID ID: 0000-0002-6651-5774

К. Г. Гожелова, магістр

Одеська національна академія харчових технологій

У статті досліджено основні тенденції розвитку ринку молочної продукції та запропоновано поетапну схему просування молочної продукції на споживчий ринок. Встановлено, що ринок молочних продуктів в Україні дуже різноманітний та висококонкурентний. Основні тренди розвитку асортименту молочної продукції: здорове харчування, зростання сектора «рослинного молока» та безлактозної продукції. Визначено цільовий сегмент споживачів і його особливості, основні етапи проведення рекламної кампанії при просуванні молочної продукції на ринок.

Ключові слова: молочна продукція, ринок, споживачі, цільовий сегмент, рекламні заходи.

Постановка проблеми. Ринок молока та молочних продуктів є однією із найважливіших складових агропродовольчого ринку України. Від його розвитку залежить забезпечення населення життєво необхідними продуктами харчування, які виробляються з молока. На функціонування молочного ринку впливає ряд чинників: стан виробництва, ринкова інфраструктура, дієвість ринкових механізмів, платоспроможність споживачів. Оскільки кон'юнктура на ринку молока постійно змінюється, виникає потреба періодично аналізувати поточну ситуацію та перспективи його розвитку [1].

Необхідно відзначити, що за умов розвитку ринкових відносин значної уваги потребує питання просування молочної продукції вітчизняних підприємств на споживчий ринок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динамічні зміни ринкового середовища, загострення конкурентної боротьби, зниження рівня споживання молочних товарів ускладнює діяльність виробників та інших гравців ринку [2]. Витрати на маркетинг і просування продукції постійно збільшуються, що призводить до збільшення вартості продукції і зниження конкурентоспроможності. Проблеми товаропросування і маркетингових комунікацій вивчали багато вітчизняних авторів, серед яких Н. Бородіна, А. Войчак, В. Євдокименко, Т. Лук'янець, А. Павленко, В. Сахаров, Т. Прима

та ін. Однак наразі немає єдиної позиції серед науковців щодо логічно-структурної схеми маркетингових методів просування молочної продукції, що вимагає подальших наукових досліджень.

Постановка завдання. Мета статті полягає у визначенні основних тенденцій ринку молочної продукції та розробленні методів її просування.

Виклад основного матеріалу дослідження. При просуванні молочної продукції на споживчий ринок доцільно дотримуватися певної поетапної схеми, яка представлена на рис.1.

Відповідно до запропонованої поетапної схеми просування молочної продукції необхідно починати з аналізу ринку. На теперішній час ринок молочних продуктів в Україні є дуже різноманітним та висококонкурентним. Основними аспектами, які характеризують і впливають на ринок молока та молокопродуктів, можна визначити такі [3]:

- забезпечення сировиною (у тому числі потужності для виробництва сировини, встановлення цін на продукцію, параметри якості, формування стійких каналів постачання тощо);
- наявність і використання потужностей для переробки сировини;
- обсяг виробництва продукції, її асортимент і розподіл між головними учасниками ринку;
- визначення пропорцій виробництва і споживання молока та продуктів його переробки.



Рис. 1. Поетапна схема просування молочної продукції на споживчий ринок

Джерело: розроблено авторами

Особливою рисою ринку молочної продукції в Україні є той факт, що основу ринку становлять товари вітчизняного виробництва. Частка імпорту є незначною, так у 2018 році вона склала 1,96% у натуральному вираженні [4].

За даними Державної служби статистики, за перше півріччя 2019 року в Україні було вироблено 1 млн т молочної продукції, а у червні – 186,6 тис. т. У структурі готової продукції найбільшу частку займає молоко та вершки різних видів і жирності – 488 тис. т, що складає 48,2% (рис.2). Друга позиція у частці виробництва готової молочної продукції належить групі кисломолочних продуктів – йогуртам, кефірам, сметані тощо. – 20,8%. Їх у цей період було вироблено 210,3 тис. т. Це на 1,2% більше, ніж у 2017 році – 207,9 тис. т. Третю сходинку за обсягами виробництва розділили морозиво та сири. Так, морозиву належить 9,6% виробництва із загальною кількістю 97,3 тис. т, що відповідало

аналогічному періоду минулого року. Але виробництво сирів з їх часткою 9,5% продемонструвало падіння до 96,4 тис. т (-3,9%), порівняно з минулим роком – 100,3 тис. т. Найбільшого скорочення виробництва зазнали тверді сорти – -8,6%, до 43,4 тис. т, порівняно з минулим роком – 47,5 тис. т. Також скоротилося виробництво плавленого сиру до 13,5 тис. т (-1,8%). Стабільним залишилося лише виробництво свіжих неферментованих та кисломолочних сирів – 35,9 тис. т (+0,4%). Прогноз щодо виробництва сиру залишається негативним. Це зумовлено постійно зростаючим тиском на внутрішній ринок імпортової пропозиції якісних сирів за конкурентною ціною з ЄС, передусім з Польщі. Допомогти поживавити виробництво сирів могла б зовнішня торгівля, проте вона в цьому році демонструє лише спад і не останню роль у цьому відіграє дефіцит сировини у переробці.

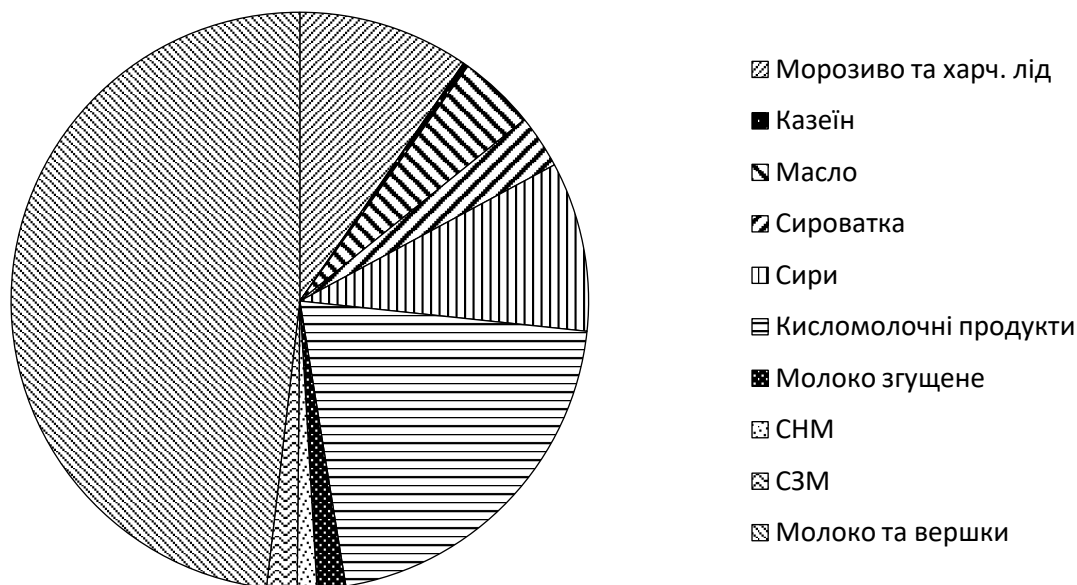


Рис. 2. Структура виробництва молочної продукції у I півріччі 2019 року, %

Скорочення виробництва було також відмічено на ринку основних експорто-орієнтованих продуктів – масла, сироватки, сухого знежиреного молока, казеїну. Таку ситуацію розглядають як наслідок обвалу ціни на масло на світових ринках та збільшення пропозицій з боку ЄС – одного з найбільших світових виробників цього продукту, тож національні виробники були змушені скорочувати виробництво [5].

Тенденція скорочення виробництва молочних продуктів за перше півріччя 2019 року пояснюється нестачею сировини. Так, на переробні підприємства України за цей період надійшло 1,97 млн т молока. Це на 8% менше, ніж у минулому році – 2,14 млн т. Однак варто зазначити, що відмічається збільшення частки молока екстра гатунку. За перше півріччя 2019 року його надійшло на переробку на 18,3% більше, ніж за аналогічний період минулого року. При цьому, постачальником такого молока на переробні підприємства є виключно сільськогосподарські підприємства [6].

Такі зміни у структурі можуть бути пов'язані з тим, що 12 липня 2019 року в Україні набрав чинності наказ Міністерства аграрної політики і продовольства, згідно з яким затверджуються нові вимоги до безпечності і якості молока і молочних продуктів. Даний документ повинен уніфікувати вказані українські та європейські вимоги, врегулювати значення основних мікробіологічних показників, адаптувати технологічні вимоги до сучасних реалій і скасувати застарілі норми у цій сфері. Отже, нові

вимоги, як і очікувалось, будуть стимулювати підвищення обсягу виробництва молока вищого сорту [7].

Ринок молочних продуктів відносять до числа висококонкурентних – кількість тільки великих гравців близько 10-15, не кажучи про численних дрібних локальних виробників, число яких перевищує кілька сотень. Така кількість гравців призводить до того, що ринок є досить «подрібненим», з-поміж найбільших компаній слід відзначити [8]:

- АТ «Молочний альянс» (ТМ «Яготинське»);
- «Юнімілк» (ТМ «Простоквашино»);
- «Вімм-Білл-Данн Україна» (ТМ «Слов'яночка»);
- «Danone» (ТМ «Активія»);
- ПрАТ «Комбінат Придніпровський» (ТМ «Злагода»);
- ТОВ «Молочна компанія Галичина» (ТМ «Галичина»);
- компанія Молокія ПрАТ «Тернопільський молокозавод» (ТМ «Молокія»);
- ТОВ «Люстдорф» (ТМ «Селянське»);
- Терра Фуд (ТМ «Ферма») та інші.

Великі компанії досить швидко реагують на споживчі переваги. Так, зниження споживання преміум-брендів призвело до перегляду портфелів брендів і розширення лінійки дешевих брендів або додавання до асортименту сімейної упаковки, які дозволяють економити; або зменшення упаковки (ТМ «Яготинське», ТМ «Селянське») та ін.

Виробники розширюють свої портфелі, створюючи нові продукти з молочною або кисломолочною основою, додаючи «корисність»

продукту. На сьогодні можна виділити основні світові тренди розвитку асортименту молочної продукції:

1. Здорове харчування. У структурі внутрішнього споживання спостерігається тенденція до переходу на здорове й якісне харчування, що підсилює популярність продуктів без використання консервантів і інших добавок [9]. Отже, на молочному ринку досить сильна тенденція вибору натуральних продуктів, тому успішний бренд повинен забезпечити максимальну природність продукту [8].

2. Збільшення попиту на безлактозну продукцію. Останніми роками динамічно розвивається напрямок молочної продукції, яка не містить лактозу. Зростаючий попит викликаний досить значною кількістю людей, які мають лактозну непереносимість. Зокрема, у США таких людей більше 5%, у Європі – 10%, а у Китаї 90% населення мають непереносимість лактози. Безлактозні молочні продукти стимулюють продажі на цих ринках, а пропозиція таких товарів стає все більш диверсифікованою. Сполучені Штати виробляють 29% всієї безлактозної їжі, що споживається у всьому світі. Середньорічне зростання такого ринку оцінюється у 7% [10].

3. Зростання сектора «рослинного молока». Є підтвердження, що сегмент виробництва рослинних аналогів молока, а також так званого молока без участі корови або біомолока буде рости і чинити тиск на сектор. Вплив цього тренду вже помітний у розвинених країнах, наприклад у США, зокрема у Каліфорнії, де багато молоді відмовилися від класичних молочних продуктів. Виробникам та переробній промисловості доведеться більше працювати над споживчими перевагами і розробляти актуальні продукти, вважають експерти. Зокрема мова йде про продукти з додатковою користю для організму, збагачені вітамінами і мікроелементами [11].

Отже, серйозний виклик виробникам традиційної молочної продукції створює поширення модних тенденцій здорового харчування. Від того, як учасники молочного ринку зможуть адаптуватися до мінливих умов роботи і відкрити для себе нові горизонти, перш за все на експортних напрямках, буде залежати динаміка подальшого розвитку даної галузі [4].

Розглянемо більш детально використання запропонованої схеми на прикладі просування молочної продукції на споживчий ринок.

Відповідно до схеми (рис. 1), наступним етапом було визначення цільового сегменту споживачів. Найважливішими змінними, що характеризують споживачів молочної продукції, є рівень доходів, вік, стать, місце проживання, спосіб харчування, спосіб життя. Для виявлення споживчого сегмента необхідно провести дослідження, які допоможуть виявити потенційних споживачів нової молочної продукції. Для аналізу поведінки споживачів молочної продукції було проведено анкетування серед 68 респондентів різного віку, статі, родинного, соціального стану та рівня доходів. Дослідження проводили у березні-квітні 2019 року в м. Одесі.

Для визначення обсягу вибірки була використана формула [12]:

$$n = (z^2 pq) / e^2,$$

де n – величина вибірки; z – нормоване відхилення (визначається залежно від довірчої ймовірності отриманого результату; p – визначена варіація для вибірки (відмінність значень ознаки у різних одиниць даної сукупності); $q = 100 - p$; e – допустима похибка.

У дослідженні допустима похибка складатиме 10% при довірчій ймовірності 90%. Довірчий інтервал для 90% складає 1,81. Якщо варіація невідома, можна припустити, що 70% вживають молочні продукти, а 30% ні. Тоді $p = 70\%$. Отже, $q = 30\%$. Визначено таку величину вибірки:

$$n = (1,81^2 * 70 * 30) / 10^2 = 68 \text{ респондентів.}$$

Вибірка мала направлений (цільовий) характер. Респонденти – здебільшого (89%) мешканці м. Одеси старше 20 років. Виконано 100-відсотковий візуальний контроль анкет, перевірка даних на предмет правильності заповнення. Отримана інформація розглядалася як у генеральній вибірці, так і у розподілених групах за віком, сімейним станом, критерієм доходу. Після проведення аналізу анкетних даних було отримано такі результати: з опитаних респондентів 32,3% – чоловічої статі, 67,7% – жіночої. При цьому 27,3% – це респонденти віком від 18 до 21 років, 20,2% – від 22 до 30 років, 23,1% – від 31 до 40 років, 22,1% – від 41 до 60 і 7,3% у віці понад 60 років. 63,7% опитуваних є одруженими (заміжними), 36,3% – неодруженими (незаміжними).

За критерієм доходу можна виділити чотири сегменти, характеристику яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Сегментація споживачів молочної продукції м. Одеси

Назва сегменту	Частка, %	Склад сегменту	Особливості споживання
Споживачі з низькими доходами (1500 – 4000 грн)	35	Безробітні (зареєстровані та незареєстровані), пенсіонери, інваліди, студенти.	Ця група споживачів купує базові дешеві молочні продукти – молоко, сметану, інколи – домашній сир. Основним чинником, що впливає на прийняття рішення про придбання товару, є ціна, саме тому такі споживачі купують продукцію на стихійних ринках і прослідкувати їхній попит доволі важко
Споживачі з середнім доходом і нижче середнього (4001 – 8000 грн)	45	Працівники різних галузей із сім'ями	Представники цього сегменту відрізняються за рівнем доходів та вимогами до товарів. Здебільшого купують продукти середньої якості, реагують на ціни, часто надають перевагу покупкам у магазинах і супермаркетах перед стихійними ринками та базарами
Споживачі з доходом вище середнього (8001 – 12000 грн)	15	Спеціалісти різних галузей, дрібні бізнесмени	Споживачі цього сегменту ставлять високі вимоги до молочних продуктів, звертають увагу на якість, терміни зберігання, склад продукту. Культура споживання мало відрізняється від традиційної, хоча ці покупці більше зорієнтовані на марку продукту, очікують високої якості та урізноманітнення товарів, менш вразливі до ціни
Споживачі з високим рівнем доходів (більше 12000 грн)	5	Високопоставлені службовці із сім'ями	Ця група споживачів ураховує якість, смак, марку, ціна для них не є визначальним чинником

Джерело: власна розробка авторів. Особливості споживання, зазначені у табл.1, отримано авторами на підставі результатів опитування, а також за допомогою методу сегментації споживачів.

При виявленні чинників, які найбільше впливають на вибір споживачів при купівлі молочної продукції, слід виділити якість (25%), смак (20%) і торгову марку молочної продукції (23%), ціну (16%). Найменш важливим для покупців молочних продуктів виявився асортимент (2%) (рис. 3).

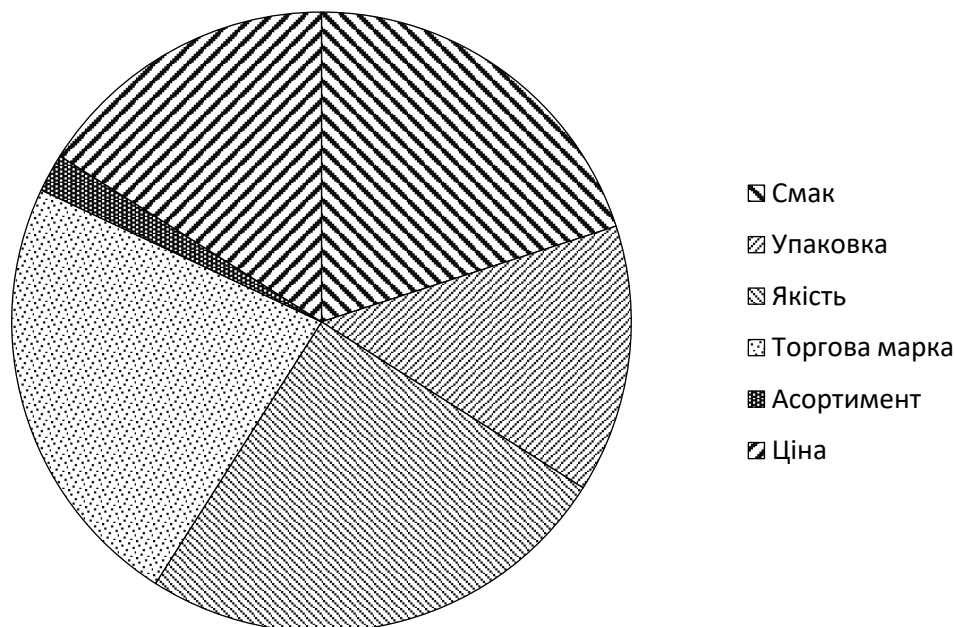


Рис. 3. Основні чинники при виборі молочної продукції мешканцями м. Одеси (за результатами опитування)

На основі аналізу чинників вибору молочної продукції можна зробити висновок, що необхідно робити креативну та цікаву рекламу, звертаючи увагу на якість і смак продукції.

На питання «Де ви бачили рекламу молочної продукції?» відповіді респондентів розподілилися таким чином: 36,6% – по телебаченню, 28% – зовнішня реклама і реклама на транспорті, 18% – в Інтернеті, 17,4% – у місцях продажу продукції.

Отже для просування власного товару необхідно робити рекламу на телебаченні, за допомогою зовнішньої реклами та в Інтернеті.

Необхідно вибрати основні параметри для вже відібраних носіїв реклами. Дані зібрано з офіційних сайтів телеканалів України (ціна, рейтинг, приблизна кількість аудиторії).

Орієнтовний розподіл числа публікацій відповідно до рейтингу (де більше аудиторія, там більше публікацій) і загальним бюджетом (2600000 грн) наведено у табл.2 [13].

Програма, що представлена у табл.3, дозволяє більш точно бачити розподіл реклами, час проведення та бюджет.

Таблиця 2

Розподіл рекламного бюджету й характеристика медіа-плану підприємства молочної галузі періодом у три тижні

Носії реклами	Аудиторія, тис.осіб	Цільовий рейтинг, %	Вартість, тис.грн	Можлива кількість розміщень, од.	Бюджет, тис.грн	GRP, %	Reach, тис.осіб	CPT, тис.грн
Телевізійна реклама на ТВ каналах								
СТБ	423,2	1,24	29000	21	609,00	26,04	3,46	8,38
1+1	624,1	1,84	27000	19	513,00	34,19	7,57	3,56
Україна	951,1	2,8	30000	24	720,00	67,2	17,57	1,70
Новий Канал	339,3	1	25000	16	400,00	16	2,23	11,21
Зовнішня реклама								
Бігборди	450,0	0,95	0,500	60	30,00	57	2,94	6,75
Реклама на транспорті								
Маршрутне таксі	436,0	80,0	0,850	60	51,00	4800	188,35	0,005

Таблиця 3

Програма рекламних заходів підприємства молочної галузі періодом у три тижні

Засоби реклами	Період рекламування	Охоплення, тис. осіб	Вартість розміщення, тис. грн	Витрати, тис. грн
Реклама на телебаченні	з 10 по 30 червня	2337,8	25,0-30,0	2242,0
Реклама на бігбордах	з 10 по 30 червня	450,0	0,5	30,0
Реклама на транспорті	з 10 по 30 червня	436,0	0,9	51,0
YouTube - канал	протягом року	-	150,0	150,0
SMM - працівники	протягом року	-	92,0	92,0
Усього витрати:	–	–	–	2565,0

Відповідно до даних ринку та проведеного аналізу, найбільш застосовуваним засобом реклами для забезпечення необхідного рівня охоплення й частоти цільової аудиторії є реклама на транспорті і телебаченні.

Підрахувавши всі статті витрат, ми маємо 2565,0 тис. грн витрат на весь рекламний проект.

Для оцінки ефективності рекламної кампанії порівнюють основні фінансові показники за трьома періодами: до, під час і після проведення рекламної кампанії. Аналіз продажів після рекламної кампанії важливий, тому що оцінює довгостроковий ефект від реклами. У такому аналізі важливо брати однакові за часом періоди для порівняння фінансових показників.

Після загального аналізу необхідно оцінити постатейну ефективність реклами. Аналіз

продажів після проведення кампанії важливий, тому що оцінює довгостроковий ефект реклами. Деякі канали комунікації є занадто витратними. Для кожної статті витрат розраховують такі показники, як відгук, конверсію й ROI. Постатейна оцінка ефективності різних медіаканалів дозволяє більш ефективно розподіляти кошти під час рекламної кампанії.

Висновки з проведеного дослідження. Дослідивши ринок молочної продукції в Україні, можна виділити декілька його особливостей: основну частку ринку представляє вітчизняна продукція; у структурі готової продукції найбільшу частку займає молоко та вершки, а також різні кисломолочні продукти, переважно напої. Серед основних тенденцій ринку молочної продукції можна виділити основні: тенденція до

переходу на здорове і якісне харчування; популярність продуктів без консервантів; збільшення попиту на безлактозну продукцію, присутність якої стимулює продажі молочної продукції; зростання сегменту виробництва рослинних аналогів молока (біомолока). Вплив цього тренду вже помітний у розвинених країнах, де багато молоді відмовляється від класичних молочних продуктів.

На підставі проведених досліджень розроблено логічно-структурну схему просування молочної продукції, використання якої дозволить виробникам молочної продукції підвищувати продажі, оскільки запропонований алгоритм включає: маркетингове дослідження ринку, вивчення поведінки покупців, а також розробку ефективної рекламної кампанії.

Список використаних джерел:

1. Ціхановська В. М. (2016) Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. *Економіка. Управління. Інновації*, Випуск 1 (16), С. 61-64.
2. Сендецька С.В. (2011) Маркетингові інструменти просування молочної продукції. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*, Том 13. № 4(50), Частина 5, С. 263-266.
3. Бобрівець, Б. Ринок молочної продукції в Україні. URL: <http://dspace.tneu.edu.ua/bitstream/316497/21589/1.pdf> (дата звернення 10.10.2019)
4. Від кількості до якості: аналіз ринку молочної продукції в Україні. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/ot-kolichestva-k-kachestvu-analiz-rynka-molochnoj-produkcii-v-ukraine> (дата звернення 10.10.2019)
5. Виробництво молочної продукції у січні-червні 2019 року. URL: <http://milkua.info/uk/post/virobnictvo-molochnoj-produkcii-u-sicni-cervni-2019-roku> (дата звернення 10.10.2019)
6. В Україні на 8% скоротилося надходження молока на переробку. URL: <http://avm-ua.org/uk/post/v-ukraini-na-8-skorotilosja-nadhodzenna-moloka-na-pererobku> (дата звернення 10.10.2019)
7. В Україні затвердили нові вимоги до якості молочної продукції URL: <https://agropolit.com/news/12839-v-ukrayini-zatverdili-novi-vimogi-do-yakosti-molochnoyi-produktsiyi> (дата звернення 10.10.2019)
8. Рынок молочной продукции Украины URL: <https://trademaster.ua/articles/312870> (дата звернення 10.10.2019)
9. Аналіз ринку молочної продукції в Україні. 2019 рік URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-molochnoj-produkcii-v-ukraine-2019-god> (дата звернення 10.10.2019)
10. Молочний ринок – зростання, тенденції та прогноз (2019-2024) URL: <http://milkua.info/uk/post/molochnij-rinok-zrostanna-tendencii-ta-prognoz-2019-2024> (дата звернення 10.10.2019)
11. 10 прогнозів щодо розвитку молочного ринку від експертів Eurotier 2018 URL: <http://milkua.info/uk/post/10-prognoziv-sodo-rozvitku-molochnogo-rinku-vid-ekspertiv-eurotier-2018> (дата звернення 10.10.2019)
12. Гаркавенко С.С. (2002) *Маркетинг*. Київ: Лібра, 712 с.
13. Рейтинги телевізійної аудиторії у I кварталі 2019 року – дослідження ІТК URL: <https://www.nrada.gov.ua/rejtyngy-televizijnoyi-audytoriyi-u-kvartali-2019-roku-doslidzhennya-itk/> (дата звернення 10.10.2019)

М. Г. Мардарь, Г. М. Лозовская, С. А. Памбук, К. Г. Гожелова. Основные тенденции развития рынка молочной продукции и маркетинговые методы ее продвижения

В статье исследованы основные тенденции развития рынка молочной продукции и предложена поэтапная схема продвижения молочной продукции на потребительский рынок. Установлено, что рынок молочных продуктов в Украине очень разнообразный и высококонкурентный. Основные тренды развития ассортимента молочной продукции: здоровое питание, рост сектора «растительного молока» и безлактозной продукции. Определен целевой сегмент потребителей и его особенности, основные этапы проведения рекламной кампании при продвижении молочной продукции на рынок.

Ключевые слова: молочная продукция, рынок, потребители, целевой сегмент, рекламные мероприятия.

M. Mardar, G. Lozovska, S. Pambuk, K. Hozhelova. The main trends in the development of dairy market and marketing methods of its promotion

The article explores the main trends in the development of the dairy market and proposes a step-by-step scheme for promoting dairy products to the consumer market. It has been established that the dairy market in Ukraine is very diverse and highly competitive. The main trends in the development of dairy products assortment: healthy eating, increasing in the plant-based milk analogues and lactose free products sector. The target consumer segment and its features, the main stages of the campaign in promoting dairy products on the market were defined.

Keywords: dairy products, market, consumers, target segment, advertising events.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ DIGITAL-MARKETING У ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Л. В. Бабаченко, кандидат економічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-6312-4700

В. А. Москаленко, кандидат економічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-9469-9363

А. О. Марченко, магістр

ORCID ID: 0000-0002-8456-1002

Чернігівський національний технологічний університет

У статті розглянуто еволюцію інтернет-маркетингу, яка відбулася під впливом стрімкого розвитку технологій у сфері маркетингу. Досліджено, яким чином широке розповсюдження цифрових технологій вплинуло на появу цифрового маркетингу. Розглянуто особливості використання, недоліки та переваги каналів digital-marketing: соціальних мереж, мобільних додатків, email-розсилки, SEO, контекстної реклами, засобів масової інформації. Виділено digital-інструменти, такі як landig page, крауд-маркетинг та блог, використання яких надає додаткову можливість підприємству отримувати більший прибуток і виходити на міжнародні ринки.

Ключові слова: інтернет-маркетинг, digital-marketing, digital інструменти, маркетингові комунікації, канали digital-marketing.

Постановка проблеми. В умовах постійного збільшення користувачів мережі Інтернет зростає необхідність формування сучасного маркетингового інструментарію, що дозволяє використовувати Інтернет-ресурси для комунікацій зі споживачами, підвищення їх інформованості з метою просування товарів і послуг.

Розвиток Інтернет-технологій дозволяє персоналізувати маркетингові комунікації, тобто встановлювати прямий безпосередній контакт з кожним окремим користувачем та налаштувати свою систему маркетингових комунікацій на потреби індивідуальних користувачів, здійснити налаштування комунікацій та інших елементів маркетинг-міксу підприємства.

Зазначені обставини зумовили необхідність формування і розвитку нового виду маркетингових комунікацій – цифрових або Діджитал-маркетингових комунікацій (digital-marketing communications). Саме тому актуальним на даний час є дослідження використання сучасних інструментів digital-marketing в діяльності підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В основу дослідження, проведеного в даній роботі, покладено результати праць провідних вітчизняних і зарубіжних вчених у сфері маркетингу, таких як: Д. Шульц,

Джеймс Каллітон, Акімов, І. Березін, А. Войчак, В. Гордін, Е. Голубков, Е. Діхтль, С. Захарова, Ф. Котлер, В. Мартинов, І. Решетнікова, В. Рубан, М. Сімановська, А. Софієнко та багато інших. Аналізуючи, систематизуючи і узагальнюючи основні положення, викладені в роботах вищевказаних авторів, слід зазначити, що спостерігається поступовий ріст уваги вчених та фахівців з маркетингу до питань формування digital-маркетингу як невід'ємної складової маркетингової діяльності підприємства.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

В умовах значної конкуренції і нестабільної економічної ситуації в країні та світі досягти поставлених цілей підприємству можливо тільки за рахунок застосування широкого асортименту взаємопов'язаних інструментів маркетингу. Проте недостатньо дослідженим на даний час залишається питання використання в маркетинговій діяльності підприємств нових інструментів digital-marketing, таких як landig page, крауд-маркетинг та блог з метою залучення більшої кількості споживачів.

Формулювання цілей статті. Метою статті є дослідження сучасних тенденцій застосування інструментів digital-marketing в маркетинговій діяльності підприємства з метою більш ефективної комунікації зі споживачами.

Виклад основного матеріалу. На сьогодні кожне підприємство знаходиться в центрі інформаційних потоків. Деякі фахівці компаній використовують можливості штучного інтелекту, проте інші не розуміють, як відбувається процес популяризації сайту, бренду або продукту в цифровому просторі.

У 2000-х роках для підтримки онлайн-бізнесу маркетологам було достатньо використовувати звичайне пошукове просування підприємства та його товарів. З розвитком технологій з'являються нові підходи в маркетингу. Інтернет-маркетинг швидко почав змінюватися удосконалюватися і

став цифровим (digital). Все частіше маркетологи почали використовувати комплексні стратегії онлайн-розкрутки, створення сайтів і додатків, все більшого значення набуває креатив, якісний копірайтинг, контекстна реклама, соціальна активність та інші інтерактивні інструменти [2].

Досліджуючи історію розвитку Інтернет-маркетингу, слід зазначити, що першим його видом був текстовий маркетинг на звичайних сторінках Інтернету [4]. Залучення покупця за допомогою цікавого тексту без сумніву можна назвати найпершим видом Інтернет-маркетингу (табл.1).

Таблиця 1

Еволюція Інтернет-маркетингу

Рік	Подія
1450	Поява друкарських верстатів
1690	Перше втілення маркетингових стратегій
1730	Перші друковані журнали
1922	Поява радіо-реклами
1941	Перша в світі телевізійна реклама
1965	Зв'язок двох комп'ютерів в різних штатах
1973	Здійснено перший дзвінок з мобільного телефону
1980	Перші персональні комп'ютери
1996	Запущено Google
2000	Поява першої версії Photoshop AdWords (Інтернет-реклама з оплатою за клік).
2001	Поява поняття "пошуковий маркетинг"
2004	Поява Facebook
2005	Поява відеохостингу YouTube
2006	З'явилася соціальна мережа Twitter
2007	Почала своє існування американська компанія «Marketo», що пропонувала своїм клієнтам зручний інструмент для автоматизації маркетингу і здійснення продажів на високому професійному рівні
2010	Прямий вихід в Інтернет був наданий екіпажу міжнародної космічної станції. Поява iPad
2019	В Україні налічується 21,35 мільйони регулярних користувачів Інтернет

Джерело: узагальнено за даними [4]

Поява ринку банерної Інтернет-реклами теж пов'язана з розвитком Інтернету. Слід зазначити, що розміщення першого графічного зображення на сайті стало початком для банерної (медійної) реклами в Інтернеті. Цей вид реклами тривалий час був основним способом просування товарів і послуг у всесвітній павутині. З часом розвиток Інтернет технологій почав стрімко зростати і рекламодавці з невеликим бюджетом почали обирати більш дієві альтернативи за рахунок їхньої дешевизни. В свою чергу великі рекламодавці, навпаки, звернулися до банерної реклами, все більше використовуючи її для

просування своєї продукції і бренду. Медійна реклама і на даний час залишається найбільш ефективною технологією для просування бренду і виведення на ринок нового продукту.

З текстового і банерного маркетингу з'явився новий її вид – тизерна реклама. Вона базується на ідеях, що виникли в епоху розвитку Інтернет-маркетингу, а саме на залученні аудиторії, широко використовуючи текст і графіку. Найбільшу популярність цей вид маркетингу завоював у ЗМІ і на порталах, які стали обмінюватися відвідувачами, використовуючи всі можливості тизерних систем, щоб підвищити

відвідування своїх ресурсів. Цей вид реклами менш ефективний для продажу товарів масового споживання і практично не ефективний для продажу послуг [5].

При застосуванні digital технологій потрібно відслідковувати всі зміни, адже вони відбуваються дуже швидко. Підприємства починають ефективно використовувати Інтернет-рекламу з оплатою за клік і пошуковою оптимізацією (SEO) [6].

Ще один комплекс змін на ринку Інтернет-маркетингу пов'язаний з ростом популярності різних пошукових систем. На етапі максимального розвитку Інтернет-маркетингу представники пошукових систем намагалися продавати свою аудиторію рекламодавцям за допомогою класичних банерів. Пізніше рекламодавцю запропонували купувати покази банерів користувачам (кожен візит користувача на сторінку, де розміщено банер), задати той чи інший запит пошуковим машинам. Класичні текстові (контекстні) оголошення почали використовуватися пошуковими системами пізніше і швидко набрали значну популярність [5].

Ранні пошукові системи, такі як Yahoo, InfoSeek, AltaVista, Lycosi Webcrawler, здобули значних успіхів у розвитку Інтернет-пошуку, але розвиток цієї індустрії почався, коли було започатковано Google у 1996 році. З появою однієї з найбільш популярних сьогодні пошукових систем почалася і розробка її інструментів, таких як AdWords у 2000 році (Інтернет-реклама з платою за клік) і contenttargeting у 2003 році. У 2004 році пошукові системи почали використовувати передові алгоритми ранжування і пошук інформації в мережі став більш зручним. Використовуючи Інтернет-браузери і розробляючи стратегії, засновані на пошукових моделях, компанії прийшли до абсолютно нового способу продажів і спілкування. Сьогодні Googlebot сканує та індексує трильйони сторінок в Інтернеті і виділяє більш важливі з них миттєво. Поруч з традиційним пошуком також доступний і голосовий. Інформація про бренд може досягти практично будь-якої людини, в будь-якому місці і в будь-який час, і це, безперечно, робить Інтернет дуже важливим інструментом впливу.

Оптимізація сайтів для пошукових систем (SEO) стала основною тенденцією в середині 90-х років, і, до 2004 року, SEO стала важливим інструментом маркетингу, що використовується в глобальному масштабі. Такі методи, як keywordstuffing (впровадження в текст ключових слів) і пошуковий спам набули широко поширення. Спочатку не проводилися дослідження впливу соціальних медіа. На даний час SEO – вже не головна стратегія, а один з елементів єдиного

механізму, джерелами для якого є інші стратегії і канали [6].

Наступним важливим етапом у розвитку Інтернет-маркетингу можна вважати 2001-й рік. Саме тоді з'явилося поняття "пошукового маркетингу". Автором даного терміну став Д. Салліван. З моменту появи "пошукового маркетингу" швидкими темпами зростає його популярність серед тих, хто займається просуванням в Інтернет. Якщо порівняти, який бюджет коштів виділявся компаніями на даний вид діяльності в 2002 році і виділяється сьогодні, то сучасний показник перевищує показник 2002 року на 750% [7].

У 2004 році широко використовується MySpace, проте створення Facebook стало початком нової ери для цифрового маркетингу. Соціальні медіа перестали бути просто способом спілкування з друзями, а почали ставати можливістю для того, щоб зв'язатися з брендами, поскаржитися, поширити новини, купувати і навіть впливати на інших покупців. Бізнес швидко перебудувався і тепер онлайн просування бренду набуло великого значення. У 2005 році з'явився відеохостинг YouTube, це ще один інструмент, який дозволяє маркетологам просувати свої продукти і послуги в мережі Інтернет. Сьогодні такі соціальні мережі, як Facebook, Twitter, YouTube, Instagram, Snapchati Periscope, з мільярдами користувачів, соціальні медіа стали однією з найбільш важливих частин будь-якої маркетингової стратегії [6].

Маркетинг користувався попитом давно і сьогодні широко використовується в формі рекламних розсилок поштою або електронною поштою; пошукового спаму; ТВ, радіо та друкованої реклами; телефонних дзвінків з метою просування свого товару. З появою нових цифрових технологій і змін купівельних звичок споживачів маркетинг набуває більш цілісного підхід до справи. У наш час на увагу заслуговуватимуть бренди, які надають якісну правдиву інформацію про свої товари, де покупці мають можливість обговорити продукт, присутній достатній рівень прозорості у виробництві, а інформація про продукти передаватиметься від одного покупця до іншого [8]. У 2007 році почала своє існування американська компанія "Marketo", що пропонує своїм клієнтам зручний інструмент для автоматизації маркетингу і здійснення продажів на високому професійному рівні.

Прямий вихід в Інтернет був наданий екіпажу міжнародної космічної станції у 2010 році. У цьому ж році на ринку з'являється iPad і стає одним з найпопулярніших інструментів для проведення торгових презентацій [8]. За оцінкою

ІнАУ [9], на травень 2019 року в Україні налічувалося 21,35 мільйонів регулярних користувачів Інтернет (без урахування окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей).

Зростання цифрових медіа обчислюється 4,5 трильйонами рекламних онлайн повідомлень щорічно. Для того, щоб орієнтувати рекламу на Інтернет користувачів, фірми починають активно використовувати аналіз поведінки споживачів в Інтернеті (Online Behavioural Advertising, ОВА). Аналіз поведінки в Інтернеті, який використовує інноваційні методи, викликає стурбованість щодо безпеки персональних даних споживачів, що є важливим чинником в побудові надійних комунікацій. Цифровий маркетинг часто називають онлайн маркетингом, Інтернет маркетингом або веб-маркетингом. Згодом термін "цифровий маркетинг" набув великої популярності в багатьох країнах. У США використовують термін "онлайн маркетинг", в Італії "веб-маркетинг", у Великобританії та багатьох інших країнах широко використовується термін "цифровий маркетинг" [11].

Сьогодні рекламодавцю стає набагато вигідніше наймати фахівців на основне місце роботи, ніж залучати агентства. Такі фахівці будуть розуміти бізнес рекламодавця краще, ніж агентства і реагувати на зміни в бізнесі набагато швидше. На жаль, зараз на ринку спостерігається великий дефіцит кваліфікованих кадрів. Основну частину ринку займають низькокваліфіковані фахівці з вузьким профілем знань. У такій ситуації рекламодавцю дуже важко змагатися з агентствами, які в своїй більшості мають великий досвід з навчання персоналу, потрібного тільки їм під їх конкретні завдання. Отримати всебічний досвід в області Інтернет-маркетингу самостійно практично не можливо. Навчальні курси та

навчальні заклади в області Інтернет-маркетингу, в своїй більшості, дають тільки базові знання. Основну частину знань фахівці набувають на практиці.

Інтернет-маркетинг пройшов великий і складний шлях розвитку, еволюції, зміни форм. Сьогодні ефективність Інтернет-маркетингу залежить від всіх зусиль і дій рекламодавця як в Інтернеті, так і за його межами. Рекламодавець продовжує створювати нові правила і вимоги на ринку, і його вплив буде зростати. Найближчими роками ринок Інтернет-маркетингу чекають великі зміни під впливом все нових вимог рекламодавців.

Декілька років тому широко використовувалося Search engine optimization (далі як SEO) – просування, проте на зміну традиційному просуванню за допомогою ключових слів прийшла нова технологія під назвою Digital-marketing. Digital-marketing – це комплексне використання різних методів просування продукту за допомогою цифрових каналів [7].

Digital-marketing (діджитал маркетинг, цифровий маркетинг) – це використання цифрових технологій для просування компанії і залучення споживачів. Даний вид маркетингу використовується на радіо, в мобільних технологіях, телебаченні, середовищі Інтернет. Digital-marketing – це комплекс, який використовує не тільки Інтернет, але і інші види маркетингу. На сьогоднішній день в ньому активно використовує традиційні форми реклами, такі як цифрові табло на вулицях, засоби зв'язку і QR-коди. Останні є досить цікавою формою, оскільки за кордоном, особливо в країнах Азії, вони дуже популярні [11].

Ефективність даного виду маркетингу забезпечує використання певних його каналів (табл. 2).

Таблиця 2

Канали digital-marketing

Вид каналу	Характеристика
1	2
Соціальні мережі	Цей канал все частіше використовується брендами завдяки своїй ефективності. Тут можна безпосередньо спілкуватися зі своїми справжніми і потенційними клієнтами, залучаючи їх за допомогою постів і таргетированої реклами. Створення цікавих і корисних публікацій, конкурсів та опитувань привертає увагу цільової аудиторії і добре впливає на впізнаваність бренду.
Власний блог	Регулярне написання корисних статей також позитивно впливає на залучення уваги з боку цільової аудиторії. Єдина умова – вся інформація повинна бути дійсно корисною і цікавою вашій аудиторії.
Мобільні додатки	Можна помітити тенденцію, що більшість користувачів заходять в Інтернет саме з телефонів. Мобільні додатки створені для того, щоб користувачеві було простіше, швидше і зручніше знаходити потрібну йому інформацію, а також замовляти товари та послуги. Таким чином, людина в кілька кліків на своєму телефоні отримує те, що йому потрібно. Інтернет-магазини, служби таксі і доставки їжі, готелі, корисні блоги – для всіх цих (і не тільки) сфер мобільні додатки відіграють важливу роль.

Продовження табл. 2

1	2
Email-розсилка	Цей канал дозволяє точково ділитися новинами, статтями та комерційними пропозиціями. При грамотному налаштуванню аудиторії електронна розсилка приносить відмінні результати.
SEO	Пошукова оптимізація сайту займає досить багато часу до появи перших результатів, але в той же час вона менш витратна, ніж контекстна реклама. Витративши час і чималі сили, цей канал буде залучати величезну кількість клієнтів протягом дуже тривалого періоду часу.
Контекстна реклама	Контекстна реклама вимагає чималих вкладень. Однак її сильна сторона полягає в практично миттєвому отриманні клієнтів відразу після запуску рекламної кампанії. Регулярні вкладення бюджету в рекламу і грамотне налаштування аудиторії дозволить постійно отримувати нових клієнтів, розвиваючи digital-маркетинг.
Засоби масової інформації (далі як ЗМІ)	Публікації на популярних майданчиках, на яких присутня потрібна аудиторія, підвищують впізнаваність і довіру до бренду.

Джерело: опрацьовано за даними [12]

Визначимо переваги використання digital marketing:

- 1) донесення інформації до більшого числа потенційних клієнтів за короткі терміни;
- 2) більш потужний вплив на аудиторію;
- 3) підвищення впізнаваності бренду і лояльності до нього з боку клієнтів;

4) прозорість вимірювання результатів маркетингової кампанії і можливість вносити коригування в режимі реального часу;

5) менші витрати в порівнянні з традиційною рекламою [13].

Зазначимо головні відмінності Інтернет-маркетингу і digital-marketing (табл. 3).

Таблиця 3

Відмінності Інтернет-маркетингу і digital marketing

Показник	Інтернет-маркетинг	Digital marketing
Вплив на цільову аудиторію	Онлайн	Онлайн+офлайн
Канали поширення	Інтернет канали	Всі види цифрових каналів (Інтернет, мобільні додатки, ігрові консолі)
Цільова аудиторія	Всі, хто має доступ до мережі Інтернет	Всі, хто має доступ до мережі Інтернет та залучення офлайн аудиторії на онлайн ринках
Спосіб комунікації з аудиторією	Сайт, реклама, email-розсилка	Сайт, реклама, email-розсилка та цифрове телебачення, реклама в онлайн іграх і мобільних додатках, месенджери, інтерактивні екрани, POS-термінали

Джерело: опрацьовано за даними [8]

За допомогою новітніх технологій стало можливим уникати проблем компаніям на підставі вимірювань результатів. Однак, як і будь-який вид маркетингу так і digital-marketing має ряд недоліків:

- 1) щоб стати успішним через такий маркетинг необхідний час;
- 2) неможливо використовувати будь-які канали, щоб зрозуміти, що вигідне саме для вашої компанії;
- 3) необхідно постійно аналізувати ситуацію і вносити зміни, адже одноманітність не приведе до успіху.

Хоча digital-marketing є одним з найефективніших видів маркетингу, на жаль, доводиться констатувати той факт, що більшість компаній не готові до його впровадження.

Підприємствам, які знаходяться в періоді застою необхідні лідери, які зможуть освоїти нові технології і впровадити їх на виробництво. Без такого лідера компанії загрожує крах, оскільки ринок змінюється з великою швидкістю.

Ми вважаємо, що найважливішим елементом digital-marketing є здатність дотримання правильного балансу між людськими ресурсами та технологіями. Якщо використовувати тільки людські ресурси, то продукція стане дуже

дороговартісною, а якщо лише технології, то це загрожує зменшенням кількості споживачів. Тому кожному підприємству необхідно знайти баланс відповідно до потреб цільового клієнта.

В даний час у споживачів думки і потреби змінюються дуже швидко. Саме тому компаніям слід правильно вибудовувати відносини з покупцями. У цьому допоможуть такі інструменти як:

- 1) популярність і впізнаваність бренду;
- 2) дохід від цільової аудиторії;
- 3) спілкування з користувачем безпосередньо;
- 4) онлайн-репутація, тобто позитивні емоції лояльних споживачів [3].

Принципи digital-marketing:

1) в основі digital-marketing лежить вміння поєднувати те, що можуть робити технології, і те, що можуть зробити фахівці;

2) digital-marketing повинен бути інтегрований з продажем і клієнтським сервісом;

3) чим більше даних про клієнтів використовується, тим краще; постійний зв'язок з клієнтом [11].

Digital marketing – це комплекс різних маркетингових інструментів для залучення клієнтів як з онлайн, так і офлайн-середовища. Розглянемо статистичні дані про різні інструменти нового маркетингу (табл. 4).

Таблиця 4

Статистичні дані про користування інструментами digital-marketing

Інструмент	Показники
Мобільні пристрої	50 мільярдів пошукових запитів в місяць відбуваються саме з мобільних пристроїв; 80% Інтернет-користувачів володіють смартфонами; у 2018 році State of Marketing Report провели опитування маркетологів з приводу важливості оптимізації листів під мобільні пристрої. 31% опитуваних стверджують, що більше половини їх email-розсилок відкриваються з мобільних. Також відомо, що лише 47% В2С компаній повністю використовують оптимізацію тексту; дослідження McKinsey & Company показали, що 61% користувачів смартфонів не повертаються на веб-сайт, якщо у них з'являються складності з доступом, проте 40% повертаються до конкурентів.
Соціальні мережі	понад 1 мільярд власників смартфонів на місяць користуються Facebook; 32% молоді користуються Instagram частіше, ніж іншими соціальними мережами; більше 20% населення мають активні акаунти у Facebook; 76% користувачів заходять в Facebook щодня. На Instagram в свою чергу доводиться 51% таких користувачів.
Контент-маркетинг	33% маркетологів роблять від 2 до 5 публікацій в місяць; 70% компаній збільшують бюджет на відео-контент; популярність інфографіки зросла на 80% за минулий рік; більше 80% маркетологів використовують письмовий контент і планують збільшити його.

Джерело: узагальнено та систематизовано за даними [15]

Можна припустити, що споживачі мають такі ж інстинктивні судження і про Інтернет-рекламу. Дослідження, під час якого відстежувався рух очей користувачів, показують, що в середньому тільки 41% людей затримують свій погляд на Інтернет-рекламі на цілих три десятих секунди. Коли люди дивляться на рекламу, вони в середньому концентрують на ній свою увагу протягом 1,3 секунди. Це не дуже багато, але достатньо для того, щоб сформувати про неї інстинктивне судження. В Інтернеті відеоролики

отримують більше уваги, ніж інші типи реклами – майже 70% користувачів звертають на них увагу. Але навіть і в разі з відео люди приймають рішення досить швидко – на це витрачається 1,8 секунди.

Фахівці визначили, які канали digital-marketing використовують інтернет-магазини Центральної та Східної Європи. З'ясувалося, що найбільше трафіку містить саме пошукова оптимізація та контекстна реклама (рис.1) .



Рис. 1. Діаграма використання каналів digital-маркетингу інтернет-магазинами Центральної та Східної Європи у 2018 році

Джерело: побудовано за даними [14]

Щороку на цифровий маркетинг витрачаються мільярди доларів. Цифрові медіа мають величезний потенціал охоплення аудиторії і впливу на людей. Сьогодні доступ в Інтернет вже отримали понад два мільярди осіб – близько третини населення всієї планети.

Найбільш популярним представником спеціалізації digital-marketing в даний час стає фахівець з цифрової стратегії (Digital Strategist). Такий фахівець створює цифрову стратегію своєї організації. Він формує команди спеціалістів, розподіляє бюджети на проведення кампаній, проводить необхідні тендери.

Сучасні digital-маркетологи повинні мати в своєму арсеналі великий набір навичок. Це розуміння різних медіа-каналів і здатність ідентифікувати всі доступні можливості, і, безумовно, мати гарні знання маркетолога. Більш того, для успіху своєї компанії, вони повинні володіти ідеальним балансом критичного і творчого мислення.

Особисті якості та компетенції, які повинен мати digital-маркетолог: мати певні навички продажів; вміти проводити експертизу специфічних маркетингових каналів; завжди об'єктивно думати перед прийняттям тих чи інших рішень; виконувати і аналізувати невеликі маркетингові кампанії; вміти поєднувати творчість і аналітичні здібності; мати гарні візуальні здатності; розуміти WordPress; вміти аналізувати показники, які піддаються кількісній оцінці; мати навички аудіювання; володіти базовими навичками проектування [1].

Безумовно, цифровий простір, у всьому його різноманітті, представляє величезні можливості залучення людей до комунікації по-новому. Цифровий маркетинг збагатив Інтернет-

маркетинг насамперед, можливостями мобільного зв'язку. Це дозволило розірвати замкнений простір віртуального світу і увійти в реальне середовище. У результаті з'явилися додаткові можливості маркетингового впливу за рахунок власників засобів мобільного зв'язку. З одночасним забезпеченням адресності та персоніфікації такого впливу, підвищується ефективність маркетингової діяльності в умовах інформатизації суспільства.

Більшість підприємств у сучасному світі використовують Інтернет як майданчик для просування своєї продукції. У своїй маркетинговій діяльності намагається застосовувати сучасні інструменти просування товару. А саме інструменти digital-marketing – соціальні мережі, веб-сайт, контекстна реклама [5]. Також кожне підприємство турбується про унікальність і неповторність своєї продукції, тому застосовує нову технологію Track & Trace.

Track & Trace – технологія, яка працює шляхом маркування упаковки за допомогою унікального коду продукту і номера, який несе інформацію про походження і розташування продукту. Дана технологія забезпечує: легке впровадження і використання; захист торгової марки, можливість знизити або ліквідувати сірий і чорний імпорт; нагляд, спостереження і аналіз продукції в реальному часі; можливість негайного визначення випадків підробки; інформування споживачів, прямий контакт, інтерактивне залучення; зниження обсягу маркетингових завдань і можливість збільшення обігу на 20%; за допомогою мобільного додатку можна активно і пасивно вивчати поведінку споживачів.

Одним з важливих запитів споживачів є унікальність продукту. Тому підприємство має

пропонувати своїм клієнтам технології захисту брендів і споживачів від підробки.

Для покращення маркетингових дій підприємству слід застосувати digital-інструменти, такі як landing page, крауд-маркетинг та блог. Кожен з цих інструментів є досить новим і приносить немало користь підприємству. За допомогою даних інструментів підприємство може залучити більше споживачів, охопити більшу цільову аудиторію [5].

Мета, яку ставить перед собою підприємство при розробленні landing page – отримати основну сторінку з високою базовою конверсією. При переході на сайт людина потрапляє на так звану посадкову сторінку (Landing page). З технічної точки зору landing page – це сторінка, яка складається з таких же елементів, як і звичайна веб-сторінка (HTML, CSS, текст, картинки, відео). З точки зору бізнесу – це сторінка, яка допомагає користувачу здійснити потрібну дію (купівлю, замовлення або перехід на іншу сторінку сайту). З точки зору користувача – це сторінка, на яку він перейшов за посиланням з іншого сайту. З посадкової сторінки починається знайомство відвідувача з компанією і тим, що вона пропонує [9].

Наступним способом залучення нових клієнтів за допомогою digital-інструментів є використання крауд-маркетингу. Дослідження можливостей застосування Інтернет-технологій у маркетинговій діяльності підприємств зумовило появу такого явища, як крауд-технології, які утворюються на основі функціонування спільнот у мережі Інтернет. Крауд-маркетинг, своєю чергою, являє собою метод стимулювання продажів товару цільової Інтернет-аудиторії на основі рекомендацій.

Головне завдання крауд-маркетингу полягає в управлінні відгуками та рекомендаціями Інтернет-користувачів таким чином, щоб вони в кінцевому підсумку працювали на продажі компанії. Крім того, крауд-маркетинг істотно покращує репутацію компанії та підвищує позицію сайту в результатах пошуку Google. Таким чином, крауд-маркетинг містить в собі декілька видів Інтернет-просування: репутаційного менеджменту, стимулювання продажів за допомогою спілкування з аудиторією, SEO оптимізації.

Прикладом працюючого крауд-маркетингу є бесіди про бренд або товар, створювані PR-фахівцями. Після цього розумно складені відгуки починають коментувати й інші покупці. Існують такі типи крауд-маркетингових майданчиків: соціальні мережі; сайти-відгуки; тематичні форуми; сайти-питання.

На сьогодні основних інструментів крауд-маркетингу є декілька:

- 1) Google – пошук питань і відгуків про товар на сайтах і форумах;
- 2) Google Alerts і Talkwalker – сповіщення про нові відгуки і питання;
- 3) Disqus – відстеження коментарів про товар у блогах;
- 4) Крібрум – моніторинг соціальних мереж і форумів;
- 5) Tagboard, LiveTweet, Tweetdeck – моніторинг соціальної мережі Twitter;
- 6) Facebook, Google Plus, Twitter – комунікації з потенційними клієнтами;
- 7) Google Analytics – аналіз переходів на сайт з товаром і поведінки споживачів на цьому сайті [10].

Не менш важливим інструментом digital-marketing є блог. У сучасному світі блоги стали дуже популярними, багато відомих людей знімають блоги про своє життя і не так давно до них приєдналися і підприємства, які показують споживачам, які технології виробництва продукції задіяні на підприємствах.

Варто зазначити, що блог – маркетингова діяльність має як свої позитивні і негативні складові. Розглянемо основні позитивні складові блог-маркетингу:

- 1) можливість залучення уваги широкої аудиторії до продукції компанії;
- 2) позитивний вплив корпоративного блогу на імідж компанії;
- 3) можливість управління громадською думкою як важливий фактор ефективного маркетингу в режимі онлайн;
- 4) можливість використання різних видів блог-маркетингу для просування продукції;
- 5) можливість дізнатися про вимоги цільової аудиторії [9].

Маркетинг в режимі онлайн має і свої недоліки: можливість зіпсувати імідж компанії непрофесійними діями блогерів; недостатній розвиток корпоративного блогінгу, його слабка інтеграція з іншими онлайн-сервісами та відсутність використання різних платформ для створення блогів; можливість створення «нежиттєздатного» блогу в разі неправильного вибору цільової аудиторії.

На відміну від звичайних видів маркетингу онлайн-маркетинг надає можливість інтерактивного діалогу з потенційними споживачами і відповідно – можливість більш точно відстежити результативність маркетингових дій. Взаємодіючи з великою кількістю блогерів, маркетолог може значно оперативніше реагувати на відгук споживачів,

перш за все шляхом зміни форм подачі рекламного матеріалу.

Висновки. Слід зазначити, що сьогоднішні цифрові технології є вирішальним фактором успіху і просування в кожній сфері бізнесу. Зі збільшенням проникнення Інтернету і зростанням досвідченості користувача, все більше підприємств звертаються до сайту, як до однієї з ключових точок комунікації зі споживачем, а значить – і до Інтернет-реклами. Разом з тим

використання каналів digital-marketing з метою просування продукту надає незаперечні конкурентні переваги підприємствам. Поява нових інструментів, таких як блог, крауд-маркетинг та landing page дає можливість підприємству отримувати ще більший прибуток і виходити на міжнародні ринки. Ефективність застосування перелічених digital-інструментів в діяльності підприємств підтверджується фінансовими результатами та показниками.

