АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 8

Видавничий дім
«Гельветика»
2021

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 24400-14240Р від 16.04.2020 р.
Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі природничих та аграрних наук (спеціальності 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин») відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН (протокол №16 від 15.09.2021 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:
Вожегова Раїса Анатоліївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут зрошуваного землеробства НААН.

Члени редакційної колегії:
Грановська Л.М., доктор економічних наук, професор (відповідальний секретар);
Лавриненко Ю.О., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Базалій В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Вожегов С.Г., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Жуйков О.Г., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Балашова Г.С., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Біляєва І.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Коковіхін С.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Марковська О.Є., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Khandakar Rafiq Islam, доктор філософії, старший науковий співробітник, професор (Огайо, США);
Сидоренко С.Г., кандидат сільськогосподарських наук;
Лиховид П.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Мельник А.В., доктор сільськогосподарських наук;
Стефан Петрзак, доктор наук, професор (Рашин, Польща);
Писаренко П.В., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Гашимов А.Д., доктор сільськогосподарських наук, професор (Азербайджан);
Малярчук М.П., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Кюрчев В.М., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН;
Пілярська О.О., кандидат сільськогосподарських наук;
Власов В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Яковенко Р.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Вдовиченко Ю.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

У журналі подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань аграрних наук та продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Адреса редакційної колегії:
73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,
Інститут зрошуваного землеробства НААН
Тел. (0552) 36-11-96
e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua
www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

ISSN 2709-4405

© Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, 2021

ЗМІСТ

ЮВІЛЕЙ……5

Тищенко Олені Дмитрівні – 75 років!……5

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО……7

Вожегов С.Г., Воронюк З.С., Уманський О.М., Дудченко К.В., Цілинко М.І. Особливості наливу зерна та визначення типу агроекологічної належності сортів рису……7

Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Лиховид П.В., Бойценюк Х.І. Урожайність артишоку (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) залежно від густоти рослин……18

Гангур В.В., Єремко Л.С., Саєнко В.О. Динаміка формування листкової поверхні чини посівної та продуктивність її фотосинтетичної діяльності залежно від рівня мінерального живлення……23

Гаро І.М., Гамаюнова В.В. Вплив основного обробітку ґрунту на щільність та поживний режим ґрунту під час вирощування ріпаку озимого……29

Зеленянська Н.М., Борун В.В. Режими краплинного зрошення виноградної шкілки в умовах півдня України……35

Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А., Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої……41

Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Прозорий підхід до формування вартості послуг із подачі води – один із напрямів реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року……47

Мадані М.М. Вплив урбоекосистем на фітонцидну активність деревних рослин……56

Макуха О.В. Аналіз фітосанітарного стану Херсонської області за поширенням карантинних бур'янів……61

Мельничук Ф.С., Гордієнко О.В., Алєксєєва С.А., Острик І.М., Шатковська К.Б., Гуленко О.І. Фітосанітарні наслідки антропогенної трансформації агроекосистем……67

Омелянова В.Ю., Котовська Ю.С. Досвід використання різних субстратів для укорінення живців цитрусових культур……75

Солоха М.О., Винокурова Н.В. Сучасний стан методичних підходів до визначення гранулометричного складу у світі……79

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО……84

Сарікурт Бедірхан. Погляд на 6-й найбільший світовий ринок насіння: Індія……84

Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Забара П.П., Сахацький Г.І. Морфологічні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від елементів технології за умов зрошення……91

ІНТЕРВ'Ю……100

Інтерв'ю кандидатів с.-г. наук, старших наукових співробітників відділу селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН Боровик Віри та Клубука Віктора……100

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……105

CONTENTS

ANNIVERSARY.....5

Tyshchenko Olena Dmytrivna – 75!.....5

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....7

Vozhehov S.G., Voronyuk Z.S., Umanskyi O.M., Dudchenko K.V., Tsilinko M.I. Peculiarities of grain filling and determination of type of agroecological affiliation of rice varieties.....7

Vozhehova R.A., Biliaieva I.M., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P.V., Boitseniuk K.I. Yield of artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) depending on plant density.....18

Hanhur V.V., Yeremko L.S., Saienko V.O. Dynamics of leaf surface formation of grass pea and productivity of its photosynthetic activity depending on the level of mineral nutrition.....23

Garo I.M., Gamajunova V.V. Influence of basic soil cultivation on the density and nutritional regime of soil during winter rape cultivation.....29

Zelenyanska N.M., Borun V.V. Regimes of drip irrigation of grape nursery in the conditions of the south of Ukraine.....35

Klipakova Yu.O., Bilousova Z.V., Keneva V.A., Korotka I.O. Influence of the fertilization system on yield and grain quality of winter wheat.....41

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. A transparent approach to the formation of the cost of water supply services – one of the directions of implementation of the Strategy of Irrigation and Drainage in Ukraine for the period up to 2030.....47

Madani M.M. Influence of urban ecosystems on phytoncide activity of woody plants.....56

Makukha O.V. Analysis of phytosanitary status of Kherson region by distribution of quarantine weeds.....61

Melnychuk F.S., Hordiienko O.V., Alekseeva S.A., Ostryk I.M., Shatkovska K.B., Gulenko O.I. Phytosanitary consequences of agroecosystems' anthropogenic transformation.....67

Omelyanova V.Yu., Kotovska Yu.S. Experience in using different substrates for rooting citrus cuttings.....75

Solokha M.O., Vynokurova N.V. Current state of the world methodological approaches to determination of granulometric composition.....79

BREEDING, SEED PRODUCTION.....84

Bedirhan Sarikurt. A look at the world's 6th largest seed market: India.....84

Vozhegova R.A., Lavrinenko Y.O., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Zabara P.P., Sakhatsky G.I. Morphological parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on the elements of technology under irrigation conditions.....91

INTERVIEW.....100

Interview with Borovyk Vira and Klubuk Viktor, Candidates of Agricultural Sciences, Senior Research Scientists at the Department of Selection of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.....100

AUTHOR INDEX.....105

ЮВІЛЕЙ

ТИЩЕНКО ОЛЕНІ ДМИТРІВНІ – 75 РОКІВ!

14 вересня 2021 року виповнюється 75 років Олені Дмитрівні Тищенко, провідному науковому співробітнику відділу селекції Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику.

Олена Дмитрівна – відомий учений-селекціонер України, яка присвятила своє життя створенню сортів важливої кормової культури люцерни.

Олена Дмитрівна народилася 14 вересня в с. Пушкіно Калінінського району Тверської області. У 1969 році закінчила агрономічний факультет Ставропольського сільськогосподарського інституту за спеціальністю «Вчений агроном». Розпочала трудову діяльність завідувачем пункту спостережень за розвитком шкідників і хвороб Станції захисту рослин у Краснодарському краї. У 1974 році переїхала до м. Херсона та була прийнята на роботу в Український інститут зрошуваного землеробства на посаду молодшого наукового співробітника. У 1980 році захистила кандидатську дисертацію на тему «Изучение исходного материала люцерны и создание сортов синтетиков для ранних скашиваний в условиях орошения юга УССР» у Всесоюзному інституті кормів (станція Лугова, Московська область) за спеціальністю «Селекція і насінництво». Вчене звання старшого наукового співробітника присвоєно їй у 1985 році.

О.Д. Тищенко впродовж 47 років веде активну й наполегливу роботу зі створення нових високопродуктивних сортів люцерни. У науковій роботі багато уваги приділяє вивченню вихідного матеріалу люцерни для скошувань у фазі початку бутонізації, коли кормова маса культури характеризується найбільш високим вмістом протеїну та інших поживних речовин.

Олена Дмитрівна є одним з авторів способу селекції синтетичних гетерозисних популяцій люцерни. На основі цих розробок створено сорт-синтетик Вавіловка 2, який витримує часті скошування в ранні фази розвитку рослин люцерни та добре зберігається у травосумішках. Із середини 1980-х років вагоме місце в дослідженнях О.Д. Тищенко посідали проблеми накопичення кореневої маси та симбіотичної активності люцерни на тлі інокуляції різними штамами бульбочкових бактерій. Науковцем встановлено, що високоефективні симбіотичні системи можна сформувати шляхом підбору партнерів люцерна-штам ризобій, визначено вплив інокуляції на кореневі характеристики люцерни (діаметр кореня та об’єм кореневої системи, азотфіксуюча активність). Основні наукові дослідження О.Д. Тищенко присвячені вивченню морфологічної структури кореневої системи й азотфіксуючої активності та створенню нових сортів люцерни.

Наукові пошуки Олени Дмитрівни стосуються вдосконалення методів створення сортів люцерни з потужною кореневою системою та підвищеною азотфіксацією. Теоретично обґрунтовано методи добору за потужністю кореневої системи, її діаметром та об’ємом, встановлено кореляційні зв’язки між ознаками, розроблено способи селекції. Виділено ознаки, що тісно пов’язані з продуктивністю надземної й підземної частини люцерни та можуть бути використані як критерії добору. Розроблено дві методики селекції люцерни на підвищений рівень накопичення кореневої маси та симбіотичної азотфіксації.

О.Д. Тищенко є автором понад 200 наукових праць. Нею опублікована монографія «Науково-методичні засади селекції та насінництва люцерни в умовах зрошення». У селекційній роботі вченої основна увага приділяється створенню сортів люцерни з ознакою поліфілії (багатопластинчастість 4–7 листків) у комплексі з іншими господарсько цінними ознаками. За допомогою насичуючих схрещувань О.Д. Тищенко створила та потім зареєструвала сорт люцерни Зоряна. За її особистої участі створені сорти люцерни Унітро, Веселка, Вавіловка 2, Серафіма, Зоряна, Анжеліка, Елегія та Луїза, які займають значні площі в Україні, а в південному регіоні на зрошуваних землях – до 98% площі посівів культури.

З 1975 року й донині О.Д. Тищенко є членом Херсонського відділення Українського товариства генетиків і селекціонерів.

Олена Дмитрівна за плідну наукову діяльність і високий професіоналізм була нагороджена Почесною грамотою та Подякою Національної академії аграрних наук України (у 2016 та 2019 роках), Подякою

голови Херсонської обласної державної адміністрації (2018 року), Подякою Херсонської обласної ради (2021 року), Почесною грамотою Басейнового управління водних ресурсів (2019 року), Почесною грамотою Департаменту агропромислового розвитку Херсонської обласної державної адміністрації (2013 року), Подякою Міністерства аграрної політики і продовольства України (2014 року), Грамотою Дніпровської ради (2018 року), Почесною грамотою Південного наукового центру (2014 року) та багатьма іншими нагородами.

Колектив Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України щиро вітає Олену Дмитрівну з ювілеєм та бажає міцного здоров'я, невичерпної життєвої енергії, творчої наснаги, довгих років плідної праці та благополуччя!

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.18:631.95:631.526.32(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.1

ОСОБЛИВОСТІ НАЛИВУ ЗЕРНА ТА ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ АГРОЕКОЛОГІЧНОЇ НАЛЕЖНОСТІ СОРТІВ РИСУ

ВОЖЕГОВ С.Г. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, вчений секретар
http://orcid.org/0000-0003-0877-2593
Інститут рису Національної академії аграрних наук
ВОРОНЮК З.С. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, завідувач відділу технології
http://orcid.org/0000-0002-3109-0702
Інститут рису Національної академії аграрних наук
УМАНСЬКИЙ О.М. – кандидат сільськогосподарських наук,
заступник директора з розвитку експериментальної бази
http://orcid.org/0000-0002-3132-8338
Інститут рису Національної академії аграрних наук
ДУДЧЕНКО К.В. – кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач лабораторії гідротехніки, меліорації та агромеліоративного моніторингу
http://orcid.org/0000-0001-5567-7690
Інститут рису Національної академії аграрних наук
ЦІЛИНКО М.І. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, завідувач лабораторії насінництва
http://orcid.org/0000-0002-3654-5497
Інститут рису Національної академії аграрних наук

Постановка проблеми. У 60-х роках минулого сторіччя в Україні на засолених, малопродуктивних землях були побудовані рисові системи загальною площею 62 тис. га, що давало можливість висівати рис на площі в межах 30-35 тис. га і отримувати майже 140 тис. т рису-серцю при середній урожайності 4,0 т/га. Починаючи з 2003 року за рахунок впровадження у виробництво нових, високопродуктивних сортів рису вітчизняної селекції середня урожайність культури в Україні збільшилась майже на 2,0 т/га (до 5,5-5,7 т/га), що дозволяло щорічно отримувати валовий збір рису-сирцю на рівні 130-150 тис. т. Проте в теперішній час площа посіву рису знаходиться в межах 10-12 тис. га, тобто валовий збір складає 50-60 тис. т.

Зерно рису порівняно багате на вітаміни, зокрема містить тіамін (B_1), рибофлавін (B_2), нікотинову кислоту (PP) та деякі ін. У процесі переробки рису вони майже повністю відходять у висівки й практично вилучаються із харчового раціону людей. В організмі людини рис перетравлюється в декілька раз швидше, ніж інші крупи, і на цей процес витрачається невелика кількість енергії. Коефіцієнт засвоювання рисової крупи дуже високий – 95,9%. Калорійність її – 3594 калорії, за цим показником вона дещо поступається пшениці, калорійність якої 3610.

Висівки рису мають високий вміст ненасичених «жирних» кислот, у зв'язку із чим рисова олія рекомендується для хворих на серцево-судинні захворювання. Відходи переробки рису використовуються для виготовлення спирту, спеціальних сортів горілки (саке), пива та крохмалю, який застосовується в медицині, а також для виготовлення рисової пудри.

Із рисової соломи виробляють цінні сорти паперу, будівельного картону, канати й мішки. Крім того, з неї виготовляють капелюхи, домашнє взуття, сумки, інші різні предмети домашнього вжитку. У суміші з зеленою масою люцерни або гороху рисова солома є досить цінним кормом для тварин. Рисові висівки за поживною цінністю теж вважаються кращим кормовим компонентом: у них міститься від 10 до 13,5% білка і 14% жиру; вони відрізняються високим вмістом фосфорних сполук, серед яких особливо цінними є органо-фосфорні сполуки – фітин, лецетин та інші, необхідні для живлення молодих тварин.

У теперішній час на Земній кулі рис вирощують не тільки в жаркому, але й у помірному кліматі. Основна зона рисосіяння обмежена 40° південної і 48° північної широт. Завдяки виведенню нових скоростиглих сортів стало можливим розширити ці зони до 50-51° північної широти. Кліматичні умови зони рисосіяння України сприятливі для вирощування цієї культури і одержання високих гарантованих урожаїв на рівні 5,5-6,0 т/га. В останні роки головним питанням є впровадження у виробництво нових сортів рису з високими технологічними показниками якості зерна і крупи, пристосованих до умов регіону рисосіяння України. Створення нових високопродуктивних сортів рису, їх вивчення і попереднє розмноження є основним завданням науково-технічної програми.

Таким чином, у теперішній час і на перспективу важливе теоретичне та практичне значення має створення високопродуктивних сортів рису, пристосованих до вирощування в Україні в умовах зміни клімату, розробка та агроекологічне обґрунтування технологій виро-

щування рису в рисових сівозмінах, які базуються на комплексному використанні енерго- та екологоощадних заходів з врахуванням впливу погодних умов, захисту рослин, динаміки водного, поживного режимів, підвищення окупності використання добрив та інших агроресурсів. Забезпечення формування високих і сталих урожаїв та максимізації економічної ефективності галузі рисівництва України в сучасних умовах є актуальним, має вагоме науково-теоретичне та практичне значення для вітчизняної аграрної науки.

Характеристика умов дослідження. Клімат зони рисосіяння півдня України – помірно континентальний, посушливий, з великою кількістю тепла та сонячного світла. Тривалість безморозного періоду коливається від 185 до 210 діб. За багаторічними даними середньомісячна температура повітря найхолоднішого місяця – січня коливається від мінус 4° до мінус 2°С. Сума середньодобових температур повітря за період з температурами вище 10°С коливається від 2950° до 3500°С, а температурами вище 15°С – від 2300° до 3000°С. Річна кількість опадів – 300-350 мм. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 0,42-0,60. Середньорічна відносна вологість повітря коливається в межах 70-75%, влітку вона знижується до 60-65%, а під час суховіїв – до 20-30%. Кількість суховійних днів коливається від 10-15 до 25-30. Швидкість вітру може перевищувати 15 м/хв. Перехід середньодобових температур повітря через 15° навесні відбувається наприкінці квітня, а восени – наприкінці вересня. Останні весняні заморозки відзначаються до 15 квітня (а іноді й пізніше), а перші осінні настають 20-30 жовтня. Погода навесні сприятлива для польових робіт у чеках, опадів випадає у квітні – 30, у травні – 48, у вересні – 42 мм.

Завдяки великій здатності рослин рису пристосовуватися до різноманітних умов зовнішнього середовища рис одержав широке поширення і вирощується як у жаркому, так і помірному поясах. Північна межа рисосіяння проходить по ізолінії суми середньодобових температур у 2000-2200ºС за період травень – вересень.

Екологічні особливості рису. Рис відрізняється від інших злакових культур можливістю рости у воді. Цю можливість, як зазначалося вище, забезпечує аеренхіма, яка розвивається в рослині рису і забезпечує подачу кисню від листя до кореневої системи.

Одним із найважливіших чинників, що визначають урожайність рису, є вологозабезпеченість посівів, що не тільки задовольняє фізіологічну потребу рослин, але і визначає екологічне середовище культури. Рослини рису містять у своїх тканинах менше води, ніж багато суходільних озимих та ярих злаків. Внаслідок цього клітини тканин рису не витримують навіть незначного зневоднення. Встановлено, що для рису найменша величина транспіраційної коефіцієнта дорівнює 230-290, а найбільша – 977-1106. Це означає, що на утворення 1 г сухої речовини рослини рису необхідно від 0,3 до 1 л води. Рис при затопленні утворює кореневу систему зі слаборозвиненими бічними корінцями і витрачає на добування елементів живлення з ґрунту в 3 рази менше енергії, ніж у зволоженому ґрунті. Все це пояснює необхідність безперервного і достатнього постачання рослин рису водою. Крім того, шар води на рисовому полі регулює мікроклімат, вирівнює коливання денних і нічних температур, підвищує відносну вологість повітря в приземному шарі, а також температуру ґрунту, що в сукупності позитивно позначається на урожайності і якості крупи рису.

Оптимальні умови водного режиму рослин рису різні за фазами вегетації. У період проростання насіння утворення сходів кращі умови для рису створюються у вологому або насиченому водою грунті. У подальшому найбільш сприятливим моментом є наявність постійного шару води в чеках.

Рис – теплолюбна культура, для якої важливе значення має дія температури. Відхилення цього фактору від оптимальних показників зменшує або збільшує фази вегетаційного періоду і, в кінцевому підсумку, впливає на продуктивність рослин рису.

Мінімальні середньодобові температури повітря, за яких можливий перебіг фаз вегетації: проростання, сходи – 13-16°С, кущіння – 16-18°С, викидання волоті, цвітіння – 18-21°С, молочна стиглість – 15-19°, воскова стиглість – 15-20°С.

Аналіз кліматичних ресурсів у зоні рисосіяння України показує, що температури ґрунту у шарі 0-5 см, за яких може проростати насіння рису, настають у березні – на початку квітня. Однак вони тримаються, як правило, короткий період, після чого настає стійке зниження температури аж до заморозків. З другої половини квітня температура грунту на глибині закладання насіння починає знову підвищуватися.

Територія, що безпосередньо прилягає до Чорного та Азовського морів, добре забезпечена теплом протягом усього вегетаційного періоду, що забезпечує визрівання ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих сортів рису.

Що стосується вимог до освітлення, то рис належить до рослин короткого дня (тривалість дня 10-14 годин). У більшості сортів при скороченні числа годин денного освітлення з 16 до 12, викидання волоті і цвітіння настає раніше. Деякі сорти не проявляють фотоперіодичної реакції і є фотонейтральними. Висока фоточутливість сортів з тропічних країн є головним стримуючим фактором для їх вирощування в північних районах рисосіяння. Так, за 16-годинного дня переважна більшість таких сортів не дозріває, а деякі з них навіть не викидають волоть.

Засолення ґрунтів негативно впливає на діяльність кореневої системи рослин рису. Рис належить до групи слабосолестійких рослин. Насіння рису не дає сходів, якщо загальний вміст солей у ґрунті перевищує 0,35%. Рис дуже чутливий до нестачі поживних речовин. Встановлено, що на утворення 1 т зерна і стільки ж соломи рослини рису виносять з ґрунту 20-25 кг азоту, 9-13 кг фосфору і 25-55 кг калію. Різний винос поживних елементів пояснюється ґрунтово-кліматичними умовами, особливостями сортів рису, а також рівнем урожайності. Нестача цих елементів у ґрунті викликає зниження врожаю. Без азоту рослини жовтіють, зменшується продуктивність фотосинтезу, кущіння відбувається слабо, а волоть буде з малою кількість зерен.

Азот споживається рисом протягом усієї вегетації. Надлишковий вміст цього елементу збільшує пустозерність, підсилює ураження грибними хворобами, особливо пірикуляріозом.

Дефіцит фосфору порушує обмін енергії, призводить до змін у білковому обміні, що заважає нормальному росту і розвитку рослин. Фосфорне голодування на початку вегетації негативно позначається на наступні фази розвитку і не може бути замінене внесенням його у більш пізні строки. Тому потреба у фосфорі особливо значна у першій половині вегетації.