Список використаних джерел:

1. 15 необхідних навиків успішного цифрового маркетолога. URL: <https://inweb.ua/blog/15-navikov-digital-marketologa>.
2. Ваша цифрова маркетингова стратегія – це правильно і клієнти придуть. URL: <https://www.aiminternet.co.uk/your-digital-marketing-strategy>.
3. Голубков Е. П., Голубкова Е. Н., Секерин В. Д. Маркетинг: выбор лучшего решения. Издание третье, дополненное и переработанное. Москва: Экономика, 2012. 596 с.
4. Еволюція Інтернет маркетингу. URL: <http://va-marketing.ru/articles/evolyutsiya-rossiyskogo-internet-marketinga>.
5. Інтернет-маркетинг и digital-стратегии. Принципы эффективного использования: учебное пособие / А. Агеев и др. Новосибирск: Интелсиб, Новосибирский государственный университет, 2016. 328 с. URL: https://www.marketing.spb.ru/libcomm/internet/digital_strategies_tutorial.htm.
6. История развития маркетинговых технологий (инфографика от Lattice Engines). URL: <https://lpgenerator.ru/blog/2013/03/26/istoriya-razvitiya-marketingovyh-tehnologij-infografika-ot-lattice-engines>.
7. МакНейл Р. Маркетинговые исследования в сфере B2B. Анализ и оценка рынков товаров для бизнеса / под ред. Е. Е. Козлова; пер. с англ. А. А. Шамрай. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007. 432 с.
8. Чим відрізняється digital-маркетинг від Інтернет-маркетингу? URL: <https://yvision.kz/post/786365>.
9. Щербакова И. В. Блог-маркетинг, или Маркетинг в режиме он-лайн. Москва: Литагент «Ай Пи Эр Медиа», 2010. 130 с. URL: https://www.e-reading.club/bookreader.php/1004748/Scherbakova_Irina_-_Blogmarketing_ili_Marketing_v_rezhime_on-layn.html.
10. Digital marketing проти інтернет-маркетингу. URL: <https://topodin.com/seo/post/digital-marketing-protiv-internet-marketinga>.
11. Digital-маркетинг – що це? URL: <https://blog.ringostat.com/ru/digital-marketing-cto-eto>.
12. Digital-маркетинг у бізнесі: 13 каналів просування та огляд їх переваги. URL: <http://kirulanov.com/13-kanalov-prodvijeniya-digital-marketing-v-biznese>.
13. Digital-маркетинг: 6 переваг для бізнесу. URL: <https://wezom.com.ua/blog/digital-marketing-6-preimuschestv-dlja-biznesa>.
14. McKinsey & Company. URL: <https://www.mckinsey.com/ru/our-insights>.
15. State of Marketing Report. URL: <https://www.salesforce.com/hub/marketing/state-of-marketing-report>.

Л. В. Бабаченко, В. А. Москаленко, А. О. Марченко. Современные тенденции применения инструментов digital-marketing в деятельности предприятия

В статье рассмотрена эволюция интернет-маркетинга, которая состоялась под влиянием стремительного развития технологий в сфере маркетинга. Исследовано, каким образом широкое распространение цифровых технологий повлияло на появление цифрового маркетинга. Рассмотрены особенности использования, недостатки и преимущества каналов digital-marketing: социальных сетей, мобильных приложений, email-рассылки, SEO, контекстной рекламы, средств массовой информации. Выделены следующие digital-инструменты, такие как landing page, крауд-маркетинг и блог, использование которых дает дополнительную возможность предприятию получать дополнительную прибыль и выходить на международные рынки.

Ключевые слова: интернет-маркетинг, digital-marketing, digital инструменты, маркетинговые коммуникации, каналы digital-marketing.

L. Babachenko, V. Moskalenko, A. Marchenko. **Recent trends for using digital-marketing tools in business**

It is revealed in the article the evolution of Internet marketing that has taken place under the impact of rapid development of technologies in the area of marketing. The widespread of digital technologies that has caused the appearance of digital marketing is investigated. It is disclosed the features of the use, advantages and disadvantages of such digital-marketing channels as social networks, mobile applications, emailing, SEO, contextual advertising (pay-per-click) and media. Such new digital-marketing tools as a blog, crowd-marketing and a landing page that allow the enterprise to get better revenues and open up an international market are emphasised.

Keywords: internet-marketing, digital-marketing, digital tools, marketing communication, digital-marketing channels.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 633.11 "324"(477.7)

DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-4

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ОЗИМОЇ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

М. М. Корхова, кандидат сільськогосподарських наук

ORCID ID: 0000-0001-6713-5098

Миколаївський національний аграрний університет

У статті представлено результати досліджень формування основних елементів продуктивності рослин сортів пшениці спельти та м'якої озимих форм. Встановлено, що високі показники якості зерна формує сорт пшениці спельти Зоря України, а більш урожайним є сорт Європа. Найвищі показники урожайності та якості зерна формують сорти пшениці м'якої озимої Відрада і Зиск порівняно з іншими досліджуваними сортами.

Ключові слова: пшениця спельта, пшениця м'яка, сорти, висота рослин, маса 1000 зерен, урожайність, якість зерна.

Постановка проблеми. Останніми десятиріччями в умовах ринкової економіки у світі зростає попит на один із найдавніших видів пшениці *Triticum spelta* L. як до культури органічного землеробства та джерела «органічної або здорової їжі» («organic / healthfood») [1-3]. Україна останніми роками входить до першої десятки світових лідерів за площею вирощування зернових культур за органічною технологією, 11,4% сертифікованих світових площ відводять саме під пшеницю спельту [4].

Спельта (*T. spelta* L.) – гексаплоїдний вид пшениці (2n = 42), який понад 100 років тому назад був поширений у Західній Європі [5]. Ще у 1926 році відомий генетик М. І. Вавилов, перебуваючи в науковій експедиції в Іспанії, був здивований рідкісними цінними властивостями піввчистої пшениці [6].

Дослідженнями українських та зарубіжних вчених встановлено, що Європейська спельта створена у результаті гібридизації м'якої і тетраплоїдних видів пшениці [7, 8]. Ця культура була поширена в Німеччині та Швейцарії ще за часів пізнього неоліту через високу морозостійкість та харчові якості. Г. Гордієнко [9] у своїй книзі «Історія культурних рослин» наводить статистичні дані про посівні площі пшениці спельти станом на 1900 рік у країнах Європи: 314,67 тис. га – у Німеччині; 39,00 тис. га – Швейцарії; 5,00 тис. га – Австрії [9].

Останніми роками, завдяки своїм дієтичним властивостям та відмінним смаковим якостям, спельта користується значним попитом серед

споживачів країн Західної Європи, Америки, Австралії, Канади [10, 11].

Зерно пшениці спельти, у порівнянні з пшеницею м'якою, має високу енергетичну цінність, містить більше бета-каротину ретинолу, жирів; характеризується більш розтяжною клейковиною, але менш еластичною. Його борошністий ендосперм при високому вмісті білка і висока в'язкість за показником амілографу є сприятливими властивостями при використанні для виготовлення тортів і кондитерських виробів [12-14]. Загальна кулінарна оцінка каші з плющеної крупи пшениці спельти становить 7,4-9,0 балів [15]. У глютену спельти відсутні деякі гліadini, які присутні в клейковині м'якої пшениці, що робить цей злак прийнятним для людей, які страждають від алергії (целиакії) – несприйняття білку пшениці м'якої [16].

Спельта має ряд переваг перед пшеницею м'якою і у вирощуванні: менш вимоглива до наявності поживних речовин у ґрунті; краще протистоїть хворобам, характерним для звичайної пшениці в період вегетації; добре переносить низькі температури на ранніх стадіях розвитку, що дозволяє висівати її в діапазоні від вересня до кінця листопада [17]. Проте поряд із перевагами є і недоліки у вирощуванні цієї культури – ускладнена сівба та вимолот зерна через плівчастість насіння; нижча врожайність зерна (близько 70-80%) від її рівня врожайності у пшениці м'якої за ідентичних умов вирощування [18].

Відомо, що при вирощуванні пшениці озимої за інтенсивною технологією урожайність сортів нового покоління сягає 10–12 т/га, зокрема 8-9 т/га в умовах Південного Степу України [19-21]. Проте потенціал продуктивності сортів пшениці спелти в умовах Південного Степу України є мало вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною характерною господарсько цінною ознакою сорту пшениці озимої є продуктивність, яка залежить від густоти рослин та продуктивного стеблостою на 1 м², кількості колосків і зерен у колосі, маси зерна з 1 колоса, маси 1000 зерен, які належать до основних структурних елементів врожаю рослин. Усі ці показники варіюють залежно від біологічних особливостей сортів, ґрунтово-кліматичних умов та агротехніки вирощування, що впливає на продуктивність рослин пшениці озимої [22].

У світовій науці та практиці обґрунтовано цінність зерна пшениці спелти та перспективи її вирощування в органічному землеробстві. V. Ugrenović та ін. [23] досліджено адаптивні властивості, морфологічні та продуктивні параметри 4 сортів пшениці спелти, вирощених у різних ґрунтово-кліматичних умовах Сербії за органічною технологією.

Дослідженнями українських та зарубіжних вчених встановлено, що коефіцієнт кушення у пшениці спелти у 2-3 рази вищий, ніж у пшениці м'якої [24, 25].

Кількість продуктивних стебел на одиниці площі є найважливішим елементом структури врожаю, на формування якого впливає норма висіву насіння, польова схожість, температура повітря та кількість опадів під час кушення рослин [26, 27].

T. Kiss та іншими вченими [28, 29] встановлено, що як надмірне кушення, так і недостатнє призводить до формування низької продуктивності стеблостою, загущення і вилягання, що в свою чергу призводить до зниження врожайності зерна пшениці озимої. В умовах Південного Степу України, де часто бувають посухи, більшу кількість продуктивних стебел формують сорти з підвищеним коефіцієнтом кущистості рослин, що слід урахувати при виборі сорту для вирощування у даній ґрунтово-кліматичній зоні.

О. М. Ружицькою та О. В. Борисовою [17] за результатами досліджень 2011-2012 рр. встановлено, що рослини спелти переважають рослини пшениці м'якої за показниками висоти, його маси сирієї речовини надземної частини та коренів, площі листової поверхні на одну рослину за меншої площі кожного окремого листка, вмістом хлорофілу у розрахунку на суху речовину. Крім того, пшениця спелта

характеризувалася вищою (на 12-56%) масовою часткою білка у зерні порівняно із зерном пшениці м'якої, але поступалася меншою (на 31-57%) масою зерен у колосі головного пагона та зерна з однієї рослини, порівняно з досліджуваними сортами пшениці м'якої [30]. Масова частка білка у суцільно змеленому борошні зерна досліджуваних зразків спелти становила 16,2-19,9% [31].

Українськими та польськими вченими оцінено три види пшениці, які зазвичай використовують у системі органічного землеробства. Результати дворічних досліджень показали, що найвищий вміст білка (20,8%) отримано з пшениці полби, сирієї клейковини (30,8%) – зі спелти [32].

Регулювання доз і строків внесення азотних добрив позитивно впливає на підвищення вмісту білка та клейковини в зерні пшениці спелти. Внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні (P₆₀K₆₀) у дозі 120 - 150 кг/га д.р. дозволяє в 2-2,5 рази збільшити вихід білка з одиниці площі посіву [33].

В. В. Моргуном та ін. [24] доведено, що за такими показниками елементів структури врожаю, як продуктивна кущистість, маса зерна з колоса першого порядку та з рослини у цілому, маса 1000 зерен, спелта перевершує пшеницю, а за кількістю колосків у головному колосі та кількістю зернин із головного колоса – поступається. За такими показниками якості зерна, як масова частка білка і сирієї клейковини, спелта перевершує пшеницю, проте за хлібопекарськими властивостями і твердозерністю – поступається їй.

Дослідженнями Г. М. Господаренка та В. В. Любича [33] встановлено, що урожайність та масова частка білка в зерні пшениці спелти залежить від погодно-кліматичних умов, особливо під час наливу зерна; висоти рослин; стійкості до грибкових захворювань та висоти рослин. Найвищою стійкістю до вилягання характеризуються лінії LPP 1304, P3, LPP 1221, рослини яких формують найвищу врожайність зерна (6,74-9,64 т/га).

Зважаючи на поширення пшениці спелти та недостатнє вивчення формування продуктивності її сучасних сортів, тема дослідження є актуальною.

Завдання і методика досліджень. Польові дослідження проводили упродовж 2015-2018 рр. на дослідному полі ННПЦ Миколаївського національного аграрного університету з вивчення впливу сортових особливостей пшениці спелти та м'якої озимих форм на ріст і розвиток та продуктивність рослин. Попередник – горох посівний. Строк сівби – 1 жовтня. Норма висіву

пшениці – 5 млн схожих насінин/га. Схема досліду включала:

– фактор А – види пшениці озимої (м'яка та спельта);

– фактор В – вітчизняні сорти пшениці м'якої озимої (Шестопа́лівка, Відрада, Зиск) та спельти озимої (Зоря України і Європа).

Варіанти у досліді розміщували методом розщеплених ділянок, повторність досліду чотириразова. Площа облікової ділянки – 25 м². Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем південний малогумусний, легкосуглинковий на лесах широких слабодренованих водороздільних плато, який є типовим для зони Південного Степу України. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту – 2,4%, легкогідролізованого азоту – 16 мг/кг, рухомого фосфору – 160 мг/кг та обмінного калію – 187 мг/кг ґрунту.

Досліджувані сорти виведено у різних селекційних центрах України: сорт Шестопа́лівка у ПССДП «Бор», Відрада – Білоцерківська ДСС ЦБ НААН, Зиск – Селекційно-генетичний інститут НЦНС НААН), Зоря України та Європа – Всеукраїнський науковий інститут селекції спільно з Уманським НУС. За якістю дані сорти відносять до групи сильних (Шестопа́лівка), та надсильних (Відрада, Зиск) [34].

Сорти спельти є пізньостиглими, містять високий відсоток білка, є придатними для органічного землеробства, невимогливі до умов вирощування, толерантні до основних хвороб. Потенціал урожайності сорту Зоря України – 6,40 т/га, середня врожайність за роки випробування – 4,80 т/га. Масова частка білка у зерні – 15-22%, сирової клейковини – 38-49%. Вимолочуваність – 50%. Сорт Європа відрізняється більш легким обмолотом зерна та вищим потенціалом урожайності (до 7,00 т/га).

Середня врожайність за роки випробування – 5,20 т/га, вміст білка в зерні – 14-20%, сирової клейковини – 31-45% [33].

Густоту та куцистість рослин, їх висоту, відбирання та аналіз пробних снопів, збирання та облік урожаю проводили за «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні» [35].

Дослідження сортів пшениці озимої проводили у різні за погодними умовами роки, що дало можливість більш повно визначити їх потенціал продуктивності. Найбільш сприятливим для росту та розвитку пшениці озимої, за даними Миколаївського обласного центру з гідрометеорології, був вегетаційний період 2015-2016 сільськогосподарського року аномальним – осінньо-зимовий період 2017-2018 сільськогосподарського року. В листопаді та грудні відбувалося короткочасне припинення активної вегетації озимих культур. Грудень 2017 р. по всій території області виявився одним з найтепліших. Середня декадна температура повітря за період 1992-2016 рр. була на 5,0-5,8°С вищою за норму та становила 4-5°С тепла. Остаточне припинення вегетації пшениці озимої відбулося лише 12 січня 2018 року. Такі погодні умови позначилися на формуванні продуктивності досліджуваних сортів пшениці озимої.

Результати досліджень. Визначено, що фактор В (сорти) істотно впливав на коефіцієнт продуктивної куцистості. Так, найвищою продуктивною куцистістю (6,9) та густотою продуктивного стеблостою перед збиранням (766 шт. /м²) у роки досліджень (2016-2018 рр.) характеризувався сорт пшениці спельти Зоря України (табл 1.).

Таблиця 1

Коефіцієнт продуктивного куцання та кількість продуктивних стебел рослин сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм (середнє за 2016-2018 рр.)

Види пшениці (Фактор А)	Сорти (Фактор В)	Коефіцієнт продуктивного куцання	Густота продуктивного стеблостою перед збиранням, шт. /м ²
Пшениця м'яка	Шестопа́лівка	1,8	607
	Відрада	1,8	616
	Зиск	1,8	593
	Середнє	1,8	605
Пшениця спельта	Зоря України	6,9	766
	Європа	4,5	588
	Середнє	5,7	677
НІР05 за фактором А за роками		0,09	1,62
НІР05 за фактором В за роками		0,07	1,42

Дещо нижчі показники сформував сорт Європа, коефіцієнт куцання – 4,5; кількість

продуктивних стебел перед збиранням – 588 шт./м². Сорти Шестопа́лівка, Відрада та Зиск

у роки досліджень істотно не відрізнялися за цими показниками, коефіцієнт продуктивного кушення у середньому становив 1,8, а густота продуктивного стеблостою коливалася від 593 до 616 шт./м².

Встановлено, що пшениця спельта формує вищу продуктивну кулистість (5,7), ніж пшениця м'яка озима (1,8), що на 3,9 більше, ніж по у сортів пшениці м'якої. Густота продуктивного

стеблостою рослин пшениці спельти у середньому по сортах становила 677 шт./м², що на 72 шт./м² або на 10,6% більше, ніж у пшениці м'якої.

За результатами наших трирічних досліджень встановлено, що найвищими (118,2-150,1 см) сформувалися рослини сорту Зоря України (рис. 1).

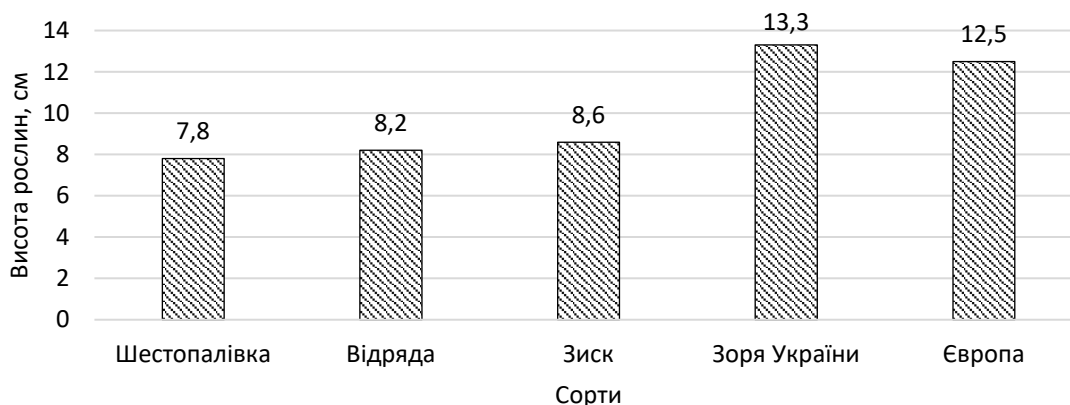


Рис. 1. Висота рослин сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм (середнє за 2016-2018 рр.)

У середньому за 2016-2018 рр. висота рослин сорту Зоря України становила 130,7 см. Дещо нижчу висоту формували рослини сорту Європа – 121,9 см, що на 8,8 см менше, ніж сорту Зоря України. Серед досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої найвищими (96,9 см) сформувалися рослини сорту Відрада, що на 9,2-10,3 см більше, ніж у рослин сортів Шестопалівка та Зиск відповідно, але на 33,8 см менше, порівняно з сортом Зоря України, та на 25 см менше, ніж з сортом Європа.

Таким чином, у середньому по сортах пшениці спельти висота рослин становила 126,3 см, що на 35,9 см більше, ніж у рослин досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої.

Разом з тим, регулюючи лише густоту стеблостою та висоту, не завжди можна забезпечити високий урожай. З метою підвищення рівня врожайності пшениці озимої потрібно збільшувати і довжину та озерненість колоса, які залежать від біологічних особливостей сорту та технології вирощування. Нашими дослідженнями встановлено, що сорт пшениці спельти Зоря України за три роки досліджень сформував найдовший колос (13,3 см), що на 6,0% більше, ніж у сорту Європа, та на 41,4, 61,7, 64,7%, ніж у сортів пшениці м'якої озимої Шестопалівка, Відрада і Зиск (рис. 2).

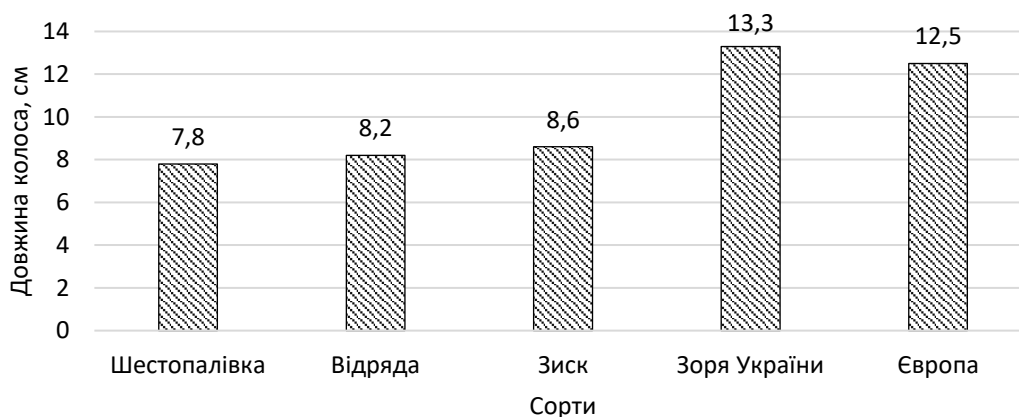


Рис. 2. Довжина колоса сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм (середнє за 2016-2018 рр.)

Найбільшу кількість колосків у колосі (16,7 шт./колос) сформували в середньому сорти пшениці м'якої озимої. Дещо менше їх сформували досліджувані сорти пшениці спельти – 16,4 шт./колос.

Проте не лише показник кількості колосків у колосі визначає продуктивність пшениці озимої. Іншим важливим елементом структури врожаю є

кількість зерен у колосі, що визначається метеорологічними умовами року, сортовими особливостями та моделлю технології. Найбільшою озерненістю колоса вирізнявся сорт Шестопапівка, який у середньому за три роки сформував 31,6 шт./колос, що на 6,7% більше, ніж у сорту Відрада, на 4,1% – у сорту Зиск, на 19% – у сорту Зоря України та на 2,8% у сорту Європа (табл. 2).

Таблиця 2

Основні елементи продуктивності колоса рослин сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм (середнє за 2016-2018 рр.)

Види пшениці (Фактор А)	Сорти (Фактор В)	Кількість колосків у колосі, шт./колос	Кількість зерен у колосі, шт./колос	Маса зерна з 1 колоса, г	Маса 1000 зерен, г
Пшениця м'яка	Шестопапівка	16,8	31,6	0,97	38,8
	Відрада	16,4	29,5	1,06	39,5
	Зиск	17,0	30,3	1,03	38,6
	Середнє	16,7	30,5	1,02	39,0
Пшениця спельта	Зоря України	17,0	25,6	1,02	46,3
	Європа	15,7	30,7	1,19	42,1
	Середнє	16,4	28,2	1,11	44,2
НІР05 за фактором А за роками		0,36	0,46	0,01	0,37
НІР05 за фактором В за роками		0,23	0,36	0,01	0,35

Продуктивність колоса залежить і від маси зерна з 1 колоса. У наших дослідженнях цей показник сформовано вищим у рослин пшениці спельти, що у середньому за сортами становить 1,11 г/колос, або на 8,1% більше, ніж у рослин пшениці м'якої. Найбільшу масу зерна з 1 колоса (1,19 г/колос) у середньому сформували рослини сорту Європа, що на 14,3% перевищило сорт Зоря України.

Під час наливу зерна пшениці озимої вищий рівень урожайності формується у рослин з більшою масою маса 1000 зерен, яка є чітко вираженою сортовою ознакою. Нашими дослідженнями встановлено, що сорт Зоря України сформував у середньому за роки досліджень (2016-2018) найкрупніше зерно, маса 1000 зерен якого склала 46,3 г.

Дещо меншим цей показник сформовано сортом Європа – 42,1 г, що на 9,1% менше, ніж у сорту Зоря України. Найбільшу масу 1000 насінин (39,5 г) серед досліджуваних сортів пшениці

м'якої озимої сформовано сортом Відрада, що на 1,8% більше, ніж у сорту Шестопапівка та на 2,3% у сорту Зиск. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що фактор В істотно впливав на формування маси 1000 зерен досліджуваних сортів пшениці озимої, частка впливу якого становила 82%.

Визначено, що найвищу врожайність зерна досліджуваних сортів є формовано у 2016 році, яка коливалася від 4,03 т/га (сорт Зоря України) до 7,13 т/га (сорт Відрада). Найнижчими рівні врожайності зерна (3,41-5,80 т/га) по сортах отримали у 2018 році, що на 0,62-1,33 т/га менше, порівняно з 2016 р.

Найбільш урожайними, у середньому за роки досліджень, виявилися сорти пшениці м'якої, середня врожайність яких становила 6,91 (2016 р.); 5,42 (2017 р.) та 5,56 т/га (2018 р.), що на 1,77; 0,26; 1,73 т/га відповідно більше, ніж сортів пшениці спельти (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність зерна сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм, (середнє за 2016-2018 рр.)

Види пшениці (Фактор А)	Сорти (Фактор В)	Урожайність, т/га		
		2016 р.	2017 р.	2018 р.
Пшениця м'яка	Шестопапівка	6,75	5,23	5,19
	Відрада	7,13	5,89	5,80
	Зиск	6,84	5,14	5,70
	Середнє	6,91	5,42	5,56
Пшениця спельта	Зоря України	4,03	4,21	3,41
	Європа	6,24	6,10	4,25
	Середнє	5,14	5,16	3,83
НІР05 за фактором А по рокам		0,10	0,09	0,09
НІР05 за фактором В по рокам		0,10	0,11	0,11

За результатами дисперсійного аналізу визначено, що фактор В (сорт) істотно впливав на формування врожайності зерна досліджуваних видів пшениці озимої, частка впливу якого становила 74-79% залежно від року досліджень.

Встановлено, що у середньому за 2016-2018 рр. найвищу врожайність зерна (6,27 т/га)

сформували рослини сорту Відрада, що на 0,38 т/га більше, ніж рослини сорту Шестопалівка; на 0,55 т/га – сорту Зиск; 2,39 т/га – сорту Зоря України та 0,74 т/га – сорту Європа (рис. 3).

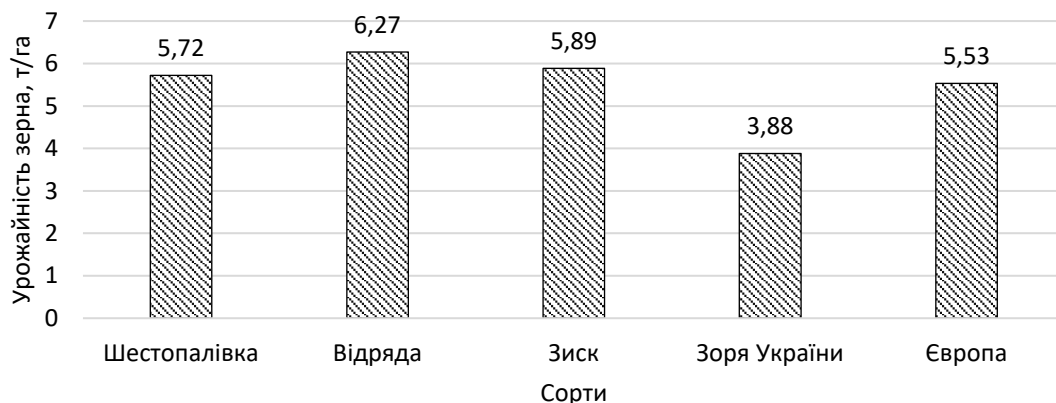


Рис. 3. Урожайність зерна сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм (середнє за 2016-2018 рр.)

У середньому за три роки досліджень встановлено, що найвищі показники якості зерна сформувала пшениця спельта сорту Зоря України: масова частка білка в ньому становила 21,9%,

масова частка сирої клейковини – 44,9%, індекс деформації клейковини – 100, число падіння – 451 (табл. 4).

Таблиця 4

Якість зерна сортів пшениці м'якої та спельти озимих форм, середнє за 2016-2018 рр.

Види пшениці (Фактор А)	Сорти (Фактор В)	Масова частка білка, %	Масова частка сирої клейковини, %	ІДК	Число падіння
Пшениця м'яка	Шестопалівка	12,1	29,3	83,5	430
	Відрада	13,4	31,3	84,3	452
	Зиск	13,1	30,9	83,0	451
	Середнє	12,9	30,5	83,6	444
Пшениця спельта	Зоря України	21,9	39,9	100	451
	Європа	14,2	28,9	93	358
	Середнє	18,1	34,4	96,5	405

Дещо нижчими показниками якості зерна вирізнявся сорт Європа. Так, масова частка білка у зерні цього сорту складала 14,2%; клейковини – 32,5%; ІДК – 93, число падіння – 358, що на 7,7; 12,4; 7; 93% відповідно менше, ніж у сорту Зоря України.

Нижчі показники якості зерна сформовано сортами пшениці м'якої, середня по сортах масова частка білка становила 12,9%, масова частка клейковини – 30,5%, ІДК – 83,6, що на 5,2, 3,9, та 12,9% нижче, ніж у сортів пшениці спельти. Проте, слід зазначити, що число падіння у зерні сортів пшениці м'якої озимої було в середньому на 39 одиниць вищим, ніж у зерні сортів пшениці спельти.

Одержання високоякісного зерна також залежить і від погодних умов у період наливу та

дозрівання зерна. Масова частка білка й клейковини в зерні збільшується при підвищенні температури повітря до 28°C і більше. Так, у 2018 р. спекотна погода, яка панувала протягом третьої декади червня, прискорила дозрівання зерна пшениці. Середня місячна температура повітря становила 22,7°C, що на 1,5-2,8°C вище норми. Максимальна температура повітря 24.06.2018р. підвищувалася до 33,3°C. Масова частка білка в зерні при цьому була найвищою – 13,3-25,6%, клейковини – 32,6-52,0% залежно від сорту та виду пшениці.

Проте вплив погодних умов на формування якості зерна проявляється не лише температурними умовами, а й кількістю опадів, особливо в період наливу і дозрівання зерна. Встановлено, що чим більше опадів випадає у цей

період, тим вищим є врожай, але нижчою якість зерна. Адже часті дощі, особливо зливового характеру, призводять до стікання води та ензимо-мікозного виснаження зерна, що зумовлює його низьку якість. При цьому масова частка клейковини в зерні зменшується більшою мірою, ніж масова частка білка. Дощова та прохолодна погода у період досягання зерна пшениці озимої у 2016 та 2017 роках негативно вплинула на формування його якості. Так, у 2016 році випало 47 мм опадів, при цьому масова частка білка зменшилася до 22,1-12,4%, а клейковини до 42,0-29,1%, що на 0,9-3,5% та 3,5-10,0% відповідно менше.

Висновок. Досліджувані сорти пшениці спельти переважають сорти пшениці м'якої

озимої за продуктивною кустистістю, кількістю продуктивних стебел перед збиранням на одиниці площі, висотою рослин, масою зерна з 1 колоса та масою 1000 зерен, але поступаються за кількістю колосків у колосі та озерненістю колоса. Вища урожайність зерна (5,72-6,27 т/га) сформувалася у рослин сортів пшениці м'якої озимої, а вищі показники якості зерна – у сортів спельти.

Зважаючи на кон'юнктуру ринку та сприятливі ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу, підбір сортів пшениці спельти та оптимізація її основних елементів продуктивності сприятимуть підвищенню продуктивності культури, розширенню посівних площ під органічною пшеницею, зі збереженням природної родючості ґрунту.

Список використаних джерел:

1. Babenko L. M., Hospodarenko H. M., Rozhkov R. V., Pariy Y. F., Pariy M. F., Babenko A. V., Kosakivska I. V. *Triticum spelta*: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2018. 9 (2), p. 250-257. DOI: <https://doi.org/10.15421/021837>.
2. Konvalina P., Moudrý J., Capouchová I. Agronomic characteristics and baking quality of *Triticum spelta* L. *Lucrări Științifice*, 2013. 56 (1) p. 11-14.
3. Ходаніцький В., Ходаніцька О. Полба і спельта: нові перспективи вирощування. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 84-88.
4. Willer H., Lernoud J., 2017. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends. Auflage Leitfaden. Handbuch. FiBL, IFOAM*, p. 340.
5. Васильченко А. Спельта: новий напрямок у виробництві пшениць. *Агроном: електрон. версія журн.* 2016. URL: <https://agronom.com.ua/spelta-noviy-napryamok-u-vyrobnytstvi-pshenyts/> (дата звернення: 30.11.2019).
6. Фадеев, Л. Спельта – пришло ее время. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. 17(1). С. 4-8. DOI: <https://doi.org/10.15673/gpmf.v17i1.308>.
7. Poltoretskyi S., Hospodarenko H., Liubych V., Poltoretska N., Demydas H. Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8, p. 263–268. DOI: https://doi.org/10.15421/2018_336.
8. Antofie M. M., Sand S. C. Crops varieties under conservation: study case cultivated *Triticum ssp. Scientific papers-series management economic engineering in agriculture and rural development*. 2018. 18 (1), p. 61-66.
9. Гордієнко Г. Історія культурних рослин. Мюнхен, 1970. 387 с.
10. Dubois B., Bertin P., Nautier L., Muhovski Y., Escarnot E., Mingeot D. Genetic and environmental factors affecting the expression of alpha-gliadin canonical epitopes involved in celiac disease in a wide collection of spelt (*Triticum aestivum ssp spelta*) cultivars and landraces. *BMC Plant Biology*. 2018. 18 (1), p. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1487-y>.
11. Rodriguez-Quijano M., Vargas-Kostiuk M. E., Ribeiro M., Callejo M. J. *Triticum aestivum ssp. vulgare* and *ssp. spelta* cultivars. 1. functional evaluation. *European food research and technology*. 2019. V. 245., Is. 8. p. 1561-1570. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03263-7>.
12. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany. 2017. 108 p.
13. Rajnincova D., Galova Z., Petrovicova L., Chnapek M. Comparison of nutritional and technological quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and hybrid wheat (*Triticum aestivum* L. x *Triticum spelta* L.). *Journal of central European agriculture*. 2018. 19 (2), p. 437-452. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/19.2.2146>.
14. Wiwart M., Szafranska A., Wachowska U., Suchowilska E. Quality parameters and rheological dough properties of 15 spelt (*Triticum spelta* L.) varieties cultivated today. *Cereal chemistry*. 2018. 94 (6), p. 1037-1044. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-17-0097-R/>.
15. Любич В. В. Кулінарні властивості круп сортів і ліній пшениці спельти. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 42-57. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119128>.
16. Зверев С. Полба и спельта: возвращение к истокам. *Хранение и переработка зерна*. 2015. Т. 194. № 6-7. С. 48-51.
17. Ружицька О. М., Борисова О. В. Ріст, продуктивність та якість зерна озимої спельти за умов півдня Степової зони України. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2015. Т. 20, Вип. 1(36). С. 47-58.
18. Srámek J., Konvalina P., Zdrhová I., Moudrý J. Economic efficiency of the winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter spelt (*Triticum spelta* L.) growing in organic farming. *Lucrări Științifice. Seria Agronomie*. 2009. 11 (1), p. 125-130.
19. Косташук М. В. Липитан Р. М., Мартинюк Л. С. Потенціал продуктивності сортів озимої пшениці. *Цукрові буряки*. 2015. № 5. С. 15-16.
20. Базалій В., Бойчук І., Домарацький Є., Ларченко О., Базалій Г. Реалізація генетичного потенціалу продуктивності сортів пшениці м'якої озимої за різних умов вирощування. *Вісник Львівського НАУ. Серія : Агрономія*. 2018. №22(1). С. 319-325.
21. Ващенко В. В., Назаренко М. М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 4. С. 68-72.

22. Продуктивність пшениць *Triticum durum* та *Triticum aestivum* озимих форм у різних ґрунтово-кліматичних умовах Степу України / О. А. Коваленко та ін. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/307?locale=en>. (дата звернення: 30.11.2019).
23. Ugrešević V., Bodroža Solarov M., Pezo L., Đisalo V., Popović V., Marić B., Filipović V. Analysis of spelt variability (*Triticum spelta* L.) Grown in different conditions of Serbia by organic conditions. *Genetika*. 2018. 50 (2), p. 635-646. DOI: <https://doi.org/10.2298/GENSR1802635U>.
24. Моргун В. В., Січкар С. М., Починок В. М., Нінієва А. К., Чугункова Т. В. Характеристика колекційних зразків спельти (*Triticum spelta* L.) за елементами структури продуктивності та хлібопекарською якістю. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 2. С. 112-119.
25. Pospišil A., Pospišil M., Svečnjak Z., Matotán S. Influence of crop management upon the agronomic traits of spelt (*Triticum spelta* L.). *Plant soil environ*. 2011. 57 (9), p.435-440.
26. Korkhova M., Kovalenko O., Khonenko L., Markova N. Productivity of soft winter wheat sort depending on terms length of sowing and weather in spring-summer period. *Agrobiology*. 2018. 1. p. 5-10.
27. Nozdrina N. L. Formation of structure units of yielding capacity and quality of grain of new winter wheat varieties in northern steppe. *News of Poltava State Agrarian Academy*. 2014. 2, p. 162-168.
28. Kiss T., Balla K., Banyai J., Veisz O., Karsai I. Associations between plant density and yield components using different sowing times in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal research communications*. 2018. 46(2), p. 211-220. DOI: <https://doi.org/0.1556/0806.45.2017.069>.
29. Zecevic V., Boskovic J., Knezevic D., Micanovic D. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. *Chilean journal of agricultural research*. 2014. 74 (1), p. 23-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000100004>.
30. Ружицька О. М., Борисова О. В. Насіннева продуктивність та вміст білка в зерні пшениці спельти (*Triticum spelta* L.) за вирощування на різному фоні мінерального живлення. *Селекційно-генетична наука і освіта (напіві читання): матер. VI міжнар. наук. конф. (Умань, 15-17 бер.2017 р.)*, Умань, 2018. С. 182-188.
31. Ружицька О. М., Борисова О. В. Насіннева продуктивність і біохімічний склад зерна озимої спельти та полби за умов півдня степової зони України. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50, № 2. С. 161-169.
32. Petrenko V., Spychaj R., Prysiashniuk O., Sheiko T. I., Khudolii L. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. *Romanian Agricultural Research*. 2018. 35, p. 255-264.
33. Господаренко Г. М., Любич В. В., Воробйова Н. В. Пшениця спельта в органічному землеробстві. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир, 2018. С. 444-449.
34. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2019 рік. Київ: Мінагрополітики та продовольства України. 2019. URL :<https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. (дата звернення:30.11.2019).
35. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. / Мінагрополітики та продовольства України, Український інститут експертизи сортів рослин. 2016. 65 с. URL :<https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf>. (дата звернення:30.11.2019).

М. М. Корхова. Продуктивность сортов пшеницы спельты озимой в Южной Степи Украины

В статье представлены результаты исследований влияния сортовых особенностей на формирование основных элементов продуктивности растений пшеницы спельты и мягкой озимых форм. Установлено, что высокие показатели качества зерна формирует сорт пшеницы спельты Заря Украины, а более урожайным является сорт Европа. Самые высокие показатели урожайности и качества зерна формируют сорта пшеницы мягкой озимой Отрада и Выгода по сравнению с другими исследуемыми сортами.

Ключевые слова: пшеница спельта, пшеница мягкая, сорта, высота растений, масса 1000 семян, урожайность, качество зерна.

М. М. Korkhova. Productivity of winter wheat spelt in the South Steps of Ukraine

The article presents the results of studies of the influence of varietal characteristics on the formation of the basic elements of productivity of spelt wheat and soft winter forms. It is established that high quality indicators of grain form the wheat variety of the spelt Zarya of Ukraine, and the European crop is more productive. The highest yields and quality of grain form the soft winter bean varieties and Zisk compared to the other varieties studied.

Keywords: spelt wheat, soft wheat, varieties, plant height, 1000 seeds weight, yield, grain quality.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

УРОЖАЙНІСТЬ ВИШНІ ЗАЛЕЖНО ВІД КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РОКІВ ВИРОЩУВАННЯ

І. Є. Іванова, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-2711-2021

М. Є. Сердюк, доктор технічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-6504-4093

В. М. Малкіна, доктор технічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-2076-2032

А. М. Шкіндер-Бармина, кандидат сільськогосподарських наук, молодший науковий співробітник

ORCID ID: ORCID 0000-0002-8818-7820

І. А. Кривонос, старший викладач

ORCID ID: 0000-0001-7079-5150

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М. Ф. Сидоренка

У ході досліджень в результаті комплексного використання методів математичної статистики були проаналізовані 20 парних кореляційних залежностей на етапах: вегетаційний період, цвітіння, дозрівання плодів і в період знімання врожаю. Визначено вплив десяти погодних факторів на показники урожайності вишні за період 2007-2019 роки.

Розрахована модель врожайності вишні під впливом абіотичних погодних факторів вигляд:

$Y = 4,040 - 0,634X_2 + 0,054X_4 + 0,3281X_6 + 0,670X_7 - 1,122X_8 - 0,755X_9 - 0,392X_{10}$. Розробка останньої дала можливість спрогнозувати врожайність вишні залежно від впливу стресових факторів навколишнього середовища.

Ключові слова: врожайність, вишня, погодні фактори, багатфакторна модель, температура, опади, вологість повітря.

Постановка проблеми. Сучасне промислове плодівництво – наукомістка галузь сільськогосподарського виробництва. Виробничий потенціал промислового садівництва повністю визначається трендом змін кількісного та якісного складу основного капіталу в галузі плодоносних насаджень. Одним із принципів «Галузевої програми розвитку садівництва України на період до 2025 року» є максимальне використання можливостей природно-економічних факторів регіонів нашої держави та підвищення врожайності плодівих культур. Згідно з технологічними основами розвитку галузі садівництва експерти рекомендують близько 60% промислових насаджень вишні зосередити в зоні Степу (переважно східна і південна частини) [1, 2].

Завдяки багаторічній роботі вітчизняних селекціонерів було створено ряд сортів вишні і вишнево-черешневих гібридів (дюків), які істотно змінили зареєстрований сортимент України [3, 4]. Селекційна робота була спрямована на отримання

низькорослих сортів з високою врожайністю, високою якістю плодів, зимостійкістю та стійкістю до грибних хвороб [5, 6]. Проте нові великоплідні сорти української селекції дуже повільно вводять у виробництво.

Однією з основних вимог до сучасних сортів вишні є висока врожайність. Необхідною умовою для успішного вирощування вишні є добір сортів, що відповідають місцевому клімату. Особливе значення при цьому має їх пристосованість до зимового періоду. Вишня належить до найбільш морозостійких кісточкових плодівих порід [6-8], але для зимового періоду Південного Степу України характерним є суттєве коливання значень температури у другій половині зими, що може спричинити зниження морозостійкості дерев і генеративних бруньок та, відповідно бути наслідком низької врожайності культури [9, 10].

Отже, визначення особливостей реакцій вишні на сучасні агрокліматичні умови Південного Степу України і виділення основних погодних

факторів, що чинять вплив на врожайність культури є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вишня належить до традиційних плодових культур, що вирощують в Україні. Її цінність полягає у скороплідності, зимостійкості, стабільній врожайності, ранньому досяганні плодів та невибагливості до ґрунтових умов [2,10,11].

При оцінюванні науковцями сортів досліджуваної культури за особливостями плодоношення головними її показниками є скороплідність та урожайність. Плодоношення у вишні починається на 3-7-й рік після садіння. Урожайність – це складна ознака, яка залежить від комплексу чинників: кількості утворених квіткових бруньок та квіток у них, здатності до запліднення, величини плодів, вимог до ґрунтового живлення та ін. Впливають на врожайність культури також зимостійкість бруньок та стійкість до хвороб [2,12].

Аналіз літературних джерел за реакцією досліджуваної породи щодо впливу абіотичних факторів дозволив визначити, що порівняно з такими кісточковими культурами, як черешня, абрикос та персик, вишня менш світлолюбна, але у цілому позитивно реагує на високу інсоляцію в умовах Степу [2,11,13]. Вимоги до вологості у вишні помірні – вона посухостійка культура, але меншою мірою, ніж мигдаль, абрикос і персик [13]. При цьому вишня не витримує перезволоження, а за нестачі вологості, тривалих весняних суховіях різко послаблюється ріст пагонів, опадає зав'язь [13, 14, 7, 8]. Вишня – найбільш морозостійка плодова порода серед кісточкових. Є дані про те, що при нормальному проходженні загартування вона може витримувати такі ж морози, як і яблуня: $-40...-45^{\circ}\text{C}$. Ряд авторів вказують на пошкодження надземної частини при температурі $-35^{\circ}\text{C}...-36^{\circ}\text{C}$, а генеративних бруньок – $-25^{\circ}\text{C}...-28^{\circ}\text{C}$ [5-7, 15]. Заходів захисту дерев кісточкових культур від заморозків в Україні практично не застосовують або використовують їх недостатньо, а найбільш ефективний з них – дощування – впроваджують дуже повільно [2, 9, 16].

Таким чином, аналітичний огляд наукової літератури з питань аналізу реакції культури на гідротермічні фактори при вирощуванні свідчить про недосконалість інформації щодо оптимізації впливу несприятливих умов довкілля на врожайність вишні, що вирощена на Півдні Степової зони України, та потребує подальших досліджень [18, 19].

Метою досліджень було встановити об'єктивні агрокліматичні показники, що мають вплив на врожайність вишні в умовах Півдня Степової зони України та створити математичну

модель врожайності культури на підставі виявлених стресових чинників.

Для досягнення мети нами було проведено кореляційний та регресійний аналізи: розрахована міцність кореляційних зв'язків між агрокліматичними показниками та врожайністю культури; визначено комплекс погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні; встановлено моделі залежності врожайності вишні від погодних умов, що склалися в Запорізькій області у 2007 – 2019 рр.; виходячи з практичної доцільності визначити найбільш ефективну математичну модель; отримати рівняння регресії, яке можна використовувати для побудови статистичних прогнозів.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводили у 2007-2019 роках у межах Мелітопольського району Запорізької області. З метою дослідження впливу погодних чинників на врожайність вишні використано дані, що були надані Головним управлінням статистики у Запорізькій області та метеорологічні дані за період з 2007 по 2019 роки Мелітопольської метеостанції.

Мелітопольський район розташований у південно-західній частині Запорізької області, це Південна Степова зона України, що має рівнинний ландшафт. Клімат району проведення досліджень континентальний і характеризується достатньо великою кількістю тепла на фоні невеликої кількості опадів, сухістю повітря та інтенсивним випаровуванням вологості влітку. Випадання опадів взагалі відзначається нерівномірністю і значним коливанням їх кількості по роках. Зимі теплі з частими відлигами, найхолодніші місяці – січень та лютий. Весняні заморозки в повітрі закінчуються переважно в другій декаді квітня. Осінні заморозки наступають у середньому наприкінці другої декади жовтня [17].

За даними Мелітопольської метеостанції, клімату району притаманна середньорічна температура повітря $9,1-9,9^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури було зафіксовано 18.08.2010, він склав $41,0^{\circ}\text{C}$. Серпень та липень визначені як найбільш теплі місяці з середньомісячними температурами від $22,8$ до $21,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний річний мінімум температур було зафіксовано 14 січня 1950 року – мінус 31°C . Найбільш холодними місяцями визначено січень та лютий із середньомісячною температурою нижче 0°C від $2,5$ до мінус $3,1^{\circ}\text{C}$. Середньорічна сума активних температур вище 10°C з квітня по жовтень складає 3316°C . Значний перепад температур в умовах регіону відбувається у лютому та березні. Саме в цей період, як правило,

дерева виходять з вимушеного спокою та можуть бути пошкоджені низькими температурами. Різкий перепад температур характерний і для грудня, що разом із заморозками створює стресові умови та веде до загибелі врожаїв кісточкових культур. За кількістю опадів район належить до зони з недостатнім зволоженням. На рік середня кількість опадів становить 475 мм. Середньорічна вологість повітря 73%. Посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних, східних вітрів. Накопичення вологи в ґрунті відбувається, головним чином, восени, частково взимку та ранньою весною. Середньобагаторічне значення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) в районі за період активної вегетації складає 0,8 та коливається в межах значень від 0,6 до 1,1.

Розрахунок моделей врожайності вишні у зв'язку з абіотичними погодними факторами проводили за такою схемою [9,11]:

1. Збір даних та створення комп'ютерної бази про середню врожайність вишні в умовах Мелітопольського району. Середню врожайність породи визначали у виробничих насадженнях, узагальнюючи врожайність сортименту регіону.

2. Створення комп'ютерної бази погодних умов у роки досліджень з добором показників: температура (мінімальна, середня, максимальна), сума опадів, кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня відносна вологість повітря.

3. Розрахунок показників: тривалість безморозного періоду, сума опадів, гідрометеорологічні коефіцієнти та перепад температур за певні періоди, суми активних температур та інші показники.

4. Визначення погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні.

5. Аналіз визначених в пункті 4 факторів методами регресійного аналізу з метою виявлення ефекту кореляції між факторами.

6. Побудова і аналіз регресійної моделі залежності врожайності вишні від погодних умов.

У період проведення досліджень було використано представлені нижче методи варіаційної статистики, що дозволили проаналізувати, обробити експериментальні дані та зробити прогноз остаточних результатів: проводили математичну обробку, парний та множинний кореляційний і регресійний аналізи – за загальноприйнятими методиками [11, 9]. Розраховано показник наявності ефекту мультиколінійності – фактор інфляції дисперсії VIF [20-23]. Також були використані комп'ютерні програми «Ms office Excel», пакет «Statistica»,

програмне середовище для статистичної обробки даних R.

Виклад основного матеріалу. За допомогою методів математичної статистики було отримано сільськогосподарську оцінку впливу погодних умов на врожайність вишні в період 2007-2019 рр. Урожайність є складною ознакою, яка залежить від багатьох чинників, тому проводили пошук кореляційних зв'язків між врожайністю вишні (Y) та комплексом гідротермічних умов (факторів) – X_i , де $i=1...10$. Обрано 20 чинників (факторів), які можуть впливати на зміни врожайності вишні. Для визначення погодних факторів, що суттєво впливають на врожайність вишні, у розрізі кожного року проаналізовано 20 парних кореляційних залежностей на етапах: вегетаційний період, цвітіння, досягання плодів та у період знімання врожаю.

За даними табл. 1, аналіз тісноти кореляційного зв'язку для десяти погодних факторів (X_i) по відношенню до врожайності вишні (Y) проведено згідно за шкалою англійського статистика Чеддока [24]. Згідно з даними табл. 1, для 10-ти погодних факторів (X_i , де $i=1...10$) встановлено середню та сильну лінійну кореляційну залежність з урожайністю вишні ($r_{YX_i} = 0,68 \dots -0,86$). Це такі фактори (X_i), як: сума активних температур за вегетаційний період, до фази досягання плодів (X_1), середньомісячна сума опадів за серпень (X_6), абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні (X_7); у період цвітіння – різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря (X_2), сума активних температур (X_3), сума ефективних температур (X_4), гідротермічний коефіцієнт, ГТК (X_5), сума та загальна кількість днів з опадами ($X_{8,9}$) та середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння (X_{10}).

Показник суми активних температур є важливим для визначення сумарної потреби рослин у теплі [18]. Згідно з рис. 1, отримані дані дають можливість констатувати, що сума активних температур вище 10°C (САТ 10) за вегетативний період (до фази досягання плодів) коливається в межах значень $955,0-1499,1^\circ\text{C}$ в інтервалі 2007 – 2019 років. Для забезпечення врожайності вишні на рівні 2010, 2013 та 2018 років, що була найвищою та досягла значень в інтервалі $9,9...11,4$ т/га, показник САТ10 за весняний період повинен мати діапазон значень на рівні $1443,1^\circ\text{C}$, $1391,6^\circ\text{C}$ та $1499,1^\circ\text{C}$ відповідно наведених років, що підтверджується результатами статистичного аналізу даних табл. 1 – для показника X_1 ($r = 0,77$).

Таблиця 1

**Результати кореляційного аналізу впливу погодних факторів (X_i)
на урожайність вишні (Y), 2007-2019рр.**

Позначення фактору X_i	Погодний фактор (i)	Парний коефіцієнт кореляції між фактором X_i і врожайністю Y , (r_{YX_i})
X_1	Сума активних температур за вегетаційний період (до фази досягання плодів), °C	0,77
X_2	Різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря в період цвітіння, °C	0,68
X_3	Сума активних температур період цвітіння, °C	0,76
X_4	Сума ефективних температур період цвітіння, °C	0,75
X_5	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння	-0,75
X_6	Середньомісячна сума опадів за серпень, мм	0,84
X_7	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %	-0,73
X_8	Сума опадів в період цвітіння, мм	-0,77
X_9	Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба	-0,86
X_{10}	Середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння, °C	0,68

Для успішного вирощування більшості європейських сортів вишні необхідна сума активних температур близько 2000...2400°C. Кількість днів за вегетаційний період з

температурою вище 15°C при цьому не повинна бути меншою 80-90. Для сортів північного походження – 100-115 безморозних днів і сума активних температур 1400...1700°C [11,13].

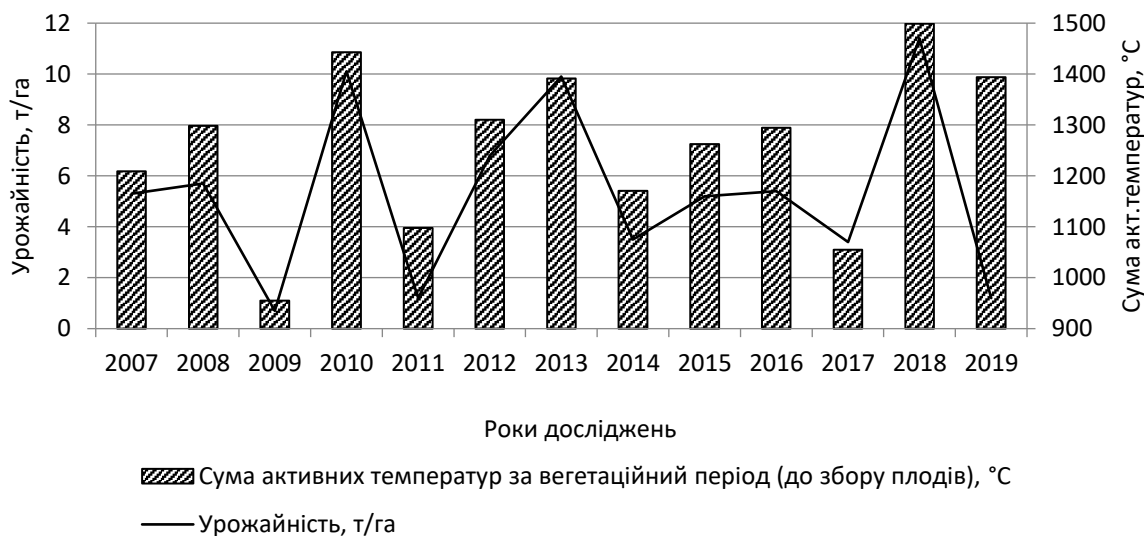


Рис. 1. Сума активних температур за вегетаційний період (X_1) (до фази досягання плодів) та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

Вплив абсолютного з мінімальних значень відносної вологості повітря у травні на врожайність досліджуваної культури відображено на рис. 2. Цей показник за зазначений період коливався в межах 13...29%. Згідно за даними рис. 2, простежується тісний обернений лінійний кореляційний зв'язок між двома параметрами ($r = -0,73$). Збільшення абсолютних з мінімальних значень відносної вологості повітря у травні в інтервалі 15...29% призводить до отримання нижчих рівнів

урожаю в інтервалі 0,7–6,8 т/га. Таку тенденцію визначено для всіх років окрім 2010, 2013, 2018 рр.

Максимальною врожайністю на рівні 9,9...11,4 т/га була сформована за показників абсолютної з мінімальних значень відносної вологості повітря в травні 13–14% у 2013 та 2018 роках. У 2010 році, рівень урожайності визначено у межах 10,1 т/га при значенні абсолютної з мінімальних показників відносної вологості повітря в травні 22%. Як виняток, підвищене значення абсолютної

ВВП за аналізований період менше впливає на формування врожайності вишні за рахунок більшої частки впливу решти оптимальних показників погодних факторів у 2010 році. Це припущення підтверджується даними науковців

півдня України, за даними Мелітопольської метеостанції, у цілому аналізом засвідчено, що 2010 рік був сприятливим для вирощування вишні і отримання сталого рівня врожаю [2].



Рис. 2. Урожайність вишні (Y) та абсолютна з мінімальних значень відносної вологості повітря у травні (X₇), 2007-2019 рр.

Аналізом впливу значень показника середньомісячної суми опадів у серпні на врожайність вишні визначено, що коливання параметру по роках досліджень відбувається в діапазоні від 0 до 42,4 мм. Дані табл. 1 підтверджують тісну сильну лінійну кореляційну залежність між значеннями суми опадів у період цвітіння (X₆) та врожайністю вишні, Y ($r_{YX_6} =$

0,84), що відображено на рис. 3. Максимальна врожайність досліджуваної культури визначена в роки з максимальним значенням суми опадів у серпні. Так, для 2013, 2018 років, коли врожайність становила 9,9...11,4 т/га, значення показника, що досліджуємо, були найбільшими та склали 36,9...42,4 мм.

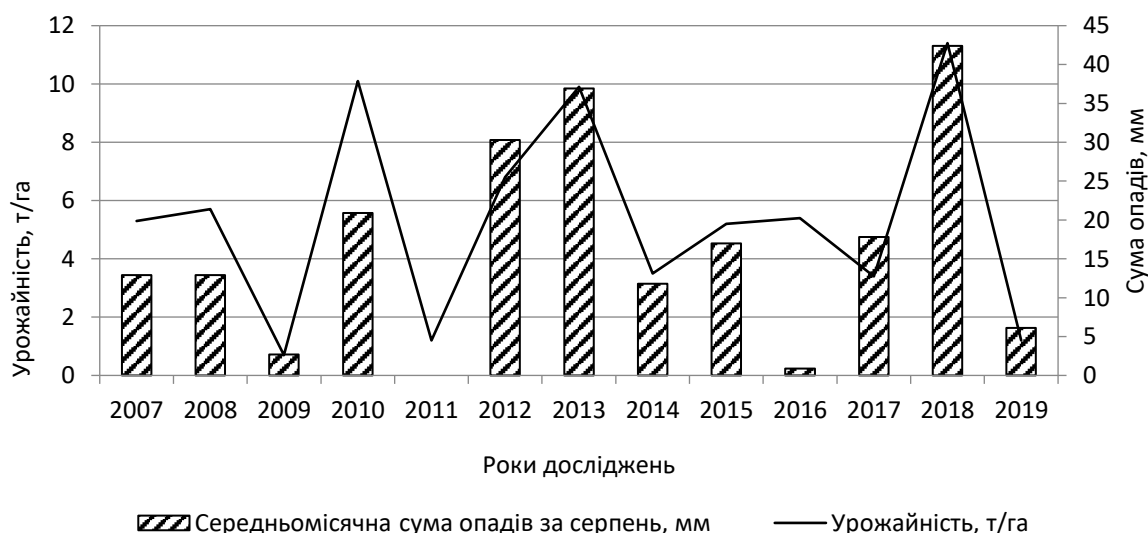


Рис. 3. Середньомісячна сума опадів за серпень (X₆) та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

Дані рис. 3 ілюструють, що у 2010 році на фоні значення середньомісячної суми опадів за серпень, яка склала 20,9 мм сформована врожайність на рівні 10,1 т/га. Вірогідно, компенсування показника

вологи відбувається в інші періоди року. За кліматичними даними кількість опадів за досліджуваний рік була близькою до багаторічного показника – 486,5 мм [2].

Слід окремо проаналізувати залежність урожайності сортів від погодних умов у період цвітіння вишні. Тривалість цвітіння у 2007 – 2019 роках варіювала від 5 до 15 діб залежно від сорту та року, а у середньому – становила близько 10 діб. Згідно з даними табл. 1, у 7 з 10-ти погодних факторів коефіцієнти множинної кореляції свідчать про наявність як прямого, так і оберненого лінійного середнього та сильного зв'язку між урожайністю і гідротермічними параметрами у період цвітіння.

Згідно з даними рис. 4, показник середніх з максимальних значень температур повітря в період цвітіння в досліджуваному інтервалі років коливається в діапазоні 17,8...25,4°C. Різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря впродовж 13 років становить від 10,7 до 18,6°C. Для двох погодних факторів (X_2 , X_{10}) по відношенню до врожайності вишні визначено прямий лінійний значний або помітний кореляційний зв'язок – $r = 0,68$. Останнє вказує на те, що впродовж років досліджень з ростом значень показників у період цвітіння: різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря та середніх з максимальних значень температур повітря, врожайність вишні буде зростати. Винятком у

наших дослідженнях із загальновизначеної тенденції є показники 2012 року. Так, на фоні максимальних значень погодних факторів, що аналізуємо (25,4 та 18,6°C), рівень урожайності склав 6,8 т/га, а на фоні максимальних їх значень упродовж 13 років досліджень 9,9...11,4 т/га. Попередні дослідження науковців Півдня України підтверджують, що на врожайність позитивний вплив мали середня і максимальна температури в період цвітіння у 83% сортів вишні, що були взяті для досліджень науковцями Мелітопольської дослідної станції садівництва ім. М. Ф. Сидоренка [2, 11, 12]. Аналіз досліджень науковців півдня України стосовно формування врожаю та якісних показників кісточкових та зерняткових культур у різні роки показує, що рівень середніх з максимальних значень температур у березні, травні є стресовим параметром для врожайності черешні, яблук, вишні. Так, занадто рання весна, що супроводжується коливаннями температури повітря, негативно впливає на рівень майбутнього врожаю плодових культур. Адже в умовах Півдня Степової зони України після березневого підвищення температури може відбуватися зниження її рівня до приморозків у квітні, а іноді і травні [9].



Рис. 4. Урожайність вишні (Y) і різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря (X_2), середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння (X_{10}), 2007-2019 рр.

Наведені дані рис. 5 дають можливість констатувати, що сума активних температур вище 10°C (SAT_{10}) у період цвітіння коливається в межах значень 114,6...261,4°C в інтервалі 2007 – 2019 років. Для забезпечення максимальної врожайності вишні на рівні 2010, 2013 та 2018 років показник SAT_{10} за досліджуваний період повинен знаходитися у діапазоні значень

209,3...261,4°C, тенденція підтверджується отриманими статистичними характеристиками визначеного сильного лінійного кореляційного зв'язку, де $r_{YX_2} = 0,76$. Для більш досконалої сільськогосподарської оцінки впливу погодних умов як на врожайність, так і на показники якості ягід, плодових культур, науковці рекомендують для вираження потреби рослин у теплі для росту і

розвитку застосовувати суми ефективних мінімуму, за якого розвивається рослина [8, 14, температур, відрахованих від біологічного 18].



Рис. 5. Сума активних температур у період цвітіння (Х₃) та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

Сума ефективних температур (СЕТ 10) у період цвітіння за 13 досліджуваних років, (рис. 6) коливається в межах значень від 34,6 до 92,6°C. Аналогічно попередньому погодному фактору спостерігається прямий сильний лінійний кореляційний зв'язок між СЕТ10 та врожайністю вишні – $r_{YX4} = 0,75$. Діапазон значень досліджуваного показника для отримання максимальної врожайності культури на рівні 2013 та 2018 років повинен становити: 91,4...92,6°C.

Винятком із загальновизнаної тенденції є співвідношення значень СЕТ10 та врожайності вишні у 2012 році. Так, на фоні високого значення погодного фактора (СЕТ10 – 83,8°C) врожайність сформована на рівні 6,8 т/га проти рівня врожайності 2010 року – 10,1 т/га при СЕТ10 – 59,3°C, що можна пояснити впливом інших погодних факторів в аналізовані роки, які мають здатність компенсувати гідротермічні умови за рахунок інших періодів вегетації вишні [8, 11, 13].

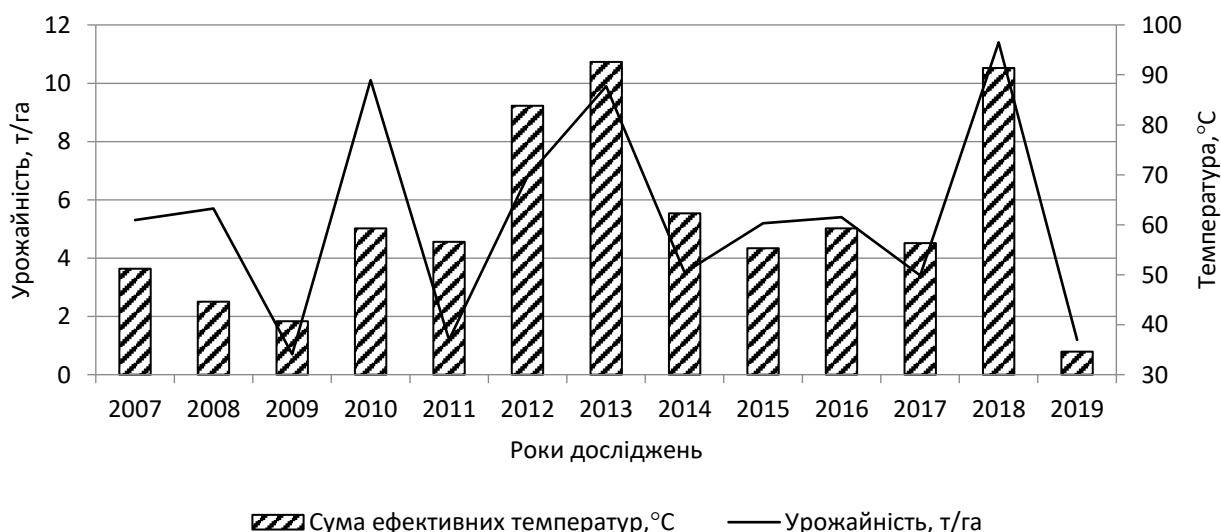


Рис. 6. Сума ефективних температур у період цвітіння (Х₄) та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

На інтенсивність росту плодових культур та їх урожайність поряд із теплозабезпеченістю відіграє важливу роль і забезпеченість вологою. Останній показник оцінюють за середніми

сумами опадів, гідротермічним коефіцієнтом та іншими параметрами.

Узагальненою характеристикою тепло- і вологозабезпеченості певного періоду вегетації

рослин є гідротермічний коефіцієнт (ГТК). У наших дослідженнях (рис.7) ГТК за роки визначень у період цвітіння вишні коливався в межах 0,00...3,04.

Аналіз отриманих даних за 13 років досліджень дозволив визначити, що у 2010, 2012 – 2016 та 2018 роках показник ГТК у період цвітіння був нижче 1 та коливався в інтервалі 0,0...0,9.

Значення ГТК у період цвітіння для 2010, 2013, 2018 років, у які отримана найвища врожайність вишні, склала 0,0...0,1. Визначено лінійний обернений сильний кореляційний зв'язок між значеннями ГТК та врожайністю вишні по роках досліджень, що підтверджено даними табл. 1, $r_{YX_5} = -0,75$.

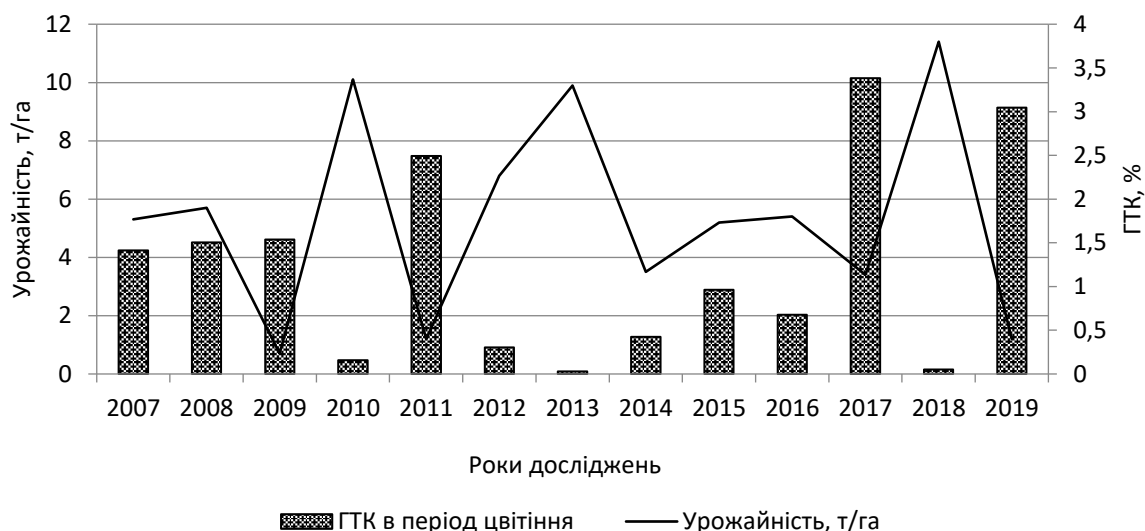


Рис. 7. Гідротермічний коефіцієнт, ГТК (X_5) в період цвітіння та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

Аналізом впливу значень суми опадів у період цвітіння на врожайність вишні визначено, що коливання параметра за роками досліджень відбувається в діапазоні від 0,7 до 46,1 мм. Дані табл. 1 підтверджують сильний обернений лінійний кореляційний зв'язок між значеннями суми опадів у період цвітіння (X_8) та врожайністю вишні, $r_{YX_8} = -0,77$. Визначену залежність відображено на рис. 8. Максимальна врожайність досліджуваної культури визначена у роки з

мінімальною кількістю суми опадів у період цвітіння. Так, для 2010, 2013, 2018 років, коли врожайність становила 9,9...11,4 т/га, сума опадів у період цвітіння коливалася від 0,7 до 3,3 мм.

Аналіз причин зниження врожайності при збільшенні показників як суми опадів, так і кількості днів з опадами в період цвітіння, свідчить, що за цих умов може відбуватися гальмування або повне призупинення процесу запилення дерев [2].



Рис. 8. Сума опадів у період цвітіння (X_8) та врожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

Виявлено вплив загальної кількості днів з опадами у період цвітіння на врожайність вишні. У роки з мінімальною кількістю днів з опадами за період цвітіння (2 доби) формуються високі, у межах років, рівні врожайності (рис.9). Стосовно впливу значень загальної кількості днів з опадами у період цвітіння (X_9) на врожайність плодів досліджуваної кісточкової породи визначено сильний, обернений, лінійний, кореляційний зв'язок: $r_{YX_9} = -0,86$ (табл.1). Аналіз причин

зниження врожайності при збільшенні як суми опадів, так і кількості днів з опадами в період цвітіння, засвідчує, що таке явище може бути при гальмуванні або повному призупиненні процесу запилення дерев під впливом опадів [2].

За допомогою множинного лінійного регресійного аналізу на 95% рівні вірогідності побудовано моделі залежності врожайності вишні (Y) від погодних умов (X_i , де $i=1...10$), що склалися в Запорізькій області у 2007 – 2019 рр.



Рис. 9. Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння (X_9) та урожайність вишні (Y), 2007-2019 рр.

В табл. 2 наведено парні коефіцієнти кореляції між факторами, які свідчать про сильний лінійний кореляційний зв'язок між ними. Тобто проявляється ефект мультиколеніарності факторів.

Ефект мультиколеніарності підтверджують, також, і великі значення показника фактора інфляції дисперсії VIF (табл. 3).

Таблиця 2

Кореляційна матриця

Фактори	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Y	1,000	0,769	0,679	0,759	0,757	0,753	0,839	0,728	0,772	0,864	0,677
X ₁	0,769	1,000	0,545	0,469	0,468	0,518	0,607	0,388	0,618	0,463	0,530
X ₂	0,679	0,545	1,000	0,425	0,706	0,584	0,808	0,676	0,724	0,477	0,719
X ₃	0,759	0,469	0,425	1,000	0,779	0,794	0,590	0,596	0,635	0,798	0,688
X ₄	0,757	0,468	0,706	0,779	1,000	0,672	0,841	0,845	0,652	0,765	0,907
X ₅	0,753	0,518	0,584	0,794	0,672	1,000	0,562	0,674	0,945	0,816	0,742
X ₆	0,839	0,607	0,808	0,590	0,841	0,562	1,000	0,897	0,644	0,700	0,746
X ₇	0,728	0,388	0,676	0,596	0,845	0,674	0,897	1,000	0,722	0,787	0,752
X ₈	0,772	0,618	0,724	0,635	0,652	0,945	0,644	0,722	1,000	0,742	0,728
X ₉	0,864	0,463	0,477	0,798	0,765	0,816	0,700	0,787	0,742	1,000	0,665
X ₁₀	0,677	0,530	0,719	0,688	0,907	0,742	0,746	0,752	0,728	0,665	1,000

Таблиця 3

Показник VIF

Фактори	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
VIF	15,237	27,050	71,389	105,205	354,957	89,727	74,024	201,828	18,516	51,395

При побудові регресійної моделі залежності врожайності Y вишні від факторів погодних умов ($X_i, i = 1 \dots 10$) більшість факторів виявилися незначними при одночасно великому значенні коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,9958$.

Регресійна модель залежності врожайності Y вишні від факторів погодних умов ($X_i, i=1\dots10$) має вигляд:

$$Y=10,022-0,003X_1-1,151X_2-0,017X_3+0,105X_4+0,049X_5+0,431X_6+0,945X_7-0,187X_8-0,758X_9-0,479X_{10}.$$

Усі фактори, за винятком факторів X_6 і X_7 , при перевірці за критерієм Ст'юдента при рівні значущості $\alpha=0,05$ виявилися незначимими.

З метою усунення ефекту мультиколеніарності та побудови ефективної моделі регресії пропонується видалити з розгляду корелюючі фактори та залишити ті з них, які найбільше впливають на продуктивність Y .

З метою виявлення тих факторів, які доречно враховувати, проведено статистичний аналіз регресійних моделей, побудованих за різних доборів факторів та перевірено кожен з розроблених моделей за різними критеріями їх якості.

Як відомо, показником наявності ефекту мультиколеніарності є фактор інфляції дисперсії VIF [20]:

$$VIF = 1/(1 - R_j^2),$$

де R_j^2 – коефіцієнт детермінації регресії фактора X_j від інших факторів.

Вважають, що значення $VIF>10$ свідчить про наявність кореляції даного фактора X з іншими.

Для порівняння якості моделей використовують критерій Акаїке AIC [21].

$$AIC = 2k + n(\ln(2\pi RSS/n) + 1),$$

де $RSS = \sum \varepsilon_i^2$ – остаточна сума квадратів; n – кількість спостережень; k – кількість параметрів регресійної моделі.

Для порівняння регресійних моделей з різною кількістю факторів використовують нормований коефіцієнт детермінації [22]:

$$R_{adjusted}^2 = 1 - (1 - R^2)((n - 1)/(n - k)),$$

де R^2 – коефіцієнт детермінації; n – кількість спостережень; k – кількість параметрів регресійної моделі.

Таким чином, як критерії для порівняння моделей пропонуємо такі: кількість факторів, залучених в моделі, кількість незначущих факторів в моделі, кількість факторів, які мають значення показника $VIF>10$ (тобто кількість факторів, які породжують ефект мультиколеніарності), значення оцінки моделі за критерієм AIC (вважається, що чим кращою є модель, тим менше значення критерію), значення показника нормованого коефіцієнта детермінації $R_{adjusted}^2$. У табл. 4 наведено показники, за якими було порівняно моделі.

Таблиця 4

Порівняння регресійних моделей

Перелік факторів в регресійній моделі	Кількість факторів в моделі	Кількість незначущих факторів в моделі	Кількість факторів, для яких $VIF>10$	Максимальне значення VIF	Оцінка моделі за критерієм AIC	$R_{adjusted}^2$
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	10	9	9	324	21,07	0,9749
$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	9	2	6	82	19,07	0,9833
$X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	8	1	3	24	21,33	0,9826
$X_2, X_4, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	7	1	2	14	24,13	0,9799
$X_2, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	6	2	1	11	28,68	0,9722
$X_2, X_3, X_4, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	8	6	3	24	21,33	0,9826
$X_2, X_7, X_8, X_9, X_{10}$	5	4	0	4	57,48	0,7455

Однозначно найкращої моделі за всіма критеріями не визначено. Тому запропоновано визначити найбільш ефективну модель, виходячи з практичної доцільності. Вибираємо модель, у якій, по-перше, найменшим є значення слабко впливових факторів і, по-друге, найбільші значення показника AIC.

Це модель:

$$Y=4,040-0,634X_2+0,054X_4+0,3281X_6+0,670X_7-1,122X_8-0,755X_9-0,392X_{10}.$$

Узагальнений коефіцієнт детермінації дорівнює $R_{adjusted}^2 = 0,996$, що свідчить про суттєвий зв'язок виділених факторів з показником Y . Значення статистики при перевірці адекватності моделі за критерієм Фішера $F=84,44$ при значенні $p\text{-value}=6,898 \cdot 10^5$, що свідчить про адекватність моделі за рівня значущості $\alpha=0,05$.

Наведене вище рівняння у цілому є статистично значущим, але все одно воно містить корельовані фактори. Це означає, що хоча описана залежність урожайності вишні від

стресових погодних факторів може служити основою для прийняття деяких управлінських рішень та отримане рівняння регресії можна використовувати для побудови статистичних прогнозів, але робити висновки щодо ступеня впливу кожного фактора окремо на врожайність вишні є неможливим [22, 23].

Висновки та перспективи досліджень. Згідно з узагальненнями, в умовах Південного Степу України визначено вплив погодних факторів регіону на формування рівнів урожайності вишні у межах 2007-2019 років досліджень. Проведення кореляційного аналізу дозволило визначити десять основних погодних факторів, що мають помітний (значний) та сильний, як прямий, так і обернений лінійний кореляційний зв'язок з урожайністю вишні ($r = 0,68...-0,86$). До основних стресових погодних факторів в умовах Південного степу України, що найбільше впливають на врожайність вишні відносять:

- суму активних температур вище 10°C (САТ 10) за вегетаційний період (до періоду досягання плодів); максимальною врожайність вишні за роки досліджень у діапазоні $9,9...11,4$ т/га формувалася на фоні значень САТ10 $1391,6...1499,1^{\circ}\text{C}$ ($r_{YX1} = 0,77$);

- абсолютне з мінімальних значень відносної вологості повітря в травні; найвища врожайність $9,9...11,4$ т/га була отримана при значеннях параметра 13 – 14% у 2013 та 2018 роках ($r_{YX7} = 0,73$);

- коливання середньомісячної суми опадів у серпні по роках досліджень відбувається в діапазоні від 0 до $42,4$ мм; оптимальна врожайність досліджуваної культури визначена у роки з максимальним значенням суми опадів у серпні при їх кількості $36,9...42,4$ мм ($r_{YX6} = 0,84$);

- показник середніх з максимальних значень температур повітря в період цвітіння у досліджуваному інтервалі років коливається в діапазоні $17,8...25,4^{\circ}\text{C}$; у погодного фактора по відношенню до врожайності вишні визначений прямий міцний кореляційний зв'язок – $r_{YX10} = 0,68$;

- різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря впродовж 13 років становить від $10,7^{\circ}\text{C}$ до $18,6^{\circ}\text{C}$; а значення r у досліджуваного гідротермічного параметру по відношенню до врожайності вишні – $r_{YX2} = 0,68$;

- сума активних температур вище 10°C (САТ10) у період цвітіння; для забезпечення максимальної врожайності черешні на рівні 2010,

2013 та 2018 років повинна знаходитися у діапазоні значень $209,3...261,4^{\circ}\text{C}$, тенденція підтверджується значенням $r_{YX1} = 0,76$;

- сума ефективних температур вище 10°C в період цвітіння (СЕТ10); діапазон значень досліджуваного показника для отримання максимальної врожайності культури на рівні 2013 та 2018 років повинна становити – $91,4...92,6^{\circ}\text{C}$ ($r_{YX4} = 0,75$);

- гідротермічний коефіцієнт у період цвітіння; значення ГТК для 2010, 2013, 2018 років, в які збирали найвищу врожайність вишні, дорівнює $0,0...0,1$ ($r_{YX5} = -0,75$);

- сума опадів у період цвітіння; максимальна врожайність досліджуваної культури ($9,9 - 11,4$ т/га) визначена в роки з мінімальним значенням суми опадів у період цвітіння на рівні значень від $0,7$ до $3,3$ мм ($r_{YX6} = -0,77$);

- загальна кількість днів з опадами в період цвітіння; в інтервалі досліджуваних років має бути мінімальною не більше 2 діб; між урожайністю та досліджуваним параметром визначено сильну зворотну кореляційну залежність при $r_{YX9} = -0,86$.

Кореляційно-регресійним аналізом, при порівнянні показників критерію AIC, нормованих коефіцієнтів детермінації $R^2_{adjusted}$, кількості незначимих факторів в моделі, показників фактора інфляції дисперсії VIF було побудовано модель:

$$Y = 4,040 - 0,634X_2 + 0,054X_4 + 0,3281X_6 + 0,670X_7 - 1,122X_8 - 0,755X_9 - 0,392X_{10}$$

Розробка останньої дала можливість спрогнозувати урожайність вишні залежно від впливу стресових факторів оточуючого середовища.

Зважаючи на те, що проведений кореляційний аналіз – це початковий етап досліджень зазначених показників, то на перспективу плануємо використати інші статистичні методи та поглиблений регресійний аналіз впливу погодних чинників на врожайність вишні, що дасть можливість проаналізувати ступінь впливу кожного фактора окремо на врожайність вишні. Також доцільно було б проаналізувати вплив агрокліматичних чинників на врожайність вишні у розрізі строків досягання, а також визначити залежність між погодними факторами та товарними якістьми плодів досліджуваної культури.

Список використаних джерел:

1. Галузева програма розвитку садівництва України на період до 2025 року. Київ, 2008. 76с.
2. Шкіндер-Барміна А.М. Господарсько-біологічна оцінка сортів вишні в умовах Південного Степу України: автореферат дис. канд. с.-г. наук: 06.01.07. Київ, 2014. 36 с.

3. Туровцева В.А., Туровцев Н.И., Туровцева Н.Н. Результаты селекции вишни в Институте орошаемого садоводства им. М.Ф. Сидоренка УААН. Сад, вино, виноград Украины. 2007. №3. С. 8-15.
4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році (витяг станом на 7.02.2006 року) / за ред. В.В. Волкодава; Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Київ: Алефа, 2006. 230 с.
5. Туровцева В. А., Туровцев Н. И., Шкиндер-Бармина А. Н., Туровцева Н. Н. Создание сортов вишни и дюков на юге Украины. Методологическое обеспечение селекции садовых культур и винограда на современном этапе. Краснодар, 2013. Т. 1. С. 135-142.
6. Районовані сорти плодкових і ягідних культур селекції Інституту зрошуваного садівництва / за ред. М. І. Туровцева, В. О. Туровцевої. Київ: Аграрна наука, 2002. 148 с.
7. Multicriteria Optimization of Quality Indicators of Sweet Cherry Fruits of Ukrainian Selection During Freezing and Storage / I. Ivanova et al. Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations. Conference proceedings. 2019. P. 707-717.
8. Effect of Living Mulch on Chlorophyll Index, Leaf Moisture Content and Leaf Area of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) / T. Gerasko et al. Modern Development Paths of Agricultural Production: Trends and Innovations. Conference proceedings. 2019. P. 681-688.
9. Сердюк М. Е., Расторгуев А. Б. Оценка влияния погодных факторов на урожайность яблони в условиях Южной степной зоны Украины. Плодоводство. Самохваловичи, 2013. Т. 25. С.132-140.
10. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины / под ред. В. П. Копаня. Київ: Одеск, 1999. 208 с.
11. Бублик М. О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ: Нора-Друк, 2005. 288 с.
12. Орехова В. П. Сорта вишни для промышленных садов степного Крыма. Интенсификация селекции и внедрения в производство новых сортов плодовых культур. Ялта, 1989. Т. 107. С. 105-117.
13. Куян В. Г. Спеціальне плодівництво. Київ: Світ, 2004. 464 с.
14. Юшев А. А. Вишня и черешня. Ленинград: Агропромиздат, 1985. 72 с.
15. Сухоцкая С. Г. Зимостойкость сортов и отборных форм вишни степной в лесостепи Омской области. Интродукция и сортоизучение плодово-ягодных культур в Западной Сибири. Новосибирск, 1984. Вып. 3. С. 41-49.
16. Онищук И. С., Сергеев В. Ф., Одинцова В. А. Весенние заморозки и уменьшение их влияния на почки косточковых деревьев. Садоводство и виноградарство. 1997. № 2. С. 5-7.
17. Система ведення сільського господарства Запорізької області. Запоріжжя: ЦНТІ, 2006. 244 с.
18. Експерти пояснили причину «космічних» цін на черешню. UA.NEWS: веб-сайт. URL: <https://ua.news/ua/eksperty-rozysnyly-prychynu-kosmichnyh-tsin-na-chereshnyu/> (дата звернення: 22.07.2019).
19. Serdyuk M., Stepanenko D., Kurchev S. The study of mass loss intensity of plum fruit during storage. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 1/10, № 79. P. 42-48.
20. Kutner M. H., Nachtsheim C., Neter J. Applied Linear Statistical Models (4thedn.) McGraw-Hill Education, 2004. 701 p. URL: <https://www.amazon.com/Applied-Linear-Regression-Models-Student/dp/0073014664> (Last accessed: 1.11.2019).
21. Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 1974. Т. 19. С. 716-723.
22. Бахрушин В. Е. Методы оценивания характеристик нелинейных статистических связей. *Системные технологии*. 2011. № 2 (73). С. 9-14.
23. Aiken L. S., West S. G. Multiple regression: Testing and interpreting interaction. Newbury Park. SAGE Publication. Inc, 1991. 224 p.
24. Куприенко Н. В., Пономарева О. А., Тихонов Д. В. Статистические методы изучения связей. Кореляционно-регрессионный анализ: учебное пособие. Санкт-Петербург, 2009. 115 с.

И. Е. Иванова, М. Е. Сердюк, В. М. Малкина, А. Н. Шкиндер-Бармина, И. А. Кривонос.

Урожайность вишни в зависимости от климатических условий лет выращивания.

В ходе исследований в результате комплексного использования методов математической статистики были проанализированы 20 парных корреляционных зависимостей на этапах: вегетационный период, цветение, созревание плодов и в период съема урожая. У десяти определено влияние 10 погодных факторов на урожайность вишни за период 2007-2019 гг.

Модель урожайности вишни под влиянием абиотических погодных факторов разработанная нами, имеет следующий вид:

$$Y=4,040-0,634X_2+0,054X_4+0,3281X_6+0,670X_7-1,122X_8-0,755X_9-0,392X_{10}.$$

Данная модель позволяет спрогнозировать урожайность вишни в зависимости от влияния стрессовых факторов погодных условий.

Ключевые слова: урожайность, вишня, погодные факторы, многофакторная модель, температура, осадки, влажность воздуха.

I. Ivanova, M. Serdiuk, V. Malkina, A. Shkinder-Barmina, I. Kryvonos. **Cherry yield depending on the climatic conditions of the cultivation years.**

During the research as a result of the complex use of mathematical statistics methods, 20 paired correlation dependencies were analyzed at the stages: vegetation period, flowering, fruit ripening and during harvesting. Ten weather factors have determined their impact on cherry yield for the period 2007-2019.

The calculated cherry yield model under the influence of abiotic weather factors has the following form:

$$Y=4,040-0,634X_2+0,054X_4+0,3281X_6+0,670X_7-1,122X_8-0,755X_9-0,392X_{10}$$

The development of the latter made it possible to predict the cherry yield depending on the influence of stressful environmental factors.

Keywords: yield, cherry, weather factors, multifactorial model, temperature, precipitation, humidity.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

М. І. Кулик, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0241-6408

І. І. Рожко, аспірант

ORCID ID: 0000-0002-0646-4004

Полтавська державна аграрна академія

Н. О. Сиплива, кандидат біологічних наук

ORCID ID: 0000-0003-0921-6361

Ю. О. Божок, старший науковий співробітник

ORCID ID: 0000-0002-3830-7249

Український інститут експертизи сортів рослин

Результатами досліджень встановлено вплив біометричних (кількісних) показників генеративної частини рослин проса прутіподібного або світчграсу (*Panicum virgatum* L.) (довжини та кількості волотей), маси 1000 насінин на насінневу продуктивність, що обумовлюють і загальний врожай насіння. Установлено, що відсоток виходу кондиційного насіннєвого матеріалу пов'язаний із умовами вегетації – особливо періоду формування та дозрівання насіння. Урожайність насіння проса прутіподібного знаходиться в тісній кореляційній залежності з виходом кондиційного насіння ($r=0,74...0,80$). За результатами визначено, що врожайність насіння проса прутіподібного за вирощування на родючих ґрунтах на 26% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції $r=0,51$, та на 23% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції $r=0,48$. Використання заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з наступною обробкою насіннєвого матеріалу препаратом гумінової природи (Гуміам) збільшує на 36,7% лабораторну та на 29,6% польову схожість насіння проса прутіподібного, вирощеного на родючих ґрунтах, та відповідно на 19,5 та 32,6% – на малопродуктивних, та скорочує терміни проходження між-фазних періодів вегетації.

Ключові слова: просо прутіподібне, ґрунти, насіння, опади, температура повітря, умови вирощування, урожайність.

Постановка проблеми. Зростання обсягів та постійне споживання і виснаження поновлюваних джерел енергії, збільшення їх собівартості змушує науковців все більше уваги звертати на поновлювану сировину, що має економічні та екологічні переваги порівняно із іншими ресурсами для відновлюваної енергії [1, 2].

У цьому плані найкращим джерелом для майбутнього є поновлювана рослинна сировина енергетичних культур, з-поміж яких найбільш поширеними на території України є просо прутіподібне (світчграс), види міскантусу та верби [3].

Просо прутіподібне – посухостійкий багаторічний злак, що має спрощену технологію вирощування з мінімальним застосуванням добрив та відсутність зрошення. Це впливає на зменшення витрат енергії при вирощуванні культури, зменшує вартість виробництва і знижує

кількість викидів парникових газів. Більш того, просо прутіподібне невибагливе до ґрунтів рослина і не є конкурентом продовольчим культурам, адже вирощується на малопродуктивних землях [4].

Біопаливо, отримане із сировини проса прутіподібного, використовують для виробництва твердого (паливні гранули, брикети) та рідкого біопалива – целюлозного етанолу [5].

Біомаса проса прутіподібного, окрім використання для біопалива, має цілий ряд економічних переваг та широкий спектр використання в птахівництві, тваринництві, паперовій, будівельній та фармацевтичній сферах [6].

Зважаючи на широкий спектр використання проса прутіподібного, виникає необхідність розширення площ для його вирощування в Україні, але низька врожайність та схожість насіння стримує цей процес. Тому, для

розв'язання окресленої проблеми в даній науковій публікації здійснена спроба знайти шляхи збільшення врожайності насіння та поліпшення посівних кондицій насіннєвого матеріалу проса прутіподібного. Це і обумовило актуальність наших досліджень згідно з обраною тематикою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Просо прутіподібне належить до рослин з С4 типом фотосинтезу, що обумовлює його посухостійкість за рахунок збільшення ефективності водоспоживання і зменшення випаровування води рослинами [7]. Що, на фоні

підвищення температурного фактора, частих посух та малосніжних зим, є надійним чинником адаптації культури до ґрунтово-кліматичних умов України.

Рослини проса прутіподібного невибагливі до ґрунтів і на збіднених на поживні елементи ґрунтах здатні нормально рости і формувати потужну біомасу за рахунок кількісних показників рослин – густоти та висоти стеблостою, забезпечуючи потужну надземну вегетативну масу, певний рівень врожаю насіння як під час вегетаційного періоду, так і на час закінчення вегетації [8] (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Просо прутіподібне: а – під час вегетації, б – на час закінчення вегетації

Просо прутіподібне проходить повний цикл розвитку в умовах України (від насіння до насіння) протягом першого вегетаційного періоду. Завершує інтенсивну вегетацію в жовтні–листопаді, що залежить від сортових властивостей генотипу. Після перезимівлі, рано навесні починається інтенсивне відростання рослин. Фаза кущіння настає в травні, виходу в трубку – відмічається з 2-ї декади липня. Цвітіння проходить з 3-ї декади липня до 1-ї декади серпня. Достигання насіння – кінець вересня–середина жовтня. Вегетаційний період може тривати від 125 до 185 діб [9].

В умовах України урожайність надземної фітомаси проса прутіподібного в період появи волоті становить 42,0...64,0 т/га, в період цвітіння – 42,7...70,2 т/га, сухої маси – 10,0...15,0 т/га; насіння – 500...600 (іноді до 1000) кг/га. Енергопродуктивність рослин – 40...60 (до 80) Гкал/га [10].

За кордоном було визначено оптимальні агроприйоми під час вирощування проса прутіподібного на корм чи насіння. Коли рослини сформували насіння, виробники оцінюють свої посіви, щоб визначити, чи залишити рослини на насіннєві цілі або ж для використання на біомасу, чи використати фітомасу на корм тваринам, або для виробництва сіна [11].

У випадку скошування проса прутіподібного на насіння його збирають шляхом безпосереднього комбайнування культури або шляхом валкового збирання з наступним обмолотом після підсихання волотей. Оптимальний строк збирання урожаю насіння проса прутіподібного – це період, коли у більшості колосків волотей достигне насіння, з частковим відділенням насіння від квіткових лусок. Основною перевагою прямого комбайнування є те, що цей захід потребує менше операцій по полю. Роздільний спосіб зі збиранням

валків дозволяє зрізати рослини до моменту самовисипання насіння з волотей, що у деяких сортів збільшує вихід насіння. Після збирання урожаю насіння, воно повинно бути кондиційним, для цього видаляють відходи, насіння бур'янів, насіння сільськогосподарських культур та інших матеріалів. Типовий тест на насіння повинен відповідати встановленим нормам: чистота насіння $\geq 95\%$, схожість – не менше 40% , спокій насіння $\geq 50\%$ [12].

Важливим чинником вирощування проса прутіподібного є отримання оптимальних сходів. Враховуючи те, що просо прутіподібне має порівняно дрібне насіння – маса 1000 шт. – від 1,76 до 1,96 г з високим рівнем спокою, що пояснюється пристосуванням дикоростучих рослин до можливих несприятливих ґрунтових і погодних умов, тому значна частина насіння від загальної маси знаходиться в стані органічного спокою [13]. Це пов'язано із розтягнутим терміном його післязбирального досягання та будовою насінних лусок, які перешкоджають надходженню води до насінини. Тому, для підвищення схожості насіння використовують різні способи підвищення цього показника: обробка розчином солей та кислот, скарифікацію, сортування за аеродинамічними властивостями, відбір за питомою масою тощо [14].

В умовах України встановлено, що значна частина насіння проса прутіподібного від загальної маси знаходиться в стані органічного спокою, який для кожної окремої партії насіння може тривати один, два, три і більше років. Авторами при вивченні різноякісності насіння культури залежно від розміщення насіння на пагонах різних порядків встановлено, що за результатами підрахунків середньої схожості насіння має різницю в 1% . Середня лабораторна схожість насіння I порядку становила 11% , насіння II порядку – 10% [15].

Нашими попередніми дослідженнями визначено закономірності формування врожайності насіння та шляхи підвищення його схожості залежно від умов вирощування та підготовки [16, 17]. Іноземні вчені встановили, що більша врожайність насіння проса прутіподібного забезпечується на збільшеному фоні азоту за умови зменшення ширини міжряддя. Найбільш пластичним до умов вирощування, з високою продуктивністю насіння виявився сорт проса прутіподібного Кейв-ін-рок на 2 і 3-й рік вегетації на фоні збільшених доз добрив [18].

Неоднозначність тлумачення науковців щодо можливостей збільшення насінневої продуктивності та поліпшення посівної придатності насіння проса прутіподібного

спонукає нас до проведення досліджень. Вивчення шляхів збільшення врожайності насіння, з урахуванням ґрунтових і погодних умов вегетації, та визначення найбільш дієвих заходів допосівної підготовки насіння проса прутіподібного на основі вивчення тривалості післязбирального досягання його, застосування фізичних методів впливу дозволить підвищити посівні якості насінневого матеріалу.

Мета дослідження. Вивчити особливості формування насінневої продуктивності проса прутіподібного залежно від погодних та ґрунтових умов, а також окремих агрозаходів. Дослідити вплив заходів допосівної підготовки насіння на його посівні якості.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в центральній частині Лісостепу України шляхом закладання польових та проведення лабораторних дослідів з сортозразком проса прутіподібного Кейв-ін-рок в однотипових умовах, але на різних ґрунтах: фактор А – родючі ґрунти з вмістом гумусу 4% та низькородючі ґрунти (малопродуктивні ґрунти) з вмістом гумусу менше 2% ; фактор Б – погодні умови за ГТК під час формування та досягання насіння: посушливі, оптимальні та вологі.

Площа кожної облікової ділянки була $5,0 \text{ м}^2$, повторність досліду – чотириразова. Розміщення ділянок на площі поля – рендомізоване. Облік кількісних показників рослин, визначення врожайності насіння проводили на час закінчення вегетації рослин – з пробних снопів, які відбирали з 1 м^2 у чотирикратній повторності по діагоналі кожної ділянки.

У дослідях виконували такі спостереження, обліки та аналізи: планування та закладка експериментів за методикою наукових досліджень в агрономії [19] та методичними рекомендаціями [20]; фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили за методикою [21]; визначення кількісних показників рослин проса прутіподібного – за відповідними методиками [22, 23]; облік урожайності насіння проводили шляхом подільного зважування насінневого матеріалу з наступним перерахунком на гектарну норму [24]; посівні якості насіння та масу 1000 насінин визначали згідно з ДСТУ 4232-2003 [25, 26], допосівну підготовку насіння – згідно з [27]; гуміновий препарат для обробки насіння – Гуміам (гумат амонію) [28], статистичну обробку результатів досліджень виконували за допомогою дисперсійного, кореляційного-регресійного аналізів з використанням комп'ютерної програми Statistica-6.0.

Виклад основного матеріалу. Зважаючи на те, що просо прутіподібне досить чутливе до змін

погодних умов упродовж вегетації, тому за встановлення насінневої продуктивності культури досить важливою є характеристика метеорологічних показників, які були в період проведення досліджень (рис. 2).

Середнє значення тренду середньодобової температури повітря протягом травня-вересня свідчить про підвищення значення зазначеного показника протягом 2013–2014 років та значне зниження у 2012 і 2015 рр. Кількість опадів за цей

проміжок часу варіювала у значних межах. Більш об'єктивний показник, що характеризує погодні умови – це гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який варіював у межах – від 0,7 (2012 р.) до 1,2 (2015 р.).

Проаналізувавши погодні умови вегетаційного періоду, згідно з показником ГТК, визначено, що 2012 і 2013 роки відмічено як посушливі, 2015 рік – більш вологий, а для 2014 і 2016 рр. характерна середня кількість опадів.

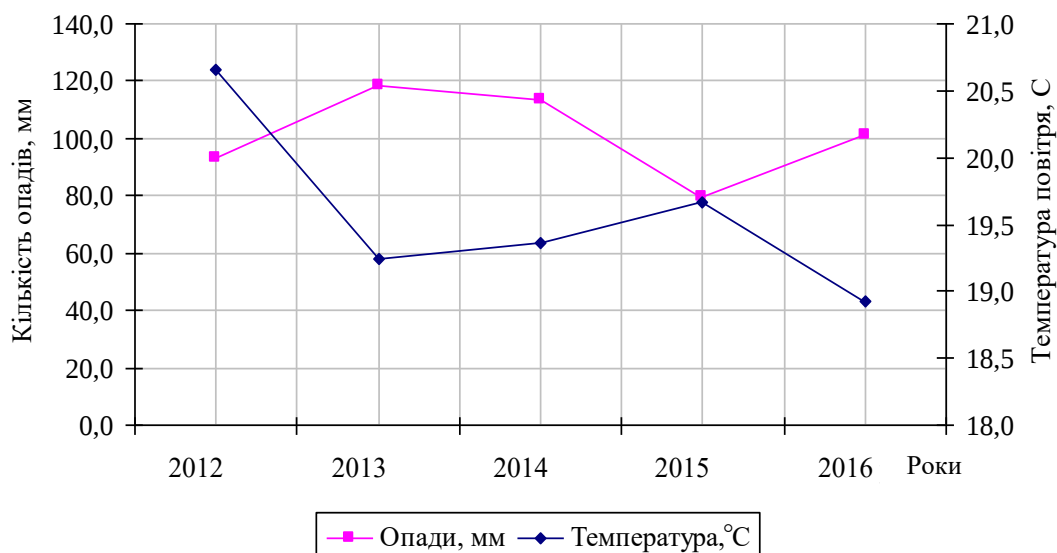


Рис. 2. Погодні умови протягом вегетаційного періоду проса прутіподібного, 2012–2016 рр.

Маса 1000 насінин з рослин на родючих ґрунтах змінювалася у межах від 1,53 до 1,94 г. Найбільша маса 1000 насінин з рослин проса прутіподібного сформувалася в умовах у 2014–2016 рр. (з ГТК близьким або більше 1,0), суттєво менша – у 2012–2013 рр., які мали показники ГТК менше 1,0, що характеризує цей період як посушливий. На малопродуктивних землях

кількісні показники генеративної частини рослин були суттєво меншими, але тенденція щодо їх зміни по роках дослідження залишилася без змін.

Вихід кондиційного насіннєвого матеріалу проса прутіподібного залежав від вмісту домішок, особливо насіннєвих лусок у зібраному насінні (рис. 3).

Таблиця 1

Урожайність кондиційного насіння проса прутіподібного (т/га) залежно від умов вирощування, 2012–2016 рр.

Ґрунтові умови вирощування (фактор А)	Погодні умови вирощування (фактор Б)	Продуктивність насіння, кг/м ²	Урожайність насіння, т/га	+ / – до оптимальних умов року, %
Варіант 1	посушливі	0,056	0,559	– 37,6
	оптимальні	0,090	0,896	–
	зволожені	0,077	0,762	– 15,0
Середнє за роки		0,074	0,739	–
Варіант 2	посушливі	0,029	0,289	– 45,1
	оптимальні	0,053	0,526	–
	зволожені	0,045	0,451	– 14,3
Середнє за роки		0,042	0,422	–
НІР ₀₅ (фактор А)		0,011	0,106	–
НІР ₀₅ (фактор Б)		0,019	0,187	–
НІР ₀₅ (фактор А і Б)		0,004	0,006	–

Примітка: варіант 1 – родючі ґрунти, варіант 2 – малопродуктивні ґрунти.

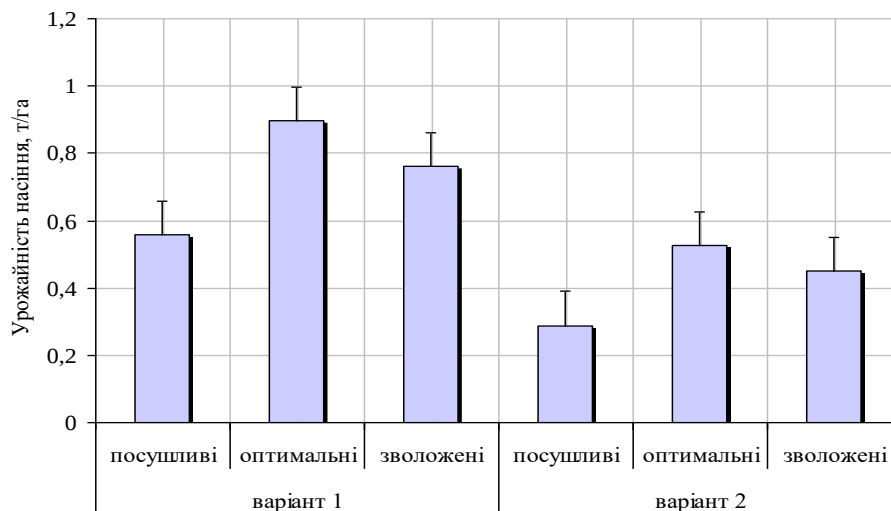
Найбільшу насіннєву врожайність на родючих ґрунтах рослини проса прутіподібного формували у роки з ГТК періоду формування і досягання насіння близьким до оптимального (0,896 т/га), що пов'язано із морфологічними показниками волоті та погодними умовами, які склалися під час вегетації культури у цей період. Середнє значення за даним показником зафіксовано у вологі роки (0,762 т/га), суттєво менша врожайність насіння була у роки, які характеризувалися посушливими умовами

періоду (0,559 т/га). Це підтверджується даними дисперсійного аналізу за рівня значущості $p < 0,05$ (табл. 2). Аналогічна ситуація, але із нижчими показниками за врожайністю насіння зафіксована на малопродуктивних ґрунтах. Урожайність насіння проса прутіподібного змінювалася від 0,289 (посушливі роки) до 0,526 т/га з найбільшим значенням у роки з ГТК близьким до 1, посушливі роки забезпечили рівень врожайності насіння на рівні 0,451 т/га (рис. 4).

Таблиця 2

Дисперсійний аналіз даних врожайності насіння (т/га) проса прутіподібного

	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercept	8,085	1	8,085	549164,0	< 0,05
Фактор А	0,605	1	0,603	40923,5	< 0,05
Фактор Б	0,337	2	0,169	11450,5	< 0,05
Фактор А і Б	0,010	2	0,005	338,6	< 0,05
Помилка	0,0002	18	0,000015	–	–



НР₀₅ (фактор А) 0,106 т/га

НР₀₅ (фактор Б) 0,187 т/га

Рис. 4. Урожайність насіння проса прутіподібного (т/га), 2012-2016 рр.

Примітка: варіант 1 – родючі ґрунти, варіант 2 – малопродуктивні ґрунти.

Проведення кореляційно-регресійного аналізу дозволило встановити зв'язки між кількісними показниками рослин та насіннєвою продуктивністю проса прутіподібного на родючих ґрунтах та малопродуктивних землях. За результатами визначено, що врожайність насіння проса прутіподібного за вирощування на родючих ґрунтах на 26% залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції $r=0,51$, та на 23% – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції $r=0,48$ при 5% рівні значущості. Аналогічні результати отримали і за вирощування культури на малопродуктивних землях.

Встановлено, що за усі роки проведення експерименту найбільш суттєвий вплив на продуктивність насіння проса прутіподібного на родючих ґрунтах має довжина волоті ($r=0,60...0,78$), в окремі роки (2014 і 2016 рр.) з недостатнім вологозабезпеченням рослин – кількість волотей на рослині ($r=0,41...0,39$) та висота рослин ($r=0,33...0,41$), в роки з тривалою посухою – маса 1000 насінин ($r=0,31...0,32$). На малопродуктивних землях відмічено подібну тенденцію, але з посиленням впливу маси 1000 насінин на урожайність насіння ($r=0,71...0,75$).

Після збору врожаю насіння, проведення його калібрування на три фракції (крупне, середнє, дрібне), його було закладено на довготривале зберігання. За вивчення післязбирального

дозрівання насіння проса прутіподібного було встановлено вплив терміну зберігання на лабораторну схожість насіннєвого матеріалу (рис. 5).

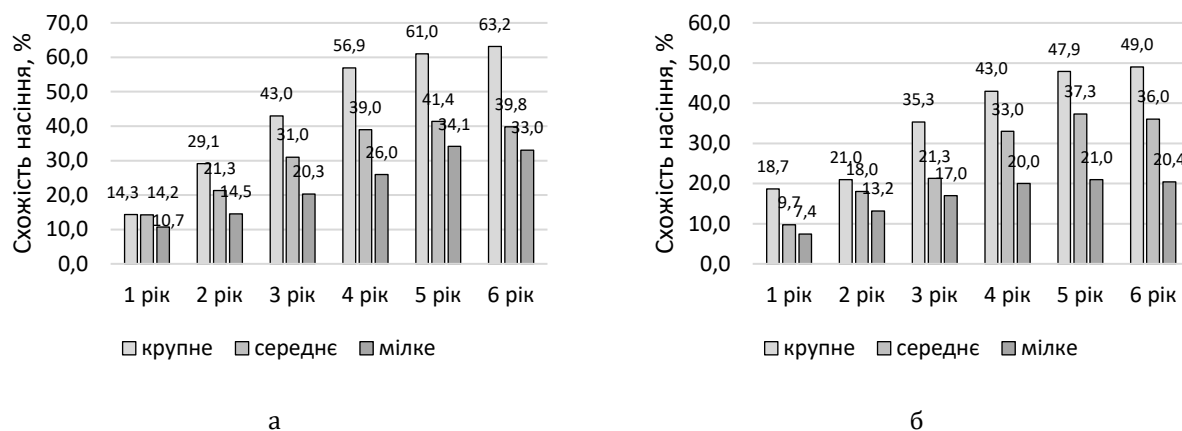


Рис. 5. Вплив терміну зберігання насіння та умов його вирощування (а – родючі ґрунти, б – малопродуктивні ґрунти) на лабораторну схожість насіннєвого матеріалу проса прутіподібного, 2013-2018 рр.

Встановлено, що протягом перших двох років зберігання відмічено динаміку збільшення лабораторної схожості насіння проса прутіподібного та значне підвищення даного показника з третього року зберігання (більш крупне насіння), та менші показники схожості насіння, що характерно для середнього та дрібного насіння.

Визначено, що насіння проса прутіподібного, вирощене на збіднених на поживні речовини ґрунтах з низьким вмістом гумусу, має більш подовжений термін післязбирального дозрівання і нижчу схожість навіть при тривалому зберіганні, порівняно з тим, що вирощували на ґрунтах із середнім вмістом гумусу. Середнє значення за даними показниками має середнє за крупністю насіння, на його лабораторну схожість не впливають умови вирощування материнських рослин. Маса 1000 насінин також має вплив на цей показник – у ваговитого насіння швидше

настає післязбиральне досягання та підвищується лабораторна схожість, ніж у менш крупного. Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин, які спадково передаються його потомству шляхом накопичення запасних речовин у зернівці.

Поряд з вивченням впливу погодних умов на формування врожайності насіння проса прутіподібного, терміну зберігання його, було проведено вивчення впливу способу підготовки насіннєвого матеріалу (використання заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з наступною обробкою насіннєвого матеріалу препаратом гумінової природи (Гуміам)) у порівнянні з контролем (насіння пророщене у дистильованій воді) на посівні якості насіннєвого матеріалу проса прутіподібного – енергію проростання, лабораторну і польову схожість насіння (табл. 3).

Таблиця 3

Посівні якості насіння проса прутіподібного залежно від ґрунтових умов вирощування та допосівної підготовки, 2012-2016 рр.

Показник	Варіант 1*			Варіант 2		
	контр.	ЗС**	+/- ЗС до контролю	контр.	ЗС	+/- ЗС до контролю
Енергія проростання насіння (% пророслого насіння на 10 добу)	14,3	69,6	+40,3	18,7	31,4	+12,7
Лабораторна схожість насіння (% пророслого насіння на 21 добу)	35,7	72,4	+36,7	30,4	49,9	+19,5
Польова схожість насіння (% пророслого насіння на 30 добу у польових умовах)	19,5	49,1	+29,6	15,7	40,3	+24,6

*Примітка: варіант 1 – родючі ґрунти, варіант 2 – малопродуктивні ґрунти.

**ЗС – запропонований спосіб поліпшення якості насіннєвого матеріалу.

Для забезпечення умов, близьких до оптимальних, для проростання насіння та прискорення швидкості з'явлення сходів проса прутіподібного використали заздалегідь стратифіковане та відкаліброване насіння з наступною обробкою насіннєвого матеріалу

препаратом гумінової природи (Гуміам). Цей захід допосівної підготовки насіннєвого матеріалу дозволив підвищити на 36,7% лабораторну та на 29,6% польову схожість насіння на родючих ґрунтах, та на 19,5 і 32,6% відповідно – на малопродуктивних (рис. 6).

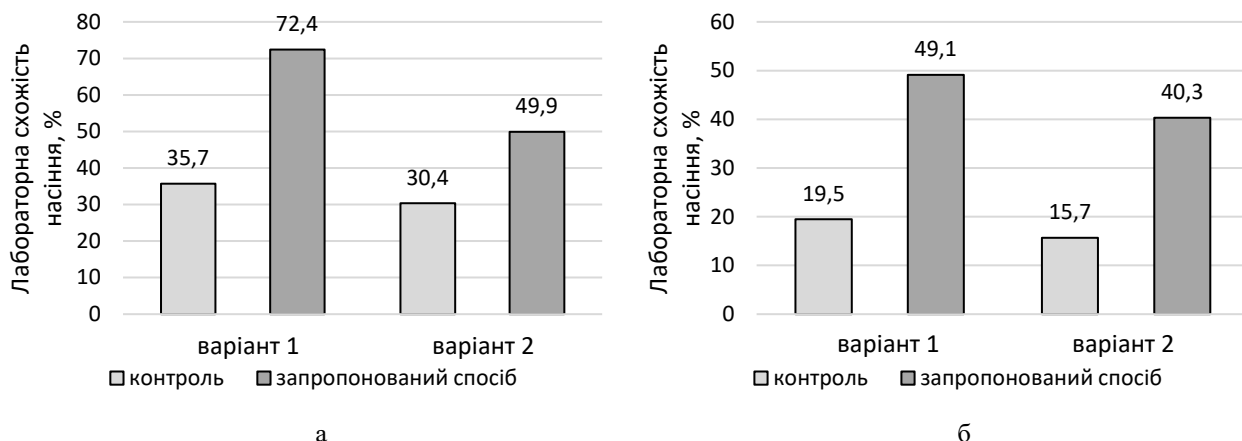


Рис. 6. Лабораторна (а) і польова (б) схожість насіння проса прутіподібного залежно від умов вирощування та способу допосівної підготовки насіннєвого матеріалу, 2012-2016 рр.

Доказово вищі показники посівної придатності насіння (енергія проростання, лабораторна і польова схожість насіння) було отримано на родючих ґрунтах, порівняно із ґрунтами із низьким вмістом гумусу.

Енергія проростання насіння, що було отримане на родючих ґрунтах, в порівнянні із малопродуктивними, на контрольних варіантах (зволоження водою) виявилася більшою на 38,2%, лабораторна схожість – на 22,5%, а польова схожість – на 8,8%.

При цьому встановлено, що збільшенню лабораторної схожості насіння сприяє застосування запропонованого способу поліпшення

насіннєвого матеріалу на родючих ґрунтах – на 36,7%, малопродуктивних – на 19,5%.

Запропонований спосіб допосівної обробки насіння проса прутіподібного залежно від умов, в яких воно формувалося, забезпечує як збільшення лабораторної і польової схожості насіннєвого матеріалу, так і прискорює швидкість з'явлення сходів рослин (на 3 або 7 діб раніше порівняно із контрольними варіантами), що підвищує конкуренцію культури за світло та поживні речовини із бур'янами за весняної хвилі їхнього інтенсивного проростання, та створює умови близькі до оптимальних для росту і розвитку рослин на початкових етапах органогенезу (рис. 7).

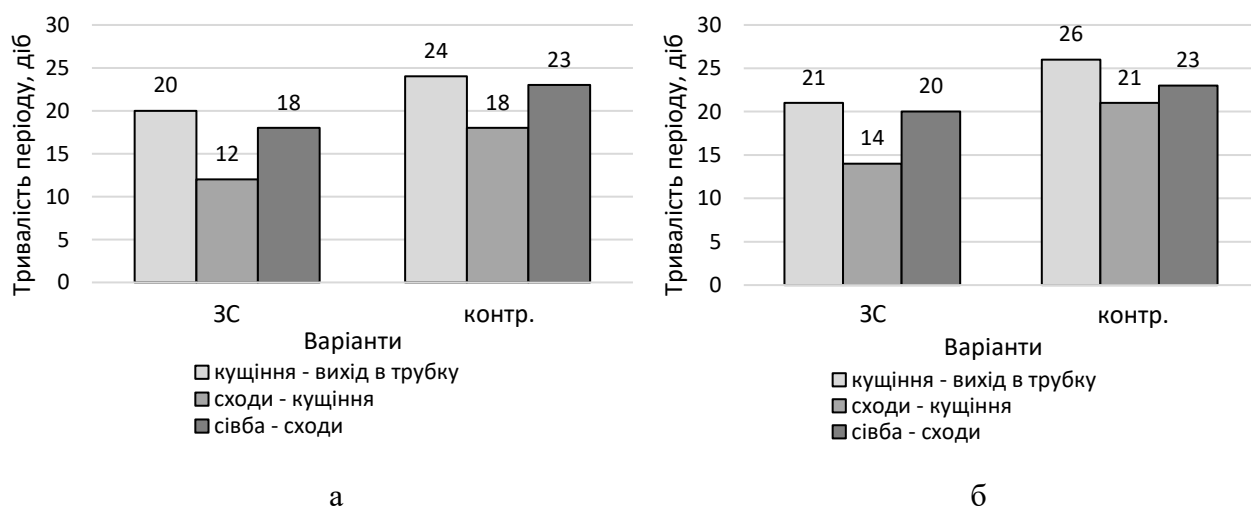


Рис. 7. Терміни проходження початкових етапів росту і розвитку рослин проса прутіподібного залежно від умов вирощування (а – родючі ґрунти, б – малопродуктивні ґрунти) та способу допосівної підготовки насіннєвого матеріалу, 2016-2019 рр.