Калій бере участь у вуглеводному та інших обмінах, впливає на стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища і ураження хворобами. Нестача калію погіршує утворення плодів, підвищує схильність до вилягання, призводить до різних захворювань. Було встановлено, що при нестачі калію в рослині рису порушується співвідношення вуглецю та азоту (C:N). Це призводить до різкого збільшення стерильності колосків. Застосування калію найбільш ефективно в період виходу рослин у трубку. При цьому регулюється і кремнієвий метаболізм.

Рис у великій кількості поглинає кремній, поряд з азотом, фосфором і калієм. Протягом вегетації з 1 га виноситься близько 1 т кремнію. Невипадково рис вважають кремнієфілом. Потрапляючи в рослину, кремній відкладається в провідних судинах і листкових пластинках. Накопичення елемента в провідних судинах робить рисову рослину стійкою до вилягання, пірикуляріозу, а також деяких шкідників.

Крім цих елементів живлення, рису необхідні і ряд інших: залізо, марганець, мідь, цинк, сірка, молібден, бор, кобальт та ін. Відсутність їх або порушення балансу між ними та основними елементами живлення різко знижує ефективність внесених добрив. Тому мінеральне живлення рису повинно бути, насамперед, збалансованим. Найважливіше значення в сучасних умовах має окупність застосовуваних добрив урожаєм зерна рису та використання балансово-розрахункового методу визначення доз внесення мінеральних добрив. Рівень врожайності, як відомо, визначає елемент, який знаходиться в мінімумі.

Високі врожаї рису можливі лише за повної забезпеченості рослин усіма факторами. Урожайність буде зменшуватися і тоді, коли води, тепла, поживних речовин і світла вистачає, але сформовані ґрунтово-меліоративні та організаційно-технічні умови перешкоджають їх використанню.

Особливості наливу зерна сортів рису та їх агроекологічне випробування. Дослідження, спрямовані на визначення особливостей наливу зерна рису, лягли в основу концепції розподілу нових сортів рису за типами агроекологічної належності через визначення придатності вирощування сортів рису залежно від кліматичних умов території за тривалістю накопичення пластичних речовин в зерні у фазу наливу зерна.

На основі визначення особливостей наливу зерна сортів рису було визначено їх агроекологічна належність та розроблено три типи агроекологічної належності: північний, помірний та південний.

Так, якщо налив зерна сортів рису найбільш активно проходить у фазу молочної стиглості та практично припиняється на початку фази воскової стиглості, то такі сорти можна віднести до північного типу агроекологічної належності. Ці рослини швидко накопичують пластичні речовини в зерні і, як наслідок, проходять фазу наливу зерна до зниження середньодобових температур (а для рису лімітуючим фактором є саме температурний режим). Також цей тип можна вважати найбільш стабільним до температурного режиму. Сорти північного типу агроекологічної належності придатні для вирощування у північній частині зони Степу та південної частини Лісостепу України, а також придатні для пізніх строків сівби.

Якщо налив зерна сортів рису найбільш активно проходить у фазі молочної стиглості в першій половині фази воскової стиглості та практично припиняється на початку другої половини фази воскової стиглості, то такі сорти можна віднести до помірного типу агроекологічної належності. Сорти помірного типу агроекологічної належності придатні для вирощування у центральній та південної частини зони Степу України та АР Крим.

Якщо налив зерна сортів рису в умовах затоплення активно проходить від фази молочної стиглості до кінця фази воскової стиглості, то такі сорти можна віднести до південного типу агроекологічної належності. Ці рослини повільно накопичують пластичні речовини в зерні, а значить, не завжди можуть пройти фазу наливу зерна до зниження середньодобових температур. Також цей тип можна вважати найменш стабільним до температурного режиму. Сорти південного типу агроекологічної належності придатні для вирощування в АР Крим, а також вимагають більш ранніх строків сівби. Також вони придатні для вирощування в країнах, які знаходяться на карті світу південніше України.

За результатами досліджень 2011–2015 рр. особливостей наливу зерна було встановлено, що у сорту Дебют накопичення сухих речовин в зерні практично припинялося на початку воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 29,0 г на фоні $N_{0+30}P_{30}$ (рис. 1). Лише на фоні $N_{120+30+30}P_{30}$ налив зерна продовжувався до середини воскової фази. Причому слід відмітити, що активно процеси наливу розпочалися в першій половині молочної стиглості зерна, що свідчить про здатність сорту швидко накопичувати поживні речовини.

Отже, у сорту Дебют налив зерна проходив у фазі молочної стиглості та практично припиняв на початку фази воскової стиглості, тому він придатний для вирощування у північній частині Степу України та південній частині Лісостепу України, а також придатний до пізніх строків сівби.

У сортів Онтаріо, Корсар та Віконт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося до середини воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 26,3 г, 25,3 г та 24,0 г відповідно на фоні $N_{0+30}P_{30}$ (рис. 2, 3, 4). Лише у сортів Віконт та Онтаріо на фоні $N_{120+30+30}P_{30}$ налив зерна продовжувався до кінця воскової фази. Причому слід відмітити, що процеси наливу зерна проходили практично

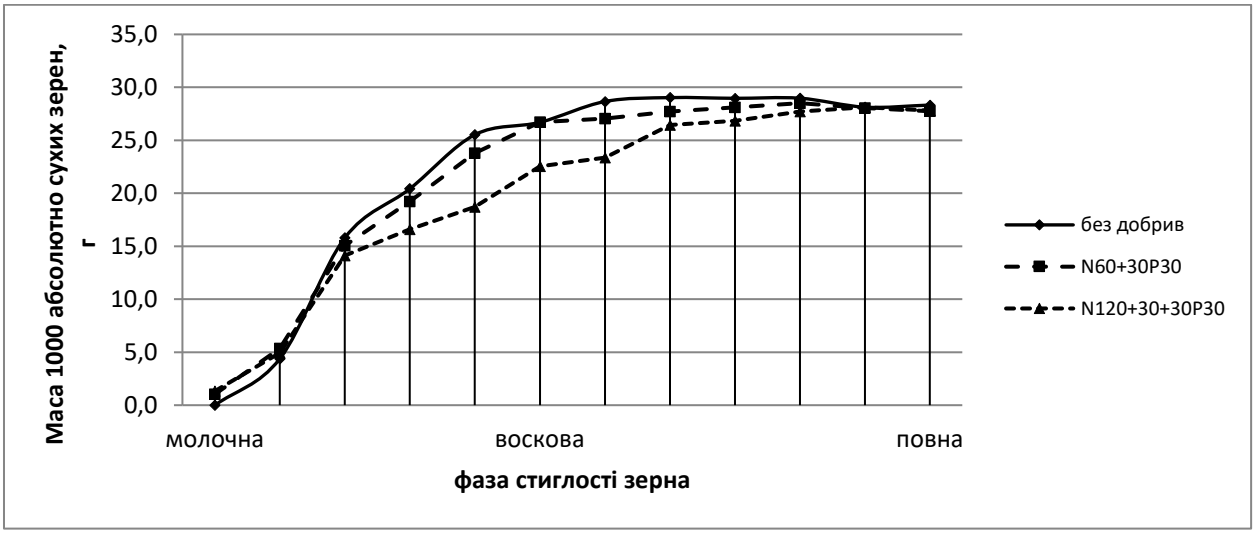


Рис. 1. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Дебют залежно від фону живлення, 2011–2013 рр.

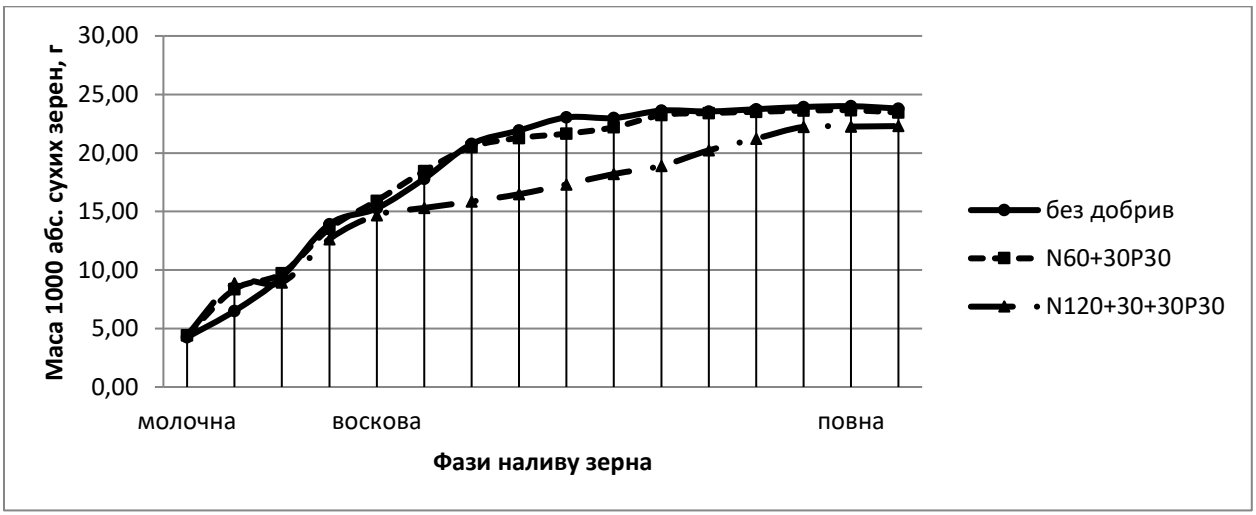


Рис. 2. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Віконт залежно від фону живлення, 2014–2015 рр.

рівномірно протягом молочної та першої половини воскової фази стиглості зерна.

Отже, у сортів Онтаріо, Корсар та Віконт найбільш активно налив зерна проходив у фазі молочної стиглості і першій половині фази воскової стиглості та практично припиняється на початку другої половини фази воскової стиглості, тому вони придатні для вирощування у центральній та південній частині Степу України та АР Крим.

У сортів Маршал та Лазуріт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося практично до кінця воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен у сорту Адмірал (Маршал) становила 25,0 г на фоні $N_{120+30+30}P_{30}$ та у сорту Лазуріт – 24,3 г на фоні $N_{0+30}P_{30}$ наприкінці цієї фази (рис. 5, 6). Причому слід відмітити, що процеси наливу зерна проходили рівномірно протягом всього періоду наливу зерна, що свідчить про повільний перебіг процесів накопичення поживні речовини. Також на інтенсивних фонах живлення практично в усіх сортів спостерігали більш поступове накопичення абсолютно сухої маси протягом фази наливу зерна.

Отже, у сортів Маршал та Лазуріт налив зерна активно проходив в період від фази молочної стиглості до кінця фази воскової стиглості, тому вони придатні для вирощування в південній частині Степу України та АР Крим, а також вимагають більш ранніх строків сівби. Але слід зауважити, що сорт Лазуріт має більш короткий вегетаційний період, тому він більш пластичний до строків сівби.

Крім того, сорт Дебют, який швидко накопичував поживні речовини в зерні, можна вважати найбільш стабільним до температурного режиму (для рису на Півдні України лімітуючим фактором є саме температурний режим) через те, що він здатен пройти фазу наливу зерна до зниження середньодобових температур.

Сорт Маршал, навпаки, можна вважати найменш стабільним до цього показника через те, що в нього про-

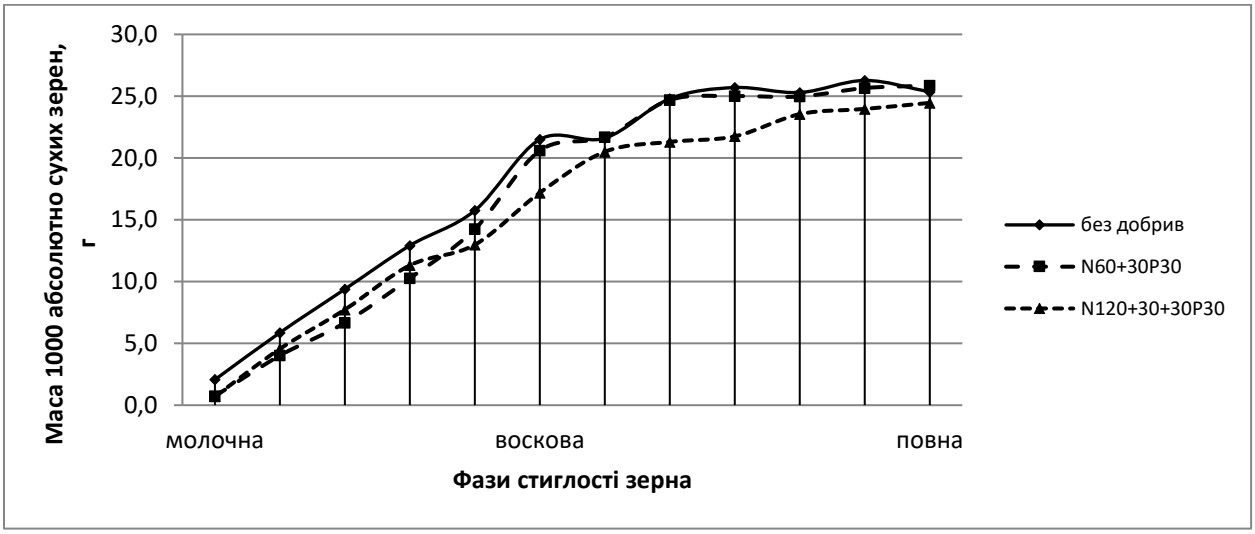


Рис. 3. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Онтаріо залежно від фону живлення, 2011–2013 рр.

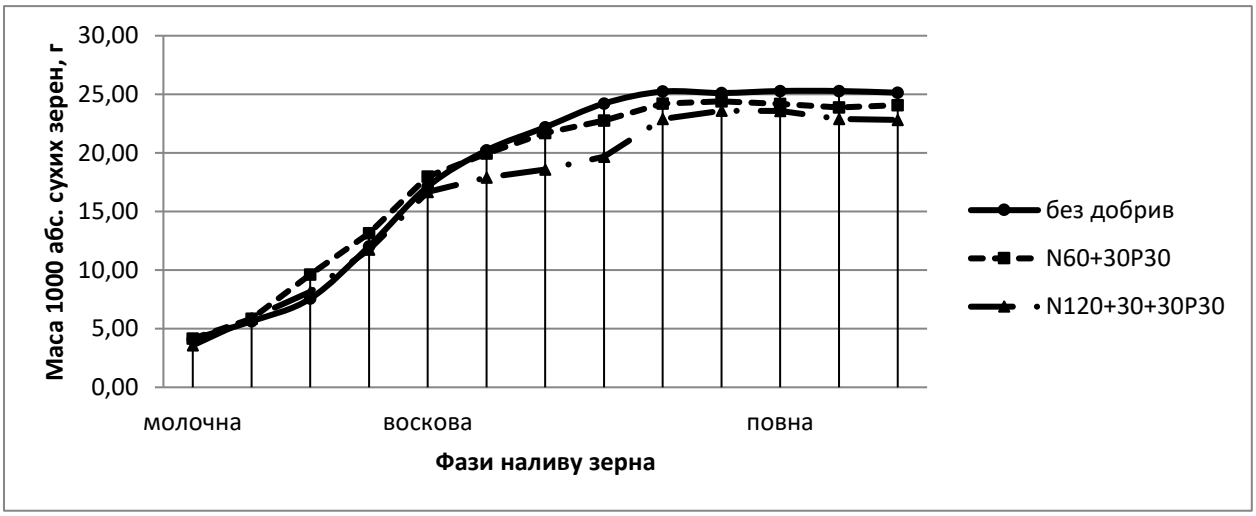


Рис. 4. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Корсар залежно від фону живлення, 2014–2015 рр.

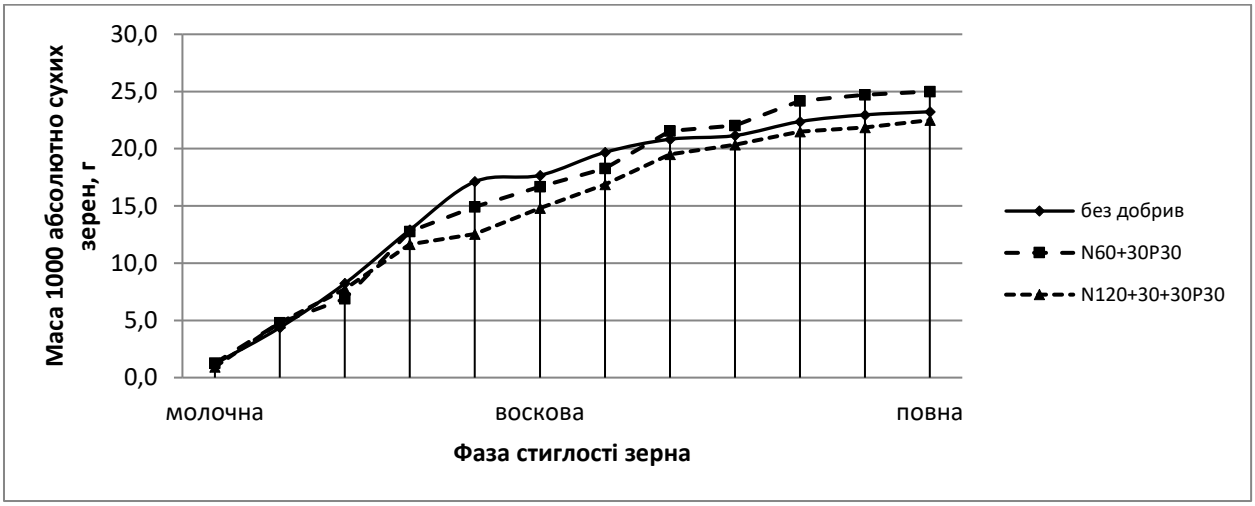


Рис. 5. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Маршал залежно від фону живлення, 2011–2013 рр.

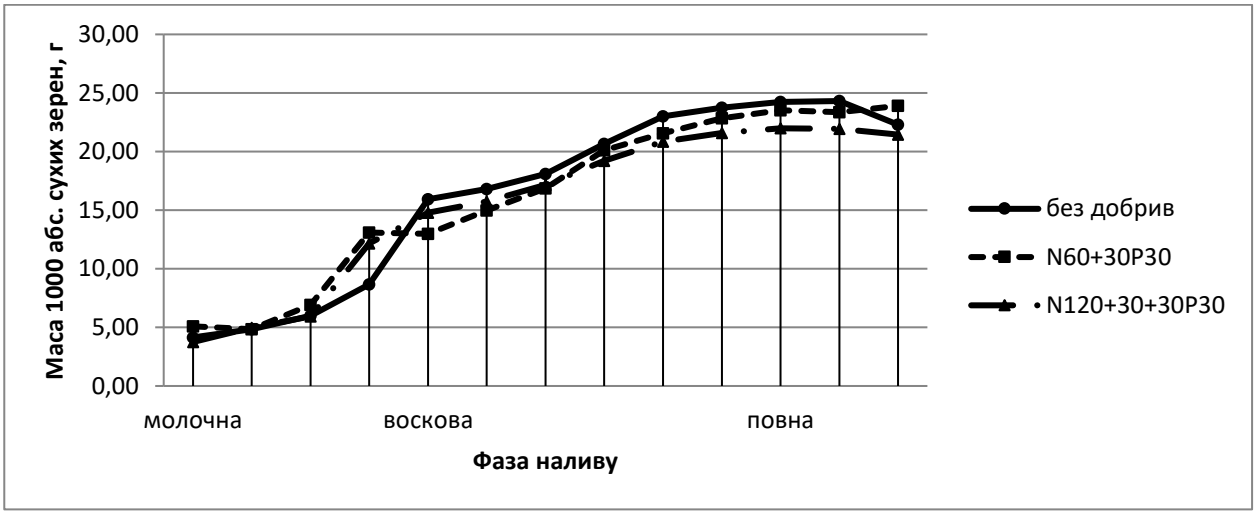


Рис. 6. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Лазуріт залежно від фону живлення, 2014–2015 рр.

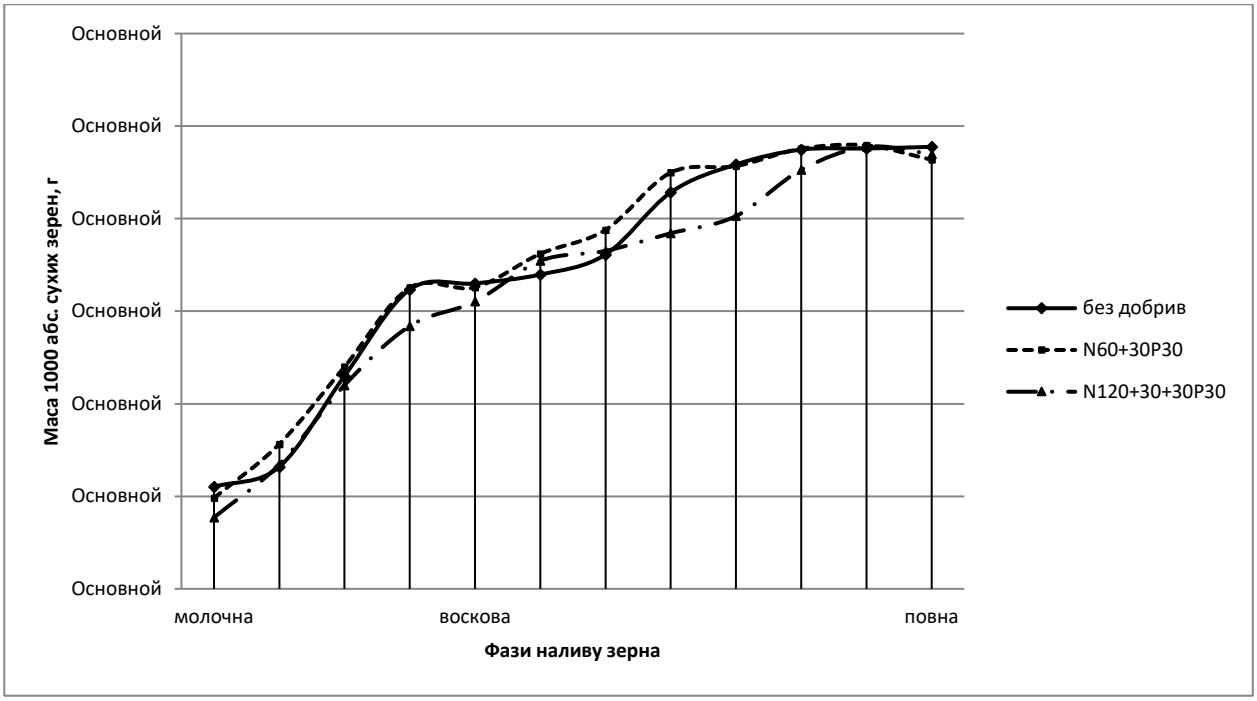


Рис. 7. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Віконт залежно від фону живлення, 2016 р.

цеси наливу зерна проходили за пониженого температурного режиму (середньодобова температура в першій декаді вересня знизилася до 17,7^{0}С), що в роки з раннім зниженням середньодобових температур не дасть змогу реалізувати його потенціал. Але в більш ранніх сортів, як правило, потенційна урожайність значно нижча. Тому сорти Онтаріо, Віконт та Корсар виявилися найбільш оптимальними для нашої зони, оскільки вони щорічно встигають завершити налив зерна до настання несприятливих умов та забезпечити високі та сталі врожаї.

За результатами цих досліджень у 2011–2013 рр. нами було розроблено три типи агроекологічної належності сортів рису: північний, помірний та південний типи агроекологічної належності сортів. Також отримано патент на корисну модель «Спосіб визначення агроекологічної належності сортів рису в умовах затоплення».

За результатами досліджень 2016 р. особливостей наливу зерна було встановлено, що у сортів Корсар та Віконт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося до середини воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 23,96 г та 23,36 г відповідно на фоні $N_{60+30}P_{30}$. Причому слід відмітити, що процеси наливу зерна проходили практично рівномірно протягом молочної та першої половини воскової фази стиглості зерна.

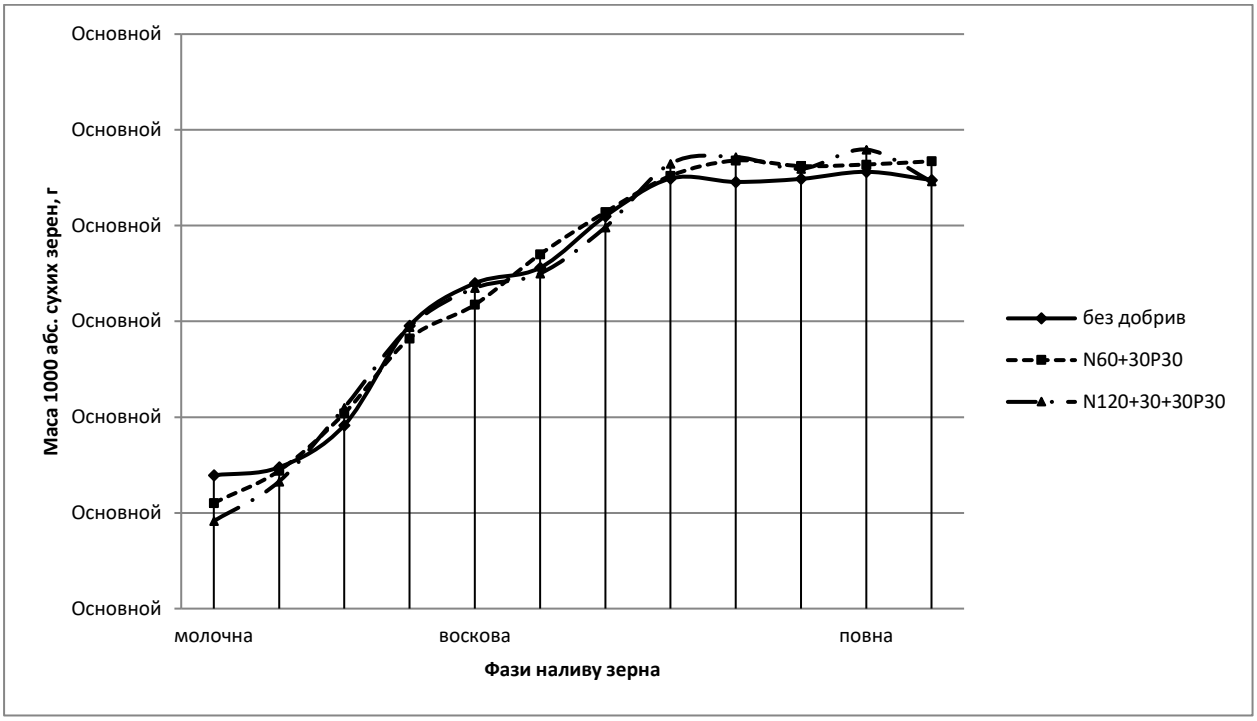


Рис. 8. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Корсар залежно від фону живлення, 2016 р.

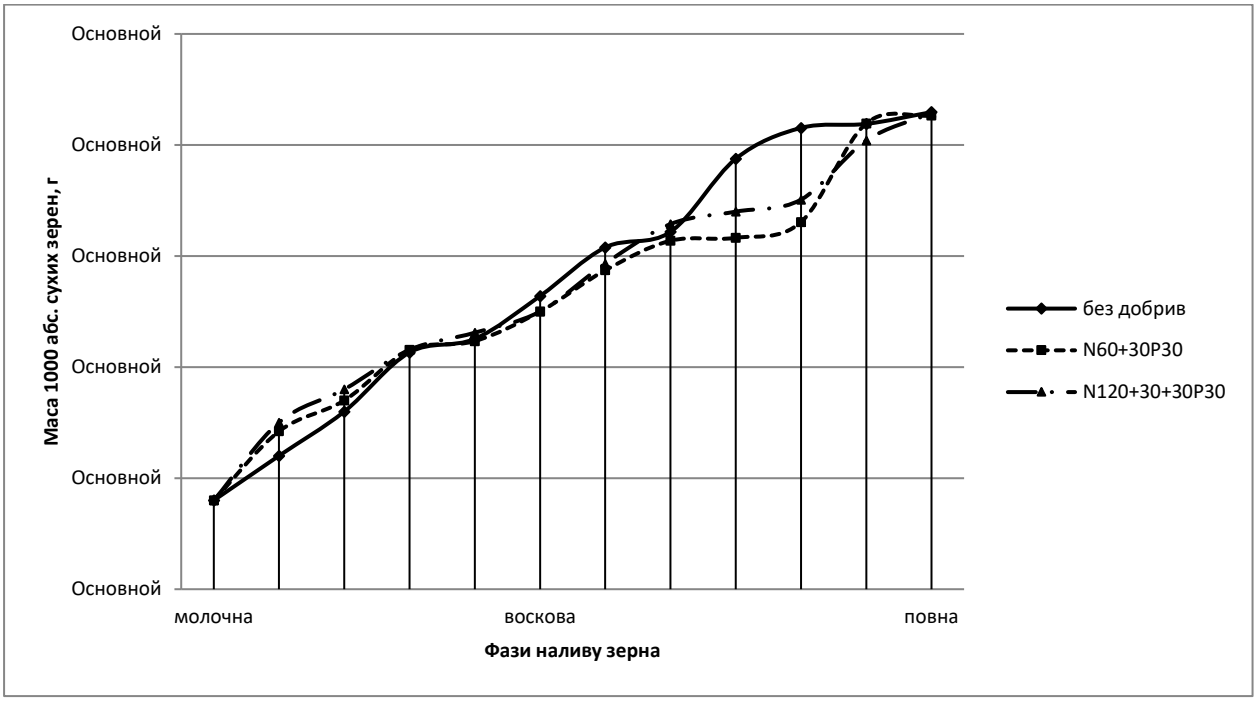


Рис. 9. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Лазуріт залежно від фону живлення, 2016 р.

Отже, у сортів Корсар та Віконт найбільш активно налив зерна проходив у фазі молочної стиглості і першій половині фази воскової стиглості та практично припиняється на початку другої половини фази воскової стиглості, тому вони придатні для вирощування у центральній та південній частині Степу України та АР Крим.

У сорту Лазуріт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося практично до кінця воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 21,48 г на фоні без добрив наприкінці цієї фази (рис. 3). Причому слід відмітити, що процеси наливу зерна проходили рівномірно протягом всього

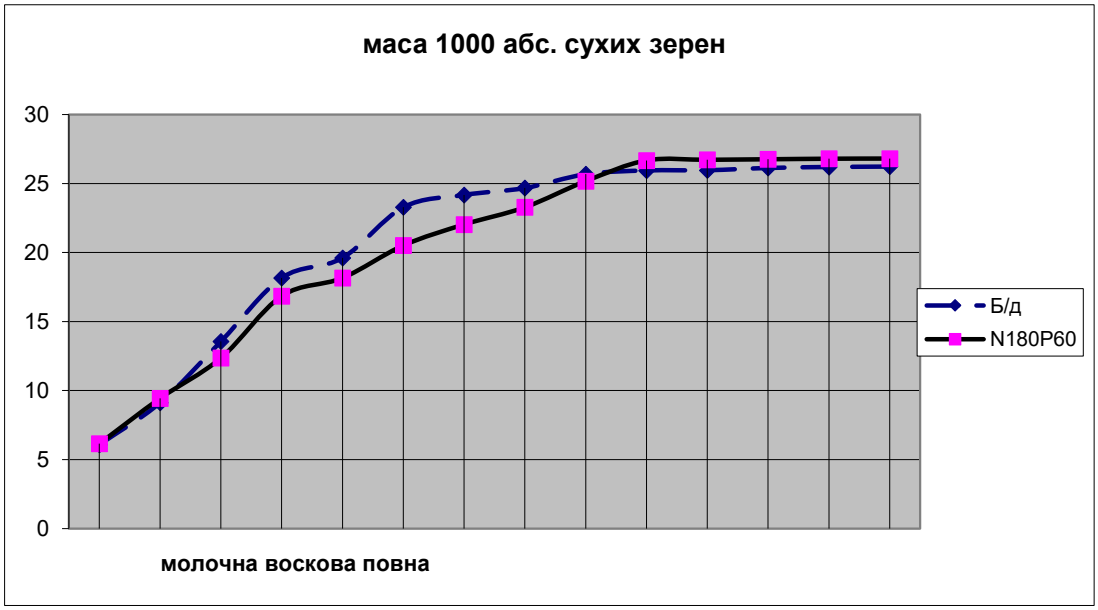


Рис. 10. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Фагот залежно від фону живлення, 2017–2020 рр.

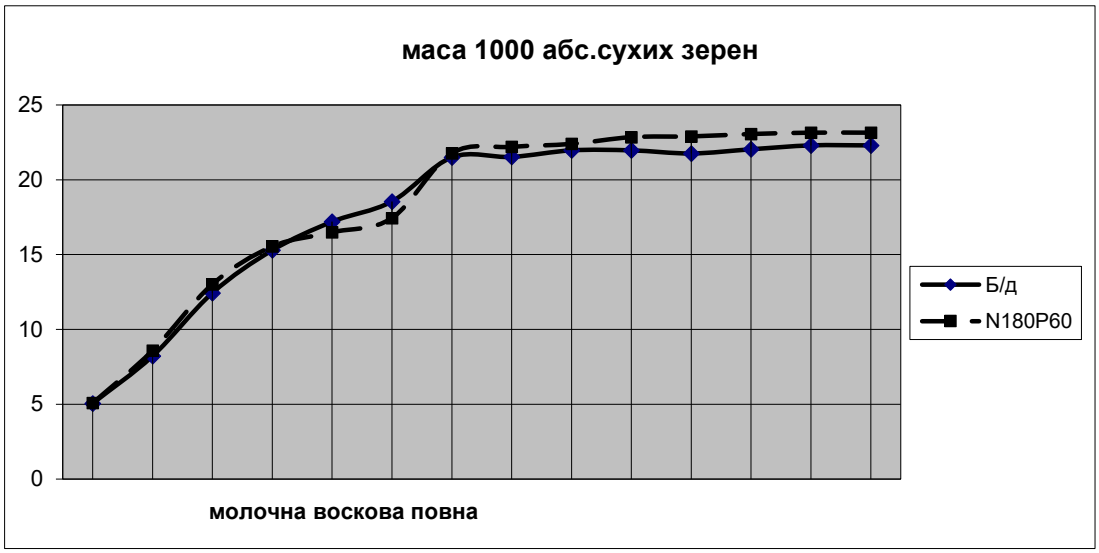


Рис. 11. Динаміка накопичення абсолютно сухої маси в зерні рису сорту Консул залежно від фону живлення, 2017–2020 рр.

періоду наливу зерна, що свідчить про повільний перебіг процесів накопичення поживні речовини. Також на інтенсивних фонах живлення практично в усіх сортів спостерігали більш поступове накопичення абсолютно сухої маси протягом фази наливу зерна.

Отже, у сорту Лазуріт налив зерна активно проходив у період від фази молочної стиглості до кінця фази воскової стиглості, тому він придатний для вирощування в південній частині Степу України та АР Крим, а також вимагає більш ранніх строків сівби. Але слід зауважити, що сорт Лазуріт має більш короткий вегетаційний період, тому він більш пластичний до строків сівби.

Тому сорти Віконт та Корсар виявився найбільш оптимальним для нашої зони, оскільки вони щорічно встигають завершити налив зерна до настання несприятливих умов та забезпечити високі та сталі врожаї.

Крім того, у 2016 р. на основі отриманих даних було створено базу даних біометричних та урожайних показників розвитку рису, яка буде щорічно поповнюватися та використовуватися для розробки наукової концепції формування оптимальних умов вегетації посівів рису з метою реалізації їх продуктивного потенціалу.

За результатами досліджень 2017–2020 рр. особливостей наливу зерна було встановлено, що у сорту Фагот накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося до середини воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 26,81 г відповідно на фоні $N_{180}P_{60}$ (рис. 1). При чому слід відмітити,

що процеси наливу зерна проходили практично рівномірно протягом молочної та першої половини воскової фази стиглості зерна.

Отже, у сорту Фагот найбільш активно налив зерна проходив у фазі молочної стиглості і першій половині фази воскової стиглості та практично припиняється на початку другої половини фази воскової стиглості, тому цей сорт придатний для вирощування у центральній та південній частині Степу України та АР Крим.

У сорту Консул накопичення сухих речовин в зерні найбільш активно проходило у фазі молочної стиглості та практично припинялося на початку воскової стиглості. Так, максимальна маса 1000 абсолютно сухих зерен становила 22,30 г на фоні без добрив та на фоні $N_{180}P_{60}$ 23,15 г (рис. 10). При чому слід відмітити, що цей сорт швидко накопичував пластичні речовини в зерні і, як наслідок, проходив фазу наливу зерна до зниження середньодобових температур. Тому цей тип можна вважати найбільш стабільним до температурного режиму та придатним для вирощування у північній частині Степу України та південній частині Лісостепу України, а також придатним для пізніх строків сівби.

Сорти Фагот та Консул є придатними для вирощування в нашій зоні, оскільки вони щорічно встигають завершити налив зерна до настання несприятливих умов та забезпечити високі та сталі врожаї.

У період 2017–2020 рр. проводились спостереження за особливостями наливу зерна сортів рису Фагот та Консул. Встановлено, що у сорту Фагот накопичення сухих речовин в зерні продовжувалось до середини фази воскової стиглості. Найбільший показник маси 1000 абсолютних сухих зерен відмічено на варіанті із внесенням добрив нормою $N_{180}P_{60,}$ яка становила 27,88 г., тоді як на варіанті без добрив – 26,98 г. Необхідно відмітити, що процес наливу зерна відбувався протягом фази молочної та першої половини воскової стиглості зерна та практично припинявся з початку другої половини фази воскової стиглості. Тому за даними, отриманими у звітному році, можна зробити попередній висновок, що сорт Фагот відноситься до помірного типу агроекологічної належності, тому він придатний до вирощування у центральній та південній частині зони Степу, а також в АР Крим.

Під час аналізу процесів накопичення сухих речовин в зерні сорту Консул встановлено, що найбільш активно вони проходили протягом фази молочної стиглості, але практично припинились у першій половині фази воскової стиглості. Максимальний показник маси 1000 абсолютно сухих зерен у сорту Консул відмічений на варіанті з внесенням добрив нормою $N_{180}P_{60}$, де він склав 23,69 г. На варіанті без добрив він склав 22,87 г. Але необхідно відмітити, що цей сорт швидко накопичував пластичні речовини в зерні і, як наслідок, проходив фазу наливу зерна до зниження середньодобових температур. Тому за даними звітного року ми можемо зробити попередній висновок, що цей сорт можна віднести до північного типу агроекологічної належності та вважати найбільш стабільним до температурного режиму, а тому придатним для вирощування в північній частині зони Степу України та південній частині Лісостепу України, а також придатним для пізніх строків сівби.

Висновки. На підставі проведених досліджень встановлено, що:

1) сорти рису Маршал и Лазуріт відноситься до Південного типу, придатні для вирощування на Півдні України, АР Крим та вимагають ранніх строків сівби;

2) сорти рису Онтаріо, Корсар, Віконт та Фагот відносяться до помірного типу, придатні до вирощування в Центральній та Південній зоні Степу України та потребують висіву в оптимальні для цієї зони строків сівби – з 1 по 10 травня;

3) сорти Дебют та Консул відноситься до Північного типу, придатні до висіву в Північному Степу та Лісостепу України та потребують пізніх строків сівби.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дудченко В.В., Корнбергер В.Г., Вожегов С.Г., Скидан В.О. та ін. Рис в Україні : колективна монографія / за ред. д.т.н. професора, член-кор. НААНУ В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського, д.е.н. професора Л. М. Грановської. Херсон : Гринь Д.С., 2014. С. 236–277.
2. Дудченко В.В., Лісовий М.М., Вожегова Р.А., Вожегов С.Г. та ін. Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України. Скадовськ : АС, 2011. 84 с.
3. Ванцовський А.А. Культура рису на Україні. Херсон, 2004. 174 с.
4. Дудченко В.В., Лісовий М.М., Вожегова Р.А. та ін. Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України. Скадовськ : АС, 2011. 84 с.
5. Дудченко В.В. Державне законодавче регулювання рисового виробництва та його наукове забезпечення в Україні / за наук. ред. В.А. Вергунова. Херсон : Наддніпряночка, 2015. 48 с.
6. Скидан В.О., Дудченко В.В., Скидан М.С. Збільшення продуктивності агроценозів рису та зниження енерговитрат на вирощування рису в південній частині Степу України: наукові рекомендації. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 72 с.
7. Дудченко В.В. та ін. Рисові зрошувальні системи : монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2016. 212 с.
8. Шпак Т.М., Шпак Д.В., Дудченко В.В. та ін. Каталог сортів відділу селекції Інституту рису НААН України (1969–2013 рр.). Херсон : Грінь Д.С., 2015. 60 с.
9. Дудченко В.В., Скидан В.О., Вожегов С.Г., Полєнок А.В. Рекомендації з впровадження економічно та біоенергетично ефективної технології, яка забезпечить максимальний врожай без погіршення родючості та фізичних властивостей ґрунту: науково-практичні рекомендації. Херсон : Грінь Д.С., 2015. 52 с.
10. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. Майкоп : ГУРИПП Адыгея, 2005. 1012 с.
11. Зеленский Г.Л. Морфо-биологическое обоснование агротехники риса. *Научный журнал КубГАУ*. 2012. № 77(03). С. 18–54.
12. Алешин Е.П., Алешин Н.Е. Рис. Краснодар, 1997. 504 с.
13. Шеуджен А.Х., Алешин Е.П. Теория и практика применения минеральных удобрений в рисоводстве. Майкоп, Адыгея, 1996. 316 с.

14. Воробьев Н.В., Скаженник М.А. Физиологические основы минерального питания риса. Краснодар, 2005. 195 с.
15. Жовтоног И.С., Иваненко Д.А., Положай В.С. Рис на Украине. Киев : Урожай, 1971. 177 с.
16. Вожегов С.Г. Ефективність рисових сівозмін в залежності від елементів технології вирощування рису та супутніх культур. Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах: тези Міжнародної науково – практичної конференції присвяченої 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні, 6-8 серпня 2013 р. Скадовськ, Інститут рису НААН. 2013. С. 74–76.