*Примітка: контр. – контрольні варіанти, ЗС – запропонований спосіб поліпшення якості насіннєвого матеріалу.

Отже, допосівна підготовка насіння проса прутноподібного дозволяє скоротити тривалість періоду сівба-сходи на 5 діб, сходи-кущіння – на 6 діб, кущіння-вихід в трубку – на 4 доби за сівби насінням, вирощеним на родючих ґрунтах. За сівби насінням, отриманим на малопродуктивних ґрунтах та підготовленим запропонованим способом, скорочення термінів проходження сівби-сходи – на 3 доби, сходи-кущіння – на 6 діб, кущіння-вихід в трубку – на 5 діб.

Висновки. 1. Біологічні особливості проса прутноподібного відповідають ґрунтово-кліматичним умовам (за температурним фактором і режимом зволоження) для вирощування в умовах центрального Лісостепу України – рослини здатні формувати насіння на різних за родючістю ґрунтах.

2. Збільшення кількісних показників рослин проса прутноподібного (середньої висоти та густоти стеблостою, довжини волотей, їх кількість, маси насіння з рослини та його крупності) отримано у більш зволжених роках з ГТК, або в умовах близьких до оптимальних – з ГТК близьким до 1,0.

3. Високу врожайність кондиційного насіння проса прутноподібного формує під впливом довжини і кількості волотей на рослинах за умов зволоження, близьких до оптимальних. За посушливих умов – зростає вплив висоти рослин, довжини волоті та маси 1000 насінин, що обумовлюють насіннєву продуктивність культури. Ця тенденція не залежить від родючості рослин та, імовірно, пов'язана із видовими особливостями культури.

4. Урожай насіння більшою мірою обумовлюється погодно-кліматичними факто-

рами. Одночасно встановлено, що насіннєва продуктивність буде значно більшою на родючих ґрунтах, порівняно із збідненими на поживні речовини (малопродуктивних). Припускаємо, що це залежить від збільшеної кількості запасних речовин, що накопичилися в зернівці у тих рослин, що росли на більш родючому фоні.

5. Термін післязбирального досягання насіння проса прутноподібного, вирощеного на малопродуктивних ґрунтах, більш подовжений, ніж у того, що вирощене на родючих ґрунтах. Визначено, що підвищення лабораторної схожості насіння розпочинається з другого-третього року зберігання (більш крупне насіння), менші показники схожості насіння характерні для середнього та дрібного насіння. Що пов'язуємо із пристосувальними реакціями на несприятливі умови вирощування материнських рослин, які спадково передають його нащадкам – насінню.

6. Використання заздалегідь стратифікованого та відкаліброваного насіння з наступною обробкою насіннєвого матеріалу препаратом гумінової природи (Гуміам) збільшує на 36,7% лабораторну та на 29,6% польову схожість насіння проса прутноподібного, вирощеного на родючих ґрунтах, та відповідно на 19,5 та 32,6% – на малопродуктивних, та скорочує терміни проходження міжфазних періодів початкового росту і розвитку рослин.

Висловлюємо щирі вдячності науковцям університету Wageningen (Нідерланди), що надали нам оригінальне насіння для дослідження по проєкту «Pellets for power: Sustainable biomass import from Ukraine».

Список використаних джерел:

1. Ильина З. М., Бельский В. И., Лепетило Н. Н. Производство биотоплива: опыт, проблемы, перспективы. Минск: Ин-т экономики НАН Белоруси, 2008. 72 с.
2. Knight B., Westwood A. Global growth. The world biomass market: Renewable energy world. 2005. Vol. 8. P. 118-128.
3. Lee D. K. and Boe A. Biomass Production of Switchgrass in Central South Dakota. *Crop Sci.* 2005. № 45. P. 2583-2590.
4. Elbersen W., Kulyk M. et al. Switchgrass Ukraine: overview of switchgrass research and guidelines, Wageningen UR Food & Biobased Research, viewed 17 February 2016, 26 p.
5. Fribourg H.A. and Wells G.R. Sustainable biomass production on marginal agricultural land. *American Society of Agricultural Engineers*. 1992. P. 17-26.
6. Калініченко О. В., Кулик М. І. Економічна ефективність вирощування проса прутноподібного (світчґрасу) в умовах Лісостепу України. *Економіка АПК*. 2018. Вип. 11. С. 19-28. URL: <http://eapk.org.ua/contents/2018/11/19>
7. Long, S.P., Potter L., Bingham M.J. and Striling C.M. An analysis of limitations to the production of C4 perennials as lingo-cellulosic biomass crops, with reference to trials in E. – England: In *Biomass for Energy and Industry*, 5th European Conference, Elsevier Applied Science, Edited by G. Grassi, G. Gosse, G. dos Santos, 1990. P. 235-241.
8. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyly, et al. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 63(4). P. 101-105. URL: http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf
9. Rakhmetov, D. B., Verhun, O. M., & Rakhmetova, S. O. *Panicum virgatum* L. as a promising introduced species at M. M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction]. 2014. Vol. 3. P. 3-14.
10. Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник ПДАА*. 2018. Вип. № 1. С. 25-32.

11. John J. Brejda, James R. Brown, Gary W. Wyman, and William K. Schumacher. Management of switchgrass for forage and seed production. *Journal of Range Management*. 1994. 47(1). P. 25-26.
12. Greg A. Native Seed Production Manual. Iowa Ecotype Project, Tallgrass Prairie Center's. 2007. P. 70-72.
13. Seed Smut of Switchgrass. USDA-NRCS Plant Materials Program. *Manhattan Plant Materials Center Newsletter*. 2003. Vol. 10(3).
14. Doronin V.A. Kravchenko Y.A. et al. Ways of switchgrass seed quality improving. *Bioenergy*. 2014. Vol. 2. P. 22-24.
15. Філіпась Л. П., Біленко О. П. Біологічні особливості насіння світчграсу (*Panicum virgatum* L.). Збалансований розвиток агроєкосистем України: сучасний погляд та інновації: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 16 лист. 2017 р. Полтава: ПДАА, 2017. С. 100-102.
16. Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутівидного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 2018. 2 (89). С. 78-84.
17. Кулик М. І., Рожко І. І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутівидного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 4 (91). С. 85-99.
18. Green J. C., Bransby D. I. Effects of seed size on germination and seedling growth of Alamo switchgrass. *Soc. for Range Management*, Denver, 1995. Vol. 1. P. 183-184.
19. Тимошенко І. І., Майчук З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.
20. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного / В. Л. Курило, М. Я. Гументик, Г. С. Гончарук, та ін. К.: ІБКІЦБ. 2012. 28 с.
21. Волкодав В. В. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Загальна частина. К. 2000. 100 с.
22. Методика проведення експертизи сортів рослин групи технічних та кормових на придатність до поширення в Україні / Міністерство аграрної політики та продовольства України, УІЕСР, 12 грудня 2016 року, Вип. № 540.
23. Методика проведення експертизи сортів проса прутівидного (*Panicumvirgatum*L.) на відмінність, однорідність і стабільність / М. В. Роїк, Д. Б. Рахметов, С. М. Гончаренко, та ін. Київ, 2014 С. 637-651.
24. Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Курило В. Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутівидним (*Panicum virgatum* L.). Полтава: РВВ ПДАА. 2017. 24 с.
25. ДСТУ 2240-93: Насіння сільськогосподарських культур. Сортів та посівні якості. Технічні умови [Чинний від 1994-07-01]. К.: Держстандарт України. 1994. 73 с.
26. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002 (Чинний від 2004-01-01). К.: Держспоживстандарт України. 2003. 173 с.
27. Кулик Максим, Wolter Elbersen. Методика допосівної підготовки насіння проса лозовидного (*Panicum virgatum* L.). Полтава, 2012. 3 с.
28. Перевидання офіційного Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2012 рік, погодженого з Мінагрополітики та продовольства України (лист від 21.05.2012 № 156-06/218) та МОЗом України (лист від 30.05.2012 № 05.01.10-2980/17). К.: Юнівест Медіа, 2012. 832 с.

М. І. Кулик, І. І. Рожко, Н. А. Сипливая, Ю. А. Божок. Агробіологічні особливості формування урожайності і якості насіння проса прутівидного

Результатами досліджень встановлено вплив біометричних (количественних) показників генеративної частини рослин проса прутівидного або світчграс (*Panicum virgatum* L.) (довжини і кількості метелок), маси 1000 насіння на насінну продуктивність, що впливають на загальний урожай насіння. Встановлено, що вихід кондиційного насіння пов'язаний з умовами вегетації – особливо періоду формування і дозрівання насіння. Урожайність насіння проса прутівидного знаходиться в тісній кореляційній залежності з виходом кондиційного насіння ($r=0,74 \dots 0,80$). Встановлено, що урожайність насіння проса прутівидного при вирощуванні на родючих ґрунтах на 26% залежить від висоти рослин при коефіцієнті кореляції $r=0,51$, а на 23% – від кількості стебел при коефіцієнті кореляції $r=0,48$. Використання заздалегідь стратифікованих і відібраних насіння з подальшою обробкою насіння препаратом гумінової природи збільшує на 36,7% лабораторну і на 29,6% польову схожість насіння проса прутівидного, вирощеного на родючих ґрунтах, і відповідно на 19,5 і 32,6% – на малопроодуктивних і скорочує терміни проходження міжфазних періодів вегетації.

Ключові слова: опадки, проса прутівидне, ґрунти, насіння, температура повітря, умови вирощування, урожайність.

M. Kulyk, N. Syplyva, I. Rozhko, Y. Bozhok. Agrobiological specifics of switchgrass seed productivity formation

*The study has shown the impact of biometric (quantitative) indicators of a generative part of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) (length and number of panicles) and weight of 1000 seeds on seed productivity, which determine the total crop yield. It has been established that the percentage of certified seed material yield is related to the vegetation conditions, especially to seed formation and maturation. Switchgrass seed productivity is in close correlation with certified seed yield ($r\ 0.74 \dots 0.80$). It has been found out that if switchgrass is planted on fertile lands, 26% of its seed productivity depends on the height of the plants (correlation coefficient is $r\ 0.51$) and 23% of its seed productivity depends on the number of stems (correlation coefficient is $r\ 0.48$). The use of pre-stratified and calibrated seeds with subsequent treatment of the seed material with humic substances increases the laboratory germination of switchgrass seeds by 36.7% and the field germination of such seeds by the 29.6% if planted on fertile soils and by 19.5% and 32.6% respectively if planted on marginal lands.*

Keywords: soils, seeds, precipitations, switchgrass, air temperature, growth environment, productivity.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ПРОТЕІНОГРАМА ТА ПОКАЗНИКИ ІМУНІТЕТУ КРОЛІВ ЗА ВПЛИВУ ПАСАЛУРОЗУ З РІЗНИМ РІВНЕМ ІНТЕНСИВНОСТІ ІНВАЗІЇ

Ю. В. Дуда, кандидат ветеринарних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-0892-0402

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

М. П. Прус, доктор ветеринарних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-6879-1561

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У крові кролів всіх дослідних груп за впливу збудника *Passalurus ambiguus*, у порівнянні з аналогічними показниками здорових тварин, виявили достовірно високі рівні ($p < 0,001$) вмісту загального протеїну, глобулінів, γ -глобулінів, креатиніну, IgA, IgG, IgM і В-лімфоцитів на фоні низьких рівнів сечової кислоти та протеїнового коефіцієнту. Вірогідно вищими були вміст β -глобулінів і α_2 -глобулінів у крові тварин з середнім і високим рівнем інтенсивності пасалурозної інвазії.

Ключові слова: пасалуроз, протеїновий обмін, *Passalurus ambiguus*, альбуміни, глобуліни, IgA, IgG, IgM, Т-, В-, О-лімфоцити

Постановка проблеми. В даний час наукова література в своєму розпорядженні має значний експериментальний матеріал, що характеризує різні аспекти імунної реакції хазяїна на антигени гельмінтів. Проте залишаються недостатньо вивченими і обґрунтованими особливості прояву імунодефіцитних реакцій в організмі кролів залежно від ступеня зараженості, уточнення яких дозволить цілеспрямовано вести пошук шляхів підвищення імунореактивності тварин за поширених гельмінтозів, створення імунопрофілактичних препаратів за цих хвороб.

Однією з основних причин значних економічних збитків у кролівництві є гельмінтози кролів, а саме пасалуроз. Вивчення змін показників клітинного і гуморального імунітету кролів за впливу збудника *Passalurus ambiguus* дозволить правильно та своєчасно призначити ефективне лікування, спрямоване не тільки на знешкодження збудника інвазії, але й на відновлення резистентності організму тварин.

Аналіз актуальних досліджень. У ряді країн кролівництво є вагомим напрямом розвитку м'ясного тваринництва. Потенціал даної галузі полягає у скоростиглості, відносно низькій собівартості утримання, а також можливості розведення кролів в умовах великих механізованих товарних ферм і особистих підсобних господарств [1]. Стримуючим фактором розвитку є хвороби заразної етіології, серед яких гельмінтози посідають одне із основних місць [2]. З багатьох гельмінтозів кролів

на земній кулі кількісно домінуючим є пасалуроз [3-7]. На фермах, де не дотримуються санітарно-гігієнічних вимог, зазвичай 40-90% кролів вражені пасалурозом [8, 9], при цьому інтенсивність інвазії складає від декількох гельмінтів до понад 100 тисяч гостриків [8].

У сучасному кролівництві проблема пасалурозної інвазії залишається досить актуальною в Україні, тому що вона характеризується високою контагіозністю і можливістю необмеженого поширення [10]. Тому постійно ведуться дослідження з вивчення впливу збудника *Passalurus ambiguus* на організм кролів.

Останніми роками добре вивчено основний протипаразитарний механізм, клітинами-ефекторами якого є еозинофіли. За гельмінтозів продукти дегрануляції еозинофілів (головний основний білок, еозинофільний нейротоксин, еозинофільний катіонний білок, широкий спектр цитокінів, хемокінів і факторів росту) сприяють лізису тканинних паразитів і тому грають захисну роль [11-13].

Важливим захисним механізмом за гельмінтозів виступає також цитотоксична дія Т-лімфоцитів та інших ефекторних клітин, що викликають загибель паразита-мішені за рахунок активації антитіл. Це так звана антитіло-опосередкована цитотоксичність [14, 15].

Багато авторів відзначають, що гельмінти виділяють певний комплекс вуглеводів, який стимулює продукцію неспецифічних IgE-антитіл. Однією з функцій IgE-антитіл, як відомо, є

стимуляція утворення і міграції еозинофілів до місць локалізації паразитів [11-13].

Наукова література в своєму розпорядженні має значний експериментальний матеріал, що характеризує різні аспекти імунної реакції хазяїна на антигени гельмінтів. Проте залишаються недостатньо вивченими і обґрунтованими особливості прояву імунодефіцитних реакцій залежно від характеру взаємовідносин між паразитом і хазяїном, уточнення яких дозволить цілеспрямовано вести пошук шляхів підвищення імунореактивності тварин при тих чи інших гельмінтозах, створення імунопрофілактичних і імунодіagnostичних препаратів за цих хвороб [16-18].

Найчастіше порожнинні гельмінти залишаються непоміченими та виживають в організмі хазяїна багато років, модифікуючи його імунітет [19]. За даними вчених, «природна імунізація організму хазяїна за порожнинних гельмінтозів здійснюється, в першу чергу, не за рахунок безпосереднього контакту інвазійних стадій гельмінта з клітинами і тканинами хазяїна, а за рахунок продуктів, що виділяються ними в процесі життєдіяльності, а також за рахунок антигенів, які вивільняються з тканин паразитів в разі їх загибелі і розпаду» [20, 21]. Саме тому організм хазяїна відповідає на інвазію формуванням не тільки протипаразитарного, а й антитоксичного імунітету. Продукти життєдіяльності гельмінтів, а також змінені в процесі патогенезу білки і клітини хазяїна стають потужним імунним стимулом і включають механізми загального і місцевого імунітету. При цьому активуються як гуморальні, так і клітинні механізми неспецифічного і специфічного імунітету, що спрямовані на елімінацію паразитів [22, 23].

У світовій літературі є численні дані про фактичні імунні порушення при гельмінтозах [19, 24-28]. Проте, комплексних всебічних досліджень на молекулярному, цитологічному, тканинному і системному рівнях з вивчення формування імунітету і розвитку імунопатології за гельмінтозів, особливо за пасалурозу, які змогли б відтворити більш цілісну картину механізмів цих процесів, практично немає.

У зв'язку з цим **метою** наших досліджень було визначити вплив збудника пасалурозу на протеїнограму та показники клітинного та гуморального імунітету кролів.

Матеріали та методи дослідження. Робота виконувалася впродовж 2015–2018 рр. Експериментальна частина роботи виконана у ТОВ «Олбест» Дніпропетровської області та ТОВ «Кролікофф Плюс» Черкаської області, в яких використовують кліткове утримання тварин з додержанням всіх зоогігієнічних вимог зі

збалансованим раціоном годівлі. Лабораторні дослідження проводили в лабораторіях кафедри паразитології та ветсанекспертизи Дніпровського державного агроекономічного університету.

Для дослідів було відібрано аналогові групи кролів-самців 3-5 місячного віку каліфорнійської породи. Тварини були поділені на дві групи: контрольні – здорові тварини та дослідні – хворі тварини. З метою визначення рівня ураженості кролів – інтенсивності інвазії (ІІ) – їх екскременти досліджували за методом Мак-Мастера.

Біохімічні дослідження сироватки крові проводили з використанням наборів реактивів фірми «Філісіт-Діагностика» (Україна, м. Дніпро). Спектрофотометричним методом у сироватці крові тварин визначали: вміст загального протеїну біуретовим методом, альбумінів – з індикатором бромкрезоловим зеленим, глобулінів (розрахунковий показник) – дорівнює різниці загального протеїну та альбумінів, глобулінові фракції – методом осадження, протеїновий коефіцієнт (розрахунковий показник) обчислювали як співвідношення альбумінів до глобулінів [29], рівень імуноглобулінів А (IgA), G (IgG), М (IgM) – методом дискретного осадження за М. Костиною (1983) [30].

Загальну кількість Т-лімфоцитів визначали методом спонтанного розеткоутворення з еритроцитами барана [29, 31, 32]. Визначення кількості В-лімфоцитів проводили методом комплементарного розеткоутворення [31]. Число О-клітин підраховували відніманням від 100%-ї суми загальної кількості Т-лімфоцитів та В-лімфоцитів. Проби крові (по 4,5 мл) відбирали від тварин і стабілізували 5% розчином трилону Б на фізрозчині у розрахунку 1:9. Виділення фракції лімфоцитів проводили шляхом центрифугування крові, попередньо розведеної 1:1 і нашарованої на градієнт щільності верографіну (1,077). Центрифугування проводили впродовж 30 хвилин в режимі 1500 об./хв. Після цього проходило розшарування крові з утворенням червоного осаду (еритроцитів та гранулоцитів), білого кільця на межі середовищ (суспензії лімфоцитів) та надосадової рідини (верографіну). Розшаровану суспензію лімфоцитів відбирали пастерівською піпеткою і ресуспендували в 5 мл трис-буферу, після чого двічі відмивали у центрифужному режимі 1500 об./хв. впродовж 10 хвилин. Після оцінки життєздатності відмитих лімфоцитів (фарбування 0,1% еозином) їх стандартизували до концентрації $2 \cdot 10^6$ /мл. На початку дослідів готували індикаторну (маркерну) систему для реакцій Е-РУК та ЕАС-РУК. Для цього використовували еритроцити барана. Еритроцитарну масу взятої крові (2 мл) тричі

відмивали 0,9% розчином NaCl і центрифугували в режимі 1500 об./хв. впродовж 15 хвилин. Для індикаторної системи Е-РУК готували 1% суспензію еритроцитів барана (до 0,1 мл еритроцитів додавали до 10 мл трис-буферу), а для ЕАС-РУК 2,5% еритроцитарну суспензію (до 0,25 мл еритроцитів додавали до 10 мл трис-буферу), яку обробляли гемолітичною сироваткою, яка була попередньо розведена (0,02 мл гемолітичної сироватки у титрі 1:1200, додаючи до 8 мл трис-буферу), у співвідношенні 2:2 і в подальшому інкубували 30 хвилин у термостаті при 37°C. Після інкубації гемсистему двічі відмивали трис-буфером. Потім додавали до суспензії еритроцитів комплемент морської свинки після його попереднього розрідження 2 мл фізіологічного розчину та 20-хвилинної експозиційної витримки при кімнатній температурі; в подальшому інкубували 30 хвилин у термостаті при 37°C. Після інкубації гемсистему тричі відмивали трис-буфером і доводили ним до 10 мл. Реакцію Е-РУК проводили шляхом 10 хвилинної витримки (при 37°C) 0,1 мл лімфоцитарної маси в суміші з 0,1 мл 1%-вою суспензією еритроцитів та 0,1 мл трис-буферу, яку після центрифугування (5 хвилин при 1000 об./хв.) інкубували у холодильнику при 4°C впродовж 1 години. Реакція ЕАС-РУК проходила в умовах 30 хвилинної інкубації в термостаті (при 37°C), з наступним 5-хвилинним центрифугуванням (1000 об./хв.). Розетки, які утворилися в процесі реакцій, фіксували 0,06% глутаровим альдегідом (20-30 хвилин), а потім на предметних скельцях готували мазки. Готові мікропрепарати фіксували етанолом (10 хвилин) та фарбували за Романовським-Гімзою (5-7 хвилин).

Результати реакцій оцінювали шляхом підрахунку під мікроскопом 200 лімфоцитів. За розетку рахували лімфоцит, що приєднав 3 і більше еритроцитів

При роботі з тваринами дотримувалися вимог Європейської конвенції «Про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 18.03.1986р.), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених на Першому національному конгресі з біоетики (м. Київ, 20.09.2001р.), статті 26 Закону України №5456-VI від 16.10.2012р. «Про захист тварин від жорстокого поводження» та Директиви ЄС 86/609/ЄЕС від 24.11.1986р.

Статистичну обробку експериментальних результатів для визначення біометричних

показників (середні значення та їх похибки, порівняння середніх значень за критерієм Стьюдента) здійснювали з використанням програми Microsoft Excel-16.

Результати роботи. У результаті гельмінтокопроовоскопічних досліджень встановлено, що хворі на пасалуроз кролі мали різний рівень інтенсивності інвазії (П), за яким тварин поділили на три групи: I дослідна – низький (П=276,47±43,33 яєць в 1 г фекалій), II дослідна – високий (П=2446,67±422,11 яєць в 1 г фекалій) та III дослідна групи – середній рівень П (П=1293,75±275,80 яєць в 1 г фекалій). У фекаліях контрольної групи тварин яєць гельмінтів не знаходили.

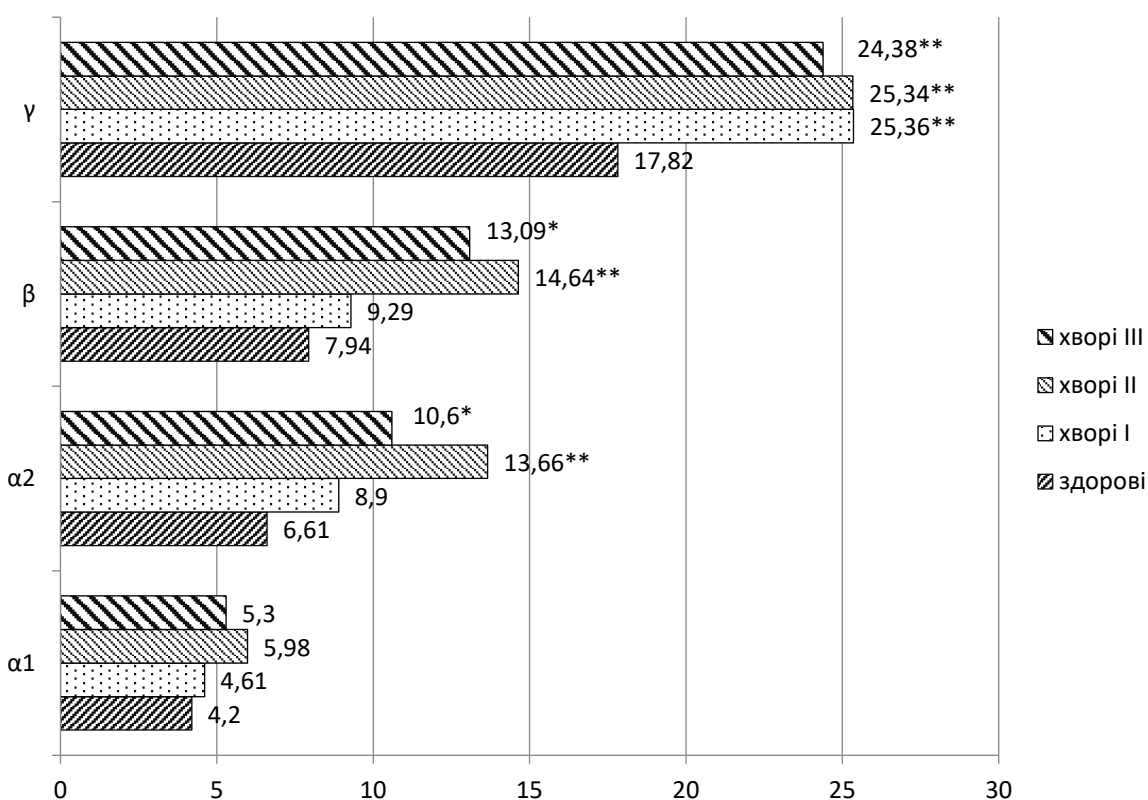
Протеїновий склад сироватки крові певною мірою дозволяє зробити висновок щодо функціонального стану органів і тканин, оцінити реактивність організму, ступінь синтезу тих чи інших протеїнів. Причинами змін вмісту загального протеїну крові та його фракцій можуть бути такі чинники: наявність патологічного процесу, його динаміка, ступінь захворювання. Тому визначення вмісту як загального протеїну, так і окремих його фракцій має велике клініко-діагностичне значення (табл.1).

У крові хворих тварин всіх рівнів П вміст загального протеїну був достовірно ($p<0,001$) високим. Даний показник був вищий в 1,38 рази (з низькою П), в 1,66 рази (з високою П), в 1,51 рази (з середньою П), порівняно зі здоровими кролями, за рахунок підвищеного вмісту глобулінів відповідно у 2,08 рази ($p<0,001$), 2,96 рази ($p<0,001$), 2,49 рази ($p<0,001$). Такий перерозподіл протеїнів призвів до зниження протеїнового коефіцієнту: в 2,16 рази ($p<0,001$), 3,29 рази ($p<0,001$) та 2,67 рази ($p<0,001$) відповідно у крові тварин I, II, III груп – за рахунок вірогідно низького відсотка вмісту альбумінів. Найбільш істотні зміни вище вказаних показників спостерігали у крові кролів з високим рівнем П.

Велике діагностичне, прогностичне та терапевтичне значення за гельмінтозних хвороб має визначення вмісту глобулінових фракцій в крові. У хворих на пасалуроз кролів за усіма рівнями П реєстрували достовірно підвищений вміст γ -глобулінів (рис. 1), до фракції якої входить основна частина імуноглобулінів, майже в 1,4 рази ($p<0,01$) порівняно з аналогічними показниками здорових тварин.

Показники протеїнового обміну крові кролів
за пасалурозу з різним рівнем інтенсивності інвазії ($M \pm m$)

Показники		Здорові тварини (n=30)	Хворі тварини, групи		
			I (n=17)	II (n=15)	III (n=32)
Загальний протеїн, г/л		46,34±1,08	63,94±3,68***	76,86±4,18***	69,99±2,96***
Альбуміни: г/л %		29,21±0,81	28,32±1,48	26,20±1,09*	27,32±0,94
		63,43±1,70	47,41±3,90***	36,38±3,37***	42,24±2,75***
Глобуліни: г/л %		17,13±1,03	35,62±4,33***	50,66±4,91***	42,67±3,47***
		36,57±1,70	52,59±3,90***	63,62±3,37***	57,76±2,75***
Глобулінові фракції, г/л	α_1	1,93±0,22	2,94±0,46	4,72±0,80**	3,84±0,44**
	α_2	3,06±0,36	6,14±1,43*	10,60±2,04**	7,84±1,18**
	β	3,76±0,42	6,35±1,41	12,06±2,37**	10,19±1,60**
	γ	8,39±0,69	16,99±2,21***	19,43±2,75***	17,46±1,66***
Протеїновий коефіцієнт		1,71±0,17	0,79±0,16***	0,52±0,12***	0,64±0,11***
Сечовина, ммоль/л		8,57±0,97	7,03±0,54	7,39±0,40	7,20±0,34
Сечова кислота, мкмоль/л		111,40±7,35	18,00±1,31***	23,36±3,65***	20,51±1,88***
Креатинін, мкмоль/л		39,73±1,32	56,67±2,95***	58,20±2,96***	57,38±2,06***

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно із здоровими тваринамиРис. 1. Вміст глобулінових фракцій крові кролів за впливу збудника *Passalurus ambiguus*, % (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ – порівняно зі здоровими тваринами)

За впливу збудника *Passalurus ambiguus* у крові кролів спостерігали високий вміст β -глобулінів, які містять компоненти комплексу і частину імуноглобулінів: у II та III дослідних групах на 6,70% ($p < 0,01$) та 5,15% ($p < 0,05$) проти контрольних. У крові тварин цих же груп відмітили збільшений вміст α_2 -глобулінів на

7,05% ($p < 0,01$) та 3,99% ($p < 0,05$) у порівнянні з контролем. Підвищений вміст γ - та β -глобулінових фракцій за впливу збудника вказує на посилення імунного захисту. Суттєвих змін у концентрації α_1 -глобулінів не виявили.

Показники вмісту сечовини у крові кролів, хворих на пасалуроз, не змінилися порівняно зі

здоровими. Істотно низький рівень сечової кислоти (а саме – в 4,77 рази ($p<0,001$), 6,19 рази ($p<0,001$) та 5,43 рази ($p<0,001$)) відмітили у крові кролів, захворювання яких спричинено збудником *Passalurus ambiguus*. На нашу думку, такий стан обумовлений порушенням процесу утворення сечової кислоти в печінці та надмірним виведенням її з організму через кишечник і нирки.

Рівень креатиніну у сироватці крові дослідних кролів був достовірно високим: на 42,64% ($p<0,001$), 46,49% ($p<0,001$) та 44,42% ($p<0,001$) відповідно, порівняно з контролем.

Імунну відповідь хазяїна за гельмінтоз можна характеризувати насамперед зміною клітинного складу крові, загальним рівнем імуноглобулінів і

зміною їх якісного складу. Саме тому наявність інвазії може бути імовірно встановлено за допомогою виявлення в крові хазяїна тих чи інших антитіл. Відомо, що в імунному захисті при гельмінтозах беруть участь антитіла, які стосуються усіх п'яти класів імуноглобулінів, проте найбільш важлива роль належить IgA, IgG, IgM, IgE, якісний і кількісний вміст яких залежить від виду і стадії розвитку гельмінтів [22, 33]. За результатами наших досліджень встановлено, що збудник *Passalurus ambiguus* з різним рівнем інтенсивності інвазії призводить до порушення синтезу імуноглобулінів в організмі кролів (рис.2).

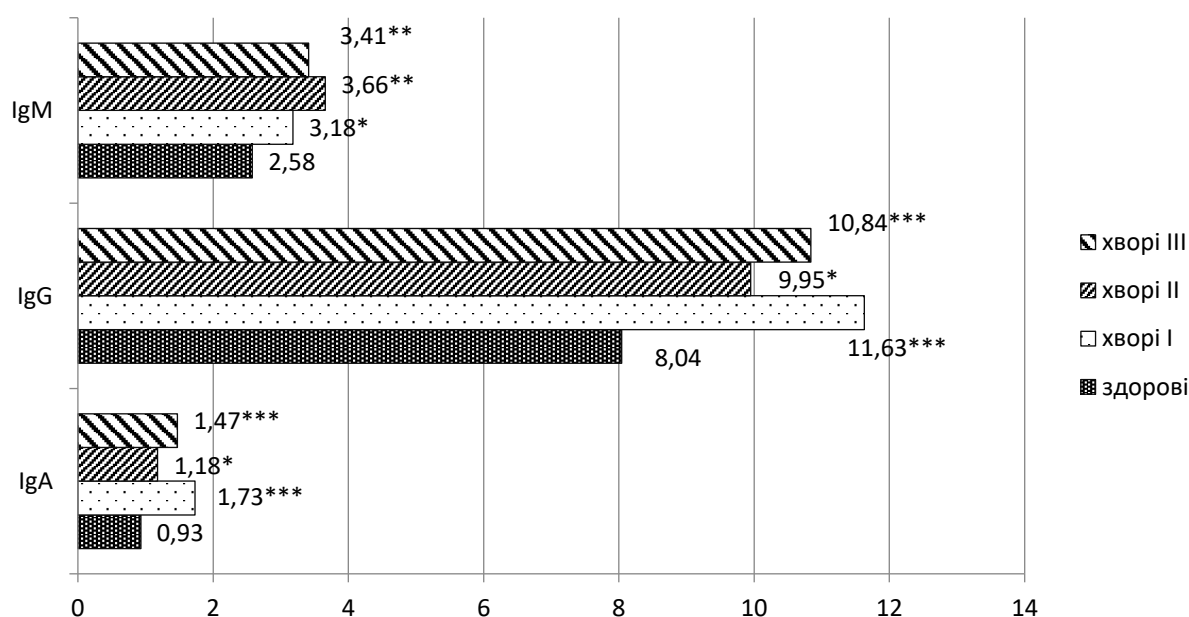


Рис.2. Вміст IgA, IgG, IgM в крові кролів за пасалурозу з різним рівнем інтенсивності інвазії, г/л (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$ порівняно зі здоровими тваринами)

Дуже мало поки відомо про протипаразитарні антитіла класу IgA. Їх титри у сироватці крові, як правило, невисокі. Є відомості, що ці антитіла виділяються слизовими оболонками кишечника, бронхів, піхви, містяться в слюзах, слині, сечі. Припускають, що їх захисна функція проявляється інакше: зв'язуючись з клітинами-мішенями, IgA-антитіла послаблюють їх рухливість, запобігають адгезії на епітеліальних клітинах і, як наслідок – проникнення інфікуючого агента далі [19, 22,].

З даних, наведених на рис. 2, видно, що у крові тварин I, II та III дослідних груп вміст IgA був вищим в 2,22 рази ($p<0,001$), 1,51 рази ($p<0,001$) та 1,88 рази ($p<0,001$) відповідно, порівняно з контрольними тваринами. Схожі зміни спостерігались також із вмістом IgG та IgM. Рівень IgG у крові всіх хворих кролів був високим ($p<0,001$): у 2,16 рази (у тварин з низькою II) до

1,85 рази (у тварин з високою II) порівняно зі здоровими. У крові інвазованих тварин спостерігався вірогідно ($p<0,001$) високий рівень IgM проти контролю в 1,58 рази, 1,82 рази і 1,70 рази відповідно у I, II, III групах. Відомо, що гуморальні антитіла, що належать до класів IgG та IgM, здатні пошкоджувати тіло гельмінтів, формувати преципітати навколо їх вивідних отворів, що порушують нормальний перебіг фізіологічних процесів паразита та зв'язувати їх ферменти [19].

За паразитування збудника *Passalurus ambiguus* в організмі кролів відбуваються певні зміни морфологічних показників крові (табл. 2). Так, у інвазованих тварин виявлено вірогідно високу кількість лейкоцитів (в 1,12 рази ($p<0,05$), 1,18 рази ($p<0,01$) та 1,15 рази ($p<0,01$) відповідно I, II та III групах).

Таблиця 2

Лейкоцитарна формула крові кролів за впливу збудника *Passalurus ambiguus*, $M \pm m$

Показники	Здорові тварини (n=30)	Хворі тварини, групи		
		I (n=17)	II (n=15)	III (n=32)
Лейкоцити, Г/л	7,10±0,26	7,94±0,31*	8,37±0,33**	8,14±0,23**
Лімфоцити, Г/л	3,57±0,11	3,98±0,16*	4,43±0,30*	4,19±0,17**
Сегментоядерні нейтрофіли, Г/л	1,85±0,09	2,03±0,09	2,32±0,15*	2,17±0,12*
Паличкоядерні нейтрофіли, Г/л	1,00±0,07	0,90±0,12	0,38±0,04***	0,66±0,08**
Еозинофіли, Г/л	0,27±0,02	0,56±0,04***	0,67±0,07***	0,62±0,04***
Моноцити, Г/л	0,29±0,03	0,28±0,03	0,37±0,04	0,32±0,03
Базофіли, Г/л	0,11±0,02	0,17±0,02	0,19±0,03*	0,18±0,02**

Примітка: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно із здоровими тваринами

У лейкоцитарній формулі у всіх хворих кролів не залежно від інтенсивності інвазії відмітили відносний лімфоцитоз (збільшення кількості лімфоцитів на 11,48% ($p < 0,05$), 24,10% ($p < 0,05$), 17,37% ($p < 0,01$), ніж у здорових). У тварин II та III дослідних груп відмітили високої рівень сегментоядерних нейтрофілів (в 1,25 рази ($p < 0,05$) та в 1,17 рази ($p < 0,05$)) на фоні зниженої як кількості (в 2,63 рази ($p < 0,001$) та в 1,52 рази ($p < 0,001$)), так і відсотка паличкоядерних нейтрофілів (в 1,71 рази ($p < 0,001$) та в 3,04 рази ($p < 0,001$)) (рис.3). Такий характерний зсув формули нейтрофілів праворуч, на нашу думку, свідчить про гіпорегенераторний стан кісткового мозку в результаті тривалого паразитування збудників пасалурозу.

Аналіз лейкоцитарної формули показав, що у хворих кролів з різною інтенсивністю інвазії, порівняно з клінічно здоровими, встановлено як абсолютну, так і відносну еозинофілію (рис.3) – відповідно в 2,07 рази ($p < 0,001$), 2,48 рази ($p < 0,001$), 2,30 рази ($p < 0,001$) та 1,78 рази ($p < 0,001$), 1,89 рази ($p < 0,001$), 2,02 рази ($p < 0,001$) порівняно з аналогічними показниками контролю. Еозинофілія при паразитозах не є ознакою приєднання алергійних реакцій, а вказує на напруженість антипаразитарного імунітету, у якому важливу роль відіграють тучні клітини, гістамін і еозинофіли, які є основними фагоцитами, що здійснюють руйнування паразита [34].

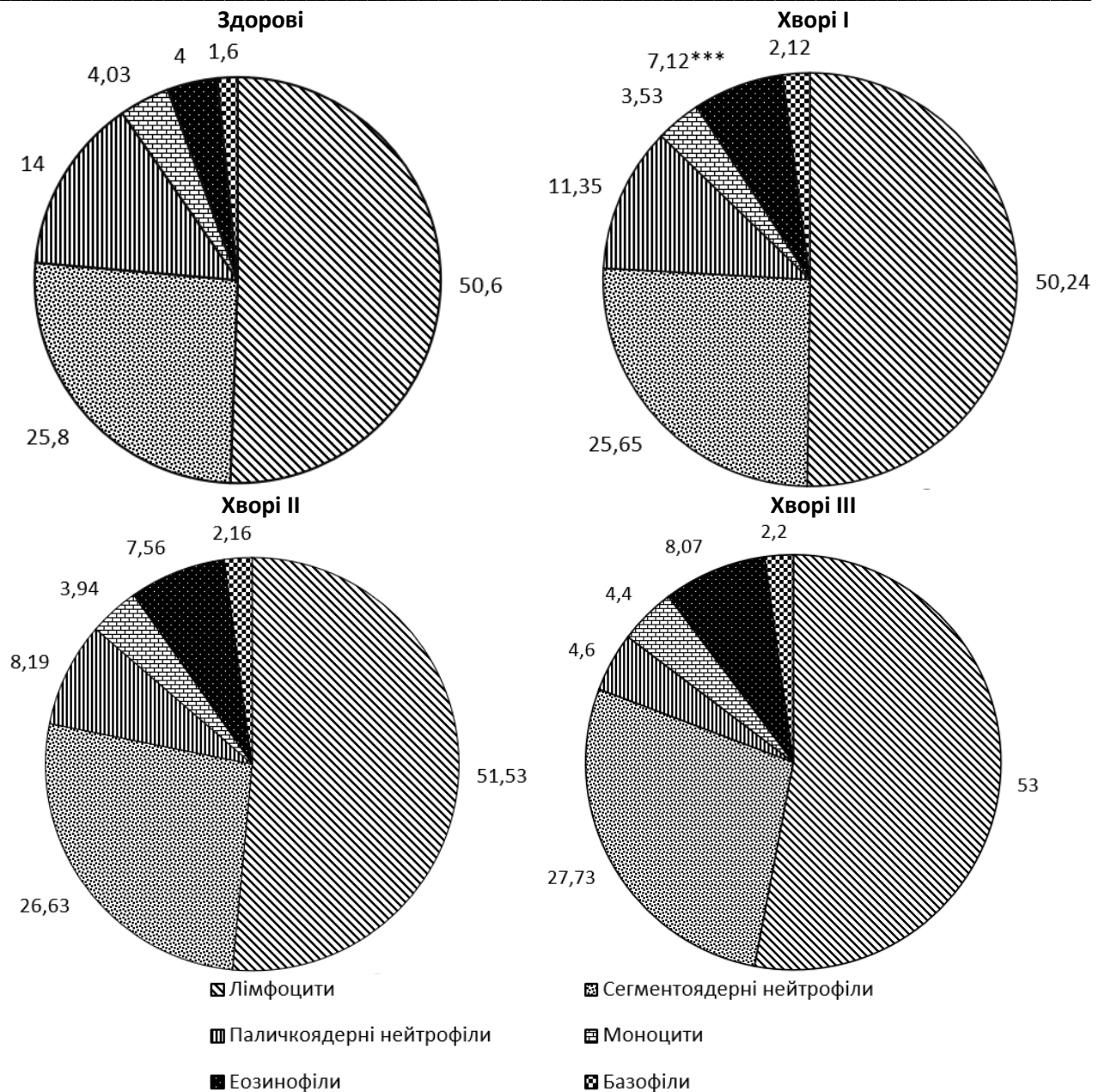
За функціональною активністю базофіли відповідають тучним клітинам. Відомо, що мастоцити активно залучаються до захисно-

приспосувальної функції під час запалення, є джерелом низки його медіаторів і здатні ініціювати та підтримувати запальні реакції, активуючи клітини крові, а саме – базофільні гранулоцити. Активовані гранулоцити мігрують до вогнища запалення, де здійснюють вивільнення гістаміну (медіатор запалення) й інших біологічно активних речовин. Функціональна подібність до тучних клітин пояснює тісну співпрацю базофілів крові з еозинофілами [35]. Тому вказані показники часто зазнають синхронізації, що спостерігається і в наших дослідах, де у хворих кролів, особливо з середньою та високою інтенсивністю інвазії, базофіли були теж вищими в абсолютному значенні відповідно в 1,73 рази ($p < 0,05$) та 1,64 рази ($p < 0,01$), ніж у здорових тварин.

Отже, отримані дані свідчать про глибокі фізіологічні порушення, пов'язані зі змінами морфологічного складу крові кролів за паразитування збудника *Passalurus ambiguus*.

Під час наших досліджень встановлено, що у спонтанно заражених кролів відбуваються істотні зміни і показників клітинного імунітету – кількості Т- і В- та О-лімфоцитів (табл. 2). Т-лімфоцити беруть участь у реакціях клітинного імунітету, а В-лімфоцити, трансформуючись у плазматичні клітини, які синтезують антитіла, обумовлюють гуморальну імунну відповідь [36].

Виявлено, що збудник *Passalurus ambiguus* з різним рівнем інтенсивності інвазії впливає на показники клітинного імунітету кролів (табл. 3).



Примітка: *** $p < 0,001$ порівняно із здоровими тваринами.

Рис.3. Лейкограма кролів за впливу збудника *Passalurus ambiguus*

Таблиця 3

Вплив збудника *Passalurus ambiguus* на відсоток Т-, В-, О-лімфоцитів у крові кролів, %

Показники	Здорові тварини (n=30)	Хворі тварини, групи		
		I (n=17)	II (n=15)	III (n=32)
Т-лімфоцитів	53,5±0,94	56,11±1,21	55,13±0,70	55,66±0,71
В-лімфоцитів	19,40±0,82	30,59±1,00***	34,60±0,74***	32,47±0,72***
О-лімфоцитів	27,10±1,56	13,29±0,72***	10,27±1,10***	11,88±0,69***

Примітка: *** $p < 0,001$ порівняно із здоровими тваринами

Результати досліджень свідчать, що у крові хворих кролів відмічено вірогідно ($p < 0,001$) вищу відсоткову кількість В-лімфоцитів. Зокрема у тварин I, II, III груп порівняно з контролем вона

вища на 11,19; 15,20; 13,07% відповідно. При цьому прослідковувалась позитивна кореляція з рівнем інтенсивності інвазії. Це може бути обумовлено відповіддю на посилення антигенної стимуляції під час запального процесу. Зазначимо, що у крові кролів дослідних груп проти здорових тварин достовірно ($p < 0,001$) нижчий відсоток О-лімфоцитів (на 13,81; 16,83; 15,22%). На нашу думку, це свідчить про перерозподіл лімфоцитів на клітини, які несуть рецептори Т і В-лімфоцитів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У крові кролів за впливу збудника *Passalurus ambiguus* достовірно високими ($p < 0,001$) були вміст загального протеїну, глобулінів, γ -глобулінів, IgA, IgG, IgM і креатиніну, порівняно зі здоровими. Найбільш істотні зміни показників спостерігали у крові кролів з високим рівнем інтенсивності інвазії. Тільки у крові тварин II та III дослідних груп були достовірно вищими вміст β -глобулінів і α 2-глобулінів. Вище описані зміни за впливу збудника вказують на посилення імунного захисту. Істотно знижений рівень сечової кислоти

та протеїнового коефіцієнту за рахунок низького відсотка альбумінів виявили у крові хворих кролів, що може бути обумовлено порушенням процесу синтезу їх в печінці на фоні підвищеного виведення.

У інвазованих тварин виявлено вірогідно високу кількість лейкоцитів, що зросла переважно за рахунок лімфоцитів, а також еозинофілів. У хворих тварин з середнім та високим рівнями ураженості виявлено високу кількість сегментоядерних нейтрофілів і базофілів на фоні знижених як кількісних, так і відсоткових значень паличкоядерних нейтрофілів порівняно із аналогічними показниками крові здорових тварин.

Встановлено, що у крові кролів, хворих на пасалуроз, не залежно від інтенсивності інвазії, вірогідно вищу відсоткову кількість В-лімфоцитів на фоні низької кількості О-лімфоцитів, ніж у контролі.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні впливу збудника *Passalurus ambiguus* на якість м'яса кролів.

Список використаних джерел:

1. Паладяні З. Економічна ефективність організації невеликих приватних формувань по виробництву продукції кролівництва. *Тваринництво України*. 2004. № 9. С. 12-14.
2. Дуда Ю.В., Шевчик Р.С., Кунєва Л.В. Вплив *Passalurus ambiguus* та *Cysticercus pisiformis* на вихід продуктів забою кролів. *Аграрний вісник Причорномор'я. Ветеринарні науки*. 2019. Вип. 93. С. 234-239.
3. Sonon, T. Enquete sur Pelevage du lapin dans la province du Mono Memoire pour obtention du DETS. *C.P.U. Abomey-calavi (Benin)*. 1986. P. 123-128.
4. Sheng, L., Cui, P., Fang, S.-F., Lin, R.-Q., Zou, F.-C., & Zhu, X.-Q. Sequence variability in four mitochondrial genes among rabbit pinworm (*Passalurus ambiguus*) isolates from different localities in China. *Mitochondrial DNA*. 2014. Vol. 26(4). P. 501-504. doi:10.3109/19401736.2013.855898
5. Mykhailiutenko, S. M., Kruchynenko, O. V., Klymenko, O. S., Serdioucov, J. K., Dmytrenko, N. I., Tkachenko, V. V. Pathomorphological changes in the large intestine of rabbits parasitised by *Passalurus ambiguus* (Nematoda, Oxyuridae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2019. Vol. 10(1). P. 69-74. doi:10.15421/021911
6. Liu, G.-H., Li, S., Zou, F.-C., Wang, C.-R., Zhu, X.-Q. The complete mitochondrial genome of rabbit pinworm *Passalurus ambiguus*: genome characterization and phylogenetic analysis. *Parasitology Research*. 2015. Vol. 115(1). P. 423-429. doi:10.1007/s00436-015-4778-3
7. Abdel-Gaber, R., Ataya, F., Fouad, D., Daoud, M., Alzuhairy, S. Prevalence, Morphological and Molecular Phylogenetic Analyses of the Rabbit Pinworm, *Passalurus ambiguus* Rudolphi 1819, in the Domestic Rabbits *Oryctolagus cuniculus*. *Acta Parasitologica*. 2019. Vol. 64(2). P. 316-330. doi:10.2478/s11686-019-00047-7
8. Дубницький А.А. Пасалуроз. *Болезни кроликов*. М.: Колос, 1974. С. 184-190.
9. Флориан Д. Д. Пасалуроз кроликов в условиях Московской области (биология возбудителя, эпизоотология и меры борьбы) : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. вет. наук. Москва, 1997. 22 с.
10. Дуда Ю. В., Кунєва Л. В., Христян О. В. Показники білкового обміну кролів за пасалурозної інвазії. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2017. Т. 5, № 1. С. 93-96.
11. Озерцовская Н.Н. Органная патология в острой стадии тканевых гельминтозов: роль эозинофилии крови и тканей, иммуноглобулинемии Е, G4 и факторов, индуцирующих иммунный ответ. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2000. № 3. С. 3-8.
12. Озерцовская Н.Н. Органная патология в хронической стадии тканевых гельминтозов: роль эозинофилии крови и тканей, иммуноглобулинемии Е, G4 и факторов, индуцирующих иммунный ответ. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2000. № 4. С. 9-14.
13. Семенова Е.Н., Моисеев С.В., Наместникова О.Г. Клинические аспекты гиперэозинофилии. *Клиническая медицина*. № 2. 2004. С. 28-31.
14. Гришина Е.А., Довгалев А.С. Некоторые механизмы вторичной иммуносупрессии в процессе хронизации геогельминтозов. *Российский паразитологический журнал*. 2016. №2(36). С. 202-209.
15. Дуда Ю.В. Клітинний імунітет кролів за впливу *Treroneta cuniculi*. *Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин НААН*. 2019. Вип. 20, № 2. С. 223-229. doi:10.36359/scivp.2019-20-2.28

16. Новиков Д.К., Новиков П.Д. Клиническая иммунопатология: руководство. М.: Мед. лит., 2009. 464 с.
17. Соловьева О.Г., Бычков В.Г., Медведева И.В. и др. Экзогенный аллергический альвеолит (гиперчувствительный пневмонит) в сочетании с бронхиальной астмой на фоне суперинвазивного описторхоза. *Медицинская наука и образование Урала*. 2010. №2. С.110-113.
18. Baeza M.L. Characterization of allergens secreted by *Anisakis simplex*. *Clinical & experimental allergy*. 2004. Vol.34. N2. P.269-302.
19. Гришина Е.А. Антигены и метаболиты гельминтов как регулирующие факторы противопаразитарного иммунитета. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2016. №2. С. 58–63.
20. Дрынов Г.И. Современная методология диагностики и терапии аллергических и алергопаразитарных заболеваний : дис. ... д-ра мед. наук: 03.02.11 / М., 2010. 233 с.
21. Дрынов Г.И. Терапия аллергических заболеваний: монография. М., 2004. 398 с.
22. Лазарева Ю.Б., Филиппова А.В., Романова Л.М., Гришина Е.А. Актуальные проблемы подавления иммунитета при гельминтозах. *Фундаментальные науки и практика. Сборник научных трудов*. 2010. Вып. 2. С. 70–71.
23. Дуда Ю.В. Неспецифічна реактивність організму кролів за впливу цистицеркозної інвазії. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ імені С.З. Гжицького*. 2019. Т. 21, № 94. С. 132 – 135. doi: 10.32718/nvlvet9424
24. Бекиш В.Я., Дурнев А.Д. Генотоксическое и цитотоксическое воздействия метаболитов личинок токсокар на соматические и генеративные клетки хозяина. *Вестник ВГМУ*. 2004. Т. 3, № 4. С. 85-89
25. Гришина Е.А., Довгалева А.С. Некоторые механизмы вторичной иммуносупрессии в процессе хронизации геогельминтозов. *Российский паразитологический журнал*. 2016. №2(36). С. 202–209
26. Ремизова С.Е., Ларионов С. В. Восстановление иммунной реактивности селезенки при аскаридозно-гетеракидозном заболевании птиц. *Современные проблемы иммуногенеза, теории и практики борьбы с паразитарными и инфекционными болезнями сельскохозяйственных животных: материалы междунар. научн.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня рождения профессора Х. В. Аюпова*. Москва-Уфа, 2004. С. 237-241.
27. Davies S.J., Lim K.C., Blank R.B. e.a. Involvement of TNF in limiting liver pathology and promoting parasite survival during schistosome infection. *Int. J. for Parasitol.* 2004. Vol. 34, № 1. P. 27-36.
28. Wilson M.S., Taylor M.D., Balic A., Finney C.A.M., Lamb J.R., Maizels R.M., Suppression of allergic airway inflammation by helminth-induced regulatory T cells. *JEM*. 2005. Vol. 202. P. 1199-1212.
29. Влізло В. В., Федорук Р. С., Ратич І. Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині / за ред. В. В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.
30. Костина М.А. Определение классов иммуноглобулинов методом дискретного осаждения. *Проблемы повышения резистентности новорожденных животных* : сб. науч. тр. ВНИИНБЖ : Воронеж, 1983. С.76-80.
31. Чередеев А.Н. Количественная и функциональная оценка Т- и В- систем иммунитета человека. *Общие вопросы патологии*. 1976. Т.4. С. 126–160.
32. Ситайло С.Г., Ельчанинова Т.И., Ю.И. Василенко и др. Современные методы оценки иммунного статуса. *Кривой Рог*, 2000. 40 с.
33. Авдюхина Т.И., Константинова Т.Н., Прокошева М.Н. Современный взгляд на проблему гельминтозов у детей и эффективные пути ее решения. *Лечащий врач*. 2004. №1. С. 14-18.
34. Шевкопляс В.Н., Лопатин В.Г. Влияние гельминтозов на течение иммунологических процессов у животных. *Российский паразитологический журнал*. 2008. №4. С. 94-101.
35. Казмірчук В.Є. Інтерпретація лейкограм та імунограм згідно з сучасними позиціями. *Внутрішня медицина*. 2007. № 4. С. 36-44.
36. Хайтов Р.М., Ильина Н.И. Аллергология и иммунология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 656 с.

Ю. В. Дуда, М. П. Прус. Протеинограмма и показатели иммунитета кроликов под влиянием пассалуроза с разным уровнем интенсивности инвазии

В крови кроликов всех исследовательских групп под влиянием возбудителя *Passalurus ambiguus*, по сравнению с аналогичными показателями здоровых животных, обнаружили достоверно высокие уровни ($p < 0,001$) содержания общего белка, глобулинов, γ -глобулинов, креатинина, IgA, IgG, IgM и В-лимфоцитов на фоне низких уровней мочевой кислоты и протеинового коэффициента. Достоверно выше было содержание β -глобулинов и $\alpha 2$ -глобулинов в крови животных со средним и высоким уровнем интенсивности пассалурозной инвазии.

Ключевые слова: пассалуроз, протеиновый обмен, *Passalurus ambiguus*, альбумины, глобулины, IgA, IgG, IgM, Т, В-, О-лимфоциты.

Yu. Duda, M. Prus. Proteinogram and indicators of immunity during passalurosis of rabbits with different level of invasion intensity

The content of total protein, globulins, γ -globulins, creatinine IgA, IgG, IgM and B-lymphocytes were significantly higher ($p < 0.001$) in the blood of sick rabbits than healthy ones. We observed significant changes in the

proteinogram of rabbits with high levels of II. These changes indicate an increase in the body's immune defense under the influence of Passalurus ambiguus. We found a decreased level of uric acid and a protein coefficient due to the low percentage of albumin in sick rabbits. This is possibly due to a violation of the process of their formation in the liver against the background of increased output.

Keywords: *passalurosis, protein metabolism, Passalurus ambiguus, albumin, globulins, IgA, IgG, IgM, T, B-, O-lymphocytes.*



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ПОЛІМОРФІЗМ ГЕНЕТИКО-БІОХІМІЧНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ УКРАЇНСЬКИХ ПОРІД ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ МОЛОЧНОГО НАПРЯМКУ ПРОДУКТИВНОСТІ

Ю. В. Грицієнко, аспірант

Миколаївський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС
України

М. І. Гиль, доктор сільськогосподарських наук, професор

Миколаївський національний аграрний університет

ORCID ID: 0000-0001-7353-9865

М. С. Косенко, завідувач відділу

Миколаївський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС
України

У статті представлено результати дослідження породоспецифічних особливостей генетичної структури і розмаху внутрішньопородної мінливості корів трьох порід вітчизняної селекції: української червоної молочної, української чорно-рябої молочної, української червоно-рябої молочної за генетично детермінованим поліморфізмом груп генетико-біохімічних систем транспортних білків: гемоглобіну (HB), церулоплазміну (CP), трансферину (Tf), посттрансферину (pTf), амілази (Am-1) та рецептора до вітаміну D (кальцитріолу) (GC).