REFERENCES:

1. Dudchenko, V.V., Kornberher, V.H., Vozhehov, S.H., & Skydan, V.O. et al. (2014). *Rys v Ukrayini [Rice in Ukraine].* Kherson: Hryn' D.S., 236-277 [in Ukrainian].
2. Dudchenko, V.V., Lisovyy, M.M., Vozhehova, R.A., & Vozhehov, S.H. et al. (2011). *Tekhnolohiya vyroshchuvannya rysu z vrakhuvannyam vymoh okhorony navkolyshn'oho seredovyshcha v hospodarstvakh Ukrayiny [Technology of rice cultivation taking into account the requirements of environmental protection in the farms of Ukraine].* Skadovs'k: AS, 84 [in Ukrainian].
3. Vantsovs'kyy, A.A. (2004). *Kul'tura rysu na Ukrayini [Rice culture in Ukraine].* Kherson, 174 [in Ukrainian].
4. Dudchenko, V.V., Lisovyy, M.M., & Vozhehova, R.A. et al. (2011). *Tekhnolohiya vyroshchuvannya rysu z vrakhuvannyam vymoh okhorony navkolyshn'oho seredovyshcha v hospodarstvakh Ukrayiny [Technology of rice cultivation taking into account the requirements of environmental protection in the farms of Ukraine].* Skadovs'k : AS, 84 [in Ukrainian].
5. Dudchenko, V.V. (2015). *Derzhavne zakonodavche rehulyuvannya rysovoho vyrobnytstva ta yoho naukove zabezpechennya v Ukrayini [State legislative regulation of rice production and its scientific support in Ukraine].* Kherson: Naddnipryanochka, 48 [in Ukrainian].
6. Skydan, V.O., Dudchenko, V.V., & Skydan, M.S. (2015). *Zbil'shennya produktyvnosti ahrotsenoziv rysu ta znyzhennya enerhovytrat na vyroshchuvannya rysu v pivdenniy chastyni Stepu Ukrayiny [Increasing the productivity of rice agrocenoses and reducing energy consumption for rice cultivation in the southern part of the Steppe of Ukraine].* Kherson: Hrin' D.S., 72 [in Ukrainian].
7. Dudchenko, V.V. et al. (2016). *Rysovi zroshuval'ni systemy [Rice irrigation systems].* Kherson: Hrin' D.S., 212 [in Ukrainian].
8. Shpak, T.M., Shpak, D.V., & Dudchenko, V.V. et al. (2015). *Kataloh sortiv viddilu selektsiyi Instytutu rysu NAAN Ukrayiny (1969-2013 rr.) [Catalog of varieties of the selection department of the Rice Institute of NAAS of Ukraine (1969-2013)].* Kherson: Hrin' D.S., 60 [in Ukrainian].
9. Dudchenko, V.V., Skydan, V.O., Vozhehov, S.H., & Polyenok, A.V. (2015). *Rekomendatsiyi z vprovadzhennya ekonomichno ta bioenerhetychno efektyvnoyi tekhnolohiyi, yaka zabezpechyt' maksymal'nyy vrozhay bez pohirshennya rodyuchosti ta fizychnykh vlastyvostey gruntu [Recommendations for the introduction of economically and bioenergy efficient technology that will ensure maximum yield without deterioration of fertility and physical properties of the soil].* Kherson: Hrin' D.S., 52 [in Ukrainian].
10. Sheudzhen, A.Kh. (2005). *Agrokhimiya i fiziologiya pitaniya risa [Agrochemistry and physiology of rice nutrition].* Maykop: GURIPP Adygeya, 1012 [in Russian].
11. Zelenskiy, G.L. (2012). Morfo-biologicheskoye obosnovaniye agrotekhniki risa [Morpho-biological substantiation of rice agrotechnics]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU – Scientific journal KubSAU, 77(03), 18-54* [in Russian].
12. Aleshin, Ye.P., & Aleshin, N.Ye. (1997). *Ris [Rice].* Krasnodar, 504 [in Russian].
13. Sheudzhen, A.Kh., & Aleshin, Ye.P. (1996). *Teoriya i praktika primeneniya mineral'nykh udobreniy v risovodstve [Theory and practice of using mineral fertilizers in rice growing].* Maykop, Adygeya, 316 [in Russian].
14. Vorob'yev, N.V., & Skazhennik, M.A. (2005). *Fiziologicheskiye osnovy mineral'nogo pitaniya risa [Physiological bases of mineral nutrition of rice].* Krasnodar, 195 [in Russian].
15. Zhovtonog, I.S., Ivanenko, D.A., & Polozhay, B.C. (1971). *Ris na Ukraine [Rice in Ukraine].* K.: Urozhay, 177 [in Russian].
16. Vozhehov, S.H. (2013). Efektyvnist' rysovykh sivozmin v zalezhnosti vid elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya rysu ta suputnikh kul'tur [Efficiency of rice crop rotations depending on the elements of rice cultivation technology and related crops]. *Perspektyvy rozvytku roslynnyts'koyi haluzi v suchasnykh ekonomichnykh umovakh: tezy Mizhnarodnoyi naukovo – praktychnoyi konferentsiyi prysvyachenoyi 50-y richnytsi vid pochatku rozvytku rysivnytstva v Ukrayini, 6-8 serpnya 2013 r. – Prospects for the development of the crop industry in modern economic conditions: abstracts of the International scientific-practical conference dedicated to the 50th anniversary of the development of rice in Ukraine, August 6-8, 2013.* Skadovs'k, Instytut rysu NAAN, 74-76 [in Ukrainian].

Вожегов С.Г., Воронюк З.С., Уманський О.М., Дудченко К.В., Цілинко М.І. Особливості наливу зерна та визначення типу агроекологічної належності сортів рису

Мета досліджень. Визначити особливості наливу зерна нових сортів рису з урахуванням погодно-кліматичних умов зони рисосіяння України та визначити тип їх агроекологічної належності. **Результати.** Встановлено, що у сорту Дебют накопичення сухих речовин в зерні практично припинялося на початку воскової стиглості, а налив зерна проходив у фазі молочної стиглості та практично припинявся на початку фази воскової стиглості, тому сорт Дебют придатний для вирощування у північній частині Степу України та південній частині Лісостепу України, а також придатний до пізніх строків сівби. У сортів Онтаріо, Корсар, Фагот та Віконт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося до середини воскової стиглості, а найбільш активно налив зерна проходив у фазі молочної стиглості і першій половині фази воскової стиглості та практично припиняється на початку другої половини фази воскової стиглості, тому ці сорти придатні для вирощування у центральній та південній частині Степу України та АР Крим та потребують висіву в оптимальні для цієї зони строків сівби – з 1 по 10 травня. У сортів Маршал та Лазуріт накопичення сухих речовин в зерні продовжувалося практично

до кінця воскової стиглості. Причому слід відмітити, що процеси наливу зерна проходили рівномірно протягом всього періоду наливу зерна, що свідчить про повільний перебіг процесів накопичення поживні речовини. Отже, у сортів Маршал та Лазуріт налив зерна активно проходив в період від фази молочної стиглості до кінця фази воскової стиглості, тому вони придатні для вирощування в південній частині Степу України та АР Крим, а також вимагають більш ранніх строків сівби. Але слід зауважити, що сорт Лазуріт має більш короткий вегетаційний період, тому він більш пластичний до строків сівби. **Висновки.** Сорти рису Маршал и Лазуріт відноситься до Південного типу, придатні для вирощування на Півдні України, АР Крим та вимагають ранніх строків сівби; сорти рису Онтаріо, Корсар, Віконт та Фагот відносяться до помірного типу, придатні до вирощування в Центральній та Південній зоні Степу України та потребують висіву в оптимальні для цієї зони строків сівби – з 1 по 10 травня; сорти Дебют та Консул відноситься до Північного типу, придатні до висіву в Північному Степу та Лісостепу України та потребують пізніх строків сівби.

Ключові слова: рис, сорт, налив зерна, агроекологічна належність.

Vozhehov S.G., Voronyuk Z.S., Umanskyi O.M., Dudchenko K.V., Tsilinko M.I. Peculiarities of grain filling and determination of type of agroecological affiliation of rice varieties

The purpose of research. To determine the features of grain filling of new rice varieties taking into account the weather and climatic conditions of the rice sowing zone of Ukraine and to determine the type of their agroecological affiliation. **Results.** It was found that in the cultivar Debut the accumulation of dry matter in grain practically stopped at the beginning of wax ripeness, and grain filling took place in the phase of milk ripeness and practically stopped at the beginning of the wax ripeness phase. part of the Forest-Steppe of Ukraine, as well as suitable for late sowing. In Ontario, Corsar, Fagot and Vikont varieties, the accumulation of dry matter in the grain continued until the middle of the wax ripeness, and the most active grain filling took place in the milk ripeness phase and the first half of the wax ripeness phase and almost stops at the beginning of the second half of the wax ripeness phase. suitable for cultivation in the central and southern part of the Steppe of Ukraine and the Autonomous Republic of Crimea and need sowing in the optimal sowing period for this zone – from 1 to 10 May. In Marshal and Lazurit varieties, the accumulation of dry matter in the grain continued almost until the end of wax ripeness. It should be noted that the processes of grain filling took place evenly throughout the period of grain filling, which indicates a slow process of accumulation of nutrients. Thus, the varieties Marshal and Lazurit poured grain actively passed in the period from the phase of milk ripeness to the end of the phase of wax ripeness, so they are suitable for growing in the southern part of the steppe of Ukraine and Crimea, and require earlier sowing dates. But it should be noted that the variety Lazurit has a shorter growing season, so it is more malleable before sowing. **Conclusions.** Marshal and Lazurite rice varieties belong to the Southern type, suitable for cultivation in the South of Ukraine, the Autonomous Republic of Crimea and require early sowing dates; Ontario, Corsar, Fagot and Vikont rice varieties are of moderate type, suitable for cultivation in the Central and Southern zone of the Steppe of Ukraine and require sowing in the optimal sowing dates for this zone – from 1 to 10 May; Debut and Consul varieties belong to the Northern type, suitable for sowing in the Northern Steppe and Forest-Steppe of Ukraine and require late sowing dates.

Key words: rice, variety, grain filling, agroecological affiliation.

УДК 635.321:631.543.2
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.2

УРОЖАЙНІСТЬ АРТИШОКУ (*CYNARA CARDUNCULUS* L. VAR. *SCOLYMUS* (L.) FIORI) ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ РОСЛИН

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
https://orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
БІЛЯЄВА І.М. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0003-0688-4209
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
КОКОВІХІН С.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-1687-6889
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ЛИХОВИД П.В. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-0314-7644
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
БОЙЦЕНЮК Х.І. – аспірант
https://orcid.org/0000-0002-6572-7003
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Розвиток лікарського рослинництва є пріоритетним вектором українського аграрного сектору. Україна завдяки унікальним ґрунтово-кліматичним умовам є однією з небагатьох держав Європи, де можуть культивуватися лікарські культури різного походження з абсолютно різними вимогами до умов навколишнього середовища. На жаль, нині лікарське рослинництво в Україні не досить розвинене, ціла низка перспективних і прибуткових культур знаходиться поза увагою національного агровиробника. Однією з таких культур є артишок (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori), який навіть не значиться в «Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік» [1]. Втім, артишок вартий пильної уваги українських аграріїв, адже культура має високу харчову й дієтично-лікувальну цінність, користується попитом на фармацевтичному ринку. Вживання артишоку сприяє зниженню рівня холестерину, зменшує набряки, є профілактикою атеросклерозу, посилює статевий потяг, здатне зменшувати прояви гіпертонічної хвороби та інтенсивність запалення. Артишок (у їжу вживають недозрілі квітколожа кошиків) має приємний специфічний смак, є низькокалорійним продуктом (25-30 ккал на 100 г), що містить вітаміни B_1, B_2, А, С, солі калію та натрію [2].

Проте варто враховувати, що прибутковість вирощування культури прямо залежатиме від рівня конкурентоспроможності агротехнології і ринку збуту, оскільки вихід на ринок країн, де представлений артишок Північно-Африканського виробництва, не є вигідним з економічної точки зору, оскільки рентабельність більш дорогого Європейського артишоку в такому випадку може стати катастрофічно низькою – 3-4% [3]. Отже, найважливішими питаннями, що потребують сучасного вирішення, є інтродукція артишоку на поля України, розроблення зональної агротехніки культури задля забезпечення максимального виходу якісної продукції за мінімальних витрат матеріально-технічних і трудових ресурсів, а також виконання маркетингових досліджень щодо раціонального виходу на український і міжнародний ринки. На світовому експортному ринку зазвичай ціна на якісний артишок коливається в межах 700-1000 доларів США за 1 тону [2]. Світове виробництво лікарського делікатесу знаходиться у межах кількох млн. т на рік, основними його виробниками є Італія, Єгипет, Іспанія [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головними проблемами, з якими стикаються аграрії під час інтродукції нових культур, є недостатня обізнаність із їх морфо-біологічними особливостями та вимогами до навколишнього середовища, що ускладнює початковий етап підбору оптимальних елементів агротехнології.

Артишок – культура родини Айстрові, походить із країн Середземноморського басейну. У стародавні часи артишок був одним із основних продуктів харчування в Єгипті. Цілеспрямоване культивування артишоку як овочевої зеленної культури у країнах Європи розпочалося відносно пізно – у XV-XVI століттях. Нині світові площі під культурою становлять приблизно 2,8-2,9 млн. га та зосереджені переважно у країнах Середземноморського басейну, США, Індії. В Україні вперше артишок з'явився у XVIII столітті, проте він не отримав поширення як харчова та лікарська культура. Донині на теренах нашої батьківщини ця рослина є екзотичною, а страви з неї по-справжньому можуть оцінити лише знавці [2].

Ніша вирощування артишоку в Україні є абсолютно вільною, не дивлячись на сприятливі агрокліматичні умови. Однією з головних проблем інтродукції артишоку є абсолютна відсутність сертифікованого виробника або постачальника насіннєвого матеріалу, тому

часто бажаючі займатися виробництвом культури натикаються на відверто низькоякісне насіння або насіння невідомого походження. Перші масштабні випробування зі сортовивчення артишоку в Україні було виконано на дослідних полях підприємства «Агро-Аналіз» (Херсонська область) із насіннєвим матеріалом, що закуповувався в невеличких пакунках у країнах Західної Європи. Технологія вирощування цієї овочевої культури зовсім не відпрацьована; на підприємстві обрали розсадний шлях із наступною висадкою в добре прогрітий відкритий ґрунт. Головними проблемами наразі є відсутність гербіцидного захисту культури, а також інсектицидів і фунгіцидів для контролю попелиць і фузаріозу – основних фітопатогенів культури в зоні сортовипробувань. Окрім того, варто налагодити процес ручного збирання врожаю, його сортування, зберігання і реалізації. Основними споживачами артишоку в Україні є супермаркети та ресторани [4].

Втім зазначимо, що спроби інтродукування артишоку тривають ще з початку 2010-х років. Наприклад, на агробіостанції Житомирського державного університету (ЖДУ) було проведено міні-випробування щодо доцільності культивування культури у відкритому ґрунті. Результати пілотного дослідження показали, що умови відкритого ґрунту в зоні ЖДУ є несприятливими для вирощування артишоку, тому краще розробляти технології вирощування лікарської рослини в закритому ґрунті [5].

Уманським національним університетом садівництва було запропоновано основні засади технології вирощування артишоку. Рекомендовано такі місцеві сорти й сорти іноземного походження (жоден із них не занесений у Державний реєстр): Ранній фіолетовий, Лаонський, Майський 41, Крупний зелений, Майкопський низькорослий, Зелений глобус. Науковцями університету розроблено засади основного обробітку ґрунту, основні положення щодо удобрення та особливостей розсадного і безрозсадного вирощування культури. Цікаво, що рослину рекомендують вирощувати як багаторічник із доволі тривалим терміном використання – до 14 років [6, с. 8–12].

Пілотні дослідження з вивчення можливості одержання якісного врожаю артишоку на теренах України проводилися і в умовах Лівобережного Лісостепу впродовж 2006–2016 років, які засвідчили можливість одержання тут 5–25 т/га товарних кошиків та 0,8–1,2 т/га насіння культури [7].

Проте донині відсутні систематизовані результати досліджень, якими можна керуватися для надання рекомендацій агровиробникам. Вітчизняні наукові пошуки щодо вирощування артишоку є дуже обмеженими, тому нині необхідно спиратися на результати польових досліджень, виконаних за кордоном, для обґрунтування перспективних напрямів внутрішніх польових досліджень культури.

Мета дослідження – вивчення й аналіз світового досвіду вирощування артишоку за різної густоти стояння рослин культури і впливу останньої на продуктивність, а також побудова математичної поліноміальної моделі продуктивності культури залежно від її загущення.

Матеріали та методика досліджень. Нами було проаналізовано результати досліджень із вирощування артишоку за різної густоти в різних ґрунтово-кліматичних умовах і сформовано набір вихідних пар «густота – урожайність» [8–14]. Математичну модель урожайності продукції будували за методом поліноміальної регресії (було обрано поліном другого ступеня як найбільш оптимальний за співвідношенням «якість підгону – реальна прогностична цінність моделі») у програмі BioStat v7 із розрахунком критеріїв точності прогнозу врожайності моделлю (величина середньої абсолютної похибки у відсотках MAPE) і критеріїв якості відображення моделлю реальних продукційних процесів (коефіцієнти кореляції і детермінації). Графічну апроксимацію моделі було побудовано в середовищі Microsoft Excel 365 [15].

Результати досліджень. Унаслідок узагальнення результатів наукових польових досліджень, виконаних за останні десятиліття зарубіжними науковцями, було розроблено поліноміальну регресійну модель продуктивності артишоку залежно від рівня загущення рослин. Результати статистичної оцінки моделі за критеріями MAPE, R, R^2 свідчать про достатній рівень точності та прогностичної достовірності запропонованої моделі (за $p<0,05$) згідно Moreno et al. [16] (Табл. 1). Водночас крива апроксимації моделі забезпечує не досить високу якість підгону моделі, що можна пояснити великим розмахом амплітуди вихідних параметрів моделі. Звичайно, додавання ступенів поліному підвищує точність підгону, але тоді маємо проблему надмірного підгону моделі, коли в реальних умовах прогностична цінність її знижуватиметься під час застосування іншого (відмінного від тренувального) набору вхідних даних [17].

Таблиця 1

Статистична оцінка моделі продуктивності артишоку залежно від густоти рослин

Критерій	Значення
R	0.5621
R^2	0.3160
R^2 (коригований)	0.2671
S	5.6319
MAPE, %	24.59

Графічна апроксимація розробленої моделі дозволяє візуально оцінити розмах варіювання врожайності артишоку залежно від густоти рослин, а також наочно відображає основну тенденцію: найпоширенішою густотою під час вирощування культури є 10-15 тис. рослин на га (рис. 1). Дуже рідко дослідники вирощували культуру за густоти рослин понад 20 та менше 5 тис./га. Втім, параболічна крива моделі дозволяє припустити, що саме за діапазону густоти в межах 20-35 тис./га можна очікувати максимальну продуктивність артишоку, тож ми вважаємо за доцільне виконувати подальші дослідження під час інтродукування цієї культури на теренах України з урахуванням густоти вище 10 тис./га. Крім того, варто враховувати й сортові особливості артишоку, оскільки кожний генотип може мати свою реакцію на загущення. Водночас зазначимо, що в закордонних польових дослідженнях найвищу врожайність 32,90 т/га було одержано

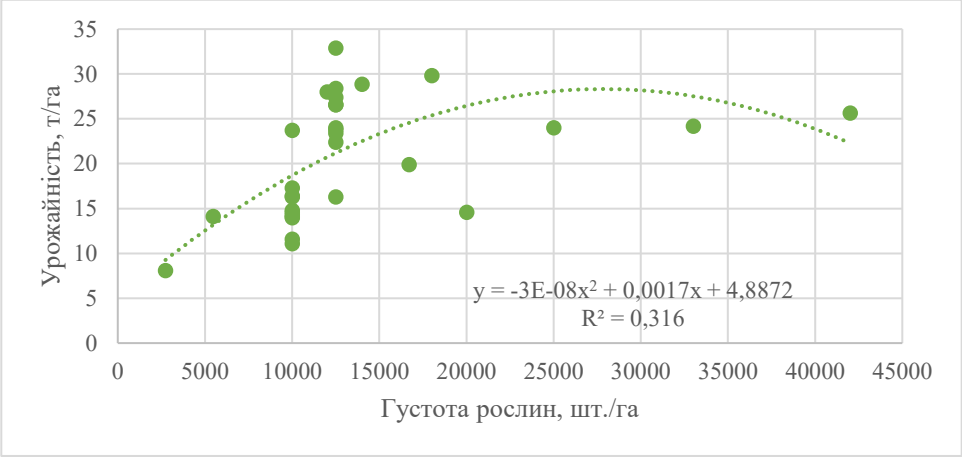


Рис. 1. Графічна апроксимація моделі продуктивності артишоку залежно від густоти рослин

за густоти рослин 12,5 тис./га, тоді як мінімальну врожайність (8,11 т/га) – за густоти 2,7 тис./га.

Висновки. Результати дослідження свідчать про те, що оптимальна густота рослин артишоку залежить від умов вирощування, проте повсюдно простежується чітка тенденція до зростання врожайності культури в умовах загущення. Математичним моделюванням установлено, що модальні величини популяції рослин артишоку на 1 га коливаються у межах 10-15 тис./га, тоді як максимально перспективною з погляду на продуктивність культури має бути величина густоти від 20 до 35 тис./га залежно від агрокліматичних умов і морфо-біологічних особливостей сорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік (станом на 06.07.2021). Київ, 2021. 524 с.
2. «Заморский цветок» – артишок. *Овочі та Фрукти*. 2019. № 121(12). С. 62–63.
3. Sgroi F., Fodera M., Di Trapani A.M., Tudisca S., Testa R. Profitability of artichoke growing in the Mediterranean area. *HortScience*. 2015. Vol. 50(9). P. 1349–1352.
4. Дышкант Д. Выращиваем артишок в Украине. *Овочі та Фрукти*. 2019. № 121(12). С. 59–61.
5. Кльош Ю.І., Муж Г.В. Можливості вирощування артишоку посівного (Cynara scolymus) в умовах агробіостанції ЖДУ. *Біологічні дослідження – 2012: матеріали конференції*. 2012. С. 107–110.
6. Улянич О.І., Вдовенко С.А., Ковтунюк З.І., Кецкало В.В., Слободяник Г.Я., Воробйова Н.В., Сорока Л.В. Кравченко В.С. Біологічні особливості та вирощування малопоширених овочів: навчальний посібник. Умань : «Візаві», 2018. 278 с.
7. Хареба О.В., Горова Т.К., Позняк О.В. Біолого-екологічні особливості дво- і багаторічних овочевих рослин родини Айстрові (Asteraceae Dumort). *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 1(77).
8. Leskovar D.I., Xu C., Agehara S. Planting configuration and plasticulture effects on growth, physiology, and yield of globe artichoke. *HortScience*. 2013. Vol. 48(12). P. 1496–1501.
9. Mauro R.P., Lombardo S., Longo A.M.G., Pandino G., Mauromicale G. New cropping designs of globe artichoke for industrial use. *Italian Journal of Agronomy*. 2011. Vol. 6(1). P. 44–49.
10. Elia A., Paolicelli F., Bianco V.V. Effect of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on artichoke (Cynara scolymus L.): preliminary results. *Advances in Horticultural Science*. 1991. Vol. 5. P. 119–122.
11. Kolodziej B., Winiarska S. The effect of selected cultivation methods on yield and quality of artichoke (Cynara scolymus L.) raw material. *Acta Scientarum Polonorum. Hortorum Cultus*. 2012. Vol. 11(1). P. 171–182.
12. Ierna A., Mauro R.P., Mauromicale G. Biomass, grain and energy yield in Cynara cardunculus L. as affected by fertilization, genotype and harvest time. *Biomass & Bioenergy.* 2011. Vol. 36. P. 404–410.
13. Ierna A., Mauro R., Mauromicale G. Improved yield and nutrient efficiency in two globe artichoke genotypes by balancing nitrogen and phosphorus supply. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. Vol. 32(3). P. 773–780.
14. Mauromicale G., Sortino O., Pesce G.R., Agnello M., Mauro R.P. Suitability of cultivated and wild cardoon as a sustainable bioenergy crop for low input cultivation in low quality Mediterranean soils. *Industrial Crops and Products.* 2014. Vol. 57. P. 82–89.
15. Ostertagova E. Modelling using polynomial regression. *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 48. P. 500–506.
16. Moreno J.J.M., Pol A.P., Abad A.S., Blasco B.C. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. 2013. Vol. 25(4). P. 500–506.
17. Moksony F., Heged R. Small is beautiful. The use and interpretation of R^2 in social research. *Szociológiai Szemle*. 1990. Special issue. P. 130–138.

REFERENCES:

1. *Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni na 2021 rik* (stanom na 06.07.2021) *[State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2021* (dated 07/06/2021)] (2021). Kyiv [in Ukrainian].
2. Anonymous (2019). «Zamorskij tsvetok» – artishok [«Overseas flower» – artichoke]. *Vegetables and Fruits, 121*(12), 62–63 [in Ukrainian].

3. Sgroi, F., Fodera, M., Di Trapani, A. M., Tudisca, S., Testa, R. (2015). Profitability of artichoke growing in the Mediterranean area. *HortScience, 50*(9), 1349–1352 [in English].
4. Dyshkant, D. (2019). Vyrashchivaem artishok v Ukraine [Artichoke cultivation in Ukraine]. *Vegetables and Fruits, 121*(12), 59–61 [in Ukrainian].
5. Kliosh, Yu.I., Muzh, H.V. (2012). Mozhlyvosti vyroshhuvannja artyshoku posivnogo (Cynara scolymus) v umovah agrobiostancii ZhDU [Possibilities of artichoke (Cynara scolymus) cultivation in the conditions of the agrobiostation At ZSU]. *Biological studies – 2012: conference proceedings*, 107–110 [in Ukrainian].
6. Ulianych, O.I., Vdovenko, S.A., Kovtuniuk, Z.I., Ketskalo, V.V., Slobodianyk, H.Ya., Vorobyova, N.V., Soroka, L.V., Kravchenko, V.S. (2018). Biologichni osoblyvosti i vyroshhuvannja maloposhyrenyh ovochiv: navchalnyj posibnyk [*Biological features and cultivation of rare vegetables: a textbook]*. Uman: «Vizavi» [in Ukrainian].
7. Khareba, O.V., Horova, T.K., Poznyak, O.V. (2019). Biologo-ekologichni osoblyvosti dvo- i bagatorichnyh ovochevyh roslyn rodyny Ajstrovi (Asteraceae Dumort) [Biological and ecological features for two- and perennial vegetable plants of the family Asteraceae (Asteraceae Dumort)]. *Scientific Reports of NULES of Ukraine, 1*(77) [in Ukrainian].
8. Leskovar, D.I., Xu, C., Agehara, S. (2013). Planting configuration and plasticulture effects on growth, physiology, and yield of globe artichoke. *HortScience, 48*(12), 1496–1501 [in English].
9. Mauro, R.P., Lombardo, S., Longo, A.M.G., Pandino, G., Mauromicale, G. (2011). New cropping designs for globe artichoke industry. *Italian Journal of Agronomy, 6*(1), 44–49 [in English].
10. Elia, A., Paolicelli, F., Bianco, V.V. (1991). Effect of sowing date, plant density and nitrogen fertilizer on artichoke (Cynara scolymus L.): preliminary results. *Advances in Horticultural Science*, *5*, 119–122 [in English].
11. Kolodziej, B., Winiarska, S. (2012). The effect of selected cultivation methods on yield and quality of artichoke (Cynara scolymus L.) raw material. *Acta Scientarum Polonorum. Hortorum Cultus*, *11*(1), 171–182 [in English].
12. Ierna, A., Mauro, R.P., Mauromicale, G. (2011). Biomass, grain and energy yield in Cynara cardunculus L. as affected by fertilization, genotype and harvest time. *Biomass & Bioenergy, 36*, 404–410 [in English].
13. Ierna, A., Mauro, R., Mauromicale, G. (2012). Improved yield and nutrient efficiency in two globe artichoke genotypes by balancing nitrogen and phosphorus supply. *Agronomy for Sustainable Development*, *32*(3), 773–780 [in English].
14. Mauromicale, G., Sortino, O., Pesce, G.R., Agnello, M., Mauro, R.P. (2014). Suitability of cultivated and wild cardoon as a sustainable bioenergy crop for low input cultivation in low quality Mediterranean soils. *Industrial Crops and Products, 57*, 82–89 [in English].
15. Ostertagova E. (2012). Modelling using polynomial regression. *Procedia Engineering*, *48*, 500–506 [in English].
16. Moreno, J.J.M., Pol, A.P., Abad, A.S., Blasco, B.C. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema, 25*(4), 500–506 [in English].
17. Moksony, F., Heged, R. (1990). Small is beautiful. The use and interpretation of R^2 in social research. *Szociológiai Szemle, Special issue*, 130–138.

Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коквіхін С.В., Лиховид П.В., Бойценюк Х.І. Урожайність артишоку (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) залежно від густоти рослин

Мета дослідження – вивчення й аналіз світового досвіду вирощування артишоку за різної густоти рослин культури і впливу останньої на продуктивність, а також побудова математичної поліноміальної моделі продуктивності культури залежно від її загущення.

Методи дослідження: *синтетико-аналітичний метод* для узагальнення дослідних даних, отриманих у різних дослідженнях технології вирощування артишоку; *математичний аналіз методом поліноміальної регресії* (поліном другого ступеня) для побудови моделі продуктивності культури залежно від загущення її посівів; *графічна апроксимація моделі* шляхом побудови графіку поліному другого ступеня та побудови параболи продуктивності культури.

Результати. Розроблена поліноміальна модель продуктивності артишоку залежно від густоти виду «*Урожай=4,8872+0,0017×Густота–3,0162×* $\times 10^{-8}$ *×Густота*^{2}» забезпечує достатню прогностичну ефективність (величина середньої абсолютної похибки моделі у відсотках MAPE – 24,59%) та якість підгону. Аналіз результатів математичного моделювання дозволяє підкреслити необхідність вивчення агротехнології артишоку за густоти рослин від 10 до 35 тис. на га. Найменш перспективною є густота рослин артишоку в діапазонах 5-10 та понад 35 тис./га, що супроводжується зниженням продуктивності культури згідно з апроксимаційною кривою.

Висновки. Результати дослідження свідчать про те, що оптимальна густота рослин артишоку залежить від умов вирощування, проте повсюдно простежується чітка тенденція до зростання врожайності культури в умовах загущення. Математичним моделюванням установлено, що модальні величини популяції рослин артишоку на 1 га коливаються у межах 10-15 тис./га, тоді як максимально перспективними з погляду на продуктивність культури має бути величина густоти від 20 до 35 тис./га залежно від агрокліматичних умов і морфобіологічних особливостей сорту.

Ключові слова: артишок, густота рослин, математична модель, поліном, урожайність.

Vozhehova R.A., Biliaieva I.M., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P.V., Boitseniuk K.I. Yield of artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) depending on plant density

Purpose. Study and analysis of world experience in artichoke cultivation at different plant densities and the impact of the latter on its productivity. Development of a mathematical polynomial model of the crop productivity depending on its thickening.

Methods. Synthetic-analytical method for generalization of research data obtained in various studies on artichoke cultivation technology, mathematical analysis by polynomial regression (polynomial of the second degree) to develop

a model of the crop productivity depending on the plant density. Graphical approximation of the model by plotting a polynomial of the second degree and building a parabola of the crop productivity.

Results. The developed polynomial model of artichoke productivity depending on the plant density expressed as *"Yield=4.8872+0.0017×Density–3.0162×10^{-8}×Density^{2}"* provides sufficient prognostic efficiency (the value of the mean absolute percentage error of the model MAPE is 24.59%) and fit quality. Analysis of the results of mathematical modeling suggests the need to study the agrotechnology of artichoke at the densities from 10 to 35 thousand/ha. The least promising are artichoke plant densities in the ranges of 5-10 and more than 35 thousand/ha, which are accompanied by a decrease in the crop productivity according to the approximation curve.

Conclusions. The results of the study indicate that the optimal density of artichoke plants depends on growing conditions, however, there is a clear trend to an increase in the crop yields under conditions of thickening. Mathematical modeling has shown that the modal values of the population of artichoke plants per 1 ha are within10-15 thousand/ha, while the most promising in terms of the crop productivity should be density values from 20 to 35 thousand/ha depending on agro-climatic conditions and morpho-biological features of certain variety.

Key words: artichoke, plant density, mathematical model, polynomial, yield.

УДК 631.816.1:633.31/37
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.3

ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ЧИНИ ПОСІВНОЇ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЇЇ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

ГАНГУР В.В. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/ 0000-0002-5619-492X
Полтавський державний аграрний університет
ЄРЕМКО Л.С. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/ 0000-0001-5641-7436
Полтавський державний аграрний університет
САЄНКО В.О. – здобувач ступеня вищої освіти Доктор філософії
https://orcid.org/ /0000-0001-9321-817X
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Вагомим аспектом подолання проблеми продовольчої та екологічної безпеки України є збільшення виробництва продукції зернобобових культур, здатних формувати стабільні врожаї за різних агроекологічних умов. У цьому відношенні значну увагу привертає до себе чина посівна (*Lathirus sativus L.*), яка характеризується високою поживною цінністю і використовується на продовольчі, кормові, технічні цілі [1; 2]. За рахунок антиоксидантної, антидіабетичної, знеболюючої, жарознижуючої і кардіозахисної властивостей ця культура має широке використання у фармакологічній промисловості [3].

Чина посівна, рослини якої характеризуються морозостійкістю на початкових етапах розвитку, високою жаро- та посухостійкістю, стійкістю до підтоплення і засолення грунту й ураження хворобами і шкідниками, є досить привабливою культурою для вирощування в регіонах з екстремальними екологічними умовами, де інші зернобобові культури не забезпечують належної продуктивності [4]. Після збирання врожаю цієї культури у грунт надходить близько 67 кг/га азоту як за рахунок здатності до фіксації молекулярного азоту повітря, так і з пожнивними та кореневими рештками [5].

Головним стримуючим фактором споживання чини посівної є наявність у її рослинах антипоживних речовин, які мають нейротоксичну дію і за постійного споживання можуть викликати незворотній параліч [6; 7]. Негативний ефект антипоживних речовин може бути зведений до мінімуму шляхом застосування відповідних методів оброблення, що покращує харчовий склад і зовнішню привабливість зерна [8]. Удосконалення сортів чини посівної на генетичному рівні дало змогу знизити рівень умісту в зерні β-ODAP від 0,5–2,5 % до менш ніж 0,10 % [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою первинної продуктивності рослин є сукупність окремих взаємопов'язаних фізіолого-біохімічних процесів. Серед останніх основна роль належить фотосинтезу, під час якого відбувається перетворення сонячної енергії в енергію хімічних зв'язків і створення матеріальної та енергетичної основи для росту й розвитку рослин [10]. Фотосинтез як основний процес метаболізму в рослині забезпечує енергосубстратне форування врожаю, поєднане із процесами поглинання елементів мінерального живлення протягом вегетаційного періоду. Разом із тим засвоєння поживних речовин визначає інтенсивність перебігу всіх фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі та залежить від них [11]. Провідну роль під час поглинання енергії фотосинтетично активної радіації, яка надходить до рослин, відіграють листкові пластинки. Тому важливою умовою підвищення рівня продуктивності рослин є забезпечення формування асиміляційного апарату оптимальних розмірів та підтримання його функціонування протягом максимально тривалого періоду.

Основним чинником забезпечення ростових процесів рослин є забезпеченість їх необхідними у певний період розвитку елементами мінерального живлення, серед яких найважливішим є азот [12; 13]. Його нестача у грунті призводить до порушення процесів формування хлоропластів листя і зниження активності фотосинтетичного апарату, пригнічення ростових процесів. Однак надлишок азоту може призвести до подовження тривалості періоду вегетації, наростання значної вегетативної маси та вилягання рослин, посилення їх вразливості до низки хвороб і шкідників.

Чина посівна, як і інші зернобобові культури, здатна фіксувати молекулярний азот повітря внаслідок симбіотичної взаємодії із бульбочковими бактеріями, забезпечуючи свою потребу у цьому елементі живлення на 22–78 % [14]. Проте для забезпечення рослин усіма необхідними елементами мінерального живлення і досягнення високої їх продуктивності деякі науковці рекомендують вносити у грунт мінеральний азот, оскільки протягом вегетаційного періоду можуть скластися досить несприятливі умови функціонування бобово-ризобіального симбіозу [15].

Фосфор міститься у складі АТФ, що є джерелом енергії, яка під час процесів фотосинтезу та окислювального фосфорилювання використовується для росту й розвитку рослин, поглинання поживних речовин із ґрунту, синтезу органічних сполук і їх транспортування [16]. Калій активує понад 60 ферментних систем, які здійснюють метаболічні реакції у рослинному організмі. За рахунок рухомості та здатності переносити фотоасиміляти від листкових пластинок до інших органів рослини калій надає стимулюючу дію перебігу фотосинтезу. Цей елемент відіграє вагому роль у регулюванні

водного режиму рослин, що пояснюється підтриманням його іонів відповідного стану колоїдів цитоплазми [15].

Функціонування всіх життєво важливих систем рослинного організму забезпечується за рахунок наявності мікроелементів, які є складовою частиною фізіологічно активних речовин і за участю яких здійснюються процеси синтезу й обміну органічних сполук, поглинання та вивільнення енергії [17].

Рекомендованими агротехнологічними прийомами оптимізації мінерального живлення рослин як основного фактору підвищення фотосинтетичної продуктивності є внесення мінеральних добрив і проведення позакореневого підживлення мікродобривами. Важливого значення водночас набуває визначення оптимального співвідношення елементів мінерального живлення з урахування наявності їх у грунті та потреби в них.

Мета дослідження – з'ясування впливу різних норм мінеральних добрив, допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та підживлення посівів мікродобривом на динаміку формування листкової поверхні чини, тривалість і продуктивність її фотосинтетичної роботи.

Матеріали та методика досліджень. Поставлене завдання було виконано під час проведення польових досліджень в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН Полтавського району Полтавської області протягом 2018–2020 рр.

Грунтовий покрив дослідних ділянок представлений чорноземом типовим важкосуглинковим. Уміст гумусу в шарі грунту 0–20 см становить 4,5 %, азоту, що гідролізується (5,44–8,10 мг) (за Тюріним і Кононовою), рухомого фосфору – 10,0–15,0 мг (за Чириковим), калію – 16–20 мг на 100 г ґрунту (за Масловою). Грунтовий розчин має слабкокислу реакцію, pH сольової витяжки знаходиться на рівні 6,1. Гідролітична кислотність становить 2,1–2,3 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Погодні умови вегетаційного періоду за роки дослідження були неоднорідними, що дозволило всебічно оцінити вплив агротехнологічних прийомів, які вивчали, на формування асиміляційного апарату рослин чини посівної, тривалість і продуктивність їх фотосинтетичної роботи.

Схема досліду передбачала внесення мінеральних добрив у дозах $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$, допосівну інокуляцію насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектора Різосейв (1,0 л/т), її поєднання з позакореневим підживленням рослин у фазі гілкування мікродобривом Авангард Р Бобові (2 л/га), а також комплексне застосування інокулянту і біопротектора з макро- і мікродобривами.

Варіанти досліджень розміщували послідовно. Повторність – чотириразова. Посівна площа ділянки – 80 м^2, облікова – 40 м^2. Технологія вирощування чини посівної є загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу за виключенням прийомів, що вивчали.

Величину площі листкової поверхні визначали в динаміці у відповідні фази росту й розвитку методом «висічок», а фотосинтетичний потенціал посіву і чисту продуктивність фотосинтезу – за методикою А. А. Ничипоровича [18]. Масу абсолютно сухої речовини рослин визначали шляхом висушування до постійної маси за температури 105 С° паралельних наважок, взятих із проб двох несуміжних повторень [19]. Облік урожаю зерна з ділянок здійснювали за допомогою селекційного комбайна «Sampo-500».

Результати досліджень. Експериментальні результати польового досліду свідчать про нерівномірність перебігу формування асиміляційної поверхні чини посівної упродовж вегетаційного періоду. На початкових етапах розвитку рослин, від появи сходів до настання гілкування, їхня листкова поверхня збільшувалася досить повільно, що пояснюється інтенсивним формуванням кореневої системи (табл. 1).

Від фази початку бутонізації темпи наростання фотосинтетичного апарату збільшувались і досягали максимуму у період від цвітіння до формування бобів. До початку наливу бобів величина листкової поверхні посівів досягала розмірів 32,7–38,2 тис. м^2/га. Надалі внаслідок відмирання листків нижніх ярусів, починаючи від фази дозрівання бобів, значення цього показника зменшилися на 12,2–17,0 %.

Суттєвий вплив на формування асиміляційного апарату рослин мало мінеральне удобрення, проведення допосівної обробки насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т), біопротектора Різосейв (1,0 л/т) та їх поєднання з позакореневим підживленням рослин у фазі гілкування мікродобривом

Таблиця 1

Динаміка формування асиміляційної поверхні посівів чини залежно від рівнів живлення, тис. м^2/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант досліду	Фази росту і розвитку рослин				
	гілкування	цвітіння	формування бобів	налив бобів	побуріння бобів
Контроль	16,2	25,8	32,7	35,8	29,7
$N_{20}P_{40}K_{40}$	18,3	30,7	35,2	37,1	32,6
$N_{40}P_{40}K_{40}$	19,1	34,4	36,7	38,4	33,4
Різолайн + Різосейв	16,8	26,8	34,5	36,3	30,4
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	17,4	28,2	34,9	36,7	30,9
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	19,5	32,3	37,7	39,9	34,2
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	20,4	33,8	38,2	41,3	35,1

Авангард Р Бобові (2 л/га). У період найінтенсивнішого наростання листкової поверхні її максимальні розміри (41,3 тис. м²/га) забезпечило поєднання вищезазначених елементів технології вирощування.