Ключові слова: алель, генетична структура, генетичні маркери, амілаза, гемоглобін, трансферин, посттрансферин, церулоплазмін, рецептор до вітаміну D.

Постановка проблеми. Можливість застосування контролю процесу передачі генів батьківських пар у ряді поколінь та визначення фактичного індексу генетичної подібності шляхом використання поліморфних генетико-біохімічних систем та нуклеотидних повторів ДНК для маркування генотипів забезпечує перспективність прогнозування ефективності відбору й підбору в тваринництві [1–3].

Для кожної породи, популяції тварин характерний особливий, тільки їй властивий, спектр частот зустрічаємості поліморфних систем, тому генетична характеристика порід, проведена у період їх відносно стабільного стану, може слугувати своєрідним імуногенетичним паспортом і можливою точкою відліку в подальших моніторингових дослідженнях якісних та кількісних змін параметрів генофондів, що проходять під впливом факторів зовнішнього середовища і специфіки селекційної роботи [4,5].

До біохімічних систем організму, що мають практичне значення в селекції, належать білки сироватки крові. Вони беруть участь у регуляції осмотичного і онкотичного тиску, кислотно-лужної рівноваги, відіграють важливу роль у процесах обміну речовин. Виконуючи

транспортну функцію, сироваткові білки мають велике значення і у процесах синтезу компонентів молока. Так, сироваткові альбуміни є попередниками білків молока, бета-глобуліни – жиру, гама-глобуліни є носіями антитіл і відображають захисні властивості організму. Встановлено їхню залежність від годівлі, породи, продуктивності, генотипу [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найперспективнішим напрямком удосконалення порід великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності шляхом селекційних маніпуляцій є використання молекулярно-генетичних маркерів. Породи великої рогатої худоби вітчизняної селекції характеризуються різноманітністю генетичної структури, а саме різними цінними алельними варіантами, які мають також зв'язок з ознаками їх продуктивності [7–10].

Молочна продуктивність є однією з основних груп господарсько корисних ознак молочної худоби, формування якої зумовлено величезною кількістю генетичних локусів. Аналіз кореляційних зв'язків засвідчує можливість їх використання для подальшого вдосконалення селекційного процесу та отримання

високопродуктивних тварин. Відбір корів за генотипами алелів, які асоційовані з кількісними та якісними показниками молочної продуктивності, буде ефективним для подальшого розвитку стада [11–15].

Висока продуктивність молочних корів обумовлена і нерозривно пов'язана з інтенсивним перебігом процесів обміну речовин в органах і системах та функціональною діяльністю цих органів. Оптимальний перебіг цих процесів дозволяє детально отримувати максимум генетично зумовленої біологічно повноцінної молочної продукції [16,17]. Порівняльний аналіз поліморфізму різних ферментів забезпечує здатність зробити важливий висновок про те, що видоутворення може бути тісно пов'язано з реорганізацією генетико-біохімічних систем контролю внутрішньоклітинного енергетичного метаболізму. Тим часом породоутворення асоціюється з перетворенням генетико-біохімічних систем локальної біохімічної адаптації, контролюючи зв'язки між внутрішнім і зовнішнім середовищем організму [18].

З підвищенням рівня показників продуктивності все складніше досягти селекційних зрушень [19, 20]. Пояснити це явище можна тим, що інтенсивна селекція, спрямована на підвищення продуктивності, призводить до нагромадження генетичного вантажу та зниження генетичного розмаїття. Зниження показника генетичної мінливості може призвести до зниження рівня адаптивних якостей тварин та сприяти неефективній роботі в селекції. Підходи до вдосконалення порід засновані на використанні маркер-допоміжної селекції, контролю походження й інтрогресії (міжвидовий перенос генів) із застосуванням оцінки геному тварин і генетичної різноманітності популяцій за допомогою маркерних технологій [21].

Такі генотипові маркери, як ізоферменти, є важливими при аналізі перенесення генетичного матеріалу. Вони ефективно застосовуються при проведенні маніпуляцій з генетичним матеріалом, які потребують контролю ефективності інтродукції генетичного матеріалу [22, 23].

Білкові маркери забезпечують можливість ідентифікації генотипів за багатьма генами та вивчення динамічних змін частот алелів у процесі селекції та дозволяють контролювати племінну справу. Спроби прискорити селекційний процес включенням у роботу простих біохімічних ознак тварин, як і простих генетичних систем, що пов'язані зі складними ознаками продуктивності шляхом використання генетичних маркерів у генетиці і селекції теоретично обґрунтовані О. Серебровським у публікації «Генетичний аналіз» [24].

Генетика ізоферментів дає можливість виконувати пошук закономірностей функціонування генів в онтогенезі, вивчає роль цих пептидів при проходженні морфогенетичних процесів, клітинній диференціації, при тому виявляються генетичні механізми регуляції експресії спектру ізоферментів і рівень їх використання, аналізується роль у регуляції процесів метаболізму [25]. Цікавими і перспективними напрямками застосування даних про мінливість ізоферментів є: оцінка внутрішньо- і міжвидової генетичної мінливості [26], оцінка кількості генетичних змін при видоутворенні, дослідження генетичних основ мікроеволюційних процесів, виявлення зв'язків філогенезу між різними таксономічними групами, виявлення розмаху і механізмів підтримки генетичної мінливості. Чисельні дослідження поліморфізму білків, ферментів і систем крові [27] підтвердили існування внутрішньовидової різноманітності за рядом локусів структурних генів.

Білковий поліморфізм – оптимальний показник для вивчення і контролю генетичної диференціації груп тварин у зв'язку з їх відтворенням у різних еколого-географічних умовах. Високий рівень поліморфності локусів характерний для нативних популяцій, що пристосовані до існування в природних умовах.

Біохімічні маркери є зв'язуючою ланкою між генетичними і фенотиповими рівнями мінливості [28]. Дослідження з їх використанням проводяться при вивченні: зчеплення та хромосомної локалізації генів, тканинної і внутрішньоклітинної специфічності їх експресії, ролі взаємодії алельних і неалельних генів, онтогенезу, впливу на генетичну структуру популяції різних форм відбору [29].

Ізоферменти є корисними генетичними маркерами, оскільки при їх використанні можна отримати генетичну інформацію про стан генофондів природних та штучних популяцій. При дослідженні генетико-біохімічного поліморфізму у досліджуваних популяціях при тотожних методичних умовах наявні мономорфні локуси [30].

Постановка завдання. Використання морфологічних моногенно успадкованих ознак не забезпечує вирішення практичних проблем генетики, розведення та селекції. Тому при вирішенні різноманітних, залежно від мети, завдань у різних галузях тваринництва на перший план виходить відбір ознак, що підконтрольні як окремим генам, так і їх комплексам, які відносно легко ідентифікуються за допомогою даних молекулярно-генетичного аналізу.

Відповідно, метою нашого дослідження є виявлення наявності особливостей генетичної структури порід та встановлення розмаху внутрішньопородної мінливості мікропопуляцій корів трьох сучасних порід вітчизняної селекції молочного напрямку продуктивності шляхом аналізу генотипів і алелів за електрофоретичним розподілом окремих варіантів генетико-біохімічних систем.

Матеріали і методи дослідження. Досліджували репрезентативні вибірки з порід великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності – українська червона молочна (УЧМ, $n=35$ гол.), українська чорно-ряба молочна (УЧорРМ, $n=31$ гол.), українська червоно-ряба молочна (УЧерРМ, $n=25$ гол.) племінного стада ПСП «Колос-2011» Очаківського району Миколаївської області.

Кров для досліджень брали з яремної вени з наступним висушуванням в лабораторних умовах. Досліди проводили на еритроцитах і плазмі крові. Оцінку генетичної структури проводили за генетично детермінованим поліморфізмом груп генетико-біохімічних систем. Білковий поліморфізм та поліморфізм ферментів виявляли за допомогою використання методу електрофоретичного розділення білків у 13% крохмальному гелі у горизонтальних камерах з подальшим гістохімічним фарбуванням (Harris, H., & Hopkinson, D.A. (1976)) [31].

До групи досліджуваних генетико-біохімічних систем входили транспортні білки: гемоглобін (HB), церулоплазмін (CP), трансферин (Tf), посттрансферин (pTf), амілаза (Am-I) та рецептор до вітаміну D (кальцитріолу) (GC).

Під час аналізу генетичної структури груп тварин за генетико-біохімічними системами

використовували такі показники: частота алелів та генотипів, рівень фактичної (H_o) та очікуваної гетерозиготності (H_e), індекс поліморфізму (PIC). Оцінку відповідності частот генотипів рівновазі Кастла-Гарді-Вайнберга проводили за критерієм Пірсона (χ^2). Для оцінки генетичної диференціації дослідних популяцій використовували індивідуальний індекс фіксації Райта (F_{IS}).

Генетико-популяційний та біометричний аналіз результатів, отриманих в процесі проведення дослідження, здійснили за використання методів математичної статистики (χ^2 , критерій Стюдента, Фішера).

Статистичний обробіток даних проведено у стандартному пакеті «Microsoft Excel 2013» з використанням власних програм та інтегрованої надбудови GenAlEx 6.5 (<http://biology-assets.anu.edu.au/GenAlEx/Download.html>) для розрахунків статистики Райта. Аналіз за іншими показниками виконано у стандартному пакеті IBM SPSS Statistics V24.0 (https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ru/S1LVMB_24.0.0/spss/product_landmg.html).

Результати досліджень та обговорення. Наявність особливостей генетичної структури для кожної породи зумовлена специфічним розподілом алельних та генотипових частот за окремими генетико-біохімічними системами. З метою підтвердження існування породоспецифічних характеристик проведено порівняльний аналіз поліморфізму генетико-біохімічних систем крові, а саме – виявлено поліморфізм шести локусів – *Tf*, *pTf*, *GC*, *HB*, *CP*, *Am-I*.

Було розраховано алельні частоти на локус, які представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл генотипів та алельних частот за генетико-біохімічними системами *Tf*, *pTf*, *GC*, *HB*, *CP* та *Am-I*

Локус, алель	Порода		
	українська червона молочна	українська чорно-ряба молочна	українська червоно-ряба молочна
1	2	3	4
<i>Tf</i> (<i>n</i>)	35	31	25
<i>A</i>	0,414	0,516	0,260
<i>D1</i>	0,371	0,290	0,520
<i>D2</i>	0,157	0,177	0,180
<i>E</i>	0,057	0,016	0,040
<i>pTf</i> (<i>n</i>)	35	31	26
<i>F</i>	0,571	0,629	0,538
<i>S</i>	0,429	0,371	0,462
<i>GC</i> (<i>n</i>)	35	31	26
<i>A</i>	0,543	0,613	0,635
<i>B</i>	0,457	0,387	0,365
<i>HB</i> (<i>n</i>)	35	31	28
<i>A</i>	0,957	0,984	1,000

Продовження табл. 1

1	2	3	4
<i>B</i>	0,043	0,016	-
<i>CP(n)</i>	35	31	26
<i>A</i>	0,515	0,452	0,462
<i>B</i>	0,485	0,548	0,538
<i>Am-1(n)</i>	35	31	26
<i>B</i>	0,500	0,613	0,558
<i>C</i>	0,500	0,387	0,442

Tf (трансферин) – транспортний білок, який виконує транспортування заліза з центрів поглинання дванадцятипалої кишки до всіх тканин. До даного класу відносять трансферин, овотрансферин, лактоферин, меланотрансферин – регулюють обмін заліза між тканинами і запасними депо, що знаходяться в печінці та впливають на вміст жиру й кількість Ca, P, Fe, Cu; становить 3-6% усіх білків сироватки крові.

Відомо, що варіант *A* асоційований з підвищеним вмістом аспаргінової кислоти в плазмі крові. Варіант *D* асоціюється з жирністю молока та підвищеними надоями. У тварин з генотипом *DD* – вміст гемоглобіну і активність

каталази вище (високий рівень каталази сприяє збільшенню надоїв), спостерігається більша кількість β -глобулінів (глобуліни попередники жиру). Варіант *E-DE* характеризується підвищеним вмістом лізину, ізолейцину, тирозину в плазмі крові [32].

Локус трансферину є найбільш інформативним за рівнем поліморфізму білків та ферментів крові. Так, дослідженнями було встановлено наявність восьми варіантів фенотипів локусів трансферину (з 10 можливих): *AA*, *AD1*, *AD2*, *AE*, *D1D1*, *D1D2*, *D2D2*, зумовлені чотирма алельними генами – *A*, *D1*, *D2*, *E* (табл. 2).

Таблиця 2

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові *Tf* корів різних порід української селекції

Порода	<i>n</i>	Частота генотипу																			
		AA		AD1		AD2		AE		D1D1		D1D2		D1E		D2 D2		D2E		EE	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
УЧМ	35	6	17,1	10	28,6	5	14,3	2	5,7	5	14,3	4	11,4	2	5,7	1	2,9	-	-	-	-
УЧерРМ	25	-	-	10	40,0	3	12,0	-	-	4	16,0	6	24,0	2	8,0	-	-	-	-	-	-
УЧорРМ	31	10	32,3	6	19,4	5	16,1	1	3,2	4	12,9	4	12,9	-	-	1	3,2	-	-	-	-
Порода	<i>n</i>	Частота алеля A/D1/D2/E						Гетерозиготність				χ^2		<i>PIC</i>		<i>F_{IS}</i>					
								<i>H_o</i>		<i>H_e</i>											
УЧМ	35	0,414/0,371/0,157/0,057						0,657		0,672		27,40		0,662		0,022					
УЧерРМ	25	0,260/0,520/0,180/0,040						0,840		0,641		32,92		0,628		-0,311					
УЧорРМ	31	0,516/0,290/0,177/0,016						0,516		0,628		27,71		0,618		0,178					

Варто відмітити, що за даним локусом спостерігається виражена міжпородна диференціація комбінацій алелей. Для кожної з порід властиві свої особливості будови генетичної структури. Так, за локусом трансферину породи можна розділити на такі групи: з домінуванням алельного варіанту *TfA* (українська чорно-ряба молочна) та *TfD1* (українська червоно-ряба молочна). У тварин української червоної молочної породи частота саме цих (не інших) генетичних комплексів приблизно рівна – *TfA* - 0,414, й *TfD1* - 0,371. В той час як українська червоно-ряба молочна порода характеризується наявністю п'яти генотипів; при цьому повністю відсутні тварини, гомозиготні за алелем *TfA* й *TfE*, *TfD2* та взагалі не виявлено генотипів *TfAE*, *TfD2E*, але показник фактичної гетерозиготності складає 0,840 (найбільший з усіх

оцінених порід тварин) і значно перевищує рівень очікуваної – 0,641.

Худоба української червоної молочної породи є найбільш поліморфною, бо встановлено наявність восьми варіантів локусу – *TfAA*, *TfAD1*, *TfAD2*, *TfAE*, *TfD1D1*, *TfD1D2*, *TfD1E* та *TfD2D2*, а рівень очікуваного й фактичного поліморфізмів мав майже тотожні значення – 0,672 й 0,657 відповідно. Одночасно у ровесниць української чорно-рябої молочної породи при високому фактичному ступені представлених фенотипів локусу *Tf* (*AA*, *AD1*, *AD2*, *AE*, *D1D1*, *D1D2*, *D1E*) й, незрозуміло чому меншому з усіх порід тварин значенні *H_o* – 0,516, розрахунково очікувана гетерозиготність була близькою до таких значень однолітків інших порід – 0,628.

У результаті дослідження встановлено, що поєднання алелів варіанту *TfEE* в усіх групах тварин не було виявлено зовсім; низька і частота

зустрічаємості його з-поміж усіх досліджених порід худоби – 0,016-0,057. Дане явище можна пояснити специфікою вжитих попередньо породотворних процесів із сучасними українськими породами великої рогатої худоби.

Параметри PIC та H_o показали, що всі алелі локусу Tf в оцінених породах худоби є високополіморфними – 0,618-0,662.

Інша генетико-біохімічна система, що контролюється одним локусом з двома алелями F та S – посттрансферин, також виявила у тварин певне різноманіття його типів (табл. 3).

Таблиця 3

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові pTf корів різних порід української селекції

Порода	n	Частота генотипу						Часто та алеля F/S	Гетерози- гетність		χ ²	PIC	FIS
		FF		FS		SS			Ho	He			
		n	%	n	%	n	%						
УЧМ	35	11	31,4	18	51,4	6	17,2	0,571/0,429	0,514	0,497	0,088	0,490	-0,035
УЧерРМ	26	9	34,6	10	38,5	7	26,9	0,538/0,462	0,384	0,507	1,330	0,497	0,241
УЧорРМ	31	9	29,0	21	67,7	1	3,3	0,629/0,371	0,677	0,474	6,320	0,467	-0,428

Встановлено, що за локусом pTf наявні суттєві міжпородні відмінності, що явно виражені у тварин української чорно-рябої молочної породи. Варто зазначити, що в даній мікропопуляції рівень фактичної гетерозиготності – 0,677 значно перевищує очікувану – 0,474. Таке співвідношення генотипів обумовлене різницею в частотах алелів. Спостерігається найнижча з поміж інших порід худоби частота тварин-гомозигот за алелем $pTfS$ – 0,371.

Рівень фактичної гетерозиготності в оціненій мікропопуляції української червоно-рябої молочної породи значно нижчий за показник очікуваної, хоча частота алеля F переважає над такою S , як і в аналогів УЧорРМ, але не суттєво – 0,538 та 0,462, відповідно.

У групі тварин української червоної молочної породи вірогідного відхилення значень фактич-

них частот від очікуваних відповідно до закону Кастла-Гарді-Вайнберга не спостерігається.

Рівень поліморфізму за значенням індекса PIC був значущим та мав за локусом pTf в усіх спостережуваних породах великої рогатої худоби близькі значення – 0,467-0,497.

Обмін кальцію та фосфатів кісткової тканини регулюється за участі вітаміну D шляхом взаємодії його гормонально-активної форми кальцитроалуз рецепторами клітин. Останні за своєю приналежністю відносяться до ядерних транскрипційних білків і беруть участь не лише в процесі транскрипції, але й у механізмі посттранскрипції, контрольованому мікроРНК [33].

При проведенні електрофоретичних досліджень за локусом рецептора до вітаміну D нами було ідентифіковано два алельні варіанти – $GC A$ і $GC B$ (табл. 4).

Таблиця 4

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові GC корів різних порід української селекції

Порода	n	Частота генотипу						Часто та алеля А/В	Гетерози- готність		χ²	PIC	FIS
		AA		AB		BB			Ho	He			
		n	%	n	%	n	%						
УЧМ	35	8	22,8	22	62,8	5	14,4	0,543/0,457	0,628	0,504	2,485	0,496	-0,248
УЧерРМ	26	7	26,9	19	73,1	0	-	0,635/0,365	0,730	0,473	8,619	0,464	-0,545
УЧорРМ	31	10	32,3	18	58,0	3	9,7	0,613/0,387	0,580	0,482	1,551	0,475	-0,204

Необхідно зауважити, що за локусом рецептора до вітаміну D серед тварин усіх трьох порід спостерігається високе статистично достовірне значення гетерозигот; визначене їх число у групі української червоної молочної породи становить – 0,730, а очікуване – 0,473 ($P > 0,99$).

У мікропопуляціях української червоно-рябої молочної та української чорно-рябої молочної порід встановлена висока частота алеля A – 0,635 та 0,613 відповідно. Проте, в української червоно-

рябої молочної ідентифіковано наявність двох фенівариантів локусів рецептора до вітаміну D : гомозиготний тип $GC AA$ і гетерозиготний варіант $GC AB$, та повністю відсутні гомозиготи за локусом $GC BB$.

Параметри PIC та H_o показали, що всі алелі локусу GC в оцінених породах худоби є відчутно поліморфними – 0,475-0,500.

Гемоглобін – складний залізовмісний білок еритроцитів, головною функцією якого є

транспортування кисню та газів, а також буферна функція [34].

При проведенні електрофоретичних досліджень у тварин двох порід української червоної молочної та української чорно-рябої

молочної нами було встановлено два алельні варіанти гемоглобіну – А і В (табл. 5), тим часом, як усі ровесниці УчЕРМ були гомозиготними – *HB AA*.

Таблиця 5

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові *HB* корів різних порід української селекції

Порода	n	Частота генотипу						Часто та алеля A/B	Гетерози- готність		χ^2	PIC	F_{IS}
		AA		AB		BB			H_o	H_e			
		n	%	n	%	n	%						
УЧМ	35	32	91,4	3	8,6	0	-	0,957/0,043	0,085	0,083	0,070	0,082	-0,030
УЧерPM	28	28	100	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
УЧорPM	31	30	96.8	1	3.1	0	-	0.984/0.016	0.032	0.032	0.008	0.032	0.000

У вищезазначених досліджених порід ідентифіковано наявність двох фенотипів локусів гемоглобіну: гомозиготний тип *HB AA* і гетерозиготний варіант *HB AB*, що кодуються двома кодомінантними алелями *HB A* і *HB B*. Наявність гомозигот за локусом *HB BB* у жодної тварини з трьох українських порід худоби при проведенні досліджень не ідентифіковано.

Частота прояву алельного варіанту *HB A* у тварин української червоної молочної породи становить 0,957, а відповідно алеля *HB B* – лише 0,043, а для української чорно-рябої молочної, відповідно 0,984 та 0,016. Висока концентрація алелю *HB A* спостерігається за рахунок високого відсотку наявності гомозигот *HB AA* – 91,4% у тварин української червоної молочної породи, та 96,8% – однолітків української чорно-рябої молочної відповідно.

За локусом гемоглобіну спостерігається збіг фактичного і очікуваного значень гетерозиготності, що можливо є проявом індіферентності по відношенню до адаптаційних та інших біологічних якостей власників різних генотипів.

Оцінка індексу поліморфізму корів за локусом *HB* дозволила підтвердити її мінімальну присутність (0,082 та 0,032) лише в українській червоній молочної та українській чорно-рябій молочної породах, проте ровесниці української червоно-рябої молочної породи були мономорфні.

З огляду на дані літературних джерел [35–37] і власних досліджень, можна зробити висновок, що у великої рогатої худоби частота прояву алельного варіанту *HB B* є дуже низькою. За локусом цього білкового комплексу в досліджуваній групі тварин української червоно-рябої молочної породи не виявлено поліморфізму; всі тварини мали гомозиготний тип *HB AA* (див. табл.5).

Ср – транспортний білок, основна біохімічна роль якого полягає в транспортуванні міді, а також виконує ферментативну роль – каталізує окислення поліфенолів і поліамінів. Пептид є глобуліном, точніше α -глобуліном, що регулює окислювально-відновні реакції в клітинах, контролює кількість заліза, а відповідно характеризується активним перебігом процесу переносу білками крові жирних кислот. При цьому ліпіди плазми крові утворюють високомолекулярні жирні кислоти. Варіант А асоційований з жирністю молока, оскільки в крові присутня більша кількість міді, що безпосередньо впливає на вищу кількість ферменту оксидази [38].

Різноманіття типів церулоплазміну, як відомо, також контролюється одним локусом з двома алелями А та В (табл. 6), що і підтверджено нашими дослідженнями для сучасної вітчизняної худоби молочно-напрямок продуктивності.

При цьому встановлено, що за локусом церулоплазміну суттєвих міжпородних відмінностей між худобою української червоної молочної та української червоно-рябої молочної порід не виявлено. Варто зазначити, що в даних мікропопуляціях рівень очікуваної та фактичної гетерозиготності майже тотожний та значущого відхилення від стану генетичної рівноваги, згідно закону Кастла-Гарді-Вайнберга, не спостерігається. Аналізуючи результати проведеного популяційно-генетичного аналізу поліморфних локусів білків та ферментів крові дослідних груп, встановлено, що фактична гетерозиготність тварин української чорно-рябої молочної породи за локусом церулоплазміну складає 77,4% ($P > 0,999$), що статистично вірогідно вказує на перевагу над очікуваним таким значенням.

Рівень поліморфізму за значенням індекса-*PIC* був значущий та мав за локусом *СР* в усіх спостережуваних породах великої рогатої худоби майже тотожні значення – 0,495-0,500.

Таблиця 6

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові CP корів різних порід української селекції

Порода	n	Частота генотипу						Часто та алеля A/B	Гетерози- готність		χ^2	PIC	F_{IS}
		AA		AB		BB			H_o	H_e			
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%						
УЧМ	35	35	9	26,5	17	50	8	23,5	0,515/	35	9	26,5	17
УЧерРМ	28	0,485	0,500	0,507	0,000	0,500	0,014			0,485	0,500	0,507	0,000
УЧорРМ	31	26	5	19,2	14	53,8	7	27,0	0,462/	26	5	19,2	14

Рівень поліморфізму за значенням індекса PIC був значущим та мав за локусом CP в усіх спостережуваних породах великої рогатої худоби майже тотожні значення – 0,495-0,500.

Амілаза – фермент класу гідролаз, каталізує гідроліз крохмалю, глікогену і полісахаридів, декстрину; є транспортним білком. Він негативно корелює з лужною фосфатазою, а фізіологічна роль полягає у мобілізації запасів полісахаридів у клітинах та в каталізі обміну крохмалю і

глікогену; впливає на кількість Ca, P, Fe, Cu та на рівень надоювміст жиру в молоці [39].

У досліджуваних нами мікропопуляціях амілаза також контролюється добре збалансованою двоалельною системою – $Am-1B$ і $Am-1C$ (табл 7). За даним локусом спостережується більш помітна міжпородна відмінність, ймовірно, зумовлена конкретними особливостями в екологічних умовах ареалу розповсюдження поперодників створюваних порід.

Таблиця 7

Поліморфізм локусів біохімічних систем крові Am-1 корів різних порід української селекції

Порода	n	Частота генотипу						Часто та алеля B/C	Гетерози- готність		χ^2	PIC	F_{IS}
		BB		BC		CC			H_o	H_e			
		n	%	n	%	n	%						
УЧМ	35	6	17,1	23	65,8	6	17,1	0,500/	35	6	17,1	23	65,8
УЧерPM	0,500	0,657	0,507	3,457	0,500	-0,296			0,500	0,657	0,507	3,457	0,500
УЧорPM	26	9	34,6	11	42,3	6	23,1	0,558/	26	9	34,6	11	42,3

За локусом амілази українські червоні молочні та українські чорно-рябі молочні корови характеризуються більшим відсотком гетерозигот $Am-I$ BC (65,8 і 58,1%, відповідно). Частота зустрічаємості аля C найменша в представниць українських чорно-рябих молочних тварин – 0,387, при цьому частота гомозигот $Am-I$ CC складає в них лише 9,6%. Очікуване та фактичне значення гетерозиготності співпало у худоби УЧМ породи, проте як у ровесниць інших досліджуваних порід є своя, не тотожна поміж ними специфіка.

Значення індексу поліморфізму (PIC) засвідчили значущу варіабельність локусу $Am-1$, причому в усіх досліджених порід корів української селекції.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведених досліджень генетико-біохімічних систем та його статистичного аналізу встановлено наявність генетичних породоспецифічних особливостей у сучасних українських порід молочного напрямку продуктивності.

За локусами Tf , pTf , GC , HB , CP та $Am-1$ виявлено той чи інший ступінь поліморфізму генетико-біохімічних систем. Причому високу частоту зустрічальності алельних варіантів вірогідно ідентифіковано в усіх трьох породах вітчизняної селекції за локусами Tf – AD1; pTf – FS; GC – AB; HB – AA; CP – AB; $Am-1$ – BC. Найбільш поліморфною (61,8-66,2%) генетико-біохімічною системою в корів порід української селекції встановлено локус Tf , проте як за іншими – pTf , GC , CP та $Am-1$ індекс поліморфізму мав ліміт мінливості породних середніх значень від 0,464 до 0,500, а оцінювання локусу HB встановило його рівень лише від 0,000 до 0,082.

Таким чином, алельні варіанти досліджених поліморфних генетико-біохімічних систем можуть бути використані для оцінки генетичної структури порід і внутрішньопородних груп, що дуже важливо для організації плеємної справи і ведення селекційної роботи в тваринництві та дає можливість практичного застосування генетико-математичних методів прогнозування рівня молочної продуктивності корів.

Можливо основними причинами подібності розподілу між різними породами таких генетичних породоспецифічних характеристик є спільність походження, вплив факторів штучного відбору, а також закономірності внутрішньо-породної диференціації.

Список використаних джерел:

1. Mohammadabadi M.R., Torabi A., Tahmourespoor M. Analysis of bovine euro with hormone gene polymorphism of local and Holstein cattle breeds in Kerman province of Iran using polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP). *African Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 9(41). P.6848–6852.
2. Gurcan E.K. Association between milk protein polymorphism and milk production traits in Black and White dairy cattle in Turkey. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10(6). P. 1044–1048.
3. Caetano-Anolles G. MAAP: a versatile and universal tool for genome analysis. *Plant Molecular Biology*. 1994. Vol. 25. P.1011–1026.
4. Ольховская Л.В., Силкина С.Ф., Марутянц Н.Г., Шумаенко С.Н., Скокова А.В. Закономерности наследования высокой продуктивности овец по генетическим параметрам крови. *Ветеринарная патология*. 2013. №1 (43). С.68–70.
5. Селионова М.И., Чинова Л.Н., Скокова А.В. Иммуногенетический анализ популяций овец тонкорунных пород. *Инновации и современные технологии в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам международной Интернет-конференции*. 2015. С. 33–37.
6. Рубан Ю.Д. Скотарство і технологія виробництва молока і яловичини. Х.: Еспада, 2002. 571 с.
7. Боднарук В.Е., Щербатый З.Е., Кропывка Ю.Г., Боднар П.В., Жмур А.И. Влияние родительских пород на формирование генетической структуры полесской мясной породы. *Научно практический журнал «Ученые записки Учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*. 2015. Т. 51. №1(2). С. 23–27.
8. Щербатый З.Е., Боднарук В.Е., Боднар П.В., Музыка Л.И., Жмур А.И., Орихівський Т.В. Порівняльний аналіз близьких видів великої рогатої худоби. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2015. Т. 17. №1(61), 3. С.293–299.
9. Bodnaruk V.Y., Muzyka L.I., Bodnar P.V., Zhmur A.J. & Orihivskyj T.V. New possibilities of effective breeding in cattle based on the study of the genome. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2017. Vol. 9(79). P. 32–37. doi:10.15421/nvlvet7907.
10. Bodnaruk V., Shchebatyj Z., Muzyka L., Zhmur A. & Orihivskyj T. Genofond of some breed of cattle. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2017. Vol. 19 (74). P.131–134. doi:10.15421/nvlvet7429.
11. Черненко О., Губаренко Н. Вплив генотипів за генами GH і PIT-1 на молочність голштинських корів. *Тваринництво України*. 2014. №11. С.31–35.
12. Babik N., Fedorovych Y. & Fedorovych V. The influence of live weight of holstein cows on the duration and effectiveness of their economic use during the period of breeding. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2017. Vol. 19(74).P. 71–75. doi: 10.15421/nvlvet7416.
13. Fedorovych V. Dairy productivity of Simmental breed cows depending on their live weight during growing period. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2017. Vol. 19(79). P. 93–99. doi: 10.15421/nvlvet7919.
14. Fedorovych V. The impact of reproductive capacity indicators of simmental cattle on their milk productivity. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2017. Vol. 19(74). P. 52–56. doi: 10.15421/nvlvet7412.
15. Fedorovych V., Orihivskyj T., Babik N., Fedorovych E. & Oseredchuk R. The characteristics of simmentals by their economically useful traits in the conditions of Lviv region. *Scientific Messenger Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj*. 2016. Vol. 18(2(67)). P. 255–260. doi: 10.15421/nvlvet6756.
16. Самохин В.Т. Профилактика нарушения обмена микроэлементов у животных. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2003. 136 с.
17. Алиев А.А. Профилактика нарушения обмена веществ у сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1986. 384 с.
18. Глазко В.И. Молекулярно-генетические маркеры животных. К.: Аграрна наука, 1996. 120 с.
19. Грициняк І.І., Нагорнюк Т.А., Тарасюк С.І. Генетична структура порід і породних груп коропів за окремими генетико-біохімічними системами. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 1. С. 29–33.
20. David L., Blum S., Feldman M. W. Recent duplication of the common carp as revealed by analyses of microsatellite loci. *Molecular Biology and Evoluti*. 2003. Vol. 20 (9). P. 1425–1434.
21. Глик В., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология: Принципы и применение. М.: Мир, 2002. 589 с.
22. Sulowska M.K., Ghowsi In K. Isoenzyme Analyses Tools Used Long Time in Forest Science. *Electrophoresis*. 2012. P. 157–172.
23. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: Академкнига, 2003. 431 с.
24. Серебровский А.С. Генетический анализ. М.: Наука, 1970. 342 с.
25. Корочкин А.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И. Генетика изоферментов. М.: Наука, 1977. 275 с.
26. Кирпичников В.С. Биохимические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л.: Наука, 1983. 200 с.
27. Глазко В.И., Дымань Т.Н., Тарасюк С.И. Полиморфизм белков, RAPD-PCR и ISSR-PCR маркеров у зубров, бизонов и крупного рогатого скота. *Цитология и генетика*. 1999. Т.33. № 6. С. 30–38.
28. Глазко В.И. Созинова А.А. Генетика изоферментов животных и растений. К.: Урожай, 1993. 528 с.
29. Тарасюк С.І., Грициняк І.І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибистві: монографія. К.: Аграрна наука, 2013. 312 с.
30. Паавер Т. Биохимическая генетика карпа (*Cyprinus carpio* L.). Таллин: Валгус, 1983. 122 с.

31. Harris H., & Hopkinson D.A. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. Amsterdam, 1976. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1685231>.
32. Бердичевский Н.С. Генетический анализ популяции крупного рогатого скота зоны западных областей УССР по полиморфным белковым системам в связи с селекцией. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд.биол. наук. 1979.
33. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Метаболизм витамина D и пути реализации его основных функций. *Практическая медицина*. 2014.Т. 9. №85. С. 12-18.
34. Ленингер А. Основы биохимии. М.: Мир, 1985. Т. 1. С. 27-123.
35. Боднарчук В.Є., Кропивка Ю.Г., Музика Л.І., Жмур А.Й. Особливості генетичної структури поліської м'ясної породи великої рогатої худоби. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2014. Т.16. № 3 (60), З. С. 21-25
36. Боднарчук В.Є., Боднар П.В., Жмур А.Й., Музика Л.І., Кропивка Ю.Г., Оріхівський Т.В., Пославська Ю.В. Варіанти генетико-біохімічних маркерів у зв'язку з молочною продуктивністю. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2018. Т. 20. № 84. С. 98-103. doi: 10.15421/nvlvet8418.
37. Боднарчук В.Є., Щербатий З.Є., Музика Л.І., Жмур А.Й., Оріхівський Т.В. Генофонд деяких порід великої рогатої худоби. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 74.С. 131-134. doi:10.15421/nvlvet7429.
38. Любимова З.П., Кузнецов В.М. Изучение связи племенной ценности быков-производителей с биологическими полиморфными системами белков крови. *Использование интерьерных показателей в селекционно-племенной работе*: Сб. науч. трудов ВНИИ разведения и генетики с.-х. животных. 1982. С. 67-74.
39. Кудрин А.Г. Ферменты крови и прогнозирование продуктивности молочного скота: науч. издание. Мичуринск-наукоград, 2006. 142с.

Ю. В. Грициенко, М. И. Гиль, Н. С. Косенко. Полиморфизм генетико-биохимических систем современных украинских пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности

В статье представлены результаты исследования породоспецифичных особенностей генетической структуры и размаха внутривидовой изменчивости коров трех пород отечественной селекции: украинской красной молочной, украинской черно-пестрой молочной, украинской красно-пестрой молочной по генетически детерминированному полиморфизму групп генетико-биохимических систем транспортных белков: гемоглобина (HB), церулоплазмينا (CP), трансферрина (Tf), посттрансферина (pTf), амилазы (Am-1) и рецептора к витамину D (кальцитриола) (GC).

Ключевые слова: аллель, генетическая структура, генетические маркеры, амилаза, гемоглобин, трансферрин, посттрансферин, церулоплазмин, рецептор к витамину D.

Yu. Gritsienko, M. Gill, M. Kosenko. Polymorphism of the genetic-biochemical systems of modern Ukrainian breeds of milk livestock productivity

The article presents the results of the study of breed-specific features of the genetic structure and extent of intrinsic variability of cows of three breeds of domestic breeding: Ukrainian red-breasted milk, Ukrainian red-breasted milk according to genetically determined polymorphisms of groups of HB-bioglycemic systems , ceruloplasmin (CP), transferrin (Tf), posttransferin (pTf), amylase (Am-1), and vitamin D (calcitriol) receptor (GC).

Keywords: allele, genetic structure, genetic markers, amylase, hemoglobin, transferrin, posttransferrin, ceruloplasmin, vitamin D receptor.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

РІЧНА ДИНАМІКА ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОДУКТИВНОСТІ СВИНОМАТОК ВІД КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТАНКІВ ДЛЯ ОПОРОСУ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

О. Г. Михалко, аспірант

ORCID ID: 0000-0002-0736-2296/ G-2305-2018

М. Г. Повод, доктор сільськогосподарських наук, професор

ORCID ID: 0000-0001-9272-9672/ W-1565-2018

Сумський національний аграрний університет

У статті представлено результати вивчення продуктивних якостей свиноматок у станках для опоросу з різними конструктивними особливостями. Встановлено, що конструктивні особливості станків для опоросу не вплинули на кількість та масу поросят при народженні й індивідуальну масу поросят при відлученні, але спричинили тенденцію поліпшення збереженості поросят до відлучення, та, за її рахунок, підвищення маси гнізда при відлученні.

Ключові слова: свиноматка, поросля, станок для опоросу, багатоплідність, маса гнізда поросят, збереженість, приріст.

Постановка проблеми. Утримання підсисних свиноматок з поросятами є найбільш важливим, досить складним і відповідальним процесом при відтворенні свиногоголів'я на фермах і комплексах. Саме за підсисний період гине найбільше поросят. Тому однією з першочергових задач промислового свинарства є мінімізація впливу технологічних факторів та сезонності року на відтворювальну здатність поголів'я свиней шляхом поліпшення технологій їхнього вирощування через удосконалення типових умов утримання, впровадження нових систем створення і контролю мікроклімату виробничих приміщень, догляду, годівлі, водонапування, станкового обладнання тощо, що сьогодні інтенсивно впроваджують більшість сучасних свинокомплексів держави. Висока імовірність суттєвого впливу різних конструктивних рішень станкового обладнання для індивідуального утримання маточного поголів'я на збереженість поросят, незважаючи на створення максимально комфортних умов для економічно ефективного відтворення стада, вимагає приділити додаткову увагу його дослідженню.

Аналіз останніх публікацій і досліджень. На думку В. Я. Лихача [8], система утримання – це сукупність вживаних форм, прийомів і методів розміщення тварин у приміщеннях, підлеглих основним технологічним принципам виробництва, спрямованих на отримання високого рівня продуктивності. Відтворювальні

якості маточного поголів'я залежать не тільки від породи та сукупності генетичних задатків, а й детерміновані відповідністю факторів утримання біологічним особливостям свиней. Рентабельне, високоефективне виробництво продукції свинарства залежить від правильного вибору комплексу сучасного обладнання, спрямованого на дотримання тієї чи іншої технології.

С. В. Костенко [3] вивчала поведінку підсисних свиноматок у станку з діагонально встановленою поворотною Г-подібною перегородкою, яка відділяла її від поросят. Автор встановила, що свиноматки, які знаходяться у дослідних універсальних станках, після трьох тижнів підсисного періоду на 28,7% часу вірогідно більше рухалися ($P < 0,001$) і на 2,0% менше відпочивали, ніж у контрольній. Крім того, універсальний станок забезпечував етологічний комфорт не тільки свиноматкам, а й поросятм-сисунам. У ньому були створені оптимальні передумови для активізації рухової активності тварин, привчання поросят до ранньої підгодівлі.

На думку В. М. Волощука та В. О. Іванова [1], правильно підібране станкове обладнання дозволяє підвищити рівень збереженості приплоду за рахунок забезпечення поросят від задавлювання, регульованого локального обігріву і створення належного мікроклімату у зоні розміщення.

Мікроклімат, вирівняний упродовж року в межах оптимальних норм, має суттєвий вплив на забезпечення високої продуктивності та

збереженості тварин. Тим не менше, вплив сезонних умов доквілля включає більш широкий спектр факторів, ніж такі параметри мікроклімату приміщень, як температура, вологість, загазованість, швидкість руху повітряних мас, бактеріальна забрудненість [2, 4, 5, 7].

За дослідженнями О. О. Стародубця [13], вплив сезону року на продуктивність свиней обумовлений тим, що разом із сезоном року змінюються чинники зовнішнього середовища, серед яких найбільше значення мають не тільки температура, вологість повітря, але й фотоперіодизм. Він вважає, що спекотним літом у свиноматок спостерігається біологічна депресія, через що у них знижуються статеві охота, заплідненість, багатопліддя. Разом з тим, осінніми та зимовими місяцями ці показники підвищуються. На його думку, це можна пояснити тим, що влітку відмічається гальмування фоллікулогенезу через те, що число овулюючих фолікулів зменшується. Як наслідок – зниження заплідненості (по опоросах) і фактичного багатопліддя.

Вивчення стану даної проблеми групою вчених з точки зору зміни відтворювальної продуктивності свиноматок під впливом сезонності показали, що вони були найвищими взимку, а найнижчими – влітку [10, 11, 14-16].

Необхідно відмітити, що, досліджуючи проблему впливу сезонності, Л. І. Топчій [14] виявив чинники доквілля, які мають найбільший вплив на продуктивність свиней: вологість, температура і швидкість руху повітря у свинарнику. Свині є дуже залежними від температурних коливань. Різне зниження температури у приміщенні, де утримуються свині, викликає посилення основного обміну, знижується продуктивність. Висока температура повітря призводить до зниження апетиту у свиней, знижується вироблення травних ферментів, їжа погано перетравлюється і затримується всмоктування білка, вуглеводів і жиру з корму, все це знижує продуктивність тварини. [4, 6, 14]

У своїх дослідженнях німецький вчений Нойнабер Манфред [9] вказує, що індивідуальні станки для опоросу із захисними дугами знижують втрати поросят від задавлювання на 4% або 0,5 гол. порівняно зі станками, які такими дугами не обладнані, однак вони дещо підвищують рівень шуму на фермі.

Італійські дослідники С. Mazzoni та А. Scollo [20] повідомляють, що конструкція станка для опоросу достовірно впливає на збереженість поросят упродовж підсисного періоду. Звичайний станок для опоросу із захисними дугами характеризується часткою задавлених поросят на

рівні 5,46%, станок для опоросу із захисними дугами та заглибленим гніздом для поросят, винесеним в крайній задній кут з похилою площиною його підлоги відносно загальної підлоги всього станка – часткою задавлених поросят на рівні 2,37%, а станок для опоросу із захисними дугами та рухомою «вверх-вниз» сенсорною платформою для лягання свиноматки – відповідно часткою задавлених поросят на вірогідно найнижчому рівні 0,45%.

За дослідженнями данських вчених D. Weary та P. Phillips [22], у станках для опоросу, обладнаних захисними дугами, частка задавлених поросят була меншою ніж у тих, які захисних дуг не мали. Однак, зі зростанням показника багатоплідності, позитивний вплив цієї конструктивної особливості знижувався пропорційно збільшенню загальної чисельності живих поросят при народженні. Дослідження виявили, що 54% задавлених поросят спричинені ляганням свиноматки, а 33% – від її перевертання з боку на бік під час лежання, на що захисні дуги ніякого впливу не мають.

За результатами експерименту данського вченого L. Danholt [17], при обладнанні індивідуальних станків для опоросу підлогою у зоні відпочинку свиноматки з кутом нахилу 10% у бік гнізда поросят, загальна частка задавлених поросят зростала порівняно з часткою задавлювань у станках з рівною підлогою, а структура втрат в межах показника розподілилася на користь перевищення смертності від перевертання свиноматки з боку на бік на рівні 64%, над смертністю від її лягання – на рівні 36% відповідно. Нахил підлоги провокував додаткові перевертання тварин через дискомфорт.

Згідно з висновками T. Nicolaisen [21], тимчасова фіксація свиноматки в станку для опоросу під час і після народження поросят може допомогти зменшити втрати новонароджених, спричинені задавлюванням, з урахуванням виявлених моделей поведінки як у свиноматок, так і у поросят. Його дослідження підкреслює важливість конструкції індивідуальних станків, обладнаних обмежувальними дугами, які відрізняються часткою задавлених поросят на рівні 12,3%, що вірогідно нижче порівняно із станками без обмежувальних дуг, де частка задавлених 25,6% та подібними станками без обмежувальних дуг, але дещо більшої площі – відповідно з 19,9% втрат.

Аналіз смертності поросят у комерційних підприємствах, проведений S. A. Edwards [17], свідчить про те, що більшість загиблих новонароджених поросят припадає на задавлення та голодування, але ці кінцеві причини часто є

вторинними наслідками перинатальної гіпотермії.

Отже, виживання новонародженого поголів'я – це результат складних взаємодій свиноматки, поросят та навколишнього середовища, і комерційна стратегія має бути зосереджена на поліпшенні умов опоросу для зміни поведінки тварин. Один із факторів впливу на збереженість поросят – конструктивні особливості станків для опоросу є тим фактором, який потребує додаткового вивчення та подальшого вдосконалення.

Матеріал і методика досліджень. Для вивчення впливу різних технологічних вирішень окремих станків для індивідуального утримання з урахуванням впливу сезонності року на відтворювальні якості свиноматок генотипу Galaxy 900 французької компанії «Франс-Гібрид» в умовах високотехнологічного промислового свинарського репродуктора ТОВ «Деміс-Агро» Дніпропетровського району Дніпропетровської області проводили дослідження шляхом аналізу результатів опоросів впродовж року. Для проведення дослідження використовували дані продуктивності лактуючих свиноматок у двох маточниках підприємства, що мали відмінності в конструкціях станків для опоросу з різними параметрами, а решта умов утримання були ідентичними. За віком, живою масою, вгодованістю тварини в групах були аналогічними. Умови утримання і годівлі свиноматок під час холостого та поросного періоду були однаковими.

Оцінка сезонної продуктивності свиноматок здійснювалася з урахуванням наступного часового розподілу: зима – 01.12-28.02; весна –

01.03-31.05; літо – 01.06 -13.09; осінь – 14.09-30.11.

На підприємстві для опоросу свиноматок та їх утримання використовуються сучасні промислові індивідуальні станки Terra Exim-Agroimprex польського виробництва та «La-ТЕК» французького виробництва, які забезпечують сприятливі умови для проведення опоросу свиноматки, а також її утримання разом з поросятами впродовж підсисного періоду (рис. 1 та 2). Вони укомплектовані годівницями і напувалками як для свиноматки, так і для молодняку. Для поросят обладнано комфортну зону відпочинку, покриттям для якої слугував підігрівальний електрокилим, над яким розміщено одну лампу для підтримання комфортної температури. Різниця в конструкції цих станків полягала в будові клітки для свиноматки, яка в польському станку не мала обмежувальних дуг для уповільнення лягання свиноматки. Також ця огорожа мала регулювання ширини обмежувального пристрою і не регулювалася по довжині, що не давало можливості обмежувати рух свиноматки в ній (рис. 1). Станки французького виробництва мали обмежувальну клітку для свиноматок, обладнану обмежувальними дугами (рис. 2 поз. 8), які уповільнюють швидкість лягання свиноматки, чим сприяють більшій можливості поросятам втекти від зони лягання та не бути придавленими свиноматкою. Також цей станок, окрім регульованої ширини, має можливість регулювання подовжного простору для свиноматки, шляхом перевертання на 180° задньої стінки (рис. 2 поз. 5), що зменшує або збільшує його довжину на 20 см.

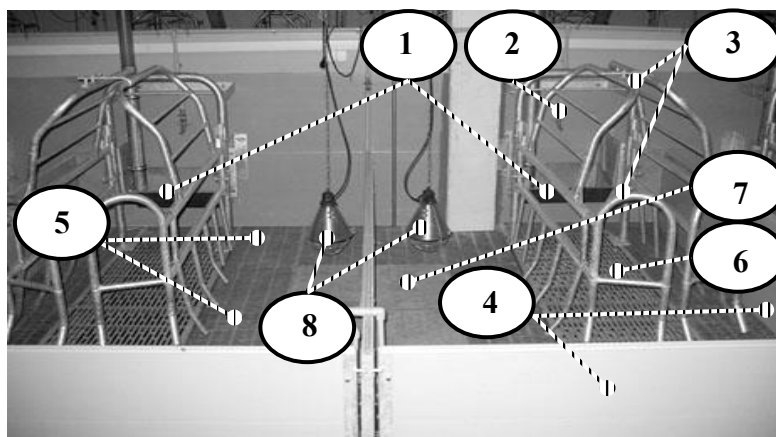


Рис. 1. Станок для індивідуального утримання свиноматок на бетонній ванні Terra Exim-Agroimprex

1 – годівниця для свиноматки; 2 – соскова напувалка для свиноматки; 3 – огорожа для свиноматки; 4 – огорожа для поросят (полімерна); 5 – пластикова секція щільної підлоги; 6 – чавунна секція щільної підлоги; 7 – полімерний електрокилим; 8 – інфрачервона лампа обігріву.

Тварин І (контрольної групи) утримувались в приміщенні, де використовувались станки з повністю щільною підлогою на бетонній ванні Tetra Exim-Agroimprex польського виробництва. Загальні габарити: довжина – 2,4 м; ширина – 1,8 м; висота – 0,5 м, площа 4,32м². Фіксує бокс розміщується по центру станка, в якому

відсутні відкидні обмежувальні дуги для зменшення швидкості лягання свиноматки (рис. 1).

Тварини ІІ (дослідної групи) були розміщені в станках La-ТЕК фірми «І-ТЕК Україна» з пластиковим баком для рідких фракцій (рис. 2).

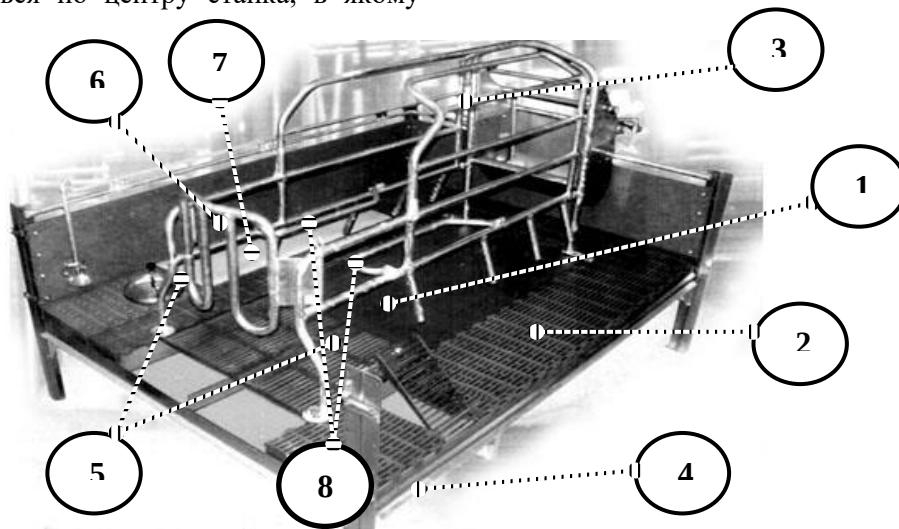


Рис. 2. Станок для індивідуального утримання свиноматок з пластиковим баком для рідких фракцій «La-ТЕК»

1 – чавунна решітчаста підлога; 2 – полімерна решітчаста підлога для розміщення поросят; 3 – металева клітка з трубчастої конструкції для свиноматки; 4 – бак для рідкої фракції; 5 – задня стінка клітки; 6 – дверці клітки; 7 – електрокилим, 8 – обмежувальні дуги.

Станок має розміри 1,8 на 2,4 м з опорною кліткою для матки 0,7×2,05 м.

При аналізі продуктивності свиноматок було враховано такі характеристики: кількість народжених поросят, кількість відлучених поросят, багатоплідність, збереженість поросят, маса гнізда поросят при відлученні, маса 1 голови при відлученні.

Для комплексної оцінки відтворювальних якостей використали оціночний індекс за обмеженою кількістю ознак [5]:

$$I=B+2W+35G$$

де І – індекс відтворювальних якостей, балів;

В – кількість поросят при народженні, гол.;

W – кількість відлучених поросят, гол.;

G – середньодобовий приріст поросят при відлученні, кг.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень (табл. 1) встановлено певні відмінності у показниках відтворення у свиноматок.

Таблиця 1

Відтворювальні якості свиноматок залежно від конструктивних особливостей станка для опоросу

Показник	I (контрольна група)	II (дослідна група)
1	2	3
Зима		
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	13,30±0,36	13,30±0,34
Частка мертворождалих поросят, %	4,7±0,71	4,0 ±0,59
Багатоплідність, гол.	12,7±0,31	13,1±0,34
Маса гнізда поросят при народженні, кг	18,0±0,79	18,4±0,71
Великоплідність, кг	1,42±0,04	1,41±0,02
Кількість поросят при відлученні, гол.	11,4±0,15	12,0±0,25*
Збереженість, %	90,12±1,34	91,76±0,86
Маса 1 голови при відлученні, кг	8,09±0,12	7,96±0,23
Маса гнізда поросят, кг	92,6±1,04	95,6±3,98
Оціночний індекс, балів	43,83	44,88

Продовження табл. 1

1	2	3
Весна		
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	13,40±0,36	13,60±0,28
Частка мертвонароджених поросят, %	4,4 ±0,68	2,9 ±0,74
Багатоплідність, гол.	12,8±0,26	13,2±0,13
Маса гнізда поросят при народженні, кг	17,8 ±0,69	18,0 ±0,74
Великоплідність, кг	1,39±0,02	1,36 ±0,03
Кількість поросят при відлученні, гол.	11,7±0,22	12,3±0,17*
Збереженість, %	91,45±0,97	92,77±0,92
Маса 1 голови при відлученні, кг	7,75±0,10	7,89±0,23
Маса гнізда поросят, кг	91,0±2,18	96,8±3,00
Оціночний індекс, балів	44,05	45,46
Літо		
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	12,80±0,29	13,00±0,31
Частка мертвонароджених поросят, %	4,1±0,65	3,2 ±0,79
Багатоплідність, гол.	12,3±0,46	12,6±0,40
Маса гнізда поросят при народженні, кг	17,7±0,67	17,9±0,77
Великоплідність, кг	1,44±0,02	1,42±0,03
Кількість поросят при відлученні, гол.	11,2±0,42	11,7±0,41
Збереженість, %	91,06±0,68	92,52±0,90
Маса 1 голови при відлученні, кг	7,27±0,18	7,63±0,12
Маса гнізда поросят, кг	81,4±2,47	88,9±2,35*
Оціночний індекс, балів	42,38	43,86
Осінь		
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	12,60±0,35	12,80±0,36
Частка мертвонароджених поросят, %	4,6±0,76	3,1±0,74
Багатоплідність, голів	12,0±0,29	12,4±0,20
Маса гнізда поросят при народженні, кг	16,5±0,68	16,5±0,72
Великоплідність, кг	1,37± 0,02	1,33±0,03
Кількість поросят при відлученні, гол.	11,0±0,26	11,4±0,20
Збереженість, %	90,97±1,77	91,75±0,91
Маса 1 голови при відлученні, кг	7,79±0,08	7,93±0,09
Маса гнізда поросят, кг	85,4±2,17	90,3±1,97
Оціночний індекс, балів	42,70	43,75
У середньому за рік		
Загальна кількість поросят при народженні, гол.	13,02±0,34	13,25±0,27
Частка мертвонароджених поросят, %	4,45±0,69	3,30±0,56
Багатоплідність, голів	12,45±0,21	12,84±0,23
Маса гнізда поросят при народженні, кг	17,5±0,59	17,7±0,63
Великоплідність, кг	1,40±0,03	1,38±0,02
Кількість поросят при відлученні, гол.	11,3±0,20	11,8±0,24
Збереженість, %	90,90±1,12	92,20±1,17
Маса 1 голови при відлученні, кг	7,72±0,07	7,85±0,08
Маса гнізда поросят, кг	87,6±2,11	92,9±2,32
Оціночний індекс, балів	42,75	44,49

З даних таблиці видно відсутність суттєвої розбіжності за показниками потенційної багатоплідності свиноматок (загальна кількість поросят при народженні). Водночас в усі пори року спостерігається тенденція більшої на 0,7–1,5 голови кількості мертвонароджених поросят у станках без обмежувальних дуг, де утримувалися свиноматки контрольної групи.

Також простежувалася тенденція до вищої на 0,3–0,6 голови багатоплідності у свиноматок дослідної групи, які утримувалися під час опоросу в станках з обмежувальними дугами та регульованою довжиною фіксуючого пристрою. Великоплідність у них мала тенденцію до

незначного зменшення в порівнянні з аналогічним показником у їх аналогів контрольної групи. Тоді як маса гнізда поросят при народженні виявилася у свиноматок обох груп майже рівною.

Конструктивні особливості станка для опоросу і лактації свиноматок спричинили тенденцію до кращої на 0,64–1,55% збереженості поросят до відлучення, що в свою чергу спричинило вірогідно ($p<0,05$) вищу на 0,4–0,5 голів їх кількість їх в гнізді на час відлучення в зимово-весняний період, та таку ж тенденцію в літньо-осінній. Водночас за індивідуальною масою

поросят при відлученні чіткої тенденції між групами впродовж року не спостерігалось.