Слід відмітити важливе значення азотних добрив у формуванні листкової поверхні посівів. У варіанті із внесенням половинної дози азоту площа листкової поверхні посівів зменшувалася на 3,4 % порівняно з повним азотним удобренням. Внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння та її поєднання з позакореневим підживленням рослин в якості окремих агротехнічних прийомів виявилося менш ефективним для оптимізації умов формування асиміляційного апарату рослин, на що вказує зменшення площі листкової поверхні відповідно до 37,1–38,4, 36,3 та 36,7 тис. м²/га порівняно з варіантом їх сумісного застосування.

Однією з умов найповнішої реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності є тривале функціонування асиміляційної поверхні оптимальних розмірів. Сумарна характеристика фотосинтетичної діяльності рослин протягом вегетаційного періоду виражається фотосинтетичним потенціалом, величина якого змінювалася залежно від умов вирощування чини. У варіантах внесення мінеральних добрив значення фотосинтетичного потенціалу збільшилися на 8,72–12,3 % відносно контролю, причому більшим воно було за внесення повної дози азоту. Внаслідок допосівного оброблення насіння комплексом мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та біопротектору, а також за поєднання цих елементів із позакореневим підживленням рослин мікродобривом значення цього показника становили на рівні 1212 і 1239 млн. м²/га за добу. Найкращі умови для функціонування асиміляційного апарату рослин створювалися за поєднання допосівної обробки насіння і позакореневого підживлення рослин на фоні внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$, у цьому варіанті досліду фотосинтетичний потенціал посівів збільшувався порівняно з контролем на 16,9 % (табл. 2).

Активність функціонування одиниці листкової поверхні під час створення органічної біомаси протягом вегетаційного періоду характеризує показник чистої продуктивності фотосинтезу [20]. Посіви із тривалим функціонуванням добре розвиненого фотосинтетичного апарату були більш продуктивними.

Кількість органічної речовини, синтезованої за добу одиницею листкової поверхні, в середньому за період вегетації була найвищою (5,12 г м²) у варіанті поєднання прийомів внесення мінеральних добрив дозою $N_{40}P_{40}K_{40}$, інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин. Внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню показника чистої продуктивності фотосинтезу порівняно з контролем на 0,87–1,23 г/м² за добу. У варіантах із проведенням допосівної інокуляції насіння та поєднанням її із позакореневим підживленням рослин кількість синтезованої органічної речовини в середньому за добу становила 3,86 і 4,12 г/м².

Разом із підвищенням показників продуктивності фотосинтетичної роботи збільшувалися показники накопиченої рослинами абсолютно сухої біомаси. Загалом у досліді спостерігався стимулюючий ефект макро- і мікроелементів та інтродукованих штамів азотфіксуючих мікроорганізмів на накопичення рослинами органічної біомаси. Найінтенсивніше цей процес відбувався за поєднання всіх елементів технології, що вивчали, про що свідчить збільшення маси абсолютно сухої речовини рослин до 658 г з 1 м². У варіантах застосування мікробіологічного препарату і біопротектору для допосівної обробки насіння та їх сумісного використання з мікродобривом маса сухої речовини рослин у фазу гілкування становила 495 і 528 г/м² відповідно. На фонах мінерального удобрення інтенсивність накопичення продуктів асиміляції чиною посівною була вищою: на 1 м² площі накопичувалося 586–623 г сухої біомаси рослин.

Після цвітіння, запилення і запліднення боби і насіння ставали потужними атрагуючими центрами мобілізації і споживання фотоасимілятів. Відповідно спрямованість і швидкість їх пересування в рослинному організмі визначали величину основних структурних елементів продуктивності рослин та загальну урожайність посівів (табл. 3). Найкращі умови для цього створювалися за комплексного застосування макро- і мікроелементів та допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, унаслідок чого зернова продуктивність посівів зросла порів-

Таблиця 2

Вплив забезпеченості посівів чини посівної елементами мінерального живлення на величину фітометричних показників рослин, (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант досліду	Фотосинтетичний потенціал, млн. м²/га діб	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу	Маса рослини в абсолютно сухому стані, г/м²
Контроль	1172	3,38	452
$N_{20}P_{40}K_{40}$	1284	4,25	586
$N_{40}P_{40}K_{40}$	1337	4,61	623
Різолайн + Різосейв	1212	3,86	495
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	1239	4,12	528
$N_{20}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	1367	4,78	634
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	1410	5,12	658

Таблиця 3

Урожайність зерна чини посівної залежно від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант досліду	Урожайність за роками, т/га			Середнє
	2018	2019	2020	
Контроль	2,44	2,08	2,18	2,23
$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,21	2,56	2,63	2,80
$N_{40}P_{40}K_{40}$	3,34	2,74	2,81	2,93
Різолайн + Різосейв	2,56	2,32	2,43	2,44
Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	2,75	2,41	2,54	2,57
$N_{20}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	3,27	2,63	2,68	2,86
$N_{40}P_{40}K_{40}$ + Різолайн + Різосейв + Авангард Р Бобові	3,34	2,89	2,97	3,07
$НІР_{0,95}$	0,12	0,15	0,14	–

няно з контролем на 27,4 %. За поєднання цих елементів технології вирощування на фоні внесення половинної дози азоту відзначено відповідне зниження її показника. Внесення мінеральних добрив забезпечило підвищення рівня врожайності зерна чини посівної на 0,57 і 0,70 т/га порівняно з контролем.

Проведення допосівної інокуляції насіння та її поєднання з позакореневим підживленням дало змогу збільшити зернову продуктивність чини до 2,44 та 2,57 т/га відповідно.

Висновки. Отже, інтенсивність формування асиміляційної поверхні посівів змінювалася протягом вегетаційного періоду рослин чини посівної. Найвищим цей показник був у період формування-початку наливу бобів і насіння. Розміри фотосинтезуючого апарату рослин, тривалість і продуктивність його активного функціонування зумовлені покращенням поживного режиму рослин за рахунок інтродукції у ризосферу мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та їх забезпечення доступними формами елементів мінерального живлення.

Найдоцільнішим виявилося поєднання допосівної інокуляції насіння з позакореневим підживленням рослин на фоні внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$, за якого внаслідок подовження періоду продуктивної фотосинтетичної діяльності добре розвиненої асиміляційної поверхні відбулося підвищення зернової продуктивності посівів до 3,07 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вишнякова М. А., Бурляева М. О. Потенциал хозяйственной ценности и перспективы использования российских видов чины. *Сельскохозяйственная биология.* 2006. № 6. С. 85–97.
2. Силенко С. І., Єремко Л. С., Силенко О. С., Роговий О. Ю., Андрущенко О. В., Гангур В. В. Добір вихідного матеріалу чини посівної (Lathirus sativus L.) для створення посухостійких сортів. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 99–108. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.1.
3. Al-Snafi A. E. Chemical Constituents and Pharmacological Effects of Lathyrus Sativus – A Review. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*. 2019. Vol. 9. P. 51–58.
4. Hailu D., Abera S., Teka T. A. Effects of processing on nutritional composition and anti-nutritional factors of grass pea (Lathyrus Sativus L): A Review. *Food Science and Quality Management.* 2015. Vol. 36. P. 61–71.
5. Lambein F., Travella S., Kuo Y. H., Montagu M. V., Marc Heijde. Grass pea (Lathyrus sativus L.): orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta*. 2019. Vol. 250. P. 821–838. URL: https://doi.org/10.1007/s00425-018-03084-0.
6. Kumar S., Bejiga G., Ahmed S., Nakkoul H., Sarker A. Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β-ODAP) content. *Food and Chemical Toxicology*. 2011. Vol. 49. P. 589–600. URL: https://doi.org/10.1016 / j.fct.2010.06.051.
7. Mehmet A. Fatty acid characteristics of grass pea (Lathyrus sativus) in an East Mediterranean environment. *Cogent Chemistry.* 2017. Vol. 3. P. 1–9. URL: https://doi.org/10.1080/23312009.2017.1296748.
8. Khandare A. L., Kumar R. H., Meshram I. I., Arlappa N., Laxmaiah A., Venkaiah K., Rao P. A., Validandi V., Toteja G. S. Current scenario of consumption of Lathyrus sativus and lathyrism in three districts of Chhattisgarh State, India. *Toxicon*. 2018. Vol. 150. P. 228–234. URL: https://doi.org/10.1016 / j.toxicon.2018.06.069.
9. Rybiński W., Karamać M., Sulewska K., Börner A., Amarowicz R. Antioxidant potential of grass pea seeds from European countries. *Foods*. 2018. Vol. 7. P. 142–153. URL: https://doi.org/10.3390/foods7090142.
10. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва : Изд-во АН СССР, 1963. С. 5–36.
11. Tokarz K. M., Wesołowski W., Tokarz B., Makowski W., Wysocka A., Jedrzejczyk R. J., Chrabaszcz K., Malek K., Kostecka-Gugała A. Stem photosynthesis – a key element of grass pea (Lathyrus sativus L.) acclimatisation to salinity. *International Journal of Molecular Sciences.* 2021. Vol. 22. P. 685–718. URL: https://doi.org/10.3390/ijms22020685.
12. Єремко Л. С., Швець А. Ю., Кобилинський І. В., Саєнко В. О. Оптимізація поживного режиму – фактор підвищення продуктивності посівів чини посівної (Lathirus sativus L.). *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 149–155. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.18.
13. Єремко Л. С., Гангур В. В., Киричок О. О., Сокирко Д. П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 50−56. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.06.
14. Сокирко Д. П., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив елементів технології вирощування на формування

симбіотичного апарату зернобобових культур. *Colloquium-journal*. 2021. № 10 (97). P. 30–32.
15. Li X., Zen R., Liao H. Improving crop nutrient efficiency through root architecture modification. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2016. Vol. 58. P. 193–202. URL: https://doi.org/10.1111/jipb.12434.
16. Mart´inez-Ballesta M. C., Dominguez-Perles R., Moreno D. A., Muries B., Alcaraz-Lopez C., Bast´ias E., Garc´ia-Viguera C., Carvaja M. Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agronomy for Sustainable Development.* 2010. Vol. 30. P. 295–309.
17. Попов В. В. Содержание микроэлементов в почвах юго-востока Ростовской области. *Агрохимический вестник*. 2002. № 3. С. 37–38.
18. Ничипорович А. А., Строганова Л. Э., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва : Издательство АН СССР, 1961. 133 с.
19. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. Москва : Наука, 1972. 527 с.
20. Кошкин Е. И. Частная физиология полевых культур. Учеб. пособ. Москва : Колос, 2005. 344 с.

REFERENCES:

1. Vyshniakova, M. A., Burliaeva, M. O. (2006). Potentsyal khoziaistvennoi tsennosty y perspektyvы yspolzovanyia rossyiskykh vydov chynы [The potential of economic value and the prospects for the use of Russian types of grass pea]. *Selskokhoziaistvennaia byolohyia – Agricultural biology*, 6, 85–97 [in Russian].
2. Sylenko, C. I., Yeremko, L. S., Sylenko, O. S., Rohovyi, O. Yu., Andrushchenko, O. V., Hanhur, V. V. (2020). Dobir vykhidnoho materialu chyny posivnoi (Lathirus sativus L.) dlia stvorennia posukhostiikykh sortiv [Choosing parent material of grass peavine (*Lathirus sativus L.*) for creating drought resistant varieties]. *Visnyk PDAA – Bulletin of PSAA,* 3, 99–108. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.1 [in Ukrainian].
3. Al-Snafi, A. E. (2019). Chemical Constituents and Pharmacological Effects of Lathyrus Sativus – A Review. *IOSR Journal of Pharmacy (IOSRPHR)*, 9, 51–58 [in English].
4. Hailu, D., Abera, S., Teka, T. A. (2015). Effects of processing on nutritional composition and anti-nutritional factors of grass pea (Lathyrus Sativus L): A Review. *Food Science and Quality Management,* 36, 61–71 [in English].
5. Lambein, F., Travella, S., Kuo, Y. H., Montagu, M. V., Marc, H. (2019). Grass pea (Lathyrus sativus L.): orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta*, 250, 821–838. URL: https://doi.org/10.1007/s00425-018-03084-0 [in English].
6. Kumar, S., Bejiga, G., Ahmed, S., Nakkoul, H., Sarker, A. (2011). Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β-ODAP) content. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 589–600. URL: https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.051 [in English].
7. Mehmet, A. (2017). Fatty acid characteristics of grass pea (Lathyrus sativus) in an East Mediterranean environment. *Cogent Chemistry,* 3, 1–9. URL: https://doi.org/10.1080/23312009.2017.1296748 [in English].
8. Khandare, A. L., Kumar, R. H., Meshram, I. I., Arlappa, N., Laxmaiah, A., Venkaiah, K., Rao, P. A., Validandi, V., Toteja, G. S. (2018). Current scenario of consumption of Lathyrus sativus and lathyrism in three districts of Chhattisgarh State, India. *Toxicon*, 150, 228–234. URL: https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.06.069 [in English].
9. Rybiński, W., Karamać, M., Sulewska, K., Börner, A., Amarowicz, R. (2018). Antioxidant potential of grass pea seeds from European countries. *Foods*, 7, 142–153. URL: https://doi.org/10.3390/foods7090142 [in English].
10. Nychyporovych, A. A. (1963). O putiakh povыshenyia produktyvnosty fotosynteza rastenyi v posevakh. Fotosyntez y voprosы produktyvnosty rastenyi [About the ways of increasing the productivity of plant photosynthesis in crops. Photosynthesis and questions of plant productivity]. M.: Yzd-vo AN SSSR, 5–36 [in Russian].
11. Tokarz, K. M., Wesołowski, W., Tokarz, B., Makowski, W., Wysocka, A., Jedrzejczyk, R. J., Chrabaszcz, K., Malek, K., Kostecka-Gugała, A. (2021). Stem photosynthesis – a key element of grass pea (Lathyrus sativus L.) acclimatisation to salinity. *International Journal of Molecular Sciences,* 22, 685–718. URL: https://doi.org/10.3390/ijms22020685 [in English].
12. Yeremko, L. S., Shvets, A. Yu., Kobylynskyi, I. V., Saienko, V. O. (2021). Optymizatsiia pozhyvnoho rezhymu – faktor pidvyshchennia produktyvnosti posiviv chyny posivnoi (Lathirus sativus L.) [Nutritive regime optimization as a factor of increasing crop productivity of grass peavine (*Lathirus sativus L.*). *Visnyk PDAA – Bulletin of PSAA*, 1, 149–155. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.18 [in Ukrainian].
13. Yeremko, L. S., Hanhur, V. V., Kyrychok, O. O., Sokyrko, D. P. (2019). Mineralne zhyvlennia yak faktor pidvyshchennia fotosyntetychnoi produktyvnosti i urozhainosti posiviv horokhu [Mineral nutrition as a factor of increasing photosynthetic productivity and yield of field pea]. *Visnyk PDAA– Bulletin of PSAA*, 3, 50−56. URL: https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.06 [in Ukrainian].
14. Sokyrko, D. P., Hanhur, V. V., Yeremko, L. S. (2021). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na formuvannia symbiotychnoho aparatu zernobobovykh kultur [Impact of grooving technology elements on the formation of leguminous crops symbiotic apparatus]. *Colloquium-journal*, 10 (97), 30–32 [in Poland].
15. Li, X., Zen, R., Liao, H. (2016). Improving crop nutrient efficiency through root architecture modification. *Journal of Integrative Plant Biology*, 58, 193–202. URL: https://doi.org/10.1111/jipb.12434 [in English].
16. Mart´inez-Ballesta, M. C., Dominguez-Perles, R., Moreno, D. A., Muries, B., Alcaraz-Lopez, C., Bast´ias, E., Garc´ia-Viguera, C., Carvaja, M. (2010). Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agronomy for Sustainable Development,* 30, 295–309 [in English].
17. Popov, V. V. (2002). Soderzhanye mykroэlementov v pochvakh yuho-vostoka Rostovskoi oblasty [The content of trace elements in the soils of the Southeast of the Rostov region]. *Ahrokhymycheskyi vestnyk – Agrochemical Bulletin*, 3, 37–38 [in Russian].
18. Nychyporovych, A. A., Strohanova, L. Э., Chmora, S. N., Vlasova, M. P. (1961). Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi v posevakh [Photosynthetic activity of

plants in crops]. Moskva: Yzdatelstvo AN SSSR, 133 [in Russian].
19. Nychyporovych, A. A. (1972). Fotosyntetycheskaia deiatelnost rastenyi y puty povыshenyia ykh produktyvnosty. Teoretycheskye osnovы fotosyntetycheskoi produktyvnosty [Photosynthetic activity of plants and ways to increase their productivity. Theoretical foundations of photosynthetic productivity]. Moskva: Nauka, 527 [in Russian].
20. Koshkyn E. Y. (2005) Chastnaia fyzyolohyia polevыkh kultur [Private physiology of field crops]. Ucheb. posob. Moskva: Kolos, 344 [in Russian].

Гангур В.В., Єремко Л.С., Саєнко В.О. Динаміка формування листкової поверхні чини посівної та продуктивність її фотосинтетичної діяльності залежно від рівня мінерального живлення

Мета дослідження – з'ясування впливу різних норм мінеральних добрив, допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та підживлення посівів мікродобривами на динаміку формування листкової поверхні чини посівної, тривалість і продуктивність її фотосинтетичної роботи.

Методи. Дослідження проведено в умовах дослідного поля ДП «ДГ «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН Полтавського району Полтавської області протягом 2018–2020 рр. Ми вивчали такі елементи технології вирощування: внесення мінеральних добрив у дозах $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$, проведення допосівної інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату Різолайн (3,0 л/т) і біопротектора Різосейв (1,0 л/т), її поєднання з позакореневим підживленням рослин у фазі гілкування мікродобривом Авангард Р Бобові (2 л/га), а також комплексне застосування інокулянту й біопротектора з макро- і мікродобривами.

Результати досліджень свідчать про суттєвий позитивний вплив агротехнологічних прийомів, які вивчали, на динаміку формування листкової поверхні рослин і тривалість її активної фотосинтезуючої роботи. Найсприятливішою умовою функціонування асиміляційного апарату рослин (що визначали за накопиченням рослинами значної кількості органічної надземної біомаси) є поєднання допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин на фоні внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$: у цьому варіанті досліду зернова продуктивність посівів була найвищою і становила 3,07 т/га.

Урожайність зерна на фонах мінерального удобрення $N_{20}P_{40}K_{40}$ і $N_{40}P_{40}K_{40}$ становила 2,80 і 2,93 т/га відповідно, що вище контролю на 20,3 і 23,9 %. Проведення допосівної інокуляції насіння та її поєднання з позакореневим підживленням рослин дало змогу збільшити зернову продуктивність посівів чини до 2,44 та 2,57 т/га відповідно.

Висновки. Розміри фотосинтезуючого апарату рослин, тривалість і продуктивність його активного функціонування зумовлені покращенням поживного режиму рослин за рахунок інтродукції у ризосферу мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та їх забезпечення доступними формами елементів мінерального живлення.

Найдоцільнішим виявилося поєднання допосівної інокуляції насіння з позакореневим підживленням рослин на фоні внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$, унаслідок чого за рахунок подовження періоду продуктивної фотосинтетичної діяльності добре розвиненої асиміляційної поверхні відбулося збільшення зернової продуктивності посівів за умов недостатнього зволоження до 3,07 т/га.

Ключові слова: чина посівна (*Lathirus sativus L.*), площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, інокуляція, мінеральні добрива, мікродобрива, урожайність зерна.

Hanhur V.V., Yeremko L.S., Saienko V.O. Dynamics of leaf surface formation of grass pea and productivity of its photosynthetic activity depending on the level of mineral nutrition.

Purpose – to find out the effect of different mineral fertilizers doses, pre-sowing seed treatment with microbiological preparation on the basis of nitrogen-fixing microorganisms and foliar fertilization with micronutrients on the dynamics of leaf surface formation, sowing duration and photosynthetic productivity.

Methods. The researches were conducted at the experimental field of the State Research Enterprise «EF «Stepne» of the Institute of Pig Breeding and AIP NAAS» of Poltava district of Poltava region during 2018-2020 years.

The following elements of cultivation technology were studied: application of mineral fertilizers in doses $N_{20}P_{40}K_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$, pre-sowing seed inoculation with a complex of microbiological preparation Rhizoline (3,0 l/t) and bioprotector Rhizosave (1,0 l/t), its combination with foliar fertilization in phase of branching with microfertilizer Avangard R Bobovi (2,0 l/ha) and complex application of inoculant and bioprotector with macro- and microfertilizers.

Research results indicate a significant positive effect of studied agro-technological techniques on the plant leaf surface formation dynamics and its active photosynthetic work duration.

The most favorable conditions for the assimilation apparatus functioning, which was expressed in the accumulation of plants a significant amount of organic aboveground biomass were created by a combination of pre-sowing seed treatment, foliar fertilization and mineral fertilizer application at the dose $N_{20}P_{40}K_{40}$. Accordingly, in this variant, the grain productivity of crops was the highest – 3,07 t/ha.

The grain yields in the variants with mineral fertilizer application at the doses $N_{20}P_{40}K_{40}$ and $N_{40}P_{40}K_{40}$ were 2,80 and 2,93 t/ha, respectively, which exceeded the control by 20,3 and 23,9 %. Carrying out pre-sowing seed inoculation and its combination with foliar application of plants made it possible to increase the grain productivity of crops to 2,44 and 2,57 t/ha, respectively.

Conclusion. The size of plant photosynthetic apparatus, duration and productivity of its active functioning were due to the improvement of plant nutrition due to the introduction into the rhizosphere of a microbiological preparation based on nitrogen-fixing microorganisms and their provision with available forms of mineral nutrients.

The combination of pre-sowing seed inoculation, foliar fertilization of plants and application of mineral fertilizers in a dose $N_{40}P_{40}K_{40}$, was most expedient, where due to prolongation of the period of productive photosynthetic activity of well-developed assimilation surface in conditions of insufficient moisture the grain productivity increased to 3.07 t/ha.

Key words: grass pea (*Lathirus sativus L.*), leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity, inoculation, mineral fertilizers, microfertilizers, grain yield.

УДК 633.85:631.51.021: 631.8(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.4

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЩІЛЬНІСТЬ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

ГАРО І.М. – пошукач
http://orcid.org/0000-0003-1846-9483
Миколаївський національний аграрний університет
ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
http://orcid.org/0000-0002-4151-0299
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Відомо, що оптимальні умови для життєдіяльності рослин створюються за відповідної щільності ґрунту, яка впливає на вміст у ньому вологи та повітря. Від щільності ґрунту залежить здатність його поглинати і утримувати вологу, забезпечувати її ефективне використання рослинами, а також поживними речовинами й повітрям. Це питання є виключно важливим для всіх сільськогосподарських культур, зокрема і ріпаку озимого.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки в землеробській галузі швидко зростає енергоозброєність сільського господарства, що створює достатньо широкі можливості для інтенсивності обробітку ґрунту. Проте досвід і практика засвідчують, що в багатьох випадках з посиленням інтенсивності обробітку все частіше мають місце негативні наслідки. Зростають витрати на його виконання, які не завжди супроводжуються підвищенням урожайності, пришвидшується мінералізація гумусу, ґрунт розпилюється, зменшується його стійкість проти ерозії. Дослідженнями встановлено, що кожен прохід трактора і ґрунтообробних знарядь призводить до переущільнення ґрунту, що може негативно позначатись на якості наступних операцій з обробітків та врожайність сільськогосподарських культур [1].

За даними ряду авторів, наприклад, тривале застосування мілкої оранки, безполицевого обробітку і особливо дискування сприяє диференціації орного шару за твердістю і щільністю. Як правило, ці показники в шарі ґрунту 0–10 см зменшуються, а у шарах 10–20 і 20–30 см порівняно з оранкою збільшуються.

Теоретичною основою мінімізації обробітку слугують досягнення в галузі агрофізики ґрунту. У багатьох випадках та залежно від умов і факторів вирощування рівноважна щільність не виходить за межі оптимальної, а розпушування ґрунту не завжди здатне сприяти збереженню в ньому вологи [2; 3]. Загальновизнаною можна вважати думку, що надмірна щільність грунту погіршує його водний і повітряний режими, стає механічною перешкодою на шляху оптимального розвитку кореневої системи рослин.

В останні роки проведено багато досліджень щодо вивчення реакції сільськогосподарських культур на щільність орного шару ґрунту. Ще набагато раніше І.Б. Ревут, узагальнюючи велику кількість матеріалів даного спрямування, робить висновок про те, що реакція рослин на щільність ґрунту носить зональний характер і залежить від особливостей ґрунтової відміни [4].

Мета. Використовуючи щільність як показник діагностики для застосування того чи іншого способу обробітку ґрунту, рекомендується порівнювати наявну рівноважну щільність для даного типу ґрунту і оптимальну для певного виду рослин. Невідповідність цих величин вказує на необхідність добору виду і глибини обробітку ґрунту, заходи і способи якої повинні відповідати біологічним особливостям культури. Отож було прийнято рішення дослідити ці питання за вирощування ріпаку озимого.

Матеріали та методика досліджень. Упродовж 2012–2015 рр. проведено дослідження з культурою ріпаку озимого сорту Чемпіон України в умовах СТОВ «Зоря» Черкаського району Черкаської області. Грунтова відміна – чорнозем звичайний середньосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі грунту в середньому складає 3,16%, забезпеченість рухомими сполуками азоту – 26,2 мг/кг ґрунту (середній вміст), фосфору – 48,4 мг/кг ґрунту (підвищений вміст).

Погодні умови в роки вирощування ріпаку озимого дещо різнились і особливо за кількістю опадів, проте були типовими для зони проведення досліджень.

Залежно від заходу і глибини основного обробітку ґрунту в основні періоди вегетації рослин ріпаку озимого визначали щільність складення грунту (за методом ріжучого кільця), вміст нітратів (за методом Грандваль-Ляжу), рухомого фосфору (за методом Мачигіна).

Результати досліджень. Нами було проведено визначення щільності орного шару ґрунту за двох різних способів його основного обробітку, результати яких наведено в таблиці 1. Щільність складення 0-30 см шару ґрунту після збирання попередника ріпаку озимого коливалася у роки досліджень від 1,28 г/см^3 до 1,41 г/см^3.

За результатами проведення основного обробітку ґрунту щільність у всіх варіантах досліду зменшилася, однак величина зміни цього показника більшою мірою залежала від способу обробітку, а не його глибини. Більш рихлий стан ґрунту забезпечувала оранка. У середньому щільність 0-30 см шару ґрунту у варіанті оранки на 25-27 см у фазу сходів ріпаку склала 1,16 г/см^3. На ділянках, оброблених дисковою бороною на глибину 12-14 см, вона була більшою порівняно з оранкою на 0,12 г/см^3.

Під впливом осінньо-зимових опадів спостерігали ущільнення ґрунту. Причому це відбувалося в усіх варіантах незалежно від способу і глибини основного обробітку. Визначено, що більшою мірою до ущільнення схильний верхній (0-10 см) шар ґрунту. У середньому

до фази стеблування у варіанті з оранкою 0-30 см шар ущільнився на 0,1 г/см³, а за дискування на 0,08 г/см³. Орний шар ущільнюється в осінньо-зимовий і ранньовесняний періоди.

Таблиця 1

Динаміка щільності ґрунту на посівах ріпаку озимого залежно від способу його обробітку (середнє за 2012–2015 рр.), г/см³

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту	
	оранка	дискування
Сходи		
0-10	1,05	1,08
10-20	1,16	1,34
20-30	1,28	1,41
0-30	1,16	1,28
Стеблування		
0-10	1,12	1,24
10-20	1,30	1,39
20-30	1,35	1,44
0-30	1,26	1,36
Цвітіння		
0-10	1,24	1,25
10-20	1,39	1,41
20-30	1,41	1,44
0-30	1,35	1,37
Повна стиглість насіння		
0-10	1,14	1,17
10-20	1,23	1,40
20-30	1,26	1,44
0-30	1,21	1,34

Незначне ущільнення ґрунту у всіх варіантах досліду тривало до фази цвітіння ріпаку озимого, що частково відбувалося й під впливом атмосферних опадів. У цей період спостерігали деяке нівелювання відмінностей у щільності складення ґрунту за варіантами досліду.

Таким чином, проведення оранки під посіви ріпаку озимого сприяє зменшенню щільності ґрунту, що в свою черг оптимізує умови життєдіяльності рослин – інтенсифікує розвиток кореневої системи, покращує водний, поживний та повітряний режими ґрунту.

Основним джерелом елементів живлення для рослин є ґрунт. Рівень родючості ґрунту є визначальним фактором одержання високих і сталих рівнів урожаїв сільськогосподарських культур. Це явище не є постійним, у деяких випадках воно динамічне, а в оброблюваних ґрунтах ця динаміка простежується безперервно. Численні наукові дані щодо впливу тривалого застосування різних систем основного обробітку на поживний режим ґрунту є достатньо суперечливими. Залежить це, зокрема, від рівня забезпеченості ґрунту NPK і внесення добрив.

Порівняно з щорічною оранкою довготривалий безполицевий обробіток призводить до збільшення вмісту рухомого фосфору і обмінного калію у верхньому орному шарі та значного зменшення його в нижніх горизонтах [5].

З метою усунення диференціації орного шару за родючістю та підвищення його мікробіологічної активності ряд дослідників дійшли висновку про доцільність періодичного чергування полицевих і безполицевих обробітків ґрунту [6; 7].

Ріпак озимий розвиває велику кореневу систему та формує й значну надземну масу, тому він засвоює з ґрунту багато поживних речовин. Для створення однієї тонни насіння з відповідною кількістю біомаси він виносить із ґрунту: азоту – 45–80 кг, фосфору – 18–40 кг, калію – 25–100 кг, кальцію – 30–150 кг, магнію – 5–15 кг, сірки – 30–45 кг [8].

Поживний режим ґрунту багато в чому залежить від способу основного обробітку ґрунту. Оранка порівняно з дискуванням значно посилює мінералізацію органічної речовини і збільшує ефективність використання елементів мінерального живлення, хоча при цьому внаслідок активної нітрифікації, а в подальшому денітрифікації, можуть відбуватись і втрати сполук азоту [9].

Про це повідомляють і за результатами досліджень у сівозміні з проведення основного обробітку ґрунту на зрошуваних землях з обертом пласта [10]. За безвідвальних способів обробітків грунту цей процес в основному протікає в анаеробних умовах, що більшою мірою сприяє збагаченню ґрунту поживними речовинами.

Нашими дослідженнями підтверджено певний вплив способу і глибини основного обробітку ґрунту під ріпак озимий на його поживний режим.

Проведені нами дослідження в умовах природного зволоження показали, що вміст нітратів у ґрунті змінювався протягом вегетаційного періоду ріпаку озимого (табл. 2).

Необхідно звернути увагу, що незалежно від способу основного обробітку ґрунту максимальний вміст нітратів визначено у фазу утворення весняної розетки. У подальшій вегетації, а саме у фазу цвітіння, спостерігали суттєве зниження їх кількості у всіх досліджуваних шарах ґрунту, що співпадає з максимальним використанням сполук азоту, адже саме у цей міжфазний період вегетації найбільш інтенсивно наростає надземна біомаса рослин ріпаку озимого, що встановлено нашими дослідженнями [11]. У фазу молочної стиглості насіння через відмирання дрібних коренів, їх часткової мінералізації та пожовтіння листків відбувається незначне підвищення вмісту нітратів у шарах ґрунту 0-30 та 30-50 см порівняно з визначенням їх у попередній період відбору зразків.

Проведення оранки сприяло лише деякому посиленню процесів нітрифікації і мало незначну тенденцію до дещо більшого накопичення нітратів у досліджуваних шарах ґрунту порівняно з дискуванням. У цьому варіанті вміст нітратів в основні періоди вегетації рослин ріпаку озимого, наприклад, у шарі ґрунту 0-50 см лише на 0,2-1,6 мг/кг ґрунту перевищував їх кількість порівняно з посівами, де проводили дискування. Тобто можна вважати, що різниці між вмістом їх за різних способів і глибиною обробітку ґрунту не встановлено.

Пояснюється це, очевидно тим, що у фазу весняної розетки більша частина нітратів витрачалась на відновлення загиблої вегетативної маси і тому в ґрунті їх вміст дещо зменшувався. У фазу цвітіння рослини формували потужну надземну біомасу, що й посприяло

Таблиця 2

Вплив основного обробітку ґрунту на вміст нітратів під посівами ріпаку озимого (середнє за 2012–2015 рр.), мг/кг ґрунту

Шар ґрунту, см	Періоди вегетації рослин рослин			
	сходи	весняна розетка	цвітіння	молочна стиглість насіння
Дискування на 12-14 см				
0-30	22,9	28,6	11,1	15,7
30-50	11,2	14,7	4,7	7,1
0-50	18,2	23,0	8,5	12,3
Оранка на 25-27 см				
0-30	23,4	30,8	2,7	16,1
30-50	10,9	15,3	5,5	7,6
0-50	18,4	24,6	9,8	12,7

значному виносу рухомого азоту з ґрунту. До кінця вегетації споживання азоту рослинами зменшується, і вміст нітратів у ґрунті за варіантами досліду щодо способів та глибин обробітку вирівнюється.

Фосфору рослини усіх сільськогосподарських культур і ріпаку зокрема виносять значно менше, ніж азоту. Однак забезпеченість рослин фосфором у різних ґрунтових умовах потребує не меншої уваги, ніж азотом, який для більшості типів ґрунтів знаходиться у першому мінімумі [12]. На відміну від азоту, ґрунтів, багатих на вміст фосфору, в природі практично не існує. Особливо важливою обставиною, яка ускладнює живлення рослин фосфором, є низька його розчинність, недостатня рухомість, важка доступність рослинам фосфорних сполук ґрунту. Фосфор, що внесли в ґрунт у формі розчинних мінеральних добрив, досить швидко переходить в слабко- і важкорозчинні форми, за взаємодії перш за все з карбонатами кальцію він утворює тризаміщений фосфат кальцію, який за нейтрального середовища ґрунтового розчину слабко розчиняється. Це досить сильно залежить від зволоження ґрунту та його мікробіологічної діяльності [13–15].

Добре відомо, що доступність рослинам фосфатів у ґрунті залежить, перш за все, від оптимізації мікробіологічної активності ґрунту, тобто від забезпечення умов відповідної аерації і підвищення вологозабезпеченості шляхом структуроутворення і розпушування ґрунту, внесення органічних добрив [16; 17]. Особливість забезпечення рослин фосфором за різних способів і глибин обробітку ґрунту пов'язана з перерозподілом рухомих фосфатів у межах шару, який обробляють [18].

Зокрема, акумуляція рухомого фосфору в поверхневому 0–10 см шарі ґрунту пов'язана з локалізацією у ньому добрив, а також із тим, що фосфати здатні контактувати з меншим об'ємом ґрунту, внаслідок чого меншою мірою фіксуються абсорбуючим комплексом [19].

Гетерогенність орного шару ґрунту у відношенні до фосфору ряд дослідників вважають позитивним явищем, тому що за цього покращуються умови живлення, особливо на початку вегетації рослин, коли саме з верхнього шару грунту рослини використовують у 10 разів більше фосфору, ніж із нижнього.

Саме задля задоволення потреб рослин у фосфорі в критичний період перед сівбою вносять P_2O_5 [20].

Нашими дослідженнями визначено, що на початку вегетації ріпаку в шарі ґрунту 0-50 см більша кількість рухомого фосфору містилася на посівах, де проводили оранку на 25-27 см (рис. 1).

Рис. 1. ***Вплив способу і глибини основного обробітку ґрунту на вміст P_2O_5 під посівами ріпаку озимого (середнє за 2012–2015 рр.), мг/кг ґрунту***

У варіантах із дискуванням цей показник був меншим на 1,72 мг/кг ґрунту. У фазу молочної стиглості насіння відмінності у вмісті рухомого фосфору в ґрунті за всіх заходів і глибини його обробітку були практично неістотними.

Найбільш відчутним зниження вмісту фосфору за вегетацію було визначено у варіанті досліду, де проводили оранку – 9,6 мг/кг ґрунту, проте воно практично не різнилось відносно варіанта з дискуванням. Незалежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту використання фосфору рослинами ріпаку озимого (67%) відбувалося переважно з шару 0-30 см і лише 23% – із глибшого шару ґрунту – 30-50 см.

Висновки. Дослідженнями, проведеними впродовж 2012–2015 рр., встановлено, що під впливом способу і глибини основного обробітку ґрунту під час вирощування ріпаку озимого щільність ґрунту впродовж вегетації культури дещо змінювалася. У період сходів у шарі ґрунту 0-30 см за проведення оранки на 25-27 см вона склала 1,16, а дискування на 12-14 см – 1,28 г/см^3. У фазу повної стиглості зерна зазначені показники відповідно визначені як 1,21 та 1,34 г/см^3, тобто за мілкого обробітку ґрунту порівняно з оранкою ґрунт мав більшу щільність на 0,12 – 0,13 г/см^3.

Дослідженнями визначено, що більшої щільності зложення ґрунт набуває у подальші періоди вегетації – фази цвітіння та стеблування за фоном дискування у шарах 10-20 і 20-30 см. Досліджувані способи обробітку ґрунту ще меншою мірою впливали на вміст нітратів у ґрунті, причому як на початку, так і після завершення вегетації культури різниця між дискуванням та оранкою склала лише 0,2-0,3 мг/кг ґрунту (вона була в межах помилки досліду) за незначної тенденції переваги оранки. Проте значно більшою різниця оранки порівняно з дискуванням визначена у фазу цвітіння – у шарі ґрунту 0-50 см нітратів містилося 8,5 мг/кг по фону дискування та 9,8 мг/кг відповідно – за проведення оранки.

Ще меншою мірою залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту змінювався вміст у шарах ґрунту рухомого фосфору. Так, на період молочної стиглості насіння ріпаку озимого у шарі 0-50 см цього елементу містилося 29,0 мг/кг за дискування і 31,5 мг/кг – за проведення оранки. Разом із тим у шарі грунту 0-30 см як на початку, так і після завершення вегетації культури, за фоном дискування P_2O_5 містилося дещо більше, ніж за оранки, що очевидно пояснюється акумуляцією рухомих фосфатів у верхніх шарах грунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гордієнко В.П. Мінімалізація обробітку ґрунту в польовій сівозміні. *Збірник наукових праць, присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна.* Умань : УСГА, 2000. 464 с.
2. Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л.В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков : Апостроф, 2011. 224 с.
3. Chang C., Lindwall W. Effect of long-term minimum tillage practices on some physical properties of a chernozemic clayloam. Canad. I. Soil Sc., 1989. P. 443–449.
4. Ревут И.Б., Соколовская И.А., Васильев А.М. Структура и плотность почвы – основные параметры кондиционирующие почвенные условия жизни растений. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1971. С. 54–125.
5. Погромська Я. Вплив систем удобрення на забезпеченість чорнозему звичайного рухомими формами NPK залежно від способів його обробітку. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія.* 2019. № 23. С. 212–221. URL : https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.212.
6. Гордієнко В.П., Бодня В.І. Вплив тривалого застосування різних систем удобрення у обробітку грунту в сівозміні на урожайність ярого ячменю. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії.* 2005. № 4(23). С. 94–100.
7. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку грунту в Україні. Київ : ВД «ЕМКО», 2007. 44 с.
8. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Ріпак. Львів : НВФ Українські технології, 2005. 88 с.
9. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., Dobrzeniecki, T. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 2012. 36, 217–226. doi: 10.3906/tar-1104-20.
10. Марковська О.Є. Наукове обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України : автореф. дис. … д-ра с.-г. наук : 06.01.02. Херсон, 2018. 43 с.
11. Гамаюнова В.В., Гаро І.М. Урожайність і якість насіння ріпаку озимого залежно від обробітку грунту, строку та способу сівби в умовах Лісостепу України. *Вісник ЖНЕАУ.* Житомир, 2017. № 1(58), Т. 1. С. 49–57.
12. Гамаюнова В.В. Зміна родючості грунтів південного Степу України під впливом добрив та підходи до їх ефективного застосування у сучасному землеробстві. *Агрохімія і ґрунтознавство: спец. випуск до IX з'їзду УТГА* (30 червня – 4 липня 2014 р., м. Миколаїв). Харків, 2014. Книга 1. С. 38–47.
13. Bogužas V., Sinkevičienė A., Romaneckas K., Steponavičienė V., Butkevičienė L. M. The impact of tillage intensity and meteorological conditions on soil temperature, moisture content and CO2 efflux in maize and spring barley cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture.* 2018, 307–314. doi: 10.13080/z-a. 2018.105.039.
14. Чайковська Л.О., Гамаюнова В.В. Фосфатмобілізуючі бактерії та їх вплив на продуктивність рослин. *Зб. наук. праць Уманського ДАУ* (спеціальний випуск). Умань : Уманський ДАУ, 2003. С. 220–226.
15. Пілюк Я.Є., Белавський В.М. Особливі аспекти вирощування озимого ріпаку. Сучасні технології рослинництва в Білорусі. Мінськ : Міністерство фінансів ІВЦ, 2005. С. 134–146.
16. Примак І.Д., Панченко О.Б. Вплив механічного обробітку грунту та удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України на агрофізичні властивості чорнозему типового. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2015. № 6. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_6_11.
17. Hamajunova U., Hlushko T., Honenko L. Presevation of soil fertility as a basis for improving the efficiency of management in the southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements-Sciemcee.* London, 2018. Vol. 4. P. 13–27.

18. Конишев А.А., Конишева Е.Х. Погодные условия и выбор обработки почвы. *Земледелие.* 2007. С. 6–12.
19. Шикула М.К., Гнатенко А.Ф. Фосфорний стан еродованого чорнозему в залежності від технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Вісник сільськогосподарські науки.* 1985. № 10. С. 23–27.
20. Сдобников С. С. Обработка почвы и питание растений. *Земледелие.* 1980. № 8. С. 18–21.