В усі пори року у свиноматок дослідної групи за рахунок кращої збереженості поросят в станках з обмежувальними дугами та регульованою довжиною боксу для свиноматки виявилася вищою на 3,0–7,5 кг маса гнізда поросят при відлученні. Влітку ця різниця була вірогідно ($p < 0,05$) на 7,5 кг вищою у свиноматок дослідної групи.

Таким чином, конструктивні особливості станків не вплинули на кількість та масу поросят при народженні, але спричинили тенденцію до покращення збереженості поросят до відлучення

та, за її рахунок, підвищення маси гнізда при відлученні.

Як видно з даних таблиці 2, інтенсивність росту поросят в підсисний період практично не залежала від конструктивних особливостей станків для опоросу. Натомість спостерігається її залежність від пори року. Так, найвищі абсолютні прирости живої маси поросят у підсисний період спостерігалися в обох групах взимку та восени, а найнижчі – влітку. В контрольній групі встановлено достовірне перевищення показників абсолютних приростів взимку на 0,84 кг або (12,59%) ($p < 0,01$), восени на 0,59 кг або 9,19% ($p < 0,05$) та навесні на 0,53 кг або 7,46% в порівнянні з літньою порою року.

Таблиця 2

Інтенсивність росту підсисних поросят залежно від конструктивних особливостей станка для опоросу

Період	Групи	Абсолютний приріст, кг	Середньодобовий приріст, г	Відносний приріст, %
Зима	I	6,67±0,27	238±9,31	140,27±2,68
	II	6,55±0,26	234±10,2	139,81±2,61
Весна	I	6,36±0,27	227±8,65	139,17±2,49
	II	6,53±0,25	233±8,22	141,19±2,57
Літо	I	5,83±0,21	208±9,05	133,87±2,54
	II	6,21±0,26	222±8,74	137,24±2,64
Осінь	I	6,42±0,23	229±8,21	140,17±2,69
	II	6,60±0,24	236±10,16	142,55±2,52

У дослідній групі також спостерігалась тенденція до збільшення абсолютних приростів взимку і в перехідні пори року порівняно з літом на 0,34–0,39 кг або 5,19–5,90%.

У зимову та весняну пори року також встановлено вищі середньодобові прирости у поросят обох груп. Так, середньодобові прирости поросят у контрольній групі взимку були вищими, ніж літом на 30 г або 12,50%, ($p < 0,01$). Також спостерігалась тенденція до збільшення цього показника і в перехідні пори року на 19–21 г, або 8,37–9,17%.

У дослідній групі тварин спостерігалась аналогічна тенденція, але вона виявилася менш вираженою.

Відносні прирости у поросят обох груп також мали тенденцію до зниження їх влітку порівняно з іншими порами року. За винятком зими, вони мали тенденцію до підвищення в дослідній групі порівняно з контрольною.

За результатами аналізу річної динаміки відтворювальних якостей свиноматок, які утримувалися в станках різної конструкції, встановлено, що як за умов утримання в станках Terra Exim-Agroimprex, так і «La-TEK» багатоплідність свиноматок була вищою в зимово-весняний період порівняно з літньо-осіннім. У порівнянні з весняною порою року

багатоплідність свиноматок знизилася восени на 0,8 голови в станках обох конструкцій.

Водночас кількість поросят при відлученні в станках різної конструкції упродовж року змінювалася по-різному. Так, у станках, де утримувалися свиноматки контрольної групи, восени кількість поросят при відлученні зменшилася на 0,7 голів ($p < 0,01$), тоді як у станках, де утримувалися їх аналоги дослідної групи, таке зменшення склало 0,9 голів ($p < 0,001$) порівняно з весняною порою року.

Тобто, кількість відлучених поросят залежала більшою мірою від пори року порівняно з конструктивними особливостями станка.

При аналізі збереженості поросят простежувалася тенденція до її поліпшення у весняно-літній період та погіршення в осінньо-зимовий в станках обох конструкцій. Найгіршою збереженість поросят виявилася в контрольних станках взимку. Вона погіршилася у порівнянні з іншими порами року в станках без обмежувальних дуг та з нерегульованою довжиною ярма для опоросу на 0,85–1,33%, тоді як в станках «La-TEK» це зниження склало 0,8 – 1,02% порівняно з іншими порами року.

Тобто збереженість поросят до відлучення залежала як від пори року, так і від

конструктивних особливостей станка для опоросу.

Вивчивши характер зміни показника маси однієї голови при відлученні, можна прослідкувати спадання цього показника в літній період в обох типах станків та зростання його в інші пори року. При цьому в дослідних станках ці коливання були значно меншими 0,26–0,33 кг ($p < 0,05$) в порівнянні літо – осінь, тоді як у контрольних станках маса поросят при відлученні вірогідно була нижчою влітку на 0,82 кг ($p < 0,001$), порівняно з зимою, на 0,48 кг ($p < 0,01$) – порівняно з весною та на 0,52 кг ($p < 0,01$) – в порівнянні з осінню. Тобто маса однієї голови при відлученні залежала як від пори року, так і від конструктивних особливостей станка для опоросу.

Проаналізувавши показник маси гнізда поросят при відлученні, можна вказати, що у дослідній групі він був стабільно вищим, ніж у контрольній впродовж всього досліджуваного періоду, мінімального значення набув у літню

пору року, а максимального – у весняну. Різниця в масі гнізда поросят при відлученні між показником влітку та навесні склала 7,9 кг ($p < 0,05$), взимку – 6,7 кг та восени – 1,4 кг. Водночас в контрольній групі ця різниця склала – взимку 11,2 кг ($p < 0,001$), навесні – 9,62 кг ($p < 0,01$) та восени – 4,0 кг.

Таким чином, маса гнізда поросят при відлученні залежала як від пори року, так і від конструктивних особливостей станка для опоросу та лактації свиноматки.

Дисперсійний аналіз факторів сезону року і конструкції станка для опоросу та взаємодії цих факторів на багатоплідність свиноматок показав їх достовірний вплив (F -сезон року $372,83 > F$ -критичне 2,63 та F -взаємодії факторів $4,07 > F$ -критичне 2,63) на досліджуваний показник з силою 50,19 та 0,54% відповідно. Фактор конструкції станка для опоросу вірогідного впливу на багатоплідність не мав. А невраховані фактори спричинили зміну показника багатоплідності з силою впливу 47,03% (рис. 3).

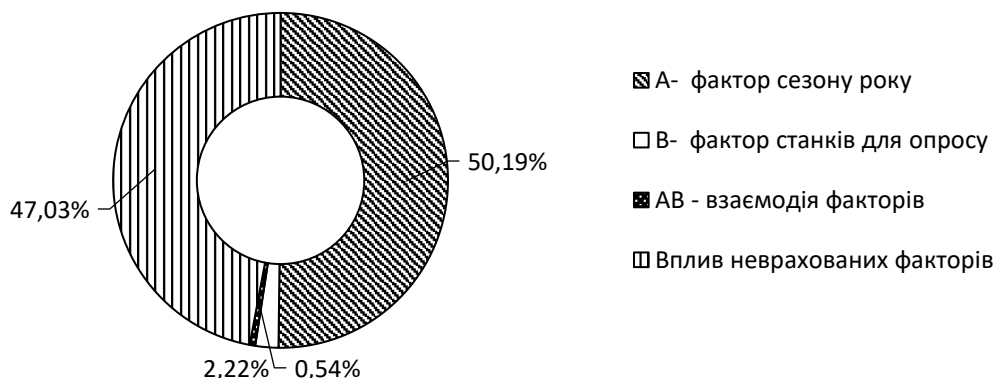


Рис. 3. Сила впливу пори року та конструкції станків для опоросу на багатоплідність

Дисперсійний аналіз впливу сезону року, конструкції станка для опоросу та їх взаємодії на збереженість поросят виявив їх статистично достовірний вплив на досліджуваний показник (F - сезон року $7,97 > F$ -критичне 2,63, F - умов

утримання $8,10 > F$ - критичне 3,87 та F - взаємодії факторів $16,15 > F$ - критичне 2,63) з силою 2,31, 0,78 та 4,69% відповідно. Невраховані фактори спричинили зміну показника збереженості поросят з силою впливу 92,20% (рис. 4).

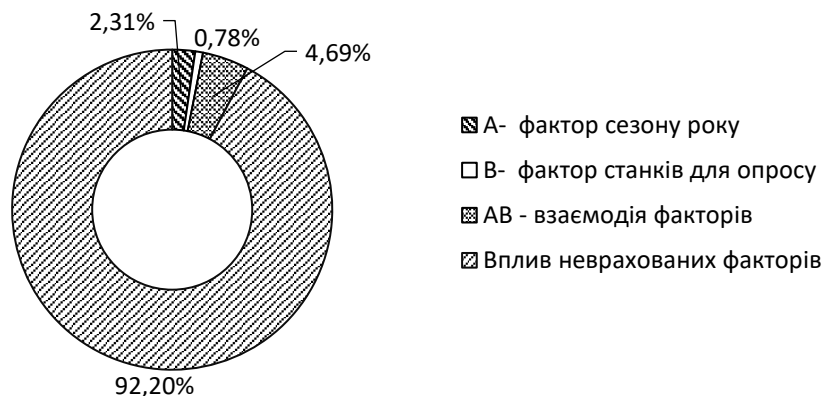


Рис. 4. Сила впливу пори року та конструкції станків для опоросу на збереженість

Двофакторний дисперсійний аналіз впливу факторів сезону року, конструкції станка для опоросу та їх взаємодії на масу гнізда поросят при відлученні встановив їх достовірний вплив (F-сезон року $117,67 > F$ -критичне $2,63$, F-умов утримання $123,37 > F$ -критичне $3,87$ та F-взаємодії

факторів $18,13 > F$ -критичне $2,63$) на досліджуваний показник з силою $22,35$, $7,81$ та $3,44\%$ відповідно. Невраховані фактори спричинили зміну показника маси гнізда при відлученні поросят з силою впливу $33,64\%$ (рис. 5).

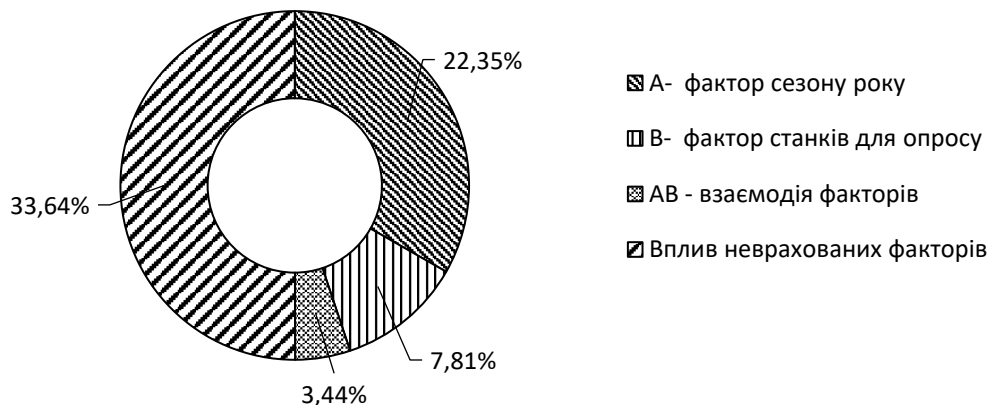


Рис. 5. Сила впливу пори року та конструкції станків для опоросу на масу гнізда при відлученні

Дисперсійний аналіз цих же факторів та їх взаємодії на масу однієї голови при відлученні у 28 діб (рис. 6) виявив їх статистично вірогідний вплив (F-сезон року $666,31 > F$ -критичне $2,63$, F-

умов утримання $9,70 > F$ -критичне $3,87$ та F-взаємодії факторів $19,47 > F$ -критичне $2,63$) на досліджуваний показник з силою $64,17$, $0,31$ та $1,87\%$ відповідно.

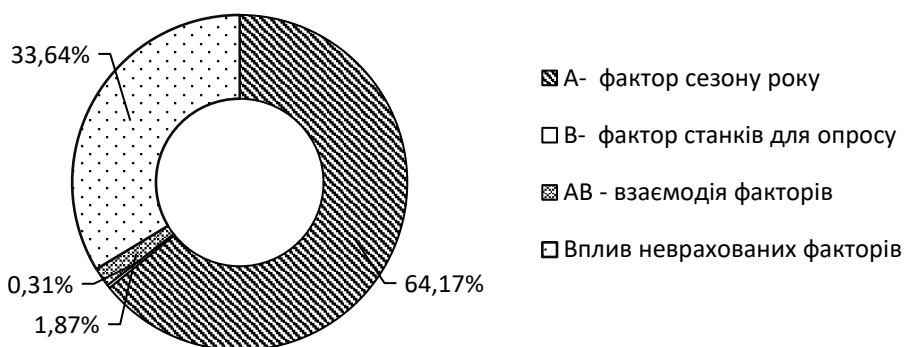


Рис. 6. Сила впливу пори року та конструкції станків для опоросу на масу однієї голови при відлученні

Невраховані фактори спричинили зміну показника однієї голови при відлученні поросят з силою впливу $33,64\%$.

Обговорення результатів дослідження.

Визначений нами вплив конструктивних особливостей станків для опоросу на збереженість поросят до відлучення на рівні $0,78\%$ знаходить своє підтвердження у роботі Нойнабера Манфреда [9], за дослідженнями якого, як і за нашими, вказаний фактор має статистично достовірний вплив на досліджуваний показник, проте з дещо вищою силою у $4,0\%$.

Також результати наших досліджень співпадають з висновками D. Weary та P. Phillips

[22], а також С. Mazzoni та А. Scollo [20], які вказують на достовірний вплив наявності обмежувальних дуг в конструкції індивідуальних станків для опоросу на показник збереженості поросят.

Аналіз впливу сезону року на багатоплідність встановив її достовірну залежність на рівні $50,19\%$ від вказаного фактора та виявив, що вона була вищою в зимово-весняний період порівняно з літньо-осіннім, а це співпадає з результатами досліджень О. О. Стародубця [13], Г. С. Походні [11] та В. П. Хлопицького [16].

Однак, наші висновки про статистично достовірний вплив конструкційних особливостей

станка для опоросу та лактації на показник збереженості не співпадають із твердженням J. N. Marchant [19], який стверджує, що відсоток смертності новонароджених поросят вірогідно пов'язаний з номером опоросу та довжиною тіла свиноматок, а також найбільш тісно пов'язаний із коливанням індивідуальної маси поросят при народженні і не залежить прямо від способів фіксації свиноматок у станках.

Висновки. Конструктивні особливості станків для опоросу і лактації свиноматок не вплинули на кількість та масу поросят при народженні, але спричинили тенденцію до поліпшення збереженості поросят до відлучення та за її рахунок підвищення маси гнізда при відлученні та індивідуальної маси поросят у цей період. Індекс комплексної оцінки відтворювальних якостей свиноматок, які утримувалися під час опоросу і лактації в станках з обмежувальними дугами та регульованою довжиною, був на 6,77% вищим порівняно з аналогами, які знаходилися в цей час у станках без обмежувальних дуг та з нерегульованою довжиною.

Кількість відлучених поросят залежала значним чином від пори року порівняно з

конструктивними особливостями станка. Збереженість поросят до відлучення, маса однієї голови при відлученні та маса гнізда поросят при відлученні залежала як від пори року, так і від конструктивних особливостей станка для опоросу і лактації свиноматки.

Конструктивні особливості станка для опоросу і лактації свиноматки не мали впливу на зміну багатоплідності свиноматок, незначно 0,78 та 1,87% вплинули на збереженість та масу однієї голови при відлученні відповідно. Найбільший вплив цей фактор чинив на зміну маси гнізда при відлученні 7,81%.

Пора року мала найбільший вплив на масу одного поросяти при відлученні 64,17%, далі багатоплідність 50,19%, потім маса гнізда при відлученні 22,35% і найменший вплив цей фактор чинив на збереженість поросят – 2,31%.

Перспективи подальших досліджень. У зв'язку з глобальними змінами температурних режимів на Землі, що суттєво впливають на поведінку та продуктивність тварин, у подальших дослідженнях необхідно провести моніторинг впливу різних засобів виробництва свинини на економіку тваринницьких господарств

Список використаних джерел:

1. Волощук В.М., Иванов В.О., Розробка та застосування станкового обладнання для вирощування поросят за умов промислової технології. *Тваринництво України*. 2018. №4 (74) С. 18–23.
2. Герасимчук, В.М. Оцінка і вдосконалення систем вентиляції свинарників різного призначення [Текст]: автореф. канд. с.-г. наук: 06.02.04 / НААН, Інститут свинарства і агропромислового виробництва. Полтава, 2018. С. 21.
3. Костенко С.В. Научное обоснование двухфазной технологии выращивания свиней: дис. канд. с.-х. наук: 06.02.04 / Кубанский ГАУ. Краснодар, 2004. С. 140.
4. Квасницький А.В. Искусственное осеменение свиней К.: Урожай, 1983. С. 96–100.
5. Коваленко В.П., Галаянт А.М. Відтворювальні якості свиней при використанні плідників універсальних та м'ясних порід. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 48. – С. 79–83.
6. Козловський В.Г. Технология промышленного свиноводства. М.: Россельхозиздат, 1984. С. 334.
7. Леонтьев В.В. Відтворювальні якості свиноматок української м'ясної породи залежно від сезону року. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 58. С. 236–238.
8. Лихач В.Я. Технологічні особливості вирощування поросят. *Тваринництво України*. 2015. № 6. С. 11–13.
9. Нойнабер Манфред. Защитные дуги против потерь поросят. *Современное свиноводство*. Фастов: Юнивест принт, 2007. С.18–19.
10. Походня Г.С. Оптимальные условия содержания маток на комплексе. *Свиноводство*. 1985. № 1. С. 30–31.
11. Походня Г.С., Федорчук Е.Г., Манохіна Л.А. та інші. Продуктивность свиноматок в зависимости от сезона года. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 58. С. 298–302.
12. Походня Г., Федорчук Е., Попова О., Лучшие показатели воспроизводства – зимой. *Животноводство России*. 2008. № 2. С. 41–42.
13. Стародубець А.А. Влияние сезона года на воспроизводительные качества свиноматок. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 4, Т. 2. С. 100–103.
14. Топчий Л.І. Вплив сезонності на відтворювальні якості свиноматок української степової білої породи свиней / Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства. Херсон, 2008. С. 155–160.
15. Хлопицкий В.П., Рудь А.И. Основные технологические, биологические и ветеринарные аспекты воспроизводства свиней. *ВИЖ*. Дубровицы, 2011. С. 277.
16. Хлопицкий В.П. Некоторые этапы управления репродуктивным здоровьем свиней. *Свиноводство*. 2011. № 7. С. 70–72.
17. Danholt L., Moustsen V.A., Nielsen M.B.F. and Kristensen A.R., Rolling behaviour of sows in relation to piglet crushing on sloped versus level floor pens. *Livest Sci.*, 2011 issue 141, pp. 59–68.
18. Edwards S.A., (2002). Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livest. Prod. Sci.*, issue 78:3, p. 12. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00180-X.
19. Marchant J.N., Rudd A.R., Mendl M.T., Broom D.M., Meredith M.J., Corning S. and Simmins P.H., (2000). Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Vet Rec.*, issue 147(8), pp. 209–214, DOI:10.1136/vr.147.8.209.

20. Mazzoni Claudio, Scollo Annalisa, Righi Federico, Bigliardi Enrico, Di Ianni Francesco, Bertocchi Mara, Parmigiani Enrico and Bresciani Carla, (2018). Effects of three different designed farrowing crates on neonatal piglets crushing: preliminary study, Italian Journal of Animal Science, issue 17:2, pp. 505-510, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1385428.
21. Nicolaisen Thies, Lühken Eyke, Volkmann Nina, Rohn Karl, Kemper Nicole and Fels Michaela, (2019). The Effect of Sows' and Piglets' Behaviour on Piglet Crushing Patterns in Two Different Farrowing Pen Systems. Animals (Basel), issue 9(8), p. 538.
22. Weary DM, Phillips PA, Pajor EA, Fraser D and Thompson BK, (1998). Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. Appl Anim Behav Sci., issue 61, pp. 103–111.

А. Г. Михалко, Н. Г. Повод. Годовая динамика зависимости продуктивности свиноматок от конструктивных особенностей станков для опороса в условиях промышленного комплекса в течение года

В статье представлены результаты исследования продуктивных качеств свиноматок в станках для опороса с различными конструктивными особенностями. Установлено, что конструктивные особенности станков для опороса не повлияли на количество и массу поросят при рождении и индивидуальную массу поросят при отъеме, но вызвали тенденцию улучшения сохранности поросят до отъема, и за ее счет – повышение массы гнезда в этот период.

Ключевые слова: свиноматка, поросенок, станок для опороса, многоплодие, масса гнезда поросят, сохранность, прирост.

O. Mykhalko, M. Povod Annual dynamics of dependence of sows productivity on design features of farrowing equipment in an industrial complex during the year

The article examined the productive qualities of sows and the growth rate of suckling piglets in farrowing machines with different design features. The design features of the sows' maternity farrowing equipment did not affect the number and weight of piglets during birth and the individual weight of piglets during weaning parturition. They tended to improve the conservation of piglets before weaning and they tended to raise increasing the weight of the piglets' nests during this period. The growth rate of piglets was higher in farrowing equipment of both constructions in winter and transition periods and it decreased significantly in summer.

Keywords: sow, piglet, farrowing machine, multiple pregnancy, weight of the nest of piglets, safety, growth.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.311.26

DOI: 10.31521/2313-092X/2019-4(104)-10

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЇ ПІДПРИЄМСТВ АПК В РАМКАХ ВИКОНАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ

Г. М. Калетнік, доктор економічних наук, професор, академік НААН

ORCID ID: 0000-0002-4848-2796

ResearcherID: H-8716-2018

Вінницький національний аграрний університет

У статті розглянуто переваги, проблеми та перспективи використання технологій вітрової та сонячної енергетики на підприємствах агропромислового комплексу України. Базуючись на досвіді високорозвинених країн світу щодо освоєння альтернативних джерел енергії, доведено екологічну та економічну доцільність створення автономної системи електрогенерації на основі стохастичної енергії сонця та вітру. Також обґрунтовано технічні та технологічні можливості створення такої системи за умови забезпечення високої стабільності її роботи.

Ключові слова: вітрова енергія, сонячна енергія, система акумулювання енергії, автономна система, графік споживання енергії.

Постановка проблеми. На сьогодні агропромисловий комплекс є однією із найбільш важливих та стійких за стабільністю надходжень до бюджету складових національної економіки України, що визначає соціально-економічний розвиток держави, і є цілісною виробничо-економічною системою, об'єднуючи в собі низку сільськогосподарських, промислових, науково-виробничих та навчальних галузей, спрямованих на одержання, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції. За даними Державної служби статистики України, за 2017 рік галузь сільського господарства забезпечила 10,18% валового внутрішнього продукту держави (у фактичних цінах), у 2018 році – 10,13%, за I і II квартал 2019 року – 3,97% (I і II кв. 2018 р. – 3,77%) [1]. Крім того, продукція підприємств АПК є найбільшою експортною категорією, яка в структурі загального обсягу експорту становить: 41% за 2017 р., 39,4% – 2018 р. та 41,3% в період із січня по липень 2019 р. [1].

Як показують стратегічні дослідження Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), попит на продовольчі товари на світовому ринку буде зростати [2], що зумовлює нагальну необхідність нарощування обсягів виробництва та створює потенціал для розвитку національної економіки.

Враховуючи пріоритетність агропромислового комплексу України та тенденції світового ринку, Кабінетом Міністрів України була схвалена «Стратегія розвитку експорту продукції сільського господарства, харчової та переробної промисловості України на період до 2026 року» [2], основною метою якої є забезпечення активної присутності України на світовому ринку продовольства, зважаючи на зростаючий зовнішній попит та наявність нереалізованого експортного потенціалу галузі за умови неодмінного дотримання вимог щодо забезпечення продовольчої безпеки країни. Для досягнення зазначеної мети в нормативно-правовому акті визначено цілі та представлено напрями їх реалізації, серед яких варто відзначити підвищення рівня конкурентоспроможності виробленої продукції та стимулювання використання інноваційних підходів і нових технологічних рішень під час виробництва.

Проте на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу держави суттєвою перешкодою для забезпечення належного рівня конкурентоспроможності підприємств та виробленої ними продукції на зовнішньому ринку є високий рівень витрат енергоресурсів, а повна залежність від електроенергетичної системи, що переважно використовує традиційні паливні ресурси, має низку недоліків, які полягають в екологічному забрудненні навколишнього

середовища, загальній світовій тенденції до зростання ціни та недостатній забезпеченості країни власними первинними енергетичними ресурсами, що створює ризики для ефективного функціонування стратегічно важливого сектора економіки та обґрунтовує актуальність досліджень, спрямованих на підвищення раціоналізації структури енергоспоживання, у тому числі за рахунок впровадження альтернативної енергетики на підприємствах АПК України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС Україна має перейти на європейські екологічні стандарти, що вимагає виконання вимоги Директиви Європарламенту та Ради ЄС 2001/80/ЄС “Про комплексне запобігання і контроль забруднень” [3] і директиви 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення) [4], а частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел у загальній структурі енергоспоживання країни має досягти рівня 11% до 2020 року [5], при цьому вітрова та сонячна енергетика має становити не менше 32% у валовій електрогенерації з відновлюваних джерел.

Незважаючи на зобов'язання України стосовно вироблення до 2020 року 11% частки енергії з відновлюваних джерел [5], економічна ситуація в країні не сприяла досягненню такого показника, тому Кабінетом Міністрів України була затверджена «Енергетична стратегія України на період до 2035 року», у рамках якої передбачається стаке розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики з прогнозованим зростанням її частки у 2025 році до рівня 12% від загального первинного постачання енергії та не менше 25% – до 2035 року [6].

Недотримання положень Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року [5] та повільний темп освоєння відновлювальних джерел енергії в Україні визначають необхідність поглибленого аналізу напрацювань вітчизняних та зарубіжних вчених з метою виявлення основних проблем та перспектив використання вітрової та сонячної енергетики підприємствами АПК.

Технічні та технологічні аспекти вітрової та сонячної електроенергетики розглянуто у роботах [7-11], загальні тенденції виробництва та споживання традиційних та відновлювальних джерел – у працях [12, 13], економічні передумови розвитку вітрових генерувальних потужностей України та досвід країн ЄС – у наукових працях [14, 15], економічну та екологічну доцільність розвитку сонячної

енергетики та застосування сонячної енергії в сільському господарстві – у дослідженні [16]. Аналіз останніх досліджень і публікацій дає можливість зробити висновок, що наукові розвідки вчених переважно спрямовані на вивчення окремих складових, факторів та чинників, необхідних для ефективного впровадження відновлювальних джерел енергії в Україні та не мають цілісного системного підходу щодо проблем та перспектив застосування автономних джерел електропостачання на базі вітрової та сонячної енергії підприємствами АПК.

Мета досліджень. Метою статті є визначення технічних, організаційних та економічних передумов підвищення енергетичної автономності підприємств галузі АПК за рахунок використання вітрової та сонячної енергії шляхом вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду освоєння відновлюваних джерел енергії.

Для досягнення поставленої мети сформульовано завдання:

- проаналізувати та систематизувати переваги і недоліки вітрової та сонячної електрогенерації;
- дослідити технічні та технологічні можливості використання вітрових і сонячних електростанцій малої потужності на основі аналізу сучасного рівня техніки та природно-кліматичного потенціалу України.

Виклад основного матеріалу. На підприємствах АПК України пріоритетними напрямками застосування сонячної та вітрової енергії є:

- генерування електричної енергії вітровими (ВЕС) та сонячними електростанціями (СЕС);
- підігрів води в геліоколекторах (ГВК) для використання на тваринницьких та молочнотоварних фермах, а також для технічних цілей на переробних підприємствах;
- використання сонячного випромінювання під час вирощування овочів та фруктів у теплицях та для здійснення процесу їх сушіння [16].

Світовий досвід впровадження технологій вітрової та сонячної енергетики малої потужності, що можуть бути використані для підвищення енергетичної автономії агропромислових підприємств, свідчить про те, що до основних переваг використання в агропромисловому комплексі вітрових установок (ВЕС), сонячних електростанцій (СЕС) та геліоколекторів для нагріву води (ГКВ) належать:

- зниження екологічного навантаження на довкілля порівняно з традиційними способами отримання електричної енергії, за рахунок уникнення викидів шкідливих речовин (діоксиду сірки, оксидів азоту, пилу, парникових газів), а також майже повної відсутності відходів;

– стабільність та прогнозованість витрат на 1 кВт·год електроенергії незалежно від зовнішніх макроекономічних чинників та геополітичної ситуації у світі;

– вітровий потік та енергія сонячного випромінювання є невичерпними на відміну від традиційних джерел вироблення електричної енергії;

– повна автономність вітрогенераторів та геліоколекторів, що виключає необхідність використання інших джерел енергії для забезпечення їхнього функціонування;

– висока ергономічність, що зумовлена незначною трудомісткістю монтажних робіт та обслуговування обладнання малої потужності, компактність площі розміщення вітрових енергетичних установок, можливість встановлення сонячних панелей та геліоколекторів на поверхнях, що не використовуються для виробничих цілей (дахи будівель і споруд, земельні ділянки, непридатні для здійснення господарської діяльності, тощо) [14].

Крім зазначених переваг використання вітрової та сонячної енергії, фахівці також відзначають недоліки та проблеми, що виникають при освоєнні цих видів альтернативних джерел:

– складність прогнозування графіка вироблення енергії, що зумовлено повною залежністю функціонування вітрових та сонячних енергогенеруючих установок від погодних умов, пори року та інших природних факторів;

– проблема накопичення та збереження виробленої електроенергії установками малої потужності, що полягає у необхідності використання дорогих технічних засобів та обладнання;

– високі капітальні витрати на будівництво нових СЕС та ВЕС;

– низький порівняно з традиційними електростанціями коефіцієнт використання встановленої потужності, що зумовлює відносно невисокий вихід електроенергії;

– потенційна небезпека загибелі птахів внаслідок їхнього потрапляння в зону дії обертових лопатей вітрогенераторів та високий рівень шуму під час роботи [15].

Очевидно, що вказані недоліки зумовлюють значне сповільнення процесів диверсифікації джерел теплової та електричної енергії в нашій державі, зокрема за рахунок конверсії вітрової та сонячної енергії, що призвело до ситуації, коли за 28 років незалежності Україна спромоглася досягти частки поновлюваних джерел енергії (енергія сонця, вітру та біомаси) в загальній структурі енергогенерації у 1,7% (рис. 1) [17], тоді як високорозвинені країни Європи виробляють від 15 до 52% (рис. 2) при використанні одних лише нестабільних (стохастичних) поновлюваних джерел енергії (сонце та вітер) [18].

Такий стрімкий розвиток сектора альтернативної енергетики у світі та загальна тенденція до подорожчання традиційних паливних ресурсів спонукає до перегляду зазначених недоліків, які в нинішній час прогресивних технологій та інновацій поступово стають неактуальними, що дозволяє частково або повністю їх спростувати.

Твердження про низьку придатність вітрової та сонячної енергії для використання у виробничих процесах АПК через можливі провали потужності внаслідок погодних факторів, які є некерованими та не залежать від діяльності людини, стає несправедливим при інтегруванні в енергетичну систему підприємств кількох установок з різними рівнями потужності, які у випадку нетривалих коливань генерації компенсують одна одну.

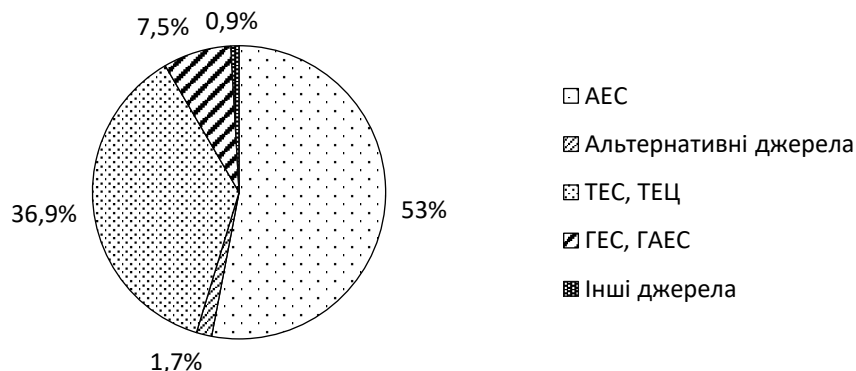


Рис. 1. Структура виробництва електроенергії в Україні за 2018 р. :

АЕС – атомні електростанції; ТЕС, ТЕЦ – теплові електростанції та теплоелектроцентралі; ГЕС, ГАЕС – гідроелектростанції та гідроаккумуляційні електростанції; Альтернативні джерела – електростанції, що використовують енергію вітру, сонця, біомаси; Інші джерела – блок-станції та інші.

Джерело: відтворено автором на основі даних [17]

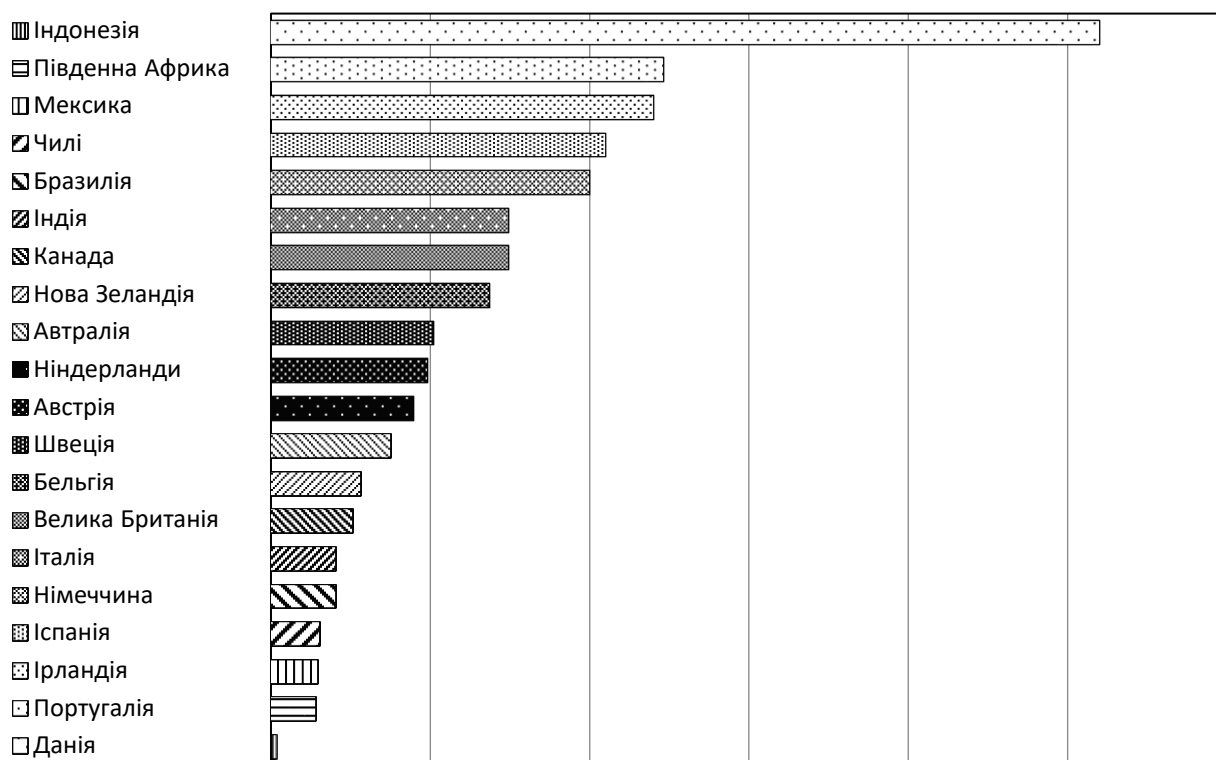


Рис. 2. Частка стохастичних відновлювальних джерел енергії (вітрова та сонячна) у річному виробництві електроенергії для ряду країн світу станом на 2018 р.

Джерело: відтворено автором на основі даних [18]

У випадку використання комбінованих вітро-сонячних установок графік вироблення електричної енергії ще більше стабілізується, стохастичність стає менш вираженою, а критичні зміни в обсягах енергогенерації, зазвичай, відбуватимуться в межах години, що може бути враховано режимним регулюванням виробничих процесів та проектними рішеннями з акумулювання електричної енергії. Крім того, сучасний розвиток інтелектуальних інформаційних систем дозволяє методами метеорологічного моделювання виконувати метеорологічне прогнозування з високим рівнем достовірності.

Експертами корпорації Lazard Ltd. (США) у 2018 році проведено дослідження та було визначено показник сукупної вартості електроенергії (LCOE — Levelized Costs of Electricity), що відображає динаміку загальної вартості витрат протягом усього життєвого циклу з урахуванням витрат на проектування, виробничі потреби, модернізацію, експлуатацію та утилізацію відпрацьованих елементів енергетичних установок. Таким чином, за період 2016–2018 роки рентабельність вітрових і сонячних електростанцій (із урахуванням капітальних інвестицій) збільшилася на 7,5% [19] при незначному зменшенні рентабельності

вугільних технологій та зростанні витрат на розвиток об'єктів атомної генерації.

Капітальні витрати за кіловат установленної потужності для СЕС знаходяться в інтервалі 1100–1375 дол. США/кВт, для ВЕС – 1200 – 1650 дол. США/кВт [19]. Разом з тим, нарощування потужностей альтернативної енергетики у світовому масштабі призводить до посилення конкуренції на ринку технологій вітрової та сонячної енергетики, що сприяє здешевленню цін на обладнання для конверсії енергії вітру та сонця, забезпечуючи високі показники коефіцієнту встановленої потужності. На сьогодні технологічно можливим стає досягнення значення коефіцієнту використання встановленої потужності СЕС – 21–30% (кремнієві) і 23–32% (тонкоплівкові); ВЕС–38–55%.

Ще одним стримувальним фактором розвитку малої вітрової та сонячної електроенергетики для забезпечення потреб аграрного сектора є твердження про невисокий природно-кліматичний потенціал України, особливо для функціонування ВЕС (мала швидкість та непостійність вітрових потоків) та можливість ефективної роботи ВЕС лише на окремих територіях.

Сьогодні вітчизняними та зарубіжними виробниками пропонуються технічні рішення для

вітрогенерації, що дозволяють нівелювати проблему стохастичного і водночас низького вітрового навантаження (рис. 3) та можуть бути використані для підвищення енергетичної автономності підприємств АПК України незалежно від регіону.

Основними перевагами вертикальних вітрогенераторів (рис. 3 а, б) є: невибагливість до напрямку вітру, що робить їх придатними до використання майже на будь-якій місцевості.

Лопаті таких пристроїв довгі, зазвичай дугоподібної форми концентрично розташовані навколо головного валу, вертикальне розташування якого дозволяє сприймати вітрові потоки з будь якого-напрямку, не потребуючи зміни положення ротора, на відміну від турбін із горизонтальним розташуванням, для яких важливе позиціонування відносно напрямку вітру. Швидкість вітру, що необхідна для початку роботи, становить 1,0–1,5 м/с, а номінальний режим роботи починається за 3–4 м/с.



а)



б)



в)

Рис. 3. Вітрогенератори: а, б) – вертикальні; в) гребеневі

Досить цікавим конструктивним рішенням з погляду ергономіки та функціональності є гребеневі горизонтальні вітрогенератори (рис. 3 в), основними перевагами яких є: відсутність потреби у спорудженні щогли завдяки розміщенню турбін на дахах будівель та споруд поряд із сонячними панелями; використання ефекту підйому повітряних потоків, що за ламінарного режиму руху та залежно від кута нахилу даху дозволяє отримувати швидкість вітру на гребені в 2–3 рази вище, ніж початкова; сприймання бічного вітру та можливість розташування установок безпосередньо одна поряд з одною. Крім того, лопаті зазначених вітрогенераторів (рис. 3 а, б, в) виготовлені зі скловолокна, що надає конструкції при обертанні гарне обтікання повітряним потоком і майже не створює шуму, чим вирішується проблема негативного впливу на здоров'я людей та тварин. Стосовно ж небезпеки для життя птахів, то вітрові електростанції носять випадковий характер можливої шкоди, на відміну від ТЕС (ТЕЦ), які зазвичай протягом всього терміну експлуатації здійснюють викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, негативно впливають на всі види живих організмів, що потрапляють в радіус дії забруднення.

Для оцінки потенційних можливостей підвищення енергетичної автономії підприємств АПК (на прикладі Вінницької області) використаємо дані «Українського гідрометеорологічного центру» за 2018 рік [20] (рис. 4, рис. 5).

Як видно із рис. 4., швидкість вітру впродовж всього року становить більше 1,0–1,5 м/с, що задовольняє мінімальні вимоги для роботи вертикальних вітрогенераторів, при цьому генерація електричної енергії в об'ємах, близьких до номінальних значень, можлива тільки 10 місяців, оскільки в липні та серпні середня швидкість вітру становила відповідно 3,1 та 2,9 м/с. Враховуючи параметри вітрової активності (рис. 4), та з метою забезпечення стабільності графіка вироблення енергії доцільним буде застосовувати комбіновану систему електрозабезпечення, яка має включати модулі ВЕС та СЕС (максимальна потужність якої, зазвичай, спостерігається в літні місяці). Таким чином сонячні модулі будуть компенсувати зниження потужності вітрогенератора. Крім того, у разі необхідності, можливий варіант додаткового встановлення гребневих генераторів, як додаткових пристроїв вироблення електричної енергії, та ГВК для економії ресурсів при нагріванні води.

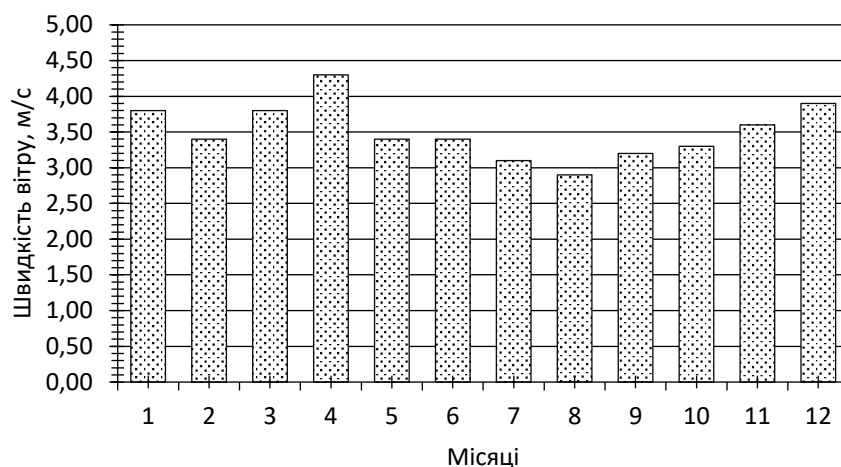


Рис. 4. Середні значення швидкості вітру по Вінницькій області в період 01.01.2018-31.12.2018

Джерело: відтворено автором на основі даних [20]

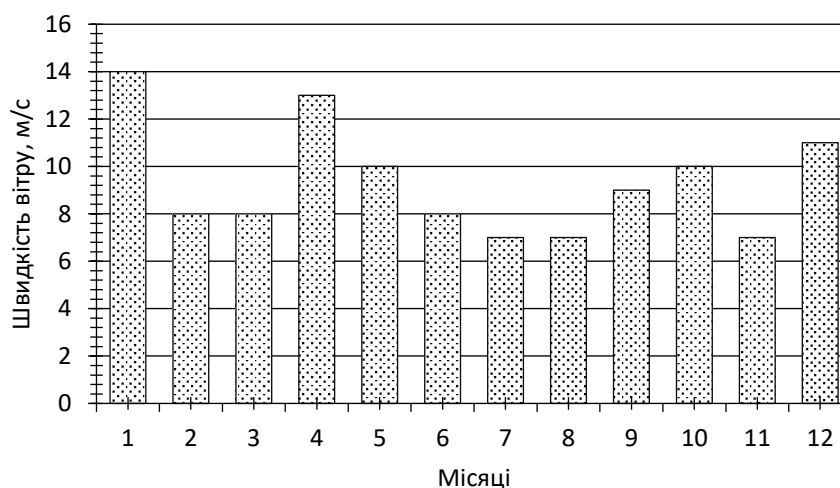


Рис. 5. Максимальні значення швидкості вітру по Вінницькій області в період 01.01.2018-31.12.2018

Джерело: відтворено автором на основі даних [20]

Для управління коливаннями потужності, наприклад у випадку підвищеного вітрового навантаження (рис. 5), необхідно застосовувати системи зберігання (рис. 6), основними функціями яких є акумулювання надлишків енергії та віддача (у разі потреби) енергосистемі.

Технічні рішення щодо резервування енергії мають різну вартість, ємність та швидкодію, а вибір тієї чи іншої системи потрібно здійснювати з огляду на конкретні вимоги до виробничих процесів підприємства, графік добового та річного споживання енергії, склад та параметри автономної енергетичної системи тощо.

Для підприємств аграрного сектора залежно від вище вказаних факторів доцільно використовувати такі пристрої акумулювання електричної енергії:

- супер-конденсатори (енергетична ємність – 1 кВт·год....100 кВт·год., час накопичення та віддачі енергії – 1 сек....5 хв.);

- супер-маховики (енергетична ємність – 1 кВт·год....100 кВт·год., час накопичення та віддачі енергії – 1 хв...1 год.);

- акумуляторні батареї різних типів (енергетична ємність – 50 кВт·год....1 МВт·год. і більше; час накопичення та віддачі енергії – 10 хв...1 доби).

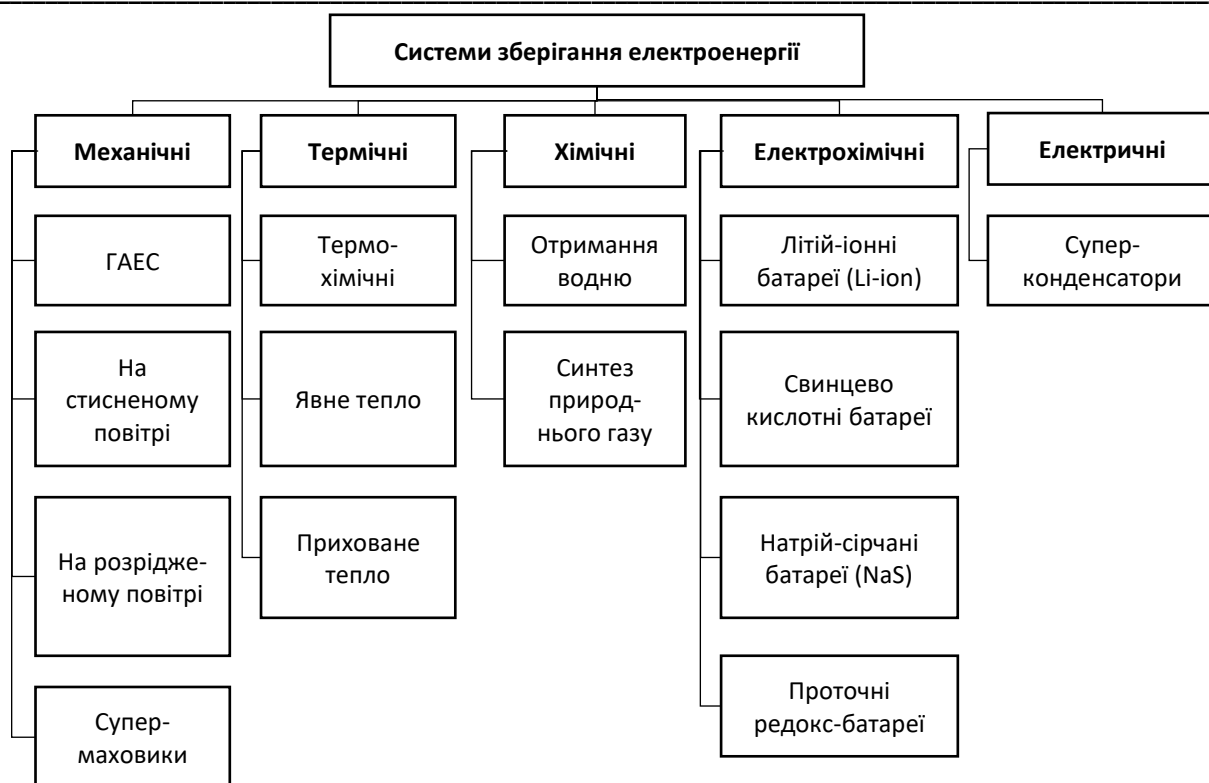


Рис. 6. Типи систем зберігання енергії

Решта систем призначені для акумулювання енергії в промислових масштабах та широко застосовуються в США та країнах ЄС [15].

Для оперативного керування параметрами енергомереж досить ефективними є накопичувачі енергії на базі літій-іонних батарей (ЛІА), які характеризуються високою ємністю та здатністю до швидкого реагування на коливання навантаження автономної мережі (накопичення/віддача), що робить їх повністю придатними для виконання функцій диспетчеризації роботи СЕС та ВЕС.

Висновки. Світові тенденції до зростання цін на традиційні паливні ресурси, що використовуються для генерації електричної енергії, вимагають від підприємств аграрного сектора здійснення заходів щодо диверсифікації джерел постачання електроенергії та підвищення рівня енергетичної автономії. Попри існуючу загальну думку стосовно низької ефективності впровадження вітрової та сонячної енергетики в природно-кліматичних умовах України, досвід високорозвинених країн говорить інше:

– реалізація проєктів щодо впровадження автономних систем енергопостачання підприємств АПК на базі СЕС та ВЕС має

екологічні та економічні переваги перед традиційним електропостачанням;

– сучасний розвиток технологій дозволяє здійснювати конверсію сонячної та вітрової енергії в електричну на територіях, що раніше (20-30 років тому) вважалися непридатними для такого виду енергетики.

Для підприємств агропромислового комплексу України найбільш оптимальним варіантом, поряд із використанням потужностей об'єднаної енергетичної системи, є створення «гнучкої» автономної мережі електропостачання, що залежно від енергетичних потреб підприємства може включати в себе: ВЕС із вертикальними вітрогенераторами, сонячні панелі та гребеневі аеродинамічні силові генератори, змонтовані на дахах будівель та інших споруд, систему акумулювання енергії на базі літій-іонних батарей, систему контролю та диспетчеризації роботи автономної мережі.

Така диверсифікація джерел надходження електричної енергії сприяє зниженню рівня енергетичної залежності АПК та є одним із чинників підвищення конкурентоспроможності виробленої продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках за рахунок зменшення собівартості виробництва.

Список використаних джерел:

1. Державна служба статистики України : офіц. сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення – 28.09.2019).
2. Про схвалення Стратегії розвитку експорту продукції сільського господарства, харчової та переробної промисловості України на період до 2026 року : Розпорядження КМУ від 01.07.2019 № 588-р. / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/588-2019-%D1%80/> (дата звернення – 28.09.2019).
3. Директива № 2008/1/ЄС Європейського Парламенту і Ради про комплексне запобігання і контроль забруднень. URL: https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_b02 (дата звернення – 28.09.2019).
4. Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/75/ЄС від 24 листопада 2010 року про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення). URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/%202010_75_%D0%84%D0%A1.pdf (дата звернення – 28.09.2019).
5. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження КМУ від 01.10.2014 № 902-р / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення – 28.09.2019).
6. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” : Розпорядження КМУ від 18.08.2017 № 605-р / Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення – 28.09.2019).
7. Ковальчук А. І. Електромеханічна система безконтактної контр-роторної вітроелектроустановки з вертикальною віссю обертання : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи» / А. І. Ковальчук. Львів, 2015. 20 с.
8. Козирський В. В., Трегуб М. І., Петренко А. В. Обґрунтування принципів адаптивного регулювання навантаження сільськогосподарських автономних вітроелектричних установок. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів та природокористування України*. Серія «Техніка та енергетика АПК». Київ, 2013. Вип. 166, Ч.3. С. 22-31.
9. Лозинський А. О., Щур В. І. Система керування вітроустановкою на базі нечіткого регулятора з врахуванням зміни аеродинамічних параметрів вітроротора. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2015. Вип. 3 (31). С. 10-21.
10. Климко В. І. Вітросонячні системи електроживлення малопотужних споживачів : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи». Львів, 2016. 20 с.
11. Щур І. З., Климко В. І. Методика розрахунку показників електропостачання окремого об'єкта від гібридної вітросонячної системи. *Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика*. 2014. Вип. 1(2). С. 83–85.
12. Економіка докліла і природних ресурсів : монографія / Ю.В. Дзядичевич [та ін.]. Тернопіль, 2016. 392 с.
13. Шот А.П. Світові тенденції та перспективи розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в Україні. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2011. № 6. С. 220–226.
14. Повханіч А. Ю. Вітроенергетика як ключовий елемент енергетичної стратегії. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2017. № 13, Ч. 2. С. 81-86.
15. Рикованова І. С., Таранський І. П., Донець Д. М. Вітрова електрогенерація: світовий досвід та перспективи розвитку в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Серія: Логістика. 2017. № 863. С. 159–167.
16. Савченко Є. Застосування сонячної енергії у сільському господарстві України : можливості і проблеми. *Аграрна економіка*. 2012. Т. 5, № 1-2. С. 128-135.
17. Міністерство енергетики та вугільної енергетики. Статистична інформація : офіц. сайт. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/#> (дата звернення – 29.09.2019).
18. The International Energy Agency. Key World Energy Statistics. URL: <https://www.iea.org/statistics/kwes/> (дата звернення – 29.09.2019).
19. Lazard. Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage 2018. URL: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2018/> (дата звернення – 29.09.2019).
20. Український гідрометеорологічний центр : офіц. сайт. URL: https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/ (дата звернення – 29.09.2019).

Г. М. Калетник. Перспективы повышения энергетической автономии предприятий АПК в рамках выполнения энергетической стратегии Украины

В статье рассмотрены преимущества, проблемы и перспективы использования технологий ветровой и солнечной энергетики на предприятиях агропромышленного комплекса Украины. Основываясь на опыте высокоразвитых стран мира по освоению альтернативных источников энергии, доказана экологическая и экономическая целесообразность создания автономной системы электрогенерации на основе стохастической энергии солнца и ветра. Также обоснованы технические и технологические возможности создания такой системы при условии обеспечения высокой стабильности ее работы.

Ключевые слова: ветровая энергия, солнечная энергия, система аккумулирования энергии, автономная система, график потребления энергии.

G. M. Kaletnyk. Prospects for increasing energy autonomy of the agriculture in accordance with the energy strategy of Ukraine

The article considers the advantages, problems and prospects of using wind and solar energy technologies at the enterprises of the agro-industrial complex of Ukraine. Based on the experience of the highly developed countries of the world on the development of alternative energy sources, the ecological and economic feasibility of creating an autonomous system of electricity generation based on stochastic energy of the sun and wind has been proved. It also substantiates the technical and technological capabilities of creating such a system, provided that its operation is highly stable.

Keywords: wind energy, solar energy, energy storage system, autonomous system, electricity consumption schedule.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА СТРУКТУРИ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ КУКУРУДЗЯНОЇ СТЕРНІ

М. К. Лінник, академік НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України

В. А. Вольський, кандидат технічних наук

ORCID ID: 0000-0002-7639-4216

Р. В. Коцюбанський, аспірант

ORCID ID: 0000-0002-4114-3951

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (ННЦ «ІМЕСГ»)

Дослідження спрямоване на підвищення якості та зменшення енерговитрат у технологічних операціях подрібнення та зароблення рослинних залишків на основі обґрунтування раціональної технологічної схеми комбінованої машини для обробки кукурудзяної стерні. Зазначається, що розкриття суті процесу подрібнення та засипання кукурудзяної стерні пов'язане із уточненням параметрів умов початкового стану ґрунту з рослинними залишками (кукурудзяна стерня) шляхом визначення технологічної структури машини, взаємозв'язків та взаємодії робочих органів; встановлення технологічних режимів роботи машини; дослідження впливу всіх цих факторів на результат її роботи.

Ключові слова: комбінована машина, технологічна схема машини, структура машини, технологічний процес, обробіток ґрунту, подрібнення та загортання рослинних решток.

Постановка проблеми. Зміна клімату, що спостерігається останніми десятиріччями, є незаперечним фактом. Ці процеси зумовлюють нові виклики для суспільства, особливо у розрізі забезпечення продовольчої незалежності [1].

Стабільне високоефективне землекористування потребує науково обґрунтованих, адаптованих до природно-кліматичних зон технологій виробництва різноманітної сільськогосподарської продукції. Ключове місце у всіх сценаріях реалізації аграрної політики займає ґрунт. Саме тому, пошук способів і прийомів, які б максимально уможливили виконання першочергових, актуальних не тільки для нинішнього, а й майбутніх поколінь рішень щодо збереження і відновлення родючості ґрунтів, набувають пріоритетного значення.

Питання вологозбереження є ключовими серед них. Застосування альтернативних основному способу обробітку ґрунту – плоскорізного, поверхневого, нульового, пунктирного способів, що не передбачають щорічного перевертання орного шару ґрунту, набуває все більшого поширення. У відмічених способах мульча, розкидана по поверхні або зароблена у ґрунт, створює умови для накопичення і раціонального

використання рослиною протягом усього періоду її розвитку дефіцитної вологи [2, 3].

Змінення клімату призводить до розширення форм і видів шкідників і хвороб рослин. За умов вирощування кукурудзи все гостріше стає питання боротьби із кукурудзяним метеликом. Тільки хімічних засобів не достатньо для вирішення цієї проблеми. Для ефективної боротьби з кукурудзяним метеликом від подрібнювача стебел кукурудзи не варто відмовлятися – навіть якщо використовується плуг. Справа в тому, що навіть при оранці частина довгих стебел залишається не пошкодженою і може служити середовищем для проживання метеликів. Якщо у господарстві практикують безвідвальні системи землекористування, то наполегливо рекомендуються альтернативні способи механічної боротьби з метеликом.

Збереження та відновлення родючості ґрунту можливе завдяки дбайливому ставленню до нього, використанню сучасних техніко-технологічних рішень, науково обґрунтованих технологій вирощування з дотриманням рекомендацій щодо раціональних способів і прийомів вологонакопичення.

Аналіз актуальних досліджень. Розроблення систем обробітку ґрунту здійснюється з урахуванням біологічних особливостей певної сільськогосподарської культури, аналізу полів, попередників, ефективності систем живлення, добрив, захисту від бур'янів та шкідників, агрофізичних показників ґрунту та природно-кліматичних умов вирощування. Особливої ваги за таких умов набувають фінансово-економічне та техніко-технологічне забезпечення господарства [4].

Вимоги щодо виконання операції лушення добре відомі [4, 5]. Серед основних із них виділимо такі: розпушування верхнього шару ґрунту, що уможливило збереження наявних запасів вологи, накопичення вологи в ґрунті завдяки опадам, надходження повітря в ґрунт, поліпшення життєдіяльності мікроорганізмів та поживного режиму; повне підрізування і механічне знищення багаторічних та однорічних бур'янів, неглибоке загортання насіння бур'янів у ґрунт, подрібнення кореневищ пирію та коренів осотів.

Рекомендовано проводити лушення стерні відразу після завершення збирання попередника. За таких умов втрати вологості будуть мінімальними, що уможливить здійснити основний обробіток ґрунту без брил [4, 5].

За умов механічного обробітку кукурудзяної стерні ступінь подрібнення стебел – важливий показник якості виконання технологічної операції. За критерій оцінювання встановлюють кількість непошкоджених частин стебел завдовжки понад 5 см, в яких можуть зимувати лялечки кукурудзяного метелика, із яких навесні утворюються дорослі особи. Відомо, що розподілення личинок по стеблу нерівномірне: 47% знаходиться вище другого вузла, 27% – на другому міжвузлі, 22% – на першому, і 4% – на кореневій шийці [6]. Технологічні операції збирання забезпечують зменшення кількості личинок. Тільки завдяки правильному вибору висоти зрізування популяція шкідника може бути зменшена на 50%. Проте, кількості личинок, що лишається, достатньо, щоб на корені повністю знищити всю плантацію майбутнього року. Тому рекомендовано під час наступних обробітків подрібнити стебла, що залишилися, перемішати їх на достатню глибину (понад 10 см) [7, 8].

Використання спеціальних машин, до складу яких входять катки-подрібнювачі, доцільно лише за умови їх великого завантаження. Відмітимо, що крім кукурудзяної стерні, доцільно здійснювати також операції подрібнення і заробляння сидератів, обробку стерні рапсу, зернових культур тощо. Каток-подрібнювач в поєднанні з дисковою бороною – дуже ефективне знаряддя на такому агрофоні, оскільки дозволяє

не тільки подрібнювати рослинні рештки, але й отримувати добре замульчований верхній шар ґрунту з агрономічно цінною структурою. Основне призначення катка-подрібнювача – боротьба із кукурудзяним метеликом.

Мульчувачі або катки-плющілки в соло варіанті, не зважаючи на їх високу ефективність в руйнуванні стебел, навпаки, не володіють наведеними вище додатковими перевагами. Навпаки, їх безсистемне застосування може призвести до накопичення великих мас рослинних решток на поверхні ґрунту, що сповільнює його прогрівання весною. Рівномірне перемішування рослинних рештків з ґрунтом також доцільно і з точки зору їх швидкого розкладання, утворення сприятливих умов для посіву і попередження ранньої засміченості.

Крім сидератів, інтенсивне подрібнення рослинних рештків у поєднанні з поверхневим обробітком дуже важливо і за умов оброблення стерні ріпаку. Тонкий шар мульчі на поверхні добре акумулює вологу і сприятливий для виникнення швидких сходів насіння падалиці. Для господарств з високою концентрацією цієї культури каток-подрібнювач є таким же важливим інструментом для підтримання гідної культури землеробства, як і для надійного подрібнення стебел кукурудзи [9, 10].

Саме тому актуальним є розроблення спеціальних машин, які містять катки-подрібнювачі в поєднанні з дисковими боронами, що уможлиблюють застосовувати їх для ефективного виконання операцій поверхневого обробітку ґрунту з інтенсивним його перемішуванням, лушення стерні кукурудзи, ріпаку, сидеральних залишків, обробітку кукурудзяних полів із великою кількістю рослинних решток (боротьба з метеликом), передпосівного обробітку ґрунту та загортання органічних добрив.

Мета досліджень – забезпечення високої якості та зниження енергетичних витрат на технологічних операціях подрібнення і загортання рослинних решток на підставі обґрунтування раціональної технологічної схеми комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні.

Виклад основного матеріалу. Виконання технологічного процесу комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні характеризується прогнозованою зміною агрофізичного стану ґрунту в результаті комплексної дії всіх робочих органів. Ключові питання, стосовно яких ведеться дискусія, стосуються операцій подрібнення і зароблення рослинних решток. Відмітимо, що у існуючих технологіях обробітку ґрунту ці операції можуть

здійснюються незалежно одна від іншої. Так, за мульчуючою технологією рослинні рештки подрібнюються і рівномірно розподіляються по поверхні ґрунту. Із назви наступної технології – поверхневий обробіток ґрунту витікає, що крім безпосередньо операції подрібнення рослинних решток необхідно забезпечити і обробіток ґрунту з одночасним заробленням відмічених решток наперед задану глибину обробітку. За умов виконання останньої технології відбувається синтез певної кількості технологічних операцій: подрібнення рослинних решток, обробіток ґрунту на задану глибину, переміщення рослинних решток у ґрунт, фіксація (прикочування) ґрунту із рослинними рештками.

Відмічено відсутність наукових досліджень процесу адаптування широкого спектра існуючих техніко-технологічних пропозицій до вимог конкретного господарства з урахуванням його природно-кліматичних умов виробництва, культури землекористування.

У загальному, схемою будь-якого технологічного процесу, незалежно від призначення машини, може бути схема, побудована за принципом “вхід-вихід”. Відмітимо, що в якості вхідних змінних застосовують зовнішні чинники обставин (умови роботи) та керування (регламенти технологічних режимів). Характерною ознакою відмічених чинників є можливість змінюватися в часі:

$$X = \{x_1, x_2(t), \dots, x_\omega(t)\}, \omega \in \Omega \quad (1)$$

$$U = \{u_1, u_2(t), \dots, u_\theta(t)\}, \theta \in \Theta \quad (2)$$

де Ω , Θ – множини вхідних чинників умов роботи та керованих технологічних режимів роботи машини, відповідно.

Вихідні змінні також можна представити сукупністю параметрів, які визначають якість роботи, енергетичні, техніко-економічні показники роботи машини на заданому полі:

$$Y = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_\psi(t)\}, \psi \in \Psi \quad (3)$$

де Ψ – множина вихідних параметрів.

Основним компонентом процесу подрібнення і зароблення рослинних решток є комбінована машина для обробітку кукурудзяної стерні – складна технічна система, що містить окремі вузли і механізми з конструкційно-технологічними взаємозв'язками. Технологічна структура комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні відображається множиною Z , яка описується множиною окремих робочих органів, об'єднаних в модулі з певною послідовністю їх компонування:

$$Z = \{M\}\{K\}. \quad (4)$$

Розглядаючи функціонування комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні у технологічному процесі подрібнення і зароблення рослинних решток у ґрунт, проведемо професійно-логічний аналіз причинно-наслідкового зв'язку показників вихідних вимог до систем основних обробітків ґрунту за схемою: об'єкт впливу – вплив – результат (рис.).

Об'єктом впливу при виконанні технологічних процесів подрібнення і зароблення рослинних решток в кожному випадку буде конкретна ділянка поля зі своїм рельєфом, мікрорельєфом, фактичним станом ґрунту, кількістю і фізико-механічними характеристиками рослинного середовища, що визначає умови функціонування технічного засобу, який, виконуючи певний агрозахід, буде змінювати стан ґрунту.

Відмітимо, що необхідний (бажаний) результат визначається компромісом між варіантами ефективного використання високопродуктивних технічних засобів, узгоджені із агротехнічними вимогами рослин.

Функціональна область обставин технологічних процесів подрібнення і зароблення рослинних решток задається множиною географічно-кліматичних та ґрунтово-фізичних параметрів. Для конкретного випадку, що розглядається, увагу звертають на чинники, які приймають певне фіксоване значення. Такий аналіз дозволяє встановити умови доцільності виконання даного технологічного процесу взагалі.

Це стосується в першу чергу погодних умов, характеристик рослинного матеріалу, що покриває ґрунт, рельєфу і мікрорельєфу поля.

Умови функціонування за стабільністю показників розділяють на три типи: незмінні; стабільні – на період виконання подрібнення і зароблення рослинних решток; змінні – внаслідок впливу машини. Незмінними у процесі роботи комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні у технологічному процесі подрібнення і зароблення є рельєф, мікрорельєф, склад ґрунту; відносно стабільними на період обробітку можна вважати температуру повітря і ґрунту, вологість ґрунту, фізико-механічні характеристики рослинного середовища та інше. Вплив машин призводить до суттєвого зміння щільності, агрегатно-фракційного складу ґрунту, вирівнюваності поля тощо.

Незалежні від часу умови роботи комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні, що здійснюють технологічні процеси подрібнення і зароблення з урахуванням зональних класифікацій ґрунтів, можна звести узагальнено до такого переліку параметрів: питомий тяговий опір при подрібненні і заробленні, ступінь подрібнення стебел.

Стан ґрунту перед операціями подрібнення і зароблення також підлягає конкретизації, оскільки він, згідно з технологічними регламентами, повинен бути доведений до певних умов. Охарактеризувати такий стан можна двома основними параметрами – вологістю і твердістю ґрунту, котрі й приймаються агротехнічними службами для аналізу. Інші показники умов (вирівняність поверхні поля, забур'яненість,

щільність ґрунту, агрегатний стан), пов'язані з вологістю і твердістю або при виконанні необхідних операцій подрібнення і зароблення кукурудзяної стерні досягають значень, які не впливають суттєво на функціонування комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні, а виступають параметрами результату їх дії.

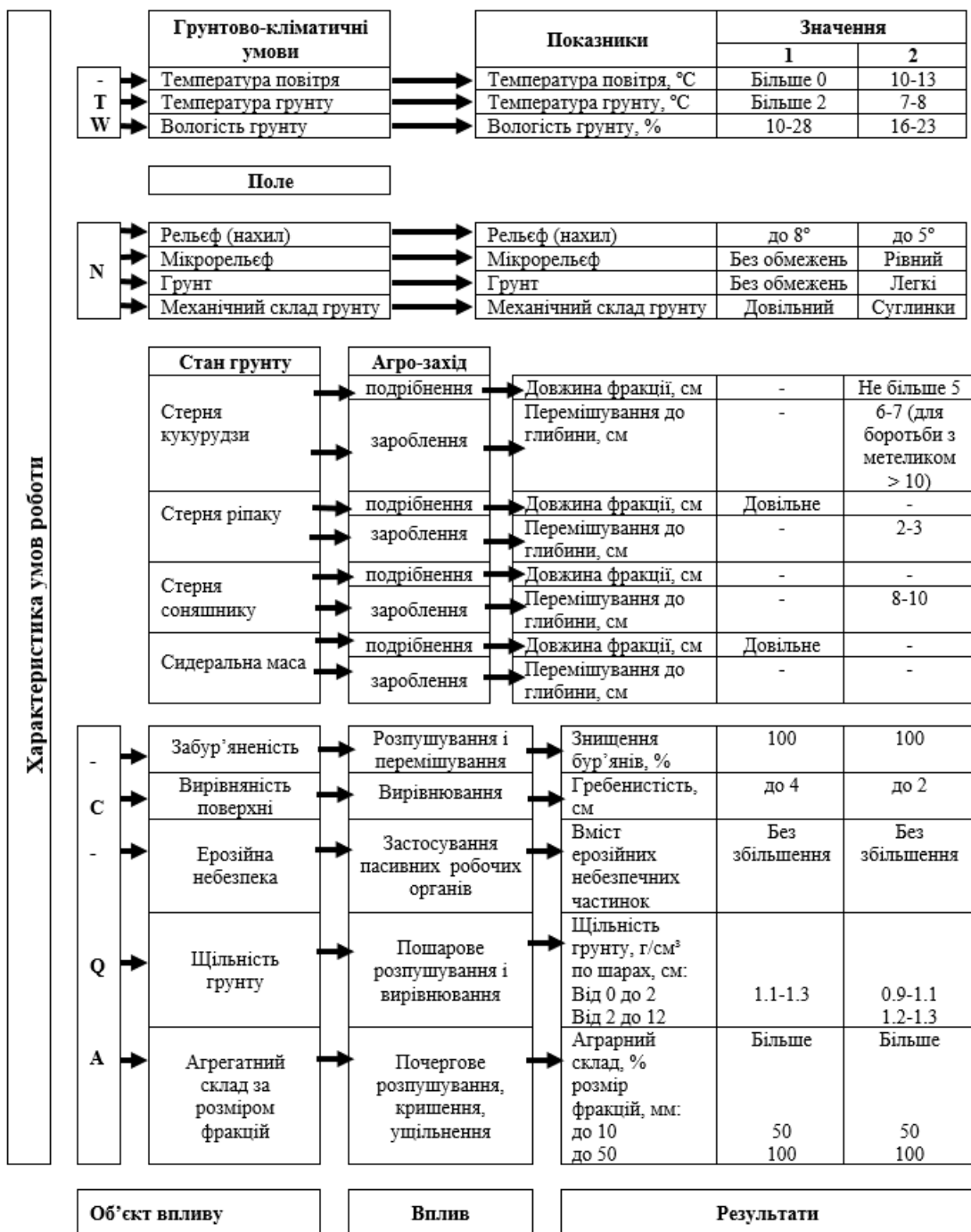


Рис. Схема формування вихідних вимог обробітку рослинних матеріалів (кукурудзяної стерні, стерні ріпаку, стерні соняшнику, сидеральної маси) у технологічному процесі подрібнення і зароблення рослинних решток: 1 – нормативні значення показників; 2 – значення вихідних вимог до показників технологічного процесу подрібнення і зароблення рослинного матеріалу

Відмітимо, що агротехнічні вихідні вимоги до операцій подрібнення і зароблення (лушення) стерні кукурудзи є базисними характеристиками. Акцентуємо увагу на показниках якості виконання технологічного процесу комбінованою машиною для обробітку кукурудзяної стерні. Серед визначених агротехнічними вимогами показників приймемо до аналізу найбільш вагомі – глибина лушення, ступінь подрібнення стебел, ступінь загортання післяжнивних решток.

Інші показники якості виконання технологічного процесу (повнота підрізування бур'янів і подрібнення кореневищ пір'ю, коренепаростків осотів, якість обробітку поворотних смуг і меж поля, ступінь розпушення ґрунту на злушеному полі, відсутність огріхів, вирівняність поверхні поля) залишимо як інформативні.

Енергетичні показники доцільно представити тяговим опором комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні. Це обумовлено тим, що залежно від робочої швидкості і глибини обробітку він визначає ступінь завантаження двигуна трактора, витрати пального, буксування рушіїв тощо. Експлуатаційно-технологічні показники машин, призначених для обробітку кукурудзяної стерні, задаються технологічними регламентами – робочою швидкістю, глибиною обробітку і шириною захвату.

У результаті проведеного аналізу, параметричний запис моделі комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні виконання технологічного процесу подрібнення і зароблення можна записати у вигляді функції:

$$Y\{y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t), y_5(t), y_6(t)\} = F[X\{x_1, x_2(t), x_3(t)\}, U\{u_1, u_2(t), u_3(t), u_4(t)\}, Z\{\{M\}, \{K\}\}], \quad (5)$$

де $y_1(t)$ вихідний параметр тягового опору (R_{t1}); $y_2(t)$ вихідний параметр кришення ґрунту (A); $y_3(t)$ вихідний параметр щільності ґрунту (Q); $y_4(t)$ вихідний параметр глибини лушення (C); $y_5(t)$ вихідний параметр ступеня подрібнення стебел (C_1); $y_6(t)$ вихідний параметр ступеня загортання післяжнивних решток (C_2); x_1 вхідний параметр питомого опору ґрунту (N); $x_2(t)$ вхідний параметр твердості ґрунту (T); $x_3(t)$ вхідний параметр вологості ґрунту (W); $u_1(t)$ вхідний параметр робочої швидкості (V); $u_2(t)$ вхідний параметр робочої ширини (B); $u_3(t)$ вхідний параметр глибини обробітку (H); $u_4(t)$ вхідний параметр фізико-механічних характеристик рослинного середовища (H_1); Z параметри технологічної структури машини.

Розкриття технологічної схеми, перехід до блочно-модульного опису комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні та визначення

характеристик робочих органів пов'язане з конкретизацією параметрично-технологічної структури машини Z . Відмітимо, що дослідження і встановлення значень компонентів параметрів Z , внаслідок їх великої кількості, можливе завдяки поєднанню теоретичного аналізу та практичного вивчення особливостей їх взаємодії і впливу на ґрунтово-рослинне середовище.

Аналітична модель, як відомо, не враховує ряд чинників, а окремі розглядає наближено. Через що для визначення її достовірності необхідно здійснити експериментальну ідентифікацію. Тому, для моделювання такого складного технологічного процесу, як подрібнення і зароблення рослинних рештків, будемо використовувати об'єднану аналітично-експериментальну модель, реалізація якої дозволить вирішити основні задачі моделювання – аналіз, синтез і оптимізацію.

Задача аналізу – прогнозування вихідних якісно-енергетичних показників для певних умов роботи і визначених параметрів комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні, вирішує питання використання в реальних умовах конкретних машин.

Задачу синтезу комбінованої машини для обробітку кукурудзяної стерні у повному обсязі теоретично вирішити складно через невизначеність взаємозв'язків різних типів робочих органів, режимів і умов їх роботи. Як варіант виходу із цієї ситуації, пропонується задачу синтезу поєднати із задачею оптимізації стосовно встановлених умов і потрібних результатів роботи ($y_1 y_2 \rightarrow \min$; $y_2 y_4 \rightarrow \text{опт}$). У результаті, на підставі залежності (5) функціонально-параметрично-структурну організацію машини запишемо у такому вигляді:

$$Z = F[Y, X, U]. \quad (6)$$

Значення конкретних конструкційно-технологічних показників різних робочих органів у такому випадку визначається за результатами вирішення задачі оптимізації в межах одного модуля за умов встановлення внутрішніх факторних зв'язків і взаємозв'язків, які утворюються під час взаємодії робочих органів з рослинним середовищем і ґрунтом.

Аналізуючи залежності (5) і (6), відмітимо доцільність системного урахування низки чинників (діапазону змінення параметрів умов початкового стану ґрунту із рослинними залишками, структурної технологічної схеми машини, взаємозв'язків та взаємодії її робочих органів, технологічних режимів, впливу всіх перелічених факторів на результат її роботи), які уможливають науково обґрунтоване розкриття

природи і сутності технологічних процесів подрібнення і зароблення кукурудзяної стерні.

Висновки. 1. Встановлено математичну залежність (5), яка на етапах проєктування уможливорює використати моделювання для аналізу структури комбінованих, універсальних, адаптованих до різних природно-кліматичних умов експлуатації машин для обробітку рослинних матеріалів (стерні кукурудзи, ріпаку, сидеральних залишків).

2. Розкриття суті технологічних процесів подрібнення і зароблення запропоновано здійснювати за критеріями оцінювання якості механічного оброблення кукурудзяної стерні катками-подрібнювачами в поєднанні з

дисковими бородами до яких віднесено: кількість непошкоджених частин стебел кукурудзи довжиною понад 5 см, глибина зароблення подріднених стебел понад 10 см.

3. Відмічено доцільність системного урахування низки чинників (діапазону змінень параметрів умов початкового стану ґрунту із рослинними залишками, структурної технологічної схеми машини, взаємозв'язків та взаємодії її робочих органів, технологічних режимів, впливу всіх перелічених факторів на результат її роботи), які уможливають науково обґрунтоване розкриття природи і сутності технологічних процесів подрібнення і зароблення кукурудзяної стерні

Список використаних джерел:

1. Іващенко О.О. Шляхи адаптації землеробства в умовах змін клімату. Вісник аграрної науки. 2008. № 4. с. 15-21.
2. Іващенко О.О., Найдьонов В.Г. Природні біологічні системи – ключ до успіху сучасного землеробства. Вісник аграрної науки. 2016. № 6. с. 5-11.
3. Кравченко М.С., Томашівський З.М. Практикум із землеробства. – К.: Мета, 2003. 318 с.
4. Чернілевський М.С., Білявський Ю.А., Кропивницький Р.Б., Ворона Л.І. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навчальний посібник. Друге видавництво. 2012. с. 7-12.
5. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Гриник І.В. Науково обґрунтовані та практичні підходи використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. № 9. с. 62-68.
6. Гладковська Т.М. Шкідники сільськогосподарських культур / Міністерство освіти і науки України; Національний університет водного господарства природокористування. Рівне, 2010. 102 с.
7. Залужний В.І. Обґрунтування технологічної схеми та параметрів комбінованої машини для передпосівного обробітку ґрунту під льон: дис. на здобуття наук. ступеня к. т. н. Глеваха, 2006.
8. Безуглий М.Д., Гриник І.В., Булгаков В.М. Науково-практичні підходи до використання соломи та рослинних решток. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 3.
9. Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Использование соломы как органического удобрения. М.: Наука, 1980.
10. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва. Книга 1. Землеробство: посібник для вищих навчальних закладів. К., 2010. 268 с.

М. К. Линник, В. А. Вольский, Р. В. Коцюбанский. Системный подход к обоснованию технологической схемы и структуры комбинированной машины для возделывания кукурузной стерни

Исследование направлено на повышение качества и снижение энергозатрат при технологических операциях измельчения и заделывания растительных остатков в соответствии с рациональной технологической схемой комбинированной машины для обработки стерни кукурузы. Отмечено, что раскрытие сущности процесса измельчения и заделывания стерни кукурузы связано с уточнением параметров условий исходного состояния почвы с растительными остатками (стерня кукурузы) путем определения технологической структуры машины, отношения и взаимодействия рабочих органов; установление технологических режимов работы машины; изучение влияния всех этих факторов на результат ее работы.

Ключевые слова: комбинированная машина, технологическая схема машины, структура машины, технологический процесс, обработка почвы, измельчение и заделка растительных остатков.

M. Linnik, V. Volsky, R. Kotsiubynsky. **Systematic approach to the substantiation of the technological scheme and structure of a combined machine for cultivating corn stubble**

The study is aimed at improving the quality and reducing energy costs in the technological operations of grinding and planting plant residues based on the rationale rational technological scheme of a combined machine for processing corn stubble. It is noted that the disclosure of the essence of the process of grinding and embedding of corn stubble is associated with the specification of the parameters of the conditions of the initial state of the soil with plant residues (corn stubble) by determining the technological structure of the machine, the relationships and interactions of the working bodies; the establishment of technological modes of operation of the machine; a study of the influence of all these factors on the result of her work.

Keywords: combined machine, technological scheme of the machine, structure of the machine, technological process, tillage, grinding and incorporation of plant residues.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОЇ КОРОЗІЇ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ СТАЛІ

В. І. Дворук, доктор технічних наук, професор

Національний авіаційний університет

К. В. Борак, кандидат технічних наук

ORCID ID: 0000-0002-5611-4707

ResearcherID: G-6568-2016

С. С. Добранський, викладач

Д. В. Герасимчук, викладач

Житомирський агротехнічний коледж

У роботі досліджено вплив попередньої атмосферної корозії на інтенсивність зношування сталей. Встановлено, що величина корозії знаходиться в прямій залежності від ґрунтового-кліматичних умов та способу зберігання. У результаті атмосферної корозії інтенсивність абразивного зношування сталей зростає в 1,61...5,26 рази в порівнянні з інтенсивністю зношування до впливу атмосферної корозії. Величина зростання інтенсивності зношування залежить від способу зберігання, ґрунтового-кліматичної зони зберігання, наявності антикорозійного покриття та матеріалу, який піддавався атмосферній корозії.

Ключові слова: інтенсивність зношування, зберігання, атмосферна корозія, сталь

Постановка проблеми. Атмосферна корозія завдає значні збитки у всіх галузях економіки (сільське господарство, промисловість, транспорт, енергетика та ін.). Втрати у результаті атмосферної корозії складають понад 100 мільйонів доларів США в рік [1].

Вивчення стану різних сільськогосподарських машин після 1...3 років експлуатації дозволяють зробити висновок, що корозійному впливу оточуючого середовища тією чи іншою мірою піддаються більше 70...80% деталей і збірних одиниць цих машин [2, с. 24; 3, с. 39]. Ґрунтообробні та посівні машини знаходяться на зберіганні до 90% часу, протягом якого їх деталі та робочі органи піддаються атмосферній корозії. Експериментальні дослідження показали, що в сільській місцевості середні втрати сталі за рік складають майже 14 г/м², або 0,035 мм по товщині деталі при її двосторонній корозії [4, с. 3]. Корозія руйнує і якісно змінює поверхню деталей машин, що призводить до зниження зносостійкості і міцності машин [5, с. 13]. Надзвичайно важливим є вирішення проблематики протикорозійного захисту сільськогосподарської техніки в аграрному виробництві, гострою є необхідність всебічних досліджень процесів корозії, корозійної втоми і корозійно-механічного зносу [3, с. 40]. Саме тому пошук сучасних методів і способів, які дозволяють мінімізувати атмосферну корозію

робочих органів та деталей ґрунтообробних машин, є беззаперечно актуальною задачею.

Аналіз актуальних досліджень. Останні роботи з вивчення атмосферної корозії досягли значного просування в напрямку розуміння процесу корозійного руйнування поверхні металів. Однак існує багато проблем, пов'язаних із розумінням та прогнозуванням різних явищ. Кінцевою метою таких досліджень є можливість передбачити час, місце розташування та ступінь корозії і повністю зрозуміти наслідки впливу корозії на зміну мікроструктури залежно від навколишнього середовища [6]. Більшість вітчизняних та іноземних робіт, присвячених вивченню атмосферної корозії, спрямовані на визначення швидкості корозійних процесів, впливу на швидкість різних факторів та визначення оптимальних способів та методів захисту від атмосферної корозії [7-16].

Фундаментальні дослідження впливу попередньої атмосферної корозії на інтенсивність абразивного зношування сталі проведено М. М. Северньовим [4, с. 204]. Дослідження, проведені на сталях (Ст. 3, сталь 45 та сталь 65Г), показали суттєве зменшення зносостійкості сталей у результаті атмосферної корозії. Результати досліджень інтенсивності зношування сталей після 20 місяців атмосферної корозії дозволили зробити висновки, що при закритому зберіганні знос збільшується в 2,1...2,3 рази, на

відкритому майданчику над ґрунтом – в 3,8...5,3 рази і на поверхні ґрунту – в 3,2...6,8 раз. Проведені дослідження дозволили встановити, що інтенсивність абразивного зношування сталей в функції від величини корозії в аналітичній формі виражається параболічною залежністю [2, с. 209]:

$$J_k = aK^2 + bK + c,$$

де K – величина корозії г/м²; a , b , c – коефіцієнти, значення яких для різних способів зберігання представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів a , b , c

Марка сталі	Коефіцієнт	Спосіб зберігання сталей		
		у закритому приміщенні	на відкритому майданчику над ґрунтом	на поверхні ґрунту
Ст. 3	a	-0,0004	-0,0001	0,00007
	b	0,06	0,07	0,05
	c	4,14	4,14	4,14
45	a	-0,0005	0,0001	0,00004
	b	0,06	0,02	0,03
	c	3,6	3,6	3,0
65Г	a	0,001	0,00009	0,00001
	b	-0,02	0,04	0,06
	c	3,14	3,14	3,14

Величина коефіцієнта c для кожної наведеної марки сталей при різних способах зберігання постійна і за абсолютною величиною рівна інтенсивності зношування цих сталей без корозії. Найменше відхилення розрахункових значень інтенсивності абразивного зношування дослідних сталей від експериментальних мають місце при величині корозії (в межах проведених досліджень) для закритого зберігання приблизно до 50-60, на відкритому майданчику над ґрунтом і на поверхні ґрунту – до 300-320 і 290-360 г/м² відповідно [4, с. 209].

Швидкість процесу корозії залежить від агресивності середовища, тривалості її дії, температури повітря, стану поверхні металу (складу і структури захисної плівки, хімічного складу металу, і наявності механічних пошкоджень, особливості конструкції [5, с. 13].

Найбільш сильно руйнуються сталіні вироби, які зберігаються на поверхні ґрунту, їх втрата маси від корозії складає 208 г/м² в рік. Корозійні втрати виробів зі сталі, які зберігаються на відкритому майданчику, в 1,4 рази менше, а в закритому неопалювальному приміщенні у 8 разів менше. Великі перепади денної і нічної температури у вересні-жовтні і високі показники температури і вологості в березні-травні сприяють розвитку корозійних процесів. Атмосферна корозія деталей сільськогосподарських машин може збільшуватися в 10 разів і більше за наявності агресивних середовищ – мінеральних і органічних добрив, ядохімікатів, ґрунту [5, с. 13].

Аналіз існуючих засобів захисту від корозії і зносу виявив низьку ефективність вітчизняних і надмірно високу вартість імпортованих матеріалів. Внаслідок несправностей, викликаних корозійними ураженнями при зберіганні, ростуть прості машин та підвищується трудомісткість їх обслуговування [2, с. 354].

Проведені дослідження не можуть повною мірою дати рекомендації сільськогосподарським виробникам щодо заходів для запобігання (зменшення) корозії робочих органів ґрунтообробних та посівних машин, що призведе до зниження інтенсивності абразивного зношування, оскільки:

- дослідження проводили на сталях, які не використовуються для виробництва сучасних робочих органів ґрунтообробних та посівних машин (окрім сталі 65Г);
- зразки сталі не піддавалися попередньому абразивному зношуванню;
- не використовувалися типові майданчики для зберігання сільськогосподарських машин (відкриті бетонні та асфальтовані площі);
- дослідження проводили лише в одній кліматичній зоні (Республіка Білорусь);
- не враховано вплив способу термічної обробки та способу зміцнення поверхні сталі;
- не враховано можливість нанесення сучасних антикорозійних мастильних матеріалів;
- лабораторна установка для триботехнічних випробувань за схемою «Гільза» не моделює реальні умови зношування.

Мета статті – визначити вплив способів та методів зберігання робочих органів

грунтообробних машин на інтенсивність протікання атмосферної корозії та її вплив на стійкість до абразивного зношування.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проведено за методикою, розробленою авторами у 2014 році та представленою в роботі [17]. Слід відміти, що для прискорення досліджень та для об'єктивності шлях тертя був зменшений до 7488 м (тривалість випробовування одного зразка складала 60 хвилин, що дозволяло повністю очистити поверхню від продуктів корозії). Для визначення зносостійкості сталі після очищення

від продуктів корозії, шлях тертя зразків складав 100 км (проведені тільки на трьох зразках). Пристосування для розміщення зразків (рис. 1) були встановлені у трьох ґрунтово-кліматичних зонах України:

1. Овруцькому районі, Житомирської області (Полісся);
2. Козятинському районі, Вінницької області (Лісостеп);
3. Доманівському районі, Миколаївської області (Степ).



Рис. 1. Пристосування для розміщення дослідних зразків

Початок проведення досліджень – 1 вересня 2014 року, закінчення зберігання зразків – 1 вересня 2016 року.

У відповідності з розробленою методикою зразки були розміщені у трьох кліматичних зонах України (Полісся, Лісостеп, Степ) у вісьмох варіаціях (табл. 2). Загальна кількість зразків,

встановлених на зберігання, 2376 зразків, які були встановлені на 72 рамних установках рис. 1. Лабораторні дослідження з визначення інтенсивності зношування тривали 1 рік і 4 місяці, в цей період зразки зберігалися в опалювальному приміщенні.

Таблиця 2

Варіанти розміщення дослідних зразків

Спосіб зберігання	Висота над поверхнею		Матеріал	Кількість зразків
1	2		3	4
1. На відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям. 2. На відкритому майданчику з трав'яним покриттям. 3. На відкритому майданчику з бетонним покриттям. 4. На відкритому майданчику з асфальтованим покриттям. 5. Під навісом з бетонним покриттям. 6. Під навісом з асфальтованим покриттям.	На поверхні	100 мм над поверхнею	Сталь 65Г (без термообробки)	3
			Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С	3
			Сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою	3
			Сталь 65Г зміцнену електродом Т-590	3
			Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С після абразивного зношування	3
			Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою корміном	3
			Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою технічним вазеліном УН	3

Продовження табл. 2

1	2	3	4
7. В закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою оливою Shell Ensis Oil N	3
8. В закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.		Сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою відпрацьованою моторною оливою	3
		Сталь 28МпВ5	3
		Сталь Л 53	3

Інтенсивність корозії досліджували до того часу, поки вся поверхня не покриється продуктами корозії (табл. 3)

При зберіганні на відкритих майданчиках, незалежно від покриття майданчика, в перші

чотири місяці зберігання вся поверхня зразків була вкрита продуктами атмосферної корозії (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність площі поверхні, яка вкрита продуктами корозії від терміну зберігання зразків (умови зберігання: зона Полісся, висота 500 мм на поверхню зберігання, зразок: сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С)

Дата проведення замірів	Термін, місяців	1. На відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям	2. На відкритому майданчику з трав'яним покриттям	3. На відкритому майданчику з бетонним покриттям	4. На відкритому майданчику з асфальтованим покриттям	5. Під навісом з бетонним покриттям	6. Під навісом з асфальтованим покриттям	7. В закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям	8. В закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям
01.09.2014р.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.01.2015р.	4	100	100	58	67	9	9	3,2	3,7
01.05.2015р.	8			100	100	82	88	34	78
01.09.2015р.	12					100	100	75	100
01.01.2016р.	16							100	

На початку зберігання в закритих приміщеннях і під навісами темп приросту поверхні, яка вражена корозією, доволі низький і починає суттєво зростати після появи локальних вражень.

Для зразків, які зберігалися на поверхні площу корозії визначали на поверхні, яка взаємодіє з атмосферою. Корозійні процеси на поверхні сталей, яка контактує з поверхнею ґрунту в 2,4...3,2 рази швидша ніж у поверхні яка взаємодіє з атмосферою, що пояснюється наявністю в ґрунті активних речовин та «блукальних» електричних струмів, які пришвидшують процес електрохімічної корозії.

За результатами досліджень слід відмітити, що процеси корозії найінтенсивніше протікали в зоні Полісся (на 7,2...14,8% інтенсивніше за зону Лісостепу і на 9,4...19,7 за зону Степу). Виходячи з вище зазначеного можна зробити висновок, що інтенсивність корозії знаходиться в прямій

залежності від ґрунтово-кліматичних умов зберігання.

У всіх зонах проведення досліджень спостерігалась приблизно однакова інтенсивність корозії на відкритих майданчиках з ґрунтовим та трав'яним покриттям. Слід відмітити, що на відкритих майданчиках з бетонним покриттям інтенсивність корозії (в перші 4 місяці зберігання) менша за інтенсивність корозії на відкритих асфальтованих майданчиках на 10,7...14,5%, і на 38,14...58,23% в порівнянні з відкритими майданчиками з ґрунтовим та трав'яним покриттям. На інтенсивність корозії впливає і пора року: найінтенсивніше корозія протікає в осінній і весняний період, менш інтенсивніше в зимовий і найповільніше в літній період (при сухій погоді).

Для порівняльної оцінки стійкості матеріалів та способів захисту від корозії за 1 було прийнято стійкість до корозії сталі 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С (рис. 2).

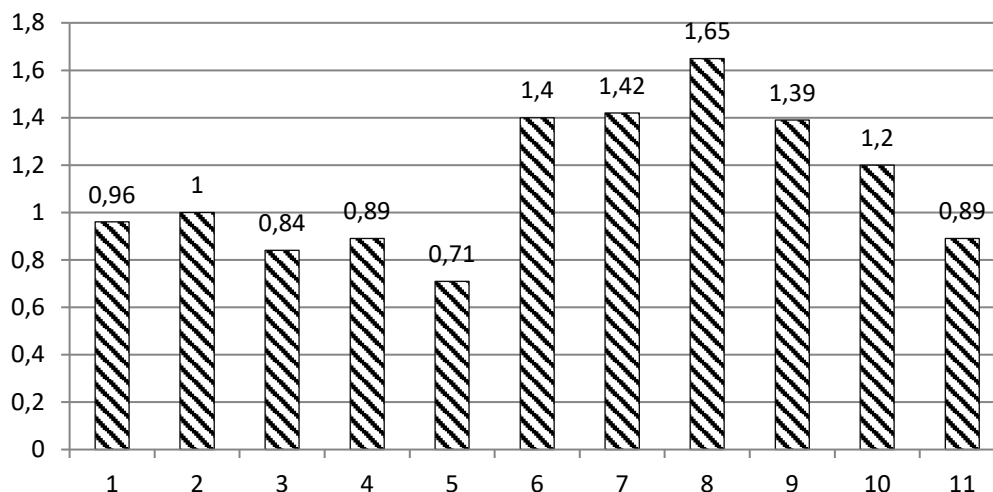


Рис. 2. Стійкість до корозії (умови зберігання: зона Полісся, під навісом з бетонним покриттям, висота від поверхні зберігання 500 мм):

1 – сталь 65Г (без термообробки); 2 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С; 3 – сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою; 4 – сталь 65Г зміцнену електроерозійною обробкою Т-590; 5 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С після абразивного зношування; 6 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою корміном; 7 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою технічним вазеліном УН; 8 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою оливою Shell Ensio Oil N; 9 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810...830 °С і середнім відпуском за температури 460...480 °С з обробкою відпрацьованою моторною оливою; 10 – сталь 28МпВ5; 11 – сталь Л53.

Як видно з рис. 2, легірована сталь Л53 продемонструвала меншу корозійну стійкість в порівнянні зі сталлю 65Г. Дане явище можна пояснити більшою кількістю вуглецю в сталі 65Г, який є катодним включенням. Відомо [4, с. 206], що при атмосферній корозії є можливість анодної пасивації. В таких випадках наявність катодних включень збільшує анодну поляризацію решти анодного фону і через зміни його потенціалу в сторону більш позитивних значень сприяє більшій легкості пасування і стійкості пасивного стану [4, с. 206].

Позитивний вплив захисних атикорозійних покриттів на стійкість проти корозії при зберіганні в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям та в закритому неопалювальному приміщенні з бетонним покриттям не такий явний (стійкість підвищується на 8,16...21,98%).

Зміцнення поверхні сталі 65Г приводить до зменшення стійкості до атмосферної корозії, через наявність поверхневих дефектів, що

виникають у результаті термічного впливу. При зміцненні електроерозійною обробкою Т-150 стійкість зменшується на 9,64...14,52%, при зміцненні електроерозійною обробкою на 15,23...20,92%.

Найменшу стійкість до атмосферної корозії продемонстрував зразок, який перед зберіганням піддавався абразивному зношуванню (на 24,5...35,4% менше за зразок, який не піддавався попередньому абразивному зношуванню), що пояснюється наявністю на поверхні великої кількості дефектів, спричинених процесами мікрорізання та пластичного деформування. Даний зразок моделює реальні поверхні робочих органів ґрунтообробних та посівних машин після експлуатації і підкреслює необхідність пошуку засобів та методів захисту від атмосферної корозії робочих органів ґрунтообробних і посівних машин.

За результатами проведених досліджень по впливу атмосферної корозії на зносостійкість сталей побудовано відповідні діаграми рис. 3.



Рис. 3. Інтенсивність зношування зразків сталі, шлях тертя 7488 м (умови зберігання: зона Лісостеп, під навісом з бетонним покриттям, висота розміщення зразків 500 мм на поверхню зберігання):

1 – сталь 65Г (без термообробки); 2 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C; 3 – сталь 65Г зміцненої електроерозійною обробкою; 4 – сталь 65Г зміцнену електродами T-590; 5 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C після абразивного зношування; 6 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою корміном; 7 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою технічним вазеліном УН; 8 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою оливою Shell Ensis Oil N; 9 – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830°C і середнім відпуском за температури 460...480°C з обробкою відпрацьованою моторною оливою; 10 – сталь 28MnB5; 11 – сталь Л 53

Як видно з діаграми (рис. 4) у результаті попередньої атмосферної корозії в зоні Лісостепу інтенсивність зношування сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття зростає в 3,07...3,54 рази, при нанесенні захисного антикорозійного покриття в 1,61...2,37 рази. Слід окремо виділити зразок після абразивного зношування, де інтенсивність зношування виросла в 4,12 рази. Для зони Полісся інтенсивність зношування зростає: для сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття в

3,21...4,15 рази; при нанесенні захисного антикорозійного покриття в 1,82...2,73 рази; після абразивного зношування в 5,26 рази. Для зони Степу інтенсивність зношування зростає: для сталей без нанесення захисного антикорозійного покриття в 2,88...3,24 рази; при нанесенні захисного антикорозійного покриття у 1,59...2,06 рази; після абразивного зношування – у 4 рази.

Слід відмітити, що спосіб зберігання суттєво впливає на інтенсивність зношування (рис. 4).

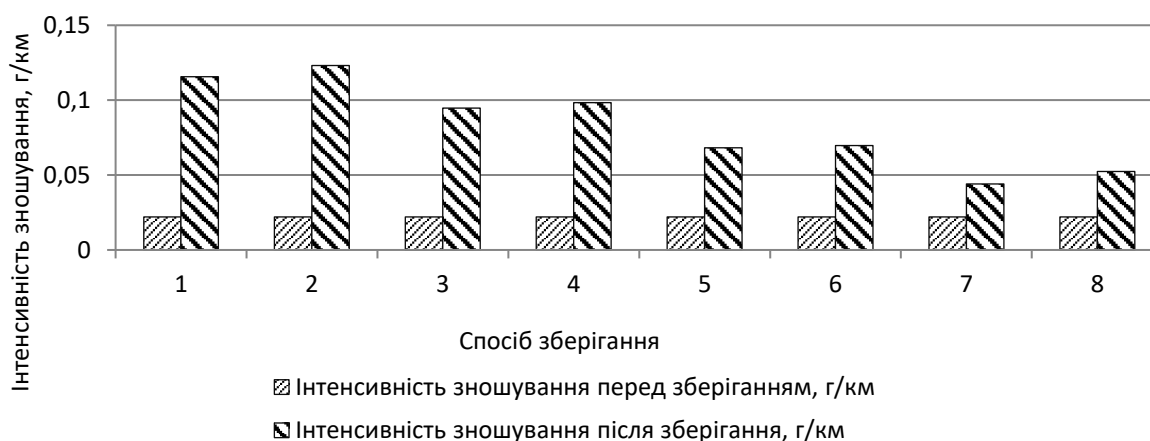


Рис. 4. Інтенсивність зношування зразків сталі, шлях тертя 7488 м (умови зберігання: зона Лісостеп, висота розміщення зразків 500 мм на поверхню зберігання, зразок – сталь 65Г з об'ємним гартуванням за температури 810..830 °C і середнім відпуском за температури 460...480°C):

1 – на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям; 2 – на відкритому майданчику з трав'яним покриттям; 3 – на відкритому майданчику з бетонним покриттям; 4 – на відкритому майданчику з асфальтованим покриттям; 5 – під навісом з бетонним покриттям; 6 – під навісом з асфальтованим покриттям; 7 – в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям; 8 – в закритому не опалювальному приміщенні з бетонним покриттям.

Найбільше підвищується інтенсивність (рис. 4) зношування при зберіганні на відкритому майданчику з ґрунтовим покриттям (в 5,25 рази) та з трав'яним покриттям (в 5,6 рази), найменше – при зберіганні в закритому опалювальному приміщенні з бетонним покриттям (в 2 рази) та в закритому неопалювальному приміщенні з бетонним покриттям в (2,38 рази).

Висота, на якій зберігалися зразки, також суттєво впливає на величину зростання інтенсивності зношування. Так, при зберіганні на поверхні інтенсивність зношування в 1,54...2,83 рази більша за інтенсивність зберігання на висоті 100 мм і в 2,19...3,04 рази більша за інтенсивність зношування при зберіганні на висоті 500 мм.

Суттєва зміна інтенсивності зношування після атмосферної корозії спостерігається при шляху тертя 7488 м, при подальшому зношуванні інтенсивність зношування зменшується і дорівнює інтенсивності зношування перед початком зберігання.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Атмосферна корозія поверхні металу

призводить до зростання інтенсивності абразивного зношування. Після зняття абразивними частинками продуктів корозії інтенсивність зношування уповільнюється.

Для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних та посівних машин (враховуючи економічну доцільність) в міжсезонний період машини слід зберігати на спеціальних підставках (висота яких не менше 500 мм) в закритих неопалювальних приміщеннях і під навісом з бетонним покриттям з нанесенням на робочі органи захисного антикорозійного покриття. Серед захисних покриттів найкраще саме зарекомендувала олива Shell Ensio Oil N, але зважаючи на її ринкову вартість, використання є економічно недоцільним і можливо замінити більш дешевими матеріалами.

Для підтвердження адекватності лабораторних досліджень необхідно провести експлуатаційні випробовування на зношування робочих органів ґрунтообробних та посівних машин після їх зберігання.

Список використаних джерел:

1. Atmospheric Corrosion / Leygraf C., Wallinder I.O., Tidblad J., Graedel T. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2016. 397 p.
2. Гайдар С. М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / ФГОУВПО "Московский государственный агроинженерный университет". Москва, 2011. 352 с.
3. Попович П. В. Методи оцінки ресурсу несучих систем причіпних машин для внесення добрив з врахуванням впливу агресивних середовищ : дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11 / Терноп. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. Тернопіль, 2014. 443 с.
4. Севернев М.М и др. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин.; под. ред. М. М. Севернева. Минск: Беларус. навука, 2011. 333 с.
5. Петрашев А. И. Совершенствование технологических процессов и ресурсосберегающих средств консервации сельскохозяйственной техники при хранении : дисс. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова. Тамбов, 2007. 400 с.
6. Frankel G. S., Sridhar N. Understanding localized corrosion. *Materials today*. 2008. Vol. 11. P. 38-44.
7. Diaz I. and etc Clarifications Regarding Literature on Atmospheric Corrosion of Weathering Steels. *International Journal of Corrosion: Atmospheric Corrosion*. 2012. P. 77-85.
8. Salgueiro A. M., Allélyb C., Oglea K., Volovitch P. Corrosion mechanisms of Zn(Mg, Al) coated steel in accelerated tests and natural exposure: 1. The role of electrolyte composition in the nature of corrosion products and relative corrosion rate. *Corrosion Science*. 2015. Vol. 90. P. 472-481.
9. Huang J. Meng X. Zheng Z. Gao Y. Optimization of the atmospheric corrosivity mapping of Guangdong Province. *Materials and corrosion-werkstoffe und korrosion*. 2019. Vol. 70, № 1. P. 91-101.
10. Wenhua Xu, En-Hou Han, Zhenyu Wang. Effect of tannic acid on corrosion behavior of carbon steel in NaCl solution. *Journal of Materials Science & Technology*. 2019. Vol. 35, № 1. P. 64-75.
11. Pan C., Guo M., Han W., Wang Z. Study of corrosion evolution of carbon steel exposed to an industrial atmosphere. *Corrosion engineering science and technology*. 2019. Vol. 54, № 3. P. 241-248.
12. Ph. Refaita and etc Corrosion and cathodic protection of carbon steel in the tidal zone: Products, mechanisms and kinetics. *Corrosion Science*. 2015. Vol. 90. P. 375-382.
13. B. N. Grgura and etc Corrosion of mild steel with composite polyaniline coatings using different formulations. *Progress in Organic Coatings*. 2015. Vol. 79. P. 17-24.
14. Грицай Ю.В., Цюнь О.П., Рубінець Н.А. Корозійні пошкодження техніки у сільськогосподарському машинобудуванні. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2016. Випуск 170. С. 172-175.
15. Попович П., Цюнь О., Довбуш Т. Вплив експлуатаційних середовищ на поширення поверхневих корозійно-втомних тріщин в елементах конструкцій сільськогосподарських машин. *Вісник ТНТУ. Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки*. 2014. Т. 75, № 3. С. 157-166.
16. Ниркова Л. І. та ін. Дослідження атмосферної корозії вуглецевої сталі за умов утворення адсорбційних та фазових плівок вологи. *Фізико-хімічна механіка матеріалів*. 2012. Т. 48, № 5. С. 117-123.

17. Дворук В. І., Борах К. В. Методика дослідження впливу способу зберігання на абразивну зносостійкість робочих органів ґрунтообробних машин. Міжнародний науковий журнал "Проблеми трибології". Хмельницький: ХНУ, 2014. №1. С. 14-18.

В. И. Дворук, К. В. Борах, С. С. Добранский, Д. В. Герасимчук. Влияние предварительной коррозии на интенсивность изнашивания стали

В работе исследовано влияние предварительной атмосферной коррозии на интенсивность изнашивания сталей. Установлено, что величина коррозии находится в прямой зависимости от почвенно-климатических условий и способа хранения. В результате атмосферной коррозии интенсивность абразивного изнашивания сталей возрастает в 1,61 ... 5,26 раза в сравнении с интенсивностью износа до воздействия атмосферной коррозии. Величина роста интенсивности износа зависит от способа хранения, почвенно-климатической зоны хранения, наличия антикоррозионного покрытия и материала, который подвергался атмосферной коррозии.

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, хранения, атмосферная коррозия, сталь.

V. Dvoryk, K. Borak, S. Dobranskiy, D. Gerasumchyk. Effect of preliminary corrosion on the steel fretting intensity.

The effect of preliminary atmospheric corrosion on the fretting intensity of steels has been investigated in the study. It has been established that the corrosion rate is directly dependent on soil and climatic conditions and the storage method. In the result of atmospheric corrosion, the intensity of abrasive fretting of steels increases by a factor of 1.61 ... 5.26 as compared to the fretting intensity before the influence of atmospheric corrosion. The magnitude of the increase in the fretting intensity depends on the storage method, soil and climatic zone of the storage, the presence of an anticorrosion coating, and material which was subject to atmospheric corrosion.

Keywords: fretting intensity, storage, atmospheric corrosion, steel.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ СИПКОГО МАТЕРІАЛУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Е. Б. Алієв, кандидат технічних наук, старший дослідник

ORCID ID: 0000-0003-4006-8803

В. Ю. Дудін, кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-1348-7896

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук

О. С. Гаврильченко, кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-8159-954X

В. В. Івлєв, кандидат технічних наук

ORCID ID: 0000-0003-1413-6297

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Дослідження процесу сепарації сипкого матеріалу проводилися в три етапи моделювання у програмному пакеті STAR-CCM+. Перший етап полягав у моделюванні процесу переміщення сипкого матеріалу під дією повітряного потоку. Другий етап був спрямований на моделювання процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета. Задачею третього етапу моделювання було визначення функції розподілу частинок сипкого матеріалу за фракціями під дією вібруючої поверхні.

Ключові слова: сипкий матеріал, сепарація, моделювання, аеродинамічні властивості, геометричні розміри, об'ємна вага.

Постановка проблеми. Сипкий матеріал – це конгломерат дискретного твердого тіла, макроскопічних частинок, що характеризуються втратою енергії під час взаємодії [1]. Компоненти, що складають сипкий матеріал, повинні бути достатньо великими, щоб вони не піддавалися тепловому коливальному руху. Сипкий матеріал містить компоненти із різноманітним фракційним складом, кожний з яких характеризується певними фізико-механічними властивостями. Одним із завдань промислового і аграрного комплексів є розділення (сепарація) сипкого матеріалу за заданими фізико-механічними властивостями. У зв'язку з тим, що на процес сепарації впливають безліч факторів, включаючи як фізико-механічні властивості матеріалу, так і характер зовнішнього впливу, розробка адекватної універсальної фізико-математичної моделі є досить складною у рішенні в аналітичному вигляді.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з аналізом останніх досліджень і публікацій [2-4], дослідженню процесу переміщення сипкого матеріалу під зовнішнім впливом (повітряний потік, вібруюче решето, вібруюча суцільна поверхня) присвячено багато методів визначення координат положень його

елементів. Ці методи засновані на фізико-математичному апараті зміщення системи матеріальних точок під дією зовнішніх сил. Урахування сил контактної взаємодії частинок, які мають випадкове початкове положення, між собою і поверхнями обладнання ускладнюють зазначені рівняння, які в загальному вигляді не вирішуються аналітичними методами. У дослідженнях [5-9] вирішення подібних систем здійснюється методом кінцевих елементів, який реалізується при чисельному моделюванні в програмному пакеті STAR-CCM+.

Мета досліджень. Провести чисельне моделювання процесу сепарації сипкого матеріалу під дією повітряного потоку, вібруючого решета і суцільної вібруючої поверхні з метою розробки відповідних фізико-математичних моделей і відпрацювання пропонування методик досліджень.

Методика проведення досліджень. Дослідження процесу сепарації сипкого матеріалу проводилися в три етапи.

Перший етап полягав у моделюванні процесу переміщення сипкого матеріалу під дією повітряного потоку в програмному пакеті STAR-CCM+ методом кінцевих елементів, задаючи при цьому початкові і граничні умови для частинок і

повітряного потоку. Для чисельного моделювання були обрані фізичні моделі: поле сили тяжіння, $k-\epsilon$ модель турбулентності розділеної течії, модель реального газу Ван-дер-Ваальса, модель багатофазної взаємодії, модель дискретних елементів, Лагранжевих моделей багатофазного середовища [10-12]. Для реалізації чисельного моделювання прийняті наступні фізико-механічні властивості частинки сипкого матеріалу: модуль Юнга – 0,2 МПа; коефіцієнт Пуассона – 0,5; коефіцієнт тертя спокою – 0,8; об'ємна маса – 140-260 кг/м³; дотичний коефіцієнт відновлення – 0,5; нормальний коефіцієнт відновлення – 0,5; коефіцієнт опору кочення – 0,3. Прийняті наступні властивості середовища: середовище – повітря; турбулентне

число Прандтля – 0,9; динамічна в'язкість – $1,85508 \cdot 10^{-5}$ Па·с; температура – 293 К; прискорення вільного падіння – 9,8 м/с²; тиск – 101325 Па. Розмір комірки сітки для моделювання – 0,001 м.

Досліджували сепарацію сипкого матеріалу на малогабаритному аеродинамічному сепараторі циклонного типу, розрахункову схему якого наведено на рис. 1. Факторами для чисельного моделювання є швидкість подачі повітря V (8-15 м/с), об'ємна маса сипкого матеріалу ρ_p (140-260 кг/м³) і ефективний діаметр його компонентів D_p (3-7 мм). Потік маси сипкого матеріалу був представлений сімома фракціями однакової кількості з однаковим ефективним діаметром і об'ємною масою в зазначеному вище діапазоні.

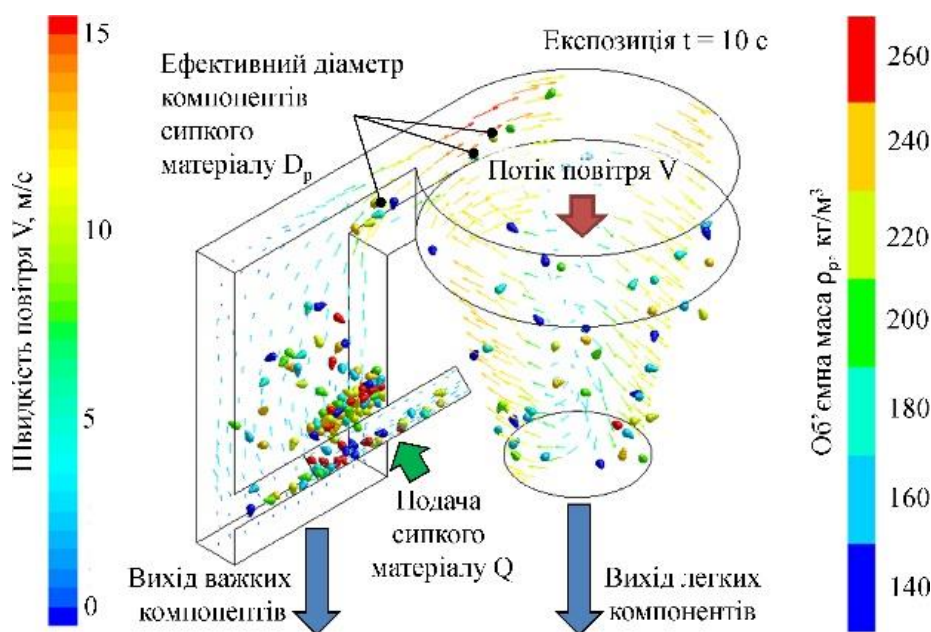


Рис.1. Розрахункова схема процесу сепарації сипкого матеріалу на малогабаритному аеродинамічному сепараторі циклонного типу

Загальна кількість дослідів для чисельного моделювання складала 24. В якості критерію оцінки якості процесу сепарації було прийнято масовий розподіл компонентів за об'ємною масою на виходах важких і легких компонентів – $\xi(\rho)$. У результаті обробки даних необхідно встановити залежності концентрації компонентів певної об'ємної маси $\xi(\rho)$ і безпосередньо об'ємної маси важких ρ_h і легких ρ_l компонентів від факторів чисельного моделювання.

Також для реалізації першого етапу чисельного моделювання було складено розрахункову схему процесу переміщення падаючих частинок сипкого матеріалу під дією повітряного потоку (рис. 2). Факторами чисельного моделювання були: ефективний

діаметр частинок D_p (3-7 мм), швидкість подачі повітря V (5-15 м/с), подача сипкого матеріалу Q (1-3 т/год). Потік маси сипкого матеріалу був представлений п'ятьма фракціями частинок однаковою кількістю з однаковим ефективним діаметром і об'ємною масою в зазначеному вище діапазоні.

Загальна кількість дослідів складала $3^3 = 27$. Під дією повітряного потоку розділення сипкого матеріалу по довжині області можна представити нормальним розподілом кожної фракції, який визначається середнім і середньоквадратичним відхиленням σ (рис. 3). Ймовірність 95,45% для нормального розподілу спостерігається в області $x \in [\bar{x} - 2\sigma; \bar{x} + 2\sigma]$.

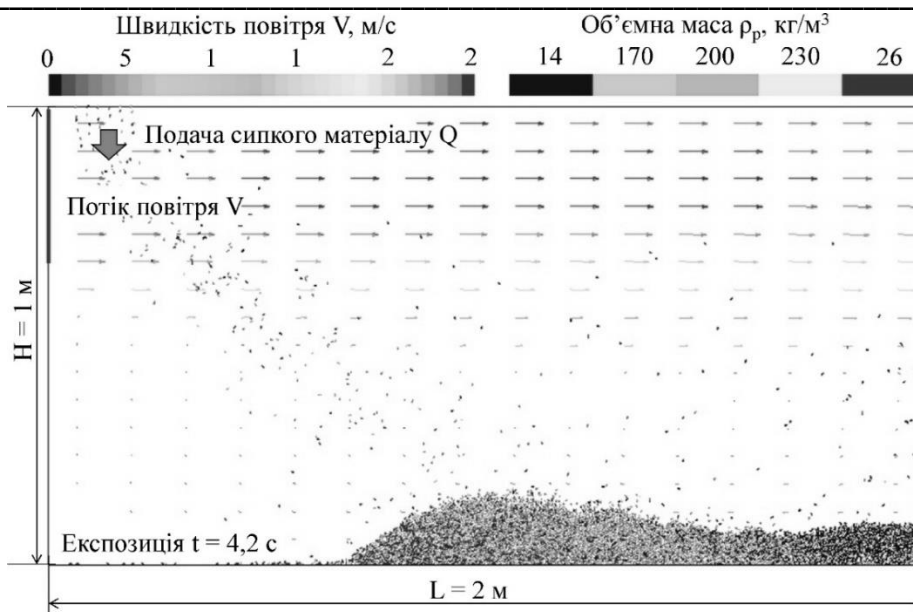


Рис. 2. Розрахункова схема процесу переміщення падаючого сипкого матеріалу під дією повітряного потоку

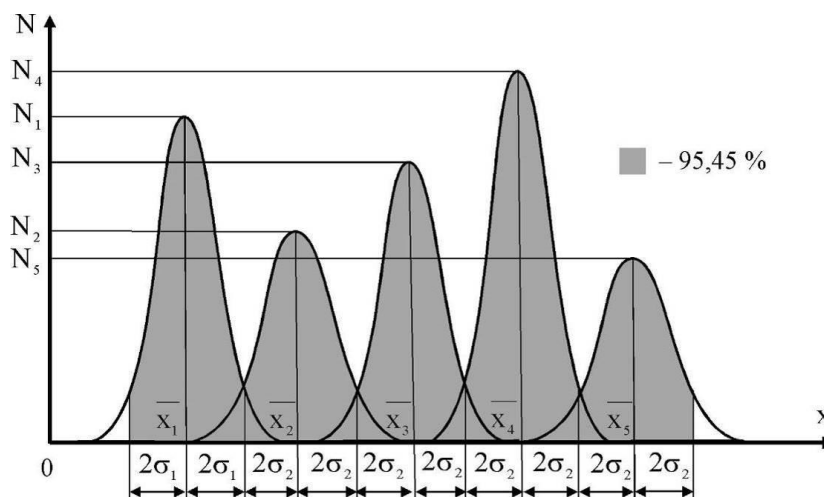


Рис. 3. Функції нормального розподілу кожної фракції по довжині області

Відповідно до рис. 3, найкраще розділення (95,45 %) досягається за умови:

$$2\sigma_1 + 2(2\sigma_2 + 2\sigma_3 + 2\sigma_4) + 2\sigma_5 \leq \bar{x}_5 - \bar{x}_1, \quad (1)$$

$$\text{або } \chi = \frac{\bar{x}_5 - \bar{x}_1}{2\sigma_1 + 2(2\sigma_2 + 2\sigma_3 + 2\sigma_4) + 2\sigma_5} \rightarrow \max, \quad (2)$$

де χ – коефіцієнт заповнення.

Вся область була поділена на 20 однакових вертикальних зон, для кожної з яких визначалась кількість частинок кожної фракції. Експозиція складала від 3 до 7 с.

Вищезазначені коефіцієнт заповнення θ , середні значення розподілу фракцій по довжині і їх середньоквадратичні відхилення σ характеризують розміри і розташування забірних областей (забірників). Однак зазвичай у існуючих аеродинамічних сепараторах застосовуються забірники однакових розмірів, що ускладнює

оцінку якості процесу сепарації. Тому введено ще один критерій якості розподілу фракцій в забірниках – коефіцієнт розподілу δ , який визначається наступним чином. Нехай вхідний матеріал необхідно розділити на N фракцій, тоді кількість забірних областей повинна дорівнювати N . Для кожної забірної області визначається фракційний склад сипкого матеріалу, який математично можна представити у вигляді квадратної матриці $N \times N$:

$$\begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{pmatrix} \quad (3)$$

де w_{ij} – масова доля фракції i в забірнику j :

$$W_{ij} = \frac{m_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N m_{ij}} * 100\%; \quad (4)$$

m_{ij} – маса фракції i в забірнику j .

Коефіцієнт розподілу δ визначається як найбільша сума діагональних елементів матриці (3):

$$\delta = \max \left(\sum_{k=1}^N W_{kk}, \sum_{k=1}^N W_{k(k+1)}, \dots, \sum_{k=1}^N W_{k(k+N-1)}, \sum_{k=1}^N W_{(k+1)k}, \dots, \sum_{k=1}^N W_{(k+N-1)k} \right)$$

де k – натуральне число.

Для другого етапу в якості фізичних моделей для чисельного моделювання процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета в програмному пакеті STAR-CCM+ було обрано моделі аналогічно першому етапу. Для спрощення розрахунків прийнято припущення про те, що частинки сипкого

матеріалу є еліпсоїди з визначеною густиною і ефективним діаметром.

Для чисельного моделювання було прийнято такі усереднені значення: щільність – 400 кг/м^3 ; коефіцієнт Пуассона – $0,5$; модуль Юнга – $0,2 \text{ МПа}$; коефіцієнт тертя спокою – $0,8$; дотичний коефіцієнт відновлення – $0,5$; нормальний коефіцієнт відновлення – $0,5$; коефіцієнт опору кочення – $0,3$. Властивості середовища були наступні: середовище – повітря; турбулентне число Прандтля – $0,9$; динамічна в'язкість – $1,85508 \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$; температура – 293 К ; прискорення вільного падіння – $9,8 \text{ м/с}^2$; тиск – 101325 Па . Розмір комірки сітки для моделювання – $0,001 \text{ м}$.

Розрахункову схему процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета, яку покладено в основу роботи різноманітних пневморешітних і калібруючих машин зображено на рис. 4

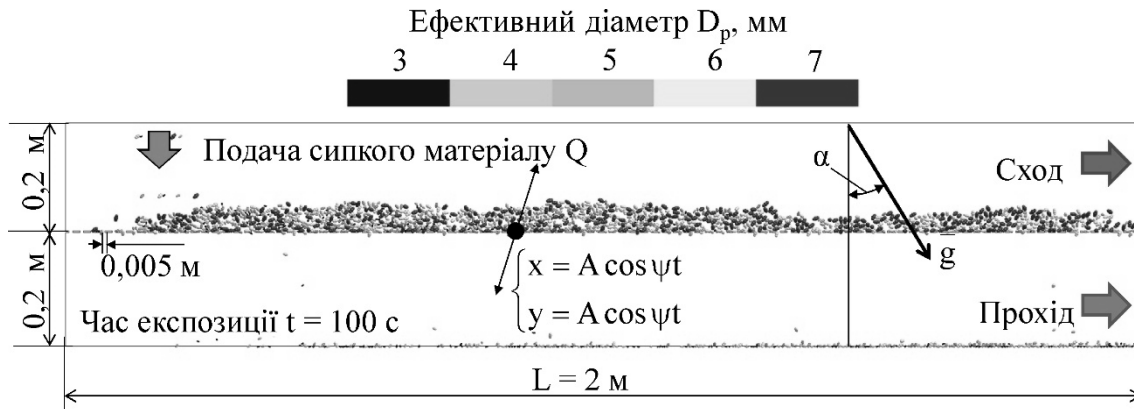


Рис.4. Розрахункова схема процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета

Дослідження проведено на базі решета із круглими отворами діаметром $3,6 \text{ мм}$. Довжина решета прийнята $L = 2 \text{ м}$. Відносна корисна площа решета складала $0,56$. Решето виконує періодичний рух по двом координатах за законом:

$$\begin{cases} x = A \cos \Psi t, \\ y = A \sin \Psi t, \end{cases} \quad (6)$$

де A – амплітуда коливань, м ; Ψ – частота коливань, с^{-1} .

Потік маси сипкого матеріалу був представлений п'ятьма фракціями частинок однаковою кількістю з різним ефективним діаметром D_p в діапазоні $3,0\text{--}3,8 \text{ мм}$ з кроком $0,2 \text{ мм}$.

За фактори чисельного моделювання було прийнято найбільш вагомий режимно-технологічний параметри: подача сипкого матеріалу – Q ($1100\text{--}2100 \text{ кг/год}$), кут нахилу решета – α ($1\text{--}7^\circ$), частота коливань решета – Ψ ($4\text{--}6 \text{ с}^{-1}$), амплітуда коливань

решета – A ($0,008\text{--}0,012 \text{ м}$). Кут нахилу решета α задається шляхом зміни кута нахилу прискорення вільного падіння, що є абсолютно тотожним. Загальна кількість дослідів чисельного моделювання складала $3^4 = 81$. Експозиція складала від 100 с .

У результаті моделювання досліджували концентрацію кожної фракції частинок, що відбилися від поверхні решета (схід) $\theta_{\text{с}}$ та пройшли крізь нього (прохід) $\theta_{\text{п}}$. У зв'язку з тим, що розмір отвору решета було прийнято $3,6 \text{ мм}$, необхідною умовою якісного розділення сипкого матеріалу є мінімізація значень концентрацій фракцій частинок $3,8 \text{ мм}$ – за проходом ($\theta_{D_p=3,8}^{\text{п}}$) і фракцій $3,0 \text{ мм}$, $3,2 \text{ мм}$, $3,4 \text{ мм}$, $3,6 \text{ мм}$ – за сходом ($\theta_{D_p=3,0}^{\text{с}}$, $\theta_{D_p=3,2}^{\text{с}}$, $\theta_{D_p=3,4}^{\text{с}}$, $\theta_{D_p=3,6}^{\text{с}}$ відповідно).

Тому критерієм дослідження було обрано сумарну концентрацію частинок проходу і сходу, яка розраховується за формулою:

$$\theta = \theta_{D_p=3,8}^n + \theta_{D_p=3,6}^c + \theta_{D_p=3,4}^c + \theta_{D_p=3,2}^c + \theta_{D_p=3,0}^c \cdot (7)$$

За кількісний критерій оцінки ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета було прийнято сумарну продуктивність за сходом і проходом:

$$q = q^n + q^c \quad (8)$$

Задачею третього етапу моделювання було визначення функції розподілу частинок сипкого матеріалу за фракціями під дією вібруючої поверхні. Розрахункову схему наведено на рис. 5.

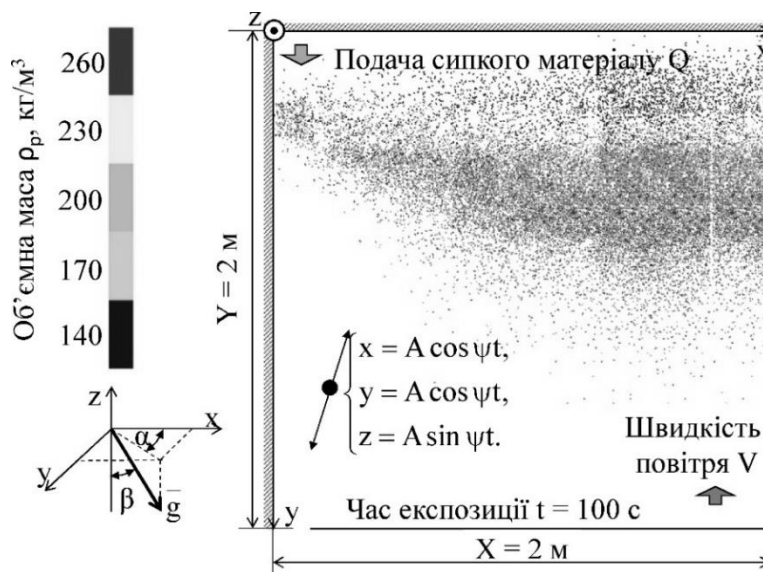


Рис. 5. Розрахункова схема процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючої поверхні

Потік маси сипкого матеріалу був представлений п'ятьма фракціями частинок сипкого матеріалу однакової кількості з різною об'ємною вагою.

За фактори чисельного моделювання було прийнято такі технологічні параметри: подача сипкого матеріалу Q (1000-1800 кг/год.), кути нахилу решета α і β (1-5°), частота коливань решета ψ (5-10 с⁻¹), амплітуда коливань решета A (0,005-0,0015 м) і швидкість потоку повітря V (3-4 м/с).

Повний факторний чисельний експеримент для 6 факторів і 3 рівнів варіації містить $3^6 = 729$ дослідів, що ускладнюється потужністю персонального комп'ютера і часом на обробку даних. Тому прийнято рішення провести чисельне моделювання з використанням некомпозиційного плану Бокса-Бенкіна для 6 факторів із загальною кількістю дослідів – 54. Тривалість експозиції складала 100 с. Вся область була поділена на 200 однакових горизонтальних зон, для кожної з яких визначалася кількість частинок кожної фракції.

Фізичні моделі і фізико-механічні властивості були обрані такі самі, як і для другого етапу.

Вібруюча поверхня мала форму квадрата зі стороною 2 м. Поверхня виконує періодичний рух за трьома координатами за законом:

$$\begin{cases} x = A \cos \psi t, \\ y = A \cos \psi t, \\ z = A \sin \psi t \end{cases} \quad (9)$$

де A – амплітуда коливань, м; ψ – частота коливань, с⁻¹.

Кути нахилу решета α і β задаються шляхом зміни кутів нахилу прискорення вільного падіння, що є абсолютно тотожним

За кількісний критерій оцінки ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією вібруючої поверхні було прийнято продуктивність його на виході q .

Якість процесу сепарації визначалася коефіцієнтом заповнення θ , середнім значенням розподілу фракцій по довжині і їх середньоквадратичним відхиленням σ , що характеризують розміри і розташування забірних областей (забірників). Однак зазвичай у існуючих пневмовібросепараторах застосовуються забірники однакових розмірів, що ускладнює оцінку якості процесу сепарації. Тому введено ще один критерій якості розподілу фракцій в забірниках – коефіцієнт розподілу δ , який визначається за формулами (3)–(5).

Виклад основного матеріалу і отриманих наукових результатів. У результаті першого етапу моделювання було отримано масовий розподіл частинок сипкого матеріалу за об'ємною масою на виходах важких і легких компонентів. Аналіз дозволяє апроксимувати отримані числові дані у вигляді залежності:

$$\xi = C_1 - C_2 \arctg(C_3 + C_4 D + C_5 \rho + C_6 V), (10)$$

де $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ – константи при змінних.

Підбираючи константи при змінних до моменту отримання найбільшого коефіцієнту кореляції ($R = 0,99$) в програмному пакеті Mathematica, остаточно маємо для виходу важких компонентів малогабаритного аеродинамічного сепаратора циклонного типу:

$$\xi = 50 - 31,831 \arctg(28,9167 + 0,260417D + 0,0520833\rho + 1,39583V) \quad (11)$$

для виходу легких компонентів малогабаритного аеродинамічного сепаратора циклонного типу:

$$\xi_1 = 100 - \xi_h = 31,831 \arctg(28,9167 + 0,260417D + 0,0520833\rho + 1,39583V) \quad (12)$$

Зі збільшенням ефективного діаметра частинок D_p і швидкості повітря V масова концентрація важких компонентів ξ_h зменшується і зміщується вздовж вісі об'ємної маси ρ .

Окрім цього, отримано залежності зміни об'ємних мас важких ρ_h і легких ρ_l компонентів від факторів досліджень

$$\rho_h = -239,795 - 1,51159D_p + 128,401V - 11,6563V^2 + 0,323668V^3, R = 0,99 \quad (13)$$

$$\rho_l = -16,6528 - 1,27037D_p + 83,8197V - 7,73953V^2 + 0,210855V^3, R = 0,99 \quad (14)$$

Різниця між ρ_h і ρ_l практично не змінюється і складає $58,2 \pm 2,2$ кг/м³. Зі збільшенням ефективного діаметру частинок D_p і швидкості повітря V значення ρ_h і ρ_l зменшуються. Отримана залежність дає змогу визначати швидкість повітря V виходячи з необхідних об'ємних мас ρ_h і ρ_l та ефективного діаметру частинок сипкого матеріалу D_p .

У результаті моделювання технологічного процесу переміщення падаючого сипкого матеріалу під дією повітряного потоку для кожного дослідів для кожної фракції частинок сипкого матеріалу був розрахований критерій χ^2 , згідно з яким розподіл частинок сипкого матеріалу по довжині області відповідає нормальному розподілу. Апроксимацію отриманих даних було проведено в програмному пакеті Mathematica. У результаті якої складено математичний вираз, що зв'язав коефіцієнт заповнення θ із факторами досліджень у вигляді:

$$\theta = 0,489163 + 0,0125713D_p - 0,00711689D_p^2 - 0,0642273Q - 0,00346568D_pQ - 0,025941V + 0,00683085D_pV + 0,00479817QV - 0,00138784V^2 \quad (15)$$

Згідно з отриманими даними складено рівняння регресії, яке зв'язало коефіцієнт розподілу δ із факторами досліджень у вигляді:

$$\delta = 83,2606 - 2,89786D_p - 1,05729D_p^2 + 3,71835Q - 1,67698Q^2 + 2,64955V + 1,28688D_pV + 0,298956QV - 0,219139V^2, \quad (16)$$

У результаті моделювання технологічного процесу переміщення частинок сипкого матеріалу під дією вібруючого решета для кожної фракції частинок сипкого матеріалу при сході та проході було визначено концентрацію і розраховано сумарну концентрацію для відповідного дослідів θ . Згідно з отриманими даними складено рівняння регресії, яке зв'язало продуктивність q із факторами досліджень у вигляді:

$$q = -6637,82 + 162,22\alpha + 33577,7A + 0,013423Q + 2433,85\psi - 32,444\alpha\psi + 0,140125Q\psi - 227,453\psi^2, \quad (17)$$

Згідно з отриманими даними складено рівняння регресії, яке зв'язало сумарну концентрацію частинок сипкого матеріалу θ із факторами досліджень у вигляді:

$$\theta = 198,853 - 1,733\alpha - 14055,2A + 284999A^2 + 0,00852581Q - 39,653\psi + 0,303737\alpha\psi + 1364,8A\psi - 0,00170516Q\psi + 2,27037\psi^2, \quad (18)$$

Аналіз отриманих залежностей доводить необхідність вирішення компромісної задачі, яка полягає у наступному: для забезпечення ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією вібруючого решета необхідно, щоб його продуктивність q дорівнювала значенню подачі сипкого матеріалу Q і була найбільшою, при цьому сумарна концентрація частинок θ повинна бути мінімальною:

$$\begin{cases} q(Q, \alpha, \Psi, A) = Q, \\ \theta(Q, \alpha, \Psi, A) \rightarrow \min, \\ Q \rightarrow \max. \end{cases} \quad (19)$$

З використанням програмного пакету Mathematica рішенням системи рівнянь (19) є

$$\theta = 10,83\%, Q = q = 1202 \text{ кг/год}, \alpha = 1, \psi = 5,62 \text{ с}^{-1}, A = 0,012 \text{ м}. \quad (20)$$

У результаті моделювання технологічного процесу переміщення сипкого матеріалу під дією вібруючої поверхні для кожної фракції частинок сипкого матеріалу на виході при $x = 2$ м було визначено коефіцієнт заповнення θ , коефіцієнт розподілу δ і продуктивність q .

Згідно з отриманими даними складено рівняння регресії, яке зв'язало продуктивність q із факторами досліджень у закодованому вигляді:

$$q = -3448,66 + 482,402\alpha - 51,0518\alpha^2 + 138739A - 8373,72\alpha A - 3,54768106A^2 - 18,1987\beta + 3746,37A\beta -$$

$$-0,00755229Q+0,094723\alpha Q+15,8784AQ+ \\ +509,047V-28,0576\alpha V+385,786\psi-8697,01A\psi+ \\ +0,0276348Q\psi-48,721V\psi-9,15336\psi^2, \quad (21)$$

Згідно з отриманими даними складено рівняння регресії, яке зв'язало коефіцієнт заповнення θ із факторами досліджень у вигляді:

$$\theta=-69,5749-11,9369\alpha-7114,48A+35,6531\beta- \\ -1,13708\beta^2-0,0501428Q+0,73938AQ+ \\ +0,0000204407Q^2+182,78V-7,24514bV-23,1227V_2- \\ -43,56\psi+1,19056\alpha\psi+640,774A\psi-0,319708\beta\psi- \\ -0,001373Q\psi+1,43108V\psi+1,64776\psi^2, \quad (22)$$

Згідно отриманих даних складено рівняння регресії, яке зв'язало коефіцієнт розподілу δ із факторами досліджень у вигляді:

$$\delta=-295,934-10,8956\alpha-0,435885\alpha_2+5565,86A+ \\ +73,9266\alpha A-110004A^2+38,5016\beta+0,269007\alpha\beta- \\ -273,603A\beta-1,47409\beta^2-0,034582Q+0,002199\alpha Q- \\ -0,989529AQ+0,00273373\beta Q+0,0000172619Q^2+ \\ +207,328V+1,65037\alpha V-454,323AV-7,90544\beta V- \\ -24,7288V_2-13,3735\psi+0,232407\alpha\psi-0,382959\beta\psi- \\ -0,00187299Q\psi+0,848669\psi^2 \quad (23)$$

Аналіз отриманих залежностей доводить необхідність вирішення компромісної задачі, яка полягає у наступному: для забезпечення ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією віброуючої поверхні необхідно, щоб його продуктивність q дорівнювала значенню подачі сипкого матеріалу Q і була найбільшою, при цьому коефіцієнт розподілу δ повинен бути максимальним:

$$\begin{cases} q(Q, \alpha, \beta, \Psi, A, V) = Q, \\ \delta(Q, \alpha, \beta, \Psi, A, V) \rightarrow \max, \\ Q \rightarrow \max. \end{cases} \quad (24)$$

З використанням програмного пакету Mathematica рішенням системи рівнянь (24) є

$$\delta=74,21\%, Q=q=1092\text{кг/год}, \alpha=3,5, \\ \beta=3,9, \psi=5,0\text{с}^{-1}, A=0,013\text{м}, V=4\text{м/с} \quad (25)$$

Висновки. У результаті чисельного моделювання процесу сепарації сипкого матеріалу на малогабаритному аеродинамічному сепараторі циклонного типу було отримано залежності масового розподілу компонентів за об'ємною масою на виходах важких і легких компонентів ξ_h і ξ_l від ефективного діаметру

частинок D_p і швидкості повітря V . Окрім цього отримані залежності зміни об'ємних мас важких ρ_h і легких ρ_l компонентів від вищезазначених факторів досліджень. Встановлено, що різниця між ρ_h і ρ_l практично не змінюється. Отримані залежності дають змогу визначати швидкість потоку повітря V виходячи з необхідних об'ємних мас ρ_h і ρ_l та ефективного діаметру частинок сипкого матеріалу D_p .

У результаті чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення сипкого матеріалу під дією повітряного потоку отримано залежності розподілу кожної фракції частинок сипкого матеріалу по довжині області (коефіцієнт заповнення χ , коефіцієнт розподілу δ) від ефективного діаметра частинок D_p , швидкості подачі повітря V та подачі сипкого матеріалу Q . За умови максимуму коефіцієнта заповнення χ визначена система рівнянь, вирішуючи яку можна встановити раціональні режимні параметри зазначеного процесу.

У результаті чисельного моделювання процесу переміщення сипкого матеріалу під дією віброуючої решета отримано залежності зміни сумарної концентрації θ і продуктивності q від подачі сипкого матеріалу Q , кута нахилу решета α , частоти коливань решета ψ і амплітуди коливань решета A . За умови забезпечення ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією віброуючої решета необхідно, щоб його продуктивність q дорівнювала значенню подачі сипкого матеріалу Q і була найбільшою, при цьому сумарна концентрація частинок сипкого матеріалу θ повинна бути максимальною.

У результаті чисельного моделювання процесу переміщення сипкого матеріалу під дією віброуючої поверхні отримано залежності зміни коефіцієнта заповнення χ , коефіцієнта розподілу δ і продуктивності q від подачі сипкого матеріалу Q , кутів нахилу віброуючої поверхні α та β , частоти коливань ψ , амплітуди коливань A і швидкості повітряного потоку V . За умови забезпечення ефективності процесу розділення сипкого матеріалу під дією віброуючої поверхні необхідно, щоб його продуктивність q дорівнювала значенню подачі сипкого матеріалу Q і була найбільшою, при цьому коефіцієнт заповнення χ повинен бути максимальним.

Список використаних джерел:

1. Richard, G. Holdich. (2002). Fundamentals of Particle Technology. Midland Information Technology and Publishing. Shepshed, Leicestershire, U.K. 173 p.
2. Gary W. Delaney, Paul W. Cleary, Marko Hilden, Rob D. Morrison. (2009). Validation of dem predictions of granular flow and separation efficiency for a horizontal laboratory scale wire mesh screen. Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO. Melbourne, Australia. 9-11 December. P 1-6.
3. Hans, J. Herrmann. (1993). Molecular dynamics simulations of granular materials. *International Journal of Modern Physics*

- C. Vol. 4. No. 2. P. 309–316.
4. Ferrara, G., Preti, U., Schena, G. D. (1987). Computer-aided Use of a Screening Process Model. APCOM 87. Proceeding of the Twentieth International Symposium on the Application of Computers and Mathematics in the Mineral Industries. Volume 2: Metallurgy. Johannesburg, SAIMM. P. 153–166.
 5. Pertti Broas. (2001). Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes. Trans. VTT Symposium Virtual prototyping. Espoo, Finland, February 1 st. P. 73–81.
 6. Bai C. (1996). Modelling of spray impingement processes. Ph.D Thesis. University of London.
 7. Dominik Kubicki, Simon Lo. (2012). Slurry transport in a pipeline – Comparison of CFD and DEM models. Ninth International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries. CSIRO, Melbourne, Australia (10-12 December 2012). P. 1-6.
 8. Sang Won Han, Won Joo Lee, Sang Jun Lee. (2012). Study on the Particle Removal Efficiency of Multi Inner Stage Cyclone by CFD Simulation. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol. 6. P. 411–415.
 9. Satish G., Ashok Kumar K., Vara Prasad V., Pasha Sk. M. (2013). Comparison of flow analysis of a sudden and gradual change of pipe diameter using fluent software. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*. Vol. 2. P. 41–45.
 10. Bai, C., Gosman, A. D. (1995). Development of methodology for spray impingement simulation. *SAE Technical Paper Series*. 21 p.
 11. Khalid M. Saqr, Hossam S. Aly, Mazlan A. Wahid, Mohsin M. Sies. (2009). Numerical Simulation of Confined Vortex Flow Using a Modified k-ε Turbulence Model. *CFD Letters*. Vol. 1(2). P. 87-94.
 12. Wallin, S. (2000). Engineering turbulence modeling for CFD with a focus on explicit algebraic Reynolds stress models. Doctoral thesis. Norstedts truckeri, Stockholm, Sweden. 124 p.

Э. Б. Алиев, В. Ю. Дудин, А. С. Гаврильченко, В. В. Ивлев. **Моделирование процесса сепарации сыпучего материала в зависимости от его физико-механических свойств**

Исследование процесса сепарации сыпучего материала проводили в три этапа моделирования в программном пакете STAR-CCM+. Первый этап заключался в моделировании процесса перемещения сыпучего материала под действием воздушного потока. Второй этап был направлен на моделирование процесса перемещения сыпучего материала под действием вибрирующей решетки. Задачей третьего этапа моделирования было определение функции распределения частиц сыпучего материала по фракциям под действием вибрирующей поверхности.

Ключевые слова: сыпучий материал, сепарация, моделирование, аэродинамические свойства, геометрические размеры, объемный вес.

E. Aliev, V. Dudin, A. Gavrilchenko, V. Ivlev. **Modeling of the separation process of bulk material according to its physical and mechanical properties**

The bulk material separation process was investigated in three stages of modeling in the STAR-CCM+. The first step was to simulate the process of bulk material moving under the action of airflow. The second stage was aimed at modeling the process of moving the bulk material under the action of a vibrating sieve. The task of the third stage of modeling was to determine the particle distribution function of the bulk material by fractions under the action of a vibrating surface.

Keywords: bulk material, separation, modeling, aerodynamic properties, geometric dimensions, bulk weight.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ МАСОВИХ ВІДКРИТИХ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ В ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРІВ З АГРОІНЖЕНЕРІЇ

І. В. Бацуровська, доктор педагогічних наук

ORCID ID: 0000-0002-8407-4984

Миколаївський національний аграрний університет

У статті представлено технологію використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії. Наведено основні принципи підготовки магістрів з агроінженерії в системі масової відкритої дистанційної освіти. Окреслено особливості використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії. Представлено основні етапи технології використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії.

Ключові слова: магістри з агроінженерії, масові відкриті дистанційні курси.

Постановка проблеми. Освітній і науковий аспект в сучасному світі розвивається як феномен практики. Найбільш ефективно концепцію підготовки магістрів реалізують інформаційні та комунікаційні технології, застосування яких привело до виникнення таких явищ, як масові відкриті дистанційні курси, дистанційне навчання тощо. Дистанційні освітні технології та електронні ресурси для їх реалізації увійшли в педагогічну практику на всіх рівнях освіти, і вже стали традиційними для підготовки магістрів в університетах. У останні роки у світі науки відбулися радикальні зміни. Вони поставили нові завдання з модернізації інформаційно-освітніх середовищ і систем електронного навчання на підставі впровадження масових відкритих дистанційних курсів [1, 2].

Аналіз актуальних досліджень. У своїх працях С. С. Вітвицька зазначає, що підготовка магістра будь-якої спеціальності можлива за умови тісного зв'язку спеціальних дисциплін, методики наукового дослідження зі спеціальності з використанням не тільки конкретних положень, але й її фундаментальних ідей і концепцій з урахуванням специфіки предмету [3].

Підготовка магістра передбачає здатність формувати наукове середовище і використовувати свої дослідницькі здібності в реалізації завдань інноваційної діяльності. В галузі освітньої і наукової діяльності магістр має бути підготовлений до розробки та реалізації дослідницьких моделей, методик, технологій [4, 5].

Підготовка магістра з агроінженерії – це оволодіння вміннями планувати і проводити навчально – дослідницьку діяльність, швидко знаходити способи вирішення проблем,

пов'язаних з використанням експерименту в умовах сучасного розвитку наукових технологій. Вона також передбачає інтегративну особистісну освіту з метою саморозвитку та самовдосконалення, яка включає в себе взаємопов'язані теоретичний, практичний і психологічний елементи [6]. Під підготовкою магістрів ми будемо розуміти процес систематичного і цілеспрямованого набуття спеціальних знань, умінь і навичок, що дозволяють виконувати дослідницьку роботу в певній науковій галузі.

Сучасні системи набуття освіти змінюються і набувають масового дистанційного характеру. У своїх дослідженнях В. М. Кухаренко визначає дистанційний курс як розроблену з певним ступенем точності, покрокову інструкцію, що забезпечує освоєння навчального курсу [6].

Окреслюючи педагогічні аспекти навчання в умовах дистанційного курсу, О. О. Андреев, К. Л. Бугайчук та Н. О. Каліненко зазначають, що такий курс – це не лише сам текст занять, але й цілісний процес, що передбачає активний обмін інформацією, думками з викладачем і здобувачами вищої освіти. Передбачається оплата за навчання, встановлюються контрольні терміни навчання; такий курс, як правило, входить у систему підготовки фахівця певної кваліфікації [8].

У своїй монографії В. Ю. Биков розглядає дистанційний курс як заплановану діяльність викладача для засвоєння структурованої інформації слухачами курсу [9]. Учений підкреслює, що дистанційний курс – це аналог навчально-методичного посібника для здобувачів вищої освіти.

Американські дослідники Д. Г. Глянс та М. Фореллі розглядають дистанційні курси як інформаційні продукти, які є достатніми для навчання за окремими навчальними дисциплінами [10]. У дистанційних курсах передбачається активний обмін інформацією, думками з викладачем і здобувачами вищої освіти.

Використання масових відкритих дистанційних курсів засновано на принципах відкритості, рівності учасників освітнього процесу, індивідуалізації освіти, глобалізації освітнього простору, загальної доступності та інтернаціоналізації освітніх систем [11].

Українські освітні інституції співпрацюють з такими ресурсами світового рівня, як “EdX”, “Coursera”, “Udacity” та іншими, що мають масштабну аудиторію слухачів, з метою розміщення вітчизняних освітніх продуктів на їх платформах [12].

Онлайн-курси позбавляють від інформаційної нерівності, слугують відтворенню традиційних соціальних нерівностей, через їх доступність та відкритість створення таких курсів є спробою утримати пріоритетні позиції в глобальному освітньому і науковому полі через маніпулювання характером і якістю відтворення людського капіталу [13].

У нашому дослідженні будемо дотримуватися визначення терміна «дистанційний курс» як структурованого навчального матеріалу з певного напрямку, що вирішує заздалегідь визначені цілі навчання та базується на використанні інформаційно-комунікаційних технологій.

Метою статті є аналіз технології використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії.

Виклад основного матеріалу. Для оптимального використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії потрібно якомога більше активних учасників. Ролі викладача та магістра з агроінженерії в цих курсах майже стираються. Викладач має виступати скоріш наглядцем або посередником. Робота у масовому відкритому дистанційному курсі потребує мотивації та самоконтролю з боку магістра. У масових відкритих дистанційних курсах існує надлишок освітньої та наукової інформації. Дедлайни масових відкритих дистанційних курсів мають бути не пізніше відповідних навчальних семестрів. Вони надають можливість професійної апробації отриманих теоретичних знань. На кожну доповідь або статтю, підготовлені за результатами проходження масових відкритих дистанційних курсів, магістрант з агроінженерії може взяти рецензію у викладачів університету,

які досліджують відповідний науковий напрям. Обговорення власних досліджень на конференціях та семінарах формує у майбутнього магістра з агроінженерії власні наукові погляди, корегує помилкові припущення та спрямовують на додаткові дослідження.

До особливостей масових відкритих дистанційних курсів можна віднести такі:

1. Навчання у курсі відбувається безкоштовно і добровільно.

2. Кількість учасників на курсі перевищує сотні, навіть тисячі.

3. Основні інструменти масових відкритих дистанційних курсів – сервіси Інтернету, навчальна платформа, відеосервіси, форуми, пошта та ін.

4. Планування роботи, як правило, тижневе, а після кожного тижня формується бюлетень роботи слухача за тиждень.

5. Актуальними є такі види занять, як лекції, обговорення, завдання тощо.

6. Достатньо великий акцент спрямовано на самостійну роботу, самоконтроль і взаємоконтроль.

Масові відкриті дистанційні курси носять дослідницький характер. Важливо відзначити, що в процесі навчання в умовах масових відкритих дистанційних курсів у всіх зарубіжних проєктах проводиться велика науково-дослідна робота з аналізу навчального процесу. Це дозволяє оцінювати якість та ефективність тих чи інших новацій, що є актуальним для професійної підготовки магістрів з агроінженерії. Процес перевірки завдань у масових відкритих дистанційних курсах здебільшого автоматизується. Крім того, домінує саме взаємооцінка навчальної діяльності здобувачів вищої освіти їми ж самими.

Використання таких курсів в системі вищої освіти надає можливість магістрантам з агроінженерії навчатися у кращих викладачів світу і сприяє:

– зміні характеру розвитку, набуття і поширення професійних знань;

– розширенню доступу до загальної та наукової освіти;

– зміні ролі викладача в навчальному процесі;

– підвищенню якості освіти у магістратурі;

– забезпеченню доступності освіти;

– забезпеченню безперервності освіти впродовж усього життя;

– інтеграції національної системи магістерської освіти у світову [14, 15].

Масові відкриті дистанційні курси в процесі професійної підготовки магістрів з агроінженерії передбачають:

– відкрите планування професійної підготовки в магістратурі (складання індивідуальної освітньої траєкторії – послідовності модулів відповідної магістерської навчальної програми);

– можливість вибору викладача (визначення того викладача, який найбільшою мірою відповідав би освітнім та науковим потребам магістрів з агроінженерії);

– вибір часу, ритму і темпу освоєння навчального матеріалу (урахування можливості прийому на навчання у масовому відкритому дистанційному курсі протягом усього року, відсутність фіксованих термінів навчання);

– вибір місця навчання (самостійний вибір території навчання) [16].

Навчальні матеріали масових відкритих дистанційних курсів можуть забезпечити супровід і підтримку самостійної освітньої та наукової роботи магістрів з агроінженерії і характеризуються такими властивостями:

– мають достатню повноту викладу освітнього контенту (містять такий обсяг інформації, який дозволяє самостійно або з мінімальною допомогою викладача оволодіти компетенціями, заснованими на необхідних для цього знаннях, уміннях і навичках);

– містять систему опорних наукових орієнтирів (допомагають оперативно скласти загальне уявлення про науковий матеріал, вільно орієнтуватися в ньому, швидко знаходити потрібну інформацію);

– містять систему завдань для самоконтролю магістрантів з агроінженерії (маються зразки або можливі варіанти рішень професійних задач, критерії для визначення правильності виконання досліджуваних завдань, навчальні тести і т.д.);

– мають систематизовану довідкову інформацію (посилання на використовувані джерела, бібліографічні описи і т.д.);

– дозволяють магістрантам з агроінженерії здійснювати їх відбір для досягнення індивідуальних цілей (надають можливість різноманітного конструювання навчальної структури).

В основу професійної підготовки магістрів з агроінженерії в системі масової відкритої дистанційної освіти, можна покласти такі базові принципи.

1. Доступність навчання. В умовах постійної зайнятості магістрів з агроінженерії дослідницькою діяльністю процес навчання повинен починатися, коли є час; тривати скільки є часу; він може бути раптово припинений або перерваний і продовжений з будь-якого місця. Необхідно враховувати суб'єктивні особливості слухачів: початкові знання, специфіку освоєння матеріалу і т. п.

2. Використання великої кількості довідкової інформації в якості додаткової. У випадку, якщо магістрант з агроінженерії не враховує цю інформацію, вона йому надається саме як суміжна, що знаходиться в певних зв'язках з науковими елементами контенту, що безпосередньо може зацікавити.

3. Використання нових форм представлення та організації професійної інформації, а саме: використання різних способів представлення тексту, відео, графіки, анімації, звукового супроводу, тобто засобів «мультимедіа». Також використовується нелінійна форма організації матеріалу, при якій його одиниці представлені як система можливих переходів і зв'язків між ними, що дає можливість адекватного представлення різних аспектів наданого матеріалу. Все це дозволяє максимально забезпечити адаптивність навчання;

4. Достовірність сертифікації знань. У системах масової відкритої дистанційної освіти при сертифікації знань очного контакту, як правило, не існує. Відповідно і методики сертифікації знань мають суттєві відмінності від методик, використовуваних при очному навчанні. Найбільш поширеними при дистанційному навчанні є методики, засновані на тестуванні. І актуальною при цьому стає проблема оцінки знань при відсутності очного контакту, коли немає гарантій того, що іспит здав безпосередньо той, хто навчається, а не хтось інший.

Масове відкрите дистанційне навчання магістрів з агроінженерії професійного напрямку здійснюється на основі загальнонаукових принципів, але йому також притаманні і такі специфічні принципи:

– принцип динамічності (передбачена можливість зміни і доповнення змісту навчання);

– принцип усвідомленості перспективи (розуміння системи перспектив як магістрантами з агроінженерії, так і викладачем);

– принцип різнобічності методичного консультування;

– принцип паритетності (суб'єкт-суб'єктна взаємодія викладача і магістранта з агроінженерії) [15].

Загальна кількість учасників навчального процесу на освітніх порталах масових відкритих дистанційних курсів за рік може збільшитися на п'ять мільйонів осіб та охопити більш ніж двісті країн всього світу. Це свідчить про високу затребуваність масових відкритих дистанційних курсів як нової технології електронного навчання. Відповідно професійна підготовка магістрів з агроінженерії має базуватися на таких курсах.

На викладача покладаються такі функції, як коригування масового курсу, що вивчається,

підтримка обговорень у форумах курсу, керування навчальними проектами тощо. Викладач допомагає магістрантам з агроінженерії у їхньому професійному самовизначенні. Наукова діяльність магістра з агроінженерії змінюється у напрямі від одержання знань до їх пошуку.

Самоосвіта як основа масового відкритого дистанційного навчання, що передбачає самомотивацію магістра з агроінженерії щодо власного навчання, а також певний рівень самоорганізації особистості. Взаємодія учасників навчального процесу означає, що можливе одночасне спілкування безлічі учасників навчального процесу, які обмінюються між собою досвідом і враженнями.

Окреслимо особливості використання масових відкритих дистанційних курсів в підготовці магістрів з агроінженерії:

1. Масові відкриті дистанційні курси мають використовуватися в рамках навчального плану. Розробка навчального плану передбачає перелік масових відкритих дистанційних курсів, які затверджені вченою радою університету. Перед впровадженням курсу мають бути звірені їх навчальні програми з професійними програмами та освітньо-кваліфікаційними характеристиками на предмет формування у магістрів з агроінженерії відповідної спеціальності компетентностей та компетенцій.

2. Використання масових відкритих дистанційних курсів саме під час навчання в університеті підвищує вірогідність можливості його завершення. За рахунок навчання в університеті є доступ до Інтернету та комп'ютерних класів. Це надає можливість магістрам з агроінженерії з обмеженими технічними можливостями все ж таки підтримувати навчання у масових відкритих дистанційних курсах.

3. Дедлайни масових відкритих дистанційних курсів мають бути не пізніше відповідних навчальних семестрів. Завершення курсів потрібно поєднувати з термінами навчальних семестрів. Щоб урахувати якість навчання магістрантом згідно з навчальним планом за семестр, потрібно врахувати окрім кредитів з дисциплін, які магістрант з агроінженерії вивчав за традиційною формою навчання, відповідні кредити, які він отримав за рахунок проходження масового відкритого дистанційного курсу. Саме з цих причин підбір масових курсів має бути здійснено таким чином, щоб його можна було розпочати з початком семестру і завершити по закінченню.

4. Поєднання з очними консультаціями викладачів університету. Проходження масового відкритого дистанційного курсу в процесі

професійної підготовки магістрів з агроінженерії в університеті надає можливість отримати будь-яку консультацію у викладачів університету. Консультація може бути потрібна як з технічних питань, так і з методичних. У разі потреби магістрант може проконсультуватися з викладачами кафедри з дисциплін по своїй спеціальності з приводу питань, що виникли у процесі проходження масового відкритого дистанційного курсу.

5. Можливість професійної апробації отриманих теоретичних знань. Знання, які магістранти з агроінженерії отримали у масових відкритих дистанційних курсах, мають бути апробовані. Якщо слухач курсу є магістрантом в університеті, йому набагато легше пройти апробацію. Здобувачі вищої освіти у магістратурі мають брати участь у наукових конференціях, семінарах, наукових школах, де вони представляють результати своїх наукових досліджень. На кожную доповідь або статтю, підготовлені за результатами проходження масових відкритих дистанційних курсів, магістрант з агроінженерії може взяти рецензію у викладачів університету, які досліджують відповідний науковий напрям. Обговорення власних досліджень на конференціях та семінарах формує у майбутнього магістра власні наукові погляди, корегує помилкові припущення та спрямовують на додаткові дослідження.

Серед педагогічних умов, необхідних для використання масових відкритих дистанційних курсів у підготовці магістрів з агроінженерії, відзначили такі:

1. Стимулювання мотивації та активізація навчально-пізнавальної діяльності магістрантів з агроінженерії у процесі підготовки.

2. Організація підготовки магістрів з агроінженерії як наукового дослідження.

3. Інтеграція репродуктивної та творчої діяльності магістрантів з агроінженерії.

4. Технологізація індивідуальної траєкторії навчання.

З метою перевірки доцільності використання окреслених педагогічних умов було відібрано 15 експертів. Для перевірки ступеня компетентності експертної комісії ми розрахували відповідний коефіцієнт компетентності експерта. Оскільки вагомим критерієм відбору експертів є їх компетентність, під час оцінювання ми скористалися методикою Ю. В. Васильєва [6].

Обираючи експертів, ми враховували їх педагогічний стаж, наявність друкованих праць з визначеної проблематики та участь у заходах, спрямованих на підвищення якості підготовки майбутніх магістрів з

агроінженерії в умовах масових відкритих дистанційних курсів.

Для показника, що визначає стаж роботи експерта зі здобувачами вищої освіти у магістратурі – K_c (коефіцієнт стажу). Для стажу роботи експерта зі здобувачами вищої освіти в магістратурі відповідають такі значення:

- до 5 років – 0,3;
- від 5 до 8 років – 0,4;
- від 8 до 12 років – 0,5;
- від 12 до 15 років – 0,6;
- від 15 до 20 років – 0,7.

Наявність друкованих праць з проблем, присвячених професійній підготовці магістрів з агроінженерії та впровадженню масового дистанційного навчання у вищій школі України, визначається такими значеннями коефіцієнта публікацій – $K_{пу}$:

- до 5 публікацій – 0,3;
- від 5 до 10 публікацій – 0,4;
- від 10 до 20 публікацій – 0,5;
- від 20 до 30 публікацій – 0,6;
- від 30 до 40 публікацій – 0,7.

Наявність сертифікатів, які засвідчують проходження масового відкритого дистанційного курсу, позначається такими значеннями коефіцієнта ($K_{серт}$):

- до 3 сертифікатів – 0,3;
- від 3 до 5 сертифікатів – 0,4;
- від 5 до 10 сертифікатів – 0,5;
- від 10 до 20 сертифікатів – 0,6;
- більше, ніж 30 сертифікатів – 0,7.

Наявність самостійно-розроблених відкритих дистанційних курсів, зокрема масових, позначається такими значеннями коефіцієнта ($K_{дк}$):

- 1 дистанційний курс – 0,3;
- від 2 до 4 дистанційних курсів – 0,4;
- від 4 до 6 дистанційних курсів – 0,5;
- від 6 до 8 дистанційних курсів – 0,6;
- більше, ніж 8 дистанційних курсів – 0,7.

Ступінь зацікавленості та компетентності експертів щодо впровадження в професійну підготовку магістрів з агроінженерії масових відкритих дистанційних курсів визначається за такими значеннями коефіцієнта ($K_{зк}$):

- експерт має сумніви щодо впровадження у підготовку магістрів з агроінженерії масових відкритих дистанційних курсів – 0,3;
- експерт показує зацікавленість щодо впровадження у підготовку магістрів з агроінженерії масових відкритих дистанційних курсів – 0,4;
- експерт із задоволенням упроваджує у підготовку магістрів з агроінженерії масовий відкритий дистанційний курс – 0,5;

- експерт володіє теорією та практикою щодо впровадження у підготовку магістрів з агроінженерії масових відкритих дистанційних курсів – 0,6;

- експерт володіє уміньми і навичками щодо впровадження у підготовку магістрів з агроінженерії масових відкритих дистанційних курсів – 0,7.

Ураховуючи значення показників, визначимо коефіцієнт компетентності кожного експерта K_k :

$$K_k = \frac{K_c + K_{пу} + K_{па} + K_{серт} + K_{дк} + K_{зк}}{4,2} \quad (1)$$

Максимально можливий сумарний коефіцієнт компетентності для ідеального експерта можна розрахувати за формулою:

$$K_c + K_{пу} + K_{па} + K_{серт} + K_{дк} + K_{зк} + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 = 4,2 \quad (2)$$

Факторний аналіз спирається на відповідний розділ математики, де розроблена процедура виокремлення чинників з різноманіття причин (змінних). Його завдання полягає у тому, щоб розробити способи несуперечливого виділення продуктогенних причин, розкрити механізм конструювання з них факторів, об'єктивно досліджувати ці фактори, визначити внесок кожного в кінцевий продукт, встановити ієрархію (підпорядкованість) між ними. У міру накопичення нових знань за допомогою факторного аналізу можна приступати до вирішення складніших завдань: встановлення міжфакторних взаємозв'язків, уточнення областей і меж дії педагогічних закономірностей. Отже, таблиця надає можливість отримати підсумкове значення у відсотках.

Різниця з ідеальним показником розраховується як числове значення, а факторний показник подано у відсотковому значенні. Тобто підсумкове значення у відсотках дає нам уявлення про рівень компетентності кожного експерта.

Найнижчий показник складає 57,16%, а найвищий – 83,34%. Різниця найнижчого компетентнісного показника з компетентнісним показником ідеального експерта складає 42,84%, а різниця найвищого компетентнісного показника з компетентнісним показником ідеального експерта складає 16,66.

Для ідеального експерта $K_k = 1$, але для реальних експертів K_k буде менше за 1.

Показник репрезентативності групи експертів представляє собою середнє арифметичне величини компетентності всіх експертів і визначається:

$$K_p = \frac{K_{k1} + K_{k2} + K_{k3} + \dots + K_{kn}}{n} = 0,683 \quad (3)$$

Група експертів вважається репрезентативною за умови $K_p \geq 0,67$. Дослідник Б. С. Гершунський стверджує, що якщо $2/3$ експертів задовольняють умові $0,67 < K_p < 1,0$, то результати експертної оцінки можна вважати репрезентативними. Отже, експертна група складається з 15 експертів з показником репрезентативності 0,683, що відповідає вимогам. Тому результати експертної оцінки можна вважати репрезентативними [9; 10].

Визначимо узгодженість думок експертів щодо використання окреслених умов застосування масових відкритих дистанційних курсів у професійній підготовці магістрів з агроінженерії. Експертні оцінки залежать від кількості експертів. У нашому випадку обрано 15 експертів.

Даний статистичний метод дозволяє дати оцінку досліджуваного явища у вигляді узагальненої думки фахівців (експертів) з досліджуваного питання або проблеми. Експерти висловлювали свою думку в умовних одиницях від 1 до 10. Визначимо ступінь узгодженості експертів за величиною коефіцієнта конкордації (W).

Ми дотримувалися наступного порядку обчислень:

1. Заповнили зведену таблицю думки.

2. Обчислили суму рангів, отриманих кожним магістрантом $\sum x_j$.

3. Обчислили середню арифметичну суму рангів:

$$x = \frac{1511}{25} = 60,44.$$

4. Розрахували відхилення суми рангів кожного показника відповідної умови від середньої арифметичної суми рангів.

5. Звели відхилення суми рангів кожного показника відповідної умови в квадрат, підсумували отримані числа та знайшли $S = 11234,16$.

6. Визначимо коефіцієнт конкордації за формулою:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^2 - n)} = \frac{12 \cdot 11234,16}{15^2(25^2 - 25)} \approx 0,038$$

де m – кількість експертів, n – кількість показників відповідних умов.

Залежно від ступеня важливості думок експертів коефіцієнт конкордації знаходиться в

межах від 0 (за повної відсутності узгодженості) до 1 (при абсолютному одностайному голосуванні експертів). Отже, проведена експериментальна робота щодо визначення коефіцієнта конкордації надає можливість стверджувати, що думки експертів щодо доцільності використання умов підготовки магістрів з агроінженерії із застосуванням масових відкритих дистанційних курсів цілком узгоджені.

Здобувач вищої освіти у магістратурі є суб'єктом навчальної та майбутньої професійної діяльності. Вузівська підготовка повинна створювати умови для розвитку у майбутніх фахівців рефлексії у спілкуванні, зокрема як в режимі реального часу, так і у режимі відкладеного. Масові відкриті дистанційні курси забезпечують достатньо великий об'єм навчання в умовах дискусій на тематичних форумах. Причому таке спілкування забезпечує діалог між представниками наукових шкіл різних країн. Таке спілкування надає можливість обміну досвідом між майбутніми фахівцями з агроінженерії всього світу. Такий підхід може орієнтувати на кращі зразки професійної майстерності, стимулювати прагнення майбутніх магістрів з агроінженерії до оволодіння вершинами професійної майстерності. Цінні та суб'єктивні закономірності навчання, що сприяють досягненню вершин у науковій діяльності, вершин життя і професіоналізму є самоосвіта, самоорганізація та самоконтроль.

Висновки та перспективи подальших розвідок. В підготовці магістрів з агроінженерії масові відкриті дистанційні курси мають використовуватися в рамках навчального плану, їх використання саме під час навчання в університеті підвищує вірогідність можливості його завершення. Визначено особливості використання масових відкритих дистанційних курсів та їх застосування саме в підготовці магістрів з агроінженерії. Зазначено важливість їх використання в рамках навчального плану та часові рамки проходження таких курсів. Масові відкриті дистанційні курси доцільно поєднувати з очними консультаціями викладачів університету та при їх проходженні в рамках підготовки магістрів з'являється можливість професійної апробації отриманих теоретичних знань.

Список використаних джерел:

1. Glance D. G., M. Forsey & M. Riley The pedagogical foundations of massive open online courses. First Monday, Volume 18, 2013.
2. Velde Ch. Crossing borders: an alternative conception of competence. 27 Annual SCUTREA conference. 1997. – P. 27–35.
3. Андреев А. А., Бугайчук К. Л., Каліненко Н. О. та ін. Педагогічні аспекти відкритого дистанційного навчання. за ред. А. А. Андреева, В. М. Кухаренка Харків : ХНАДУ, 2013. 212 с.
4. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія : Київ : Атака, 2008. 684 с.

5. Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна-Болонья- Саламанка-Прага-Берлін) / упоряд. М. Ф. Степко та ін. Тернопіль : Вид. ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. 56 с.
6. Васильев, Ю. В. Педагогическое управление в школе: методология, теория, практика. Москва : Педагогика. 1990.
7. Ващенко Г. Г. Загальні методи навчання : підручник для педагогів. 1-е вид. Київ : Українська Видавнича спілка, 1997. – 441 с.
8. Вітвицька С. С. Педагогічна підготовка магістрів в умовах ступеневої освіти: теоретико-методологічний аспект : монографія. Житомир : В-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 440 с.
9. Гласс, Д. и Стэнли, Д. Статистические методы в педагогике и психологии : пер. с англ. Москва : Прогресс. 1971.
10. Голубова, Г. В. Педагогічні умови розвитку обдарованості студентів.[online]. Режим доступу: http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Pedagogica/2_105345.doc.htm .[Дата звернення 11.11.19].
11. Грищенко О. А. Інноваційні технології в інженерно-педагогічній освіті. Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи : збірник наукових праць. Ч. 1. / за редакцією М. М. Козяра та Н. Г. Ничкало. Львів : ЛДУ БЖД, 2009. 270 с.
12. Даниленко Л., Карамушка Л. Освітній менеджмент : навч. посіб. Київ : Шкільний світ, 2003. 400 с.
13. Калашнікова А. Масові відкриті онлайн-курси: соціальні смисли, загрози, можливості. А. Калашнікова / *Український соціологічний журнал*. Випуск 17-18, №1-2, 2018. С.177-183
14. Кухаренко В. М., Рибалко О. В., Сиротенко Н. Г. Дистанційне навчання. Умови застосування. Дистанційний курс. / Харків : Торсінг, 2002. 320 с.
15. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки / Верховна Рада України. Київ, 2012. 37 с.
16. Національний Класифікатор України ДК 003:2010 «Класифікатор професій». Київ : Соцінформ, 2011. 764 с.
17. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи : навч. посібник / М-во освіти і науки України, Львівський держ. ун-т внутрішніх справ Київ : Центр учбової літератури, 2009. 472 с.
18. Осецький В. Л., Татомир І. Л. Роль масових відкритих онлайн курсів у сучасному «Освітньому ландшафті». / *Економіка України*. 2017. 12 (673). С.86–98
19. Теорія та практика формування професійних компетентностей фахівців аграрної галузі в умовах єдиного інформаційно-освітнього університетського простору : колективна монографія / за загальною редакцією д-ра пед. наук О. М. Самойленко та канд. пед. наук І. В. Бацуровської. Миколаїв : 2017. 414 с.
20. Шарова Т. М., Шаров С. В. Масові відкриті онлайн курси як можливість підвищення конкурентоспроможності фахівця. *Молодий вчений*. № 9.1 (61.1), 2018. С. 137–140

И. В. Бацуровская. Технология применения массовых открытых дистанционных курсов в подготовке магистров агроинженерии

В статье представлена технология использования массовых открытых дистанционных курсов в подготовке магистров агроинженерии. Приведены принципы подготовки магистров агроинженерии в системе массового открытого дистанционного образования. Определены особенности использования массовых открытых дистанционных курсов в подготовке магистров агроинженерии. Представлены основные этапы технологии использования массовых открытых дистанционных курсов в подготовке магистров агроинженерии.

Ключевые слова: магистры агроинженерии, массовые открытые дистанционные курсы.

I. Baczurovskaya. The Technology of applying mass open online courses in educational training of masters of agricultural engineering

The article presents the analysis of technological features of the use of mass open online courses in educational and scientific training of masters of agricultural engineering. The principles of educational and scientific training of masters of agricultural engineering in the system of mass open online education are presented. The features of the use of mass open online courses in educational and scientific training of masters of agricultural engineering are determined. The main stages of the technology of using mass open distance courses in the training of masters of agricultural engineering are presented.

Keywords: masters of agricultural engineering, mass open online courses.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License