REFERENCES:

1. Gordiyenko, V.P. (2000). Minimalizaciya obrobitku g`runtu v pol`ovij sivozmini [Minimization of tillage in field crop rotation]. *Zbirny`k naukovy` kh pracz`, pry`svyacheny`j 100-richchyu z dnya narodzhennya S.S. Rubina – Collection of scientific works dedicated to the 100th anniversary of the birth of S.S. Rubin.* Uman`: USGA, 464 [in Ukrainian].
2. Medvedev, V.V., Lakty`onova, T.N., & Donczova, L.V. (2011). *Vodnie svojstva pochv Ukray`ni y` vlagoobespechennost` sel`skokhozyajstvennikh kul`tur [Water properties of soils of Ukraine and moisture supply of agricultural crops].* Khar`kov: Apostrof, 224 [in Ukrainian].
3. Chang, C., & Lindwall, W. (1989). Effect of long-term minimum tillage practices on some physical properties of a chernozemic clayloam. *Canad. I. Soil Sc.,* 443–449 [in English].
4. Revut, Y`.B., Sokolovskaya, Y`.A., & Vasy`l`ev, A.M. (1971). *Struktura y` plotnost` pochvy – osnovnye parametry kondy`cy`ony`ruyushhy`e pochvennie uslovy`ya zhy`zny` rasteny`j [Soil structure and density are the main parameters for conditioning soil conditions of plant life].* L.: Gy`drometeoy`zdat, 54–125 [in Russian].
5. Pogroms`ka, Ya. (2019). Vply`v sy`stem udobrennya na zabezpechenist` chornozemu zvy`chajnogo rukhomy`my` formamy` NPK zalezhno vid sposobiv jogo obrobitku [The infusion of fertilization systems for the safety of black soil with ruhomous forms of NPK is deposited as a method of processing]. *Visny`k L`vivs`kogo nacional`nogo agrarnogo universy`tetu. Agronomiya – Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy, 23, 212–221.* https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.212 [in Ukrainian].
6. Gordiyenko, V.P., & Bodnya, V.I. (2005). Vply`v try`valogo zastosuvannya rizny`kh sy`stem udobrennya u obrobitku gruntu v sivozmini na urozhajnist` yarogo yachmenyu [The effect of long-term use of different fertilizer systems in tillage on crop rotation on the yield of spring barley]. *Naukovi praci Poltavs`koyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi – Scientific works of Poltava State Agrarian Academy, 4 (23), 94–100* [in Ukrainian].
7. Sajko, V.F., & Maliyenko, A.M. (2007). *Sy`stemy` obrobitku gruntu v Ukrayini [Tillage systems in Ukraine].* Ky`yiv: VD «EMKO», 44 [in Ukrainian].
8. Lyhochvor, V.V., & Procz`, R.R. (2005). Ripak [Rapeseed]. L`viv: NVF Ukrayins`ki texnologiyi, 88 [in Ukrainian].
9. Małecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., & Dobrzeniecki, T. (2012). The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 36, 217–226. doi: 10.3906/tar-1104-20 [in English].
10. Markovs`ka, O.Ye. (2018). Naukove obg`runtuvannya agroekologichny`kh ta tekhnologichny`kh zakhodiv u sivozminakh na zroshuvany`kh zemlyakh Pivdennogo Stepu Ukrayiny` [Scientific substantiation of agroecological and technological measures in crop rotations on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kherson [in Ukrainian].
11. Gamayunova, V.V., & Garo, I.M. (2017). Urozhajnist` i yakist` nasinnya ripaku ozy`mogo zalezhno vid obrobitku gruntu, stroku ta sposobu sivby` v umovakh Lisostepu Ukrayiny` [Yield and quality of winter rape seeds depending on tillage, timing and method of sowing in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visny`k ZhNEAU – Bulletin of ZHNEAU, 1 (58), 1, 49-57* [in Ukrainian].
12. Gamayunova, V.V. (2014). Zmina rodyuchosti gruntiv pivdennogo Stepu Ukrayiny` pid vply`vom dobry`v ta pid khody` do yikh efekty`vnogo zastosuvannya u suchasnomu zemlerobstvi [Changing the fertility of soils of the southern steppe of Ukraine under the influence of fertilizers and approaches to their effective use in modern agriculture]. *Agrokh imiya i gruntoznavstvo – Agrochemistry and soil science. Kharkiv. Kny`ga 1, 38–47* [in Ukrainian].
13. Bogužas, V., Sinkevičienė, A., Romaneckas, K., Steponavičienė, V., & Butkevičienė, L.M. (2018). The impact of tillage intensity and meteorological conditions on soil temperature, moisture content and CO2 efflux in maize and spring barley cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture, 307–314.* doi: 10.13080/z-a. 2018.105.039 [in English].
14. Chajkovs`ka, L.O., & Gamayunova, V.V. (2003). Fosfatmobilizuyuchi bakteriyi ta yikh vply`v na produkty`vnist` rosly`n [Phosphate-mobilizing bacteria and their effect on plant productivity]. *Zb. nauk. pracz` Umans`kogo DAU – Coll. Science. works of Uman State Agrarian Universit. Uman`: Umans`ky`j DAU, 220-226* [in Ukrainian].
15. Pilyuk, Ya.Ye., & Belavs`ky`j, V.M. (2005). *Osobly`vi aspekty` vyroshhuvannya ozymogo ripaku. Suchasni tekhnologiyi roslynnycztva v Bilorusi [Special aspects of growing winter rape. Modern crop technologies in Belarus].* Mins`k: Ministerstvo finansiv IVCz, 134–46 [in Ukrainian].
16. Pry`mak, I.D., & Panchenko, O.B. (2015). Vply`v mekhanichnogo obrobitku gruntu ta udobrennya u specializovanij zernoprosapnij sivozmini Central`nogo Lisostepu Ukrayiny` na agrofizy`chni vlasty`vosti chornozemu typovogo [Influence of mechanical tillage and fertilizer in specialized grain plowing of the Central Forest-Steppe of Ukraine on agrophysical properties of typical chernozem]. *Naukovi dopovidi Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pry`rodokorystuvannya Ukrayiny – Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 6.* URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_6_11[in Ukrainian].
17. Hamajunova, U., Hlushko, T., & Honenko, L. (2018). Presevation of soil fertility as a basis for improving the efficiency of management in the southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements-Sciemcee, 4, 13–27* [in English].
18. Kony`shev, A.A., & Kony`sheva, E.X. (2007). Pogodnie uslovy`ya y` vibor obrabotky` pochvi [Weather conditions and choice of tillage]. *Zemledely`e – Agriculture, 6–12* [in Russian].
19. Shy`kula, M.K., & Gnatenko, A.F. (1985). Fosforny`j stan erodovanogo chornozemu v zalezhnosti vid texnologij vy`roshhuvannya sil`s`kogospodars`ky`x kul`tur

[Phosphorus state of eroded chernozem depending on the technologies of growing crops]. *Visny`k sil`s`kogospodars`ki nauky – Bulletin of Agricultural Sciences, 10, 23-27* [in Ukrainian].
20. Sdobny`kov, S.S. (1980). Obrabotka pochvi y` py`tany`e rasteny`j [Soil cultivation and plant nutrition]. *Zemledely`e – Agriculture, 8, 18-21* [in Russian].

Гаро І.М., Гамаюнова В.В. Вплив основного обробітку ґрунту на щільність та поживний режим ґрунту під час вирощування ріпаку озимого

Мета. Метою досліджень передбачали визначити вплив способу і глибини основного обробітку ґрунту під сівбу ріпаку озимого на окремі його показники, зокрема на щільність складення та вміст рухомих сполук азоту і фосфору. **Методи.** Дослідження проводили на чорноземі звичайному середньосуглинковому в умовах Лісостепу України впродовж 2012–2015 рр. з ріпаком озимим сорту Чемпіон України. При проведенні досліджень використовували загальноприйняті методи, методики та ДСТУ. Досліджували вплив способу основного обробітку ґрунту – оранки на 25-27 см та дискування на 12-14 см на щільність складення ґрунту, його поживний режим: вміст рухомих сполук азоту і фосфору під час вирощування ріпаку озимого сорту Чемпіон України та їх сезонні зміни впродовж вегетації культури. **Результати.** За результатами проведених досліджень встановлено, що прийняті на вивчення способи і глибина основного обробітку ґрунту під ріпак озимий найбільшою мірою позначилися на такому показникові, як щільність складення ґрунту. Визначено, що більшою на 0,12 – 0,13 г/см^3 упродовж вегетації щільність грунту була за фоном дискування на 12-14 см порівняно з оранкою на 25-27 см. На вмісті рухомих форм азоту і фосфору у шарах ґрунту 0-30, 30-50 та 0-50 см способи обробітку його як на початку, так і в кінці вегетації рослин ріпаку озимого практично не позначились не так істотно. Найбільшою кількість рухомих елементів живлення визначена на весняний період за істотного зменшення їх вмісту до фази цвітіння. Спосіб і глибина обробітку ґрунту дещо впливала і на пошарове розміщення нітратів, хоча загалом у шарі ґрунту 0-50 см у середньому за роки досліджень їх вміст практично не різнився і мав лише тенденцію переваги за оранки на 20-25 см. Значно більшою мірою за шарами ґрунту вирізнявся вміст рухомого фосфору. За поверхневого обробітку ґрунту – дискування на 12-14 см порівняно з оранкою більше P_2O_5 містилося у шарі 0-30 см. За проведення оранки ж у підорному 30-50 см горизонті цього елементу визначено 29,0, а по фону дискування – 18,2 мг/кг ґрунту. У розрахунковому 0-50 см шарі ґрунту кількість рухомого фосфору була практично однаковою – 29,0 (дискування) та 31,5 мг/кг ґрунту (за оранки). У сезонній динаміці вміст рухомих елементів живлення незалежно від способу і глибини обробітку ґрунту зменшувався, а щільність складення, навпаки зростала. **Висновки.** Дослідженнями встановлено, що спосіб і глибина основного обробітку ґрунту під ріпак озимий, а саме оранка на 25-27 см та дискування на 12-14 см певною мірою впливали на щільність ґрунту і менше на вміст рухомих сполук азоту і фосфору за незначної переваги проведення у якості основного обробітку ґрунту оранки.

Ключові слова: ріпак озимий, спосіб основного обробітку ґрунту, вміст рухомих елементів живлення, щільність ґрунту.

Garo I.M., Gamajunova V.V. Influence of basic soil cultivation on the density and nutritional regime of soil during winter rape cultivation

Purpose. The purpose of the research was to determine the influence of the method and depth of basic soil cultivation under winter rape sowing on its individual indicators, in particular on the density and content of moving compounds of nitrogen and phosphorus. **Methods.** The research was carried out on the black earth of the usual medium-clay in conditions of the forest steppe of Ukraine for 2012-2015 years. with winter rape varieties Champion of Ukraine. When conducting research, generally accepted methods, techniques and DSTU were used. The influence on the basic soil cultivation – ploughing by 25-27 cm and disking by 12-14 cm on the density of soil composition, its nutritional regime: the content of moving compounds of nitrogen and phosphorus in the cultivation of winter rape Champion of Ukraine and their seasonal changes during the vegetation of the culture were investigated. **Results.** According to the results of the researches it is established that the methods taken for the study and depth of the main cultivation of rape rape have the greatest impact on such an indicator as the density of soil composition. It was determined that by 0.12 – 0.13 g/cm^3 during the growing season, the density of the soil was 12-14 cm in comparison with ploughing by 25-27 cm. The content of moving forms of nitrogen and phosphorus in the soil layers 0-30, 30-50 and 0-50 cm methods of processing it both at the beginning and at the end of the vegetation of winter rapeseed plants did not affect much. The largest number of moving nutrients is determined for the spring period with a significant decrease in their content before the flowering phase. The method and depth of soil cultivation had some impact on the layered placement of nitrates, although in the soil layer 0-50 cm on average over the years of research, their content practically did not differ and had only a tendency of preference for ploughing by 20-25 cm. Much more than layers of soil differed in the content of moving phosphorus. For surface tillage – 12-14 cm disking compared to ploughing more P2O5 was contained in a layer of 0-30 cm. For ploughing the same in the horseshoe 30-50 cm horizon of this element was determined 29.0, and on the background of disking – 18.2 mg/kg of soil. In the calculated 0-50 cm layer of soil, the amount of moving phosphorus was almost the same – 29.0 (disking) and 31.5 mg/kg of soil (per ploughing). In seasonal dynamics, the content of moving nutrients, regardless of the method and depth of soil cultivation, decreased, and the density of folding, on the contrary, increased. **Conclusions.** Studies have established that the method and depth of basic cultivation of the soil for winter rape, namely ploughing by 25-27 cm and disking by 12-14 cm, to some extent, affected the density of the soil and less the content of moving compounds of nitrogen and phosphorus with little advantage as a basic tillage of tillage.

Key words: winter rape, method of basic soil cultivation, content of moving nutrients, soil density.

УДК 634.84:631.535:626.85:631.117
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.5

РЕЖИМИ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ВИНОГРАДНОЇ ШКІЛКИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ЗЕЛЕНЯНСЬКА Н.М. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
https://orcid.org/ 0000-0002-9303-8686
Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України
БОРУН В.В. – старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-3431-5612
Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В. Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови південних регіонів України (Одеської, Миколаївської, Херсонської областей та Закарпаття) дозволяють вирощувати урожай як столових, так і технічних сортів винограду. Але врожайність виноградних насаджень нині є втричі нижчою, ніж та, яку можуть забезпечувати родючість ґрунтів та потенційні можливості рослин.

Недостатня продуктивність виноградних насаджень у більшості господарств значною мірою зумовлена тим, що основні їх площі було закладено саджанцями низької якості, що пояснюється майже зруйнованою розсадницькою базою. Нині в Україні площа маточників підщепних і прищепних лоз різко скоротилася, висококваліфікований кадровий потенціал галузі практично втрачений, істотно зменшилася кількість суб'єктів господарської діяльності, котрі займаються виноградним розсадництвом.

З огляду на це задля покращення стану галузі виноградарства потрібно закладати нові високопродуктивні виноградники високоякісним садивним матеріалом винятково вітчизняного виробництва. Останній можна вирощувати в необхідних об'ємах за умови відновлення матеріально-технічної бази розсадницьких господарств і, що найголовніше, – впровадження прогресивних, інноваційних технологічних прийомів вирощування щеплених саджанців винограду як на етапі виготовлення щеп, так і на етапі вирощування саджанців у відкритому ґрунті.

У цьому сенсі особливо важливого значення набуває режим зрошення виноградної шкілки. Як показує практика вирощування щеплених саджанців винограду, відсутність даних для проєктування оптимального поливного режиму зумовлює швидке зневоднення висаджених у шкілку щеп унаслідок різкого наростання весняних температур і висушування верхнього шару ґрунту. До негативних наслідків вирощування саджанців призводить і надмірне зволоження ґрунту.

Слід також зазначити, що поливна вода останнім часом стає гостро дефіцитним ресурсом, що разом із витратами великих обсягів техногенної енергії під час зрошення визначає собівартість і рентабельність вирощування щеплених саджанців винограду.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом у технологію вирощування щеплених саджанців винограду почали впроваджувати краплинне зрошення, застосування якого дозволяє чітко регулювати основні параметри поливного режиму, скоротити витрати поливної води, матеріальних ресурсів, підвищити вихід та якість садивного матеріалу. Проте наукових праць із аналізом застосування краплинного зрошення у виноградному розсадництві дуже мало.

Автори наукових праць Інституту лозарства та винарства (м. Плевен, Болгарія) вивчали питання глибини зволоження ґрунту і впливу зрошення виноградної шкілки на визрівання однорічного приросту саджанців винограду. Ними було встановлено, що режим краплинного зрошення виноградної шкілки повинен формуватися на основі глибини розташування кореневої системи рослин у ґрунті протягом вегетації і сприяє активному росту пагонів та їх визріванню [1; 2]. В інших наукових працях автори вивчали вплив різних режимів зрошення виноградної шкілки на приживлюваність та вихід першосортних кореневласних саджанців зі шкілки у зоні різко континентального клімату на каштанових супіщаних ґрунтах. На основі отриманих результатів автори рекомендують підтримувати водний режим виноградної шкілки на рівні не нижче 85-90 % НВ у період укорінення та активного росту рослин із подальшим зниженням його до 70-75% НВ. Приживлюваність кореневласних саджанців винограду за такого режиму зрошення становила 92%, вихід саджанців першого сорту – 75% [3; 4; 5].

Окремі роботи були спрямовані на розробку методики визначення вологості ґрунту і призначення строків поливу виноградних шкілок за допомогою тензіометричного методу. Показано, що на темно-бурих карбонатних і карбонатно-лесовидних суглинках полив слід починати за показників тензіометрів 0,3-0,4 атм [6].

Отже, проведений аналіз наукових праць щодо застосування краплинного зрошення для поливу виноградної шкілки, зокрема визначення оптимальних режимів, показав відсутність чіткої, детально обґрунтованої теоретичної і практичної бази.

Мета дослідження – розроблення оптимальних режимів краплинного зрошення виноградної шкілки залежно від рівнів передполивної вологості ґрунту і схем висаджування щеп у шкілці.

Матеріали та методика досліджень. Робота виконувалась упродовж 2015-2019 років у відділі розсадництва і розмноження винограду ННЦ «ІВіВ

ім. В. Є. Таїрова» НААН України та ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова».

Матеріалом для досліджень були щепи та щеплені саджанці технічного сорту винограду Каберне Совіньйон і столового сорту Аркадія, які вирощували на підщепі Ріпарія х Рупестріс 101-14.

Ширина міжрядь у шкілці становила 1,4 м, відстань між щепами у рядку – 7,0-8,5 см (залежно від схеми висаджування щеп), відстань між рядками щеп у стрічці – 15 см, глибина посадки щеп – 20-25 см.

Для монтажу системи краплинного зрошення на виноградній шкілці застосовували краплинні стрічки сербської фірми Peštan із товщиною стінки 0,15 мм та діаметром 16 мм та з інтегрованими водовипусками через кожні 20 см і витратою води 1,0 дм³/год.; їх розташовували на поверхні ґрунтових «горбиків» під чорною поліетиленовою плівкою товщиною 60 мкм.

До схеми досліджень було включено три досліди, які відрізнялися схемою висаджування щеп у шкілці та монтажем краплинних стрічок:

дослід 1 – висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою у два рядки з монтажем двох стрічок краплинного зрошення;

дослід 2 – висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою у два рядки з монтажем однієї стрічки краплинного зрошення;

дослід 3 – висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою в один рядок із монтажем однієї стрічки краплинного зрошення.

У кожному досліді було по 4 варіанти, в яких підтримували різні рівні передполивної вологості ґрунту (РПВҐ):

варіанти 1.1, 2.1, 3.1 – РПВҐ 100-90% НВ;

варіанти 1.2, 2.2, 3.2 – РПВҐ 100-80% НВ;

варіанти 1.3, 2.3, 3.3 – РПВҐ 100-90% НВ у період укорінення щеп, надалі 100-80% НВ (100-90-80% НВ);

варіанти 1.4, 2.4, 3.4 – РПВҐ 100-80% НВ у період укорінення щеп, надалі 100-70% НВ (100-80-70% НВ).

Контрольними були варіанти, де для поливу щеп винограду використовували краплинне зрошення з різними зрошуваними нормами. Контроль 1 – зрошувана норма дорівнювала 3000 м³/га, контроль 2 – 350 м³/га, а щепи висаджували у шкілці стрічкою в один (К 1.1, 2.1) і два (К 1.2, 2.2) рядки.

Апробацію режимів краплинного зрошення виноградної шкілки проводили упродовж 2018–2019 років у ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» під час вирощування щеплених саджанців винограду сортів Сухолиманський білий та Одеський чорний.

Найменшу вологоємність на ділянці культивування виноградної шкілки визначали методом заливних майданчиків. Запаси вологи кореневмісного шару ґрунту шкілки визначали термостатно-ваговим і тензіометричним методами у прошарках 0-40 та 40-60 см. Величину поливної норми визначали за формулою О. Н. Костякова, модифікованою для виноградної шкілки.

Результати досліджень. На основі отриманих результатів показано, що на формування режиму краплинного зрошення виноградної шкілки в умовах півдня України впливали РПВҐ, схеми висаджування щеп у шкілці та природні опади.

Упродовж 2015–2017 років до дати висаджування щеп винограду у шкілку відкритого ґрунту за рахунок дощу і снігу випадало 133,8–229,4 мм опадів, унаслідок чого найменша вологоємність ґрунту в першу-другу декаду травня знаходилася на рівні 70–75% НВ. Тому перед висаджуванням щеп винограду у шкілку було проведено вологозарядкові поливи нормою 105–120 м³/га. Надалі строки проведення поливів і тривалість міжполивних періодів визначали за динамікою запасів вологи кореневмісного шару ґрунту, кількістю опадів та їхнім розподілом у часі.

Товщина активного шару ґрунту, що підлягав зволоженню, змінювалась упродовж періоду вегетації залежно від розвитку кореневої системи щеп і саджанців винограду. Активним вважали той шар ґрунту, в якому знаходилося 50–60% коренів рослин. Установлено, що протягом періоду травень-перша декада серпня доцільно зволожувати шар ґрунту товщиною 0–40 см, протягом періоду друга декада серпня-вересень – шар ґрунту товщиною 0–60 см. Відповідно до цього змінювались і поливні норми: 42 м³/га (в разі зволоження шару ґрунту 0–40 см) та 64 м³/га (за зволоження шару ґрунту 0–60 см) для підтримання РПВҐ у межах 100–90% НВ, 83 м³/га та 128 м³/га – для підтримання РПВҐ у межах 100–80% НВ, 42 м³/га та 128 м³/га – для підтримання РПВҐ у межах 100–90–80% НВ та 83 м³/га і 191 м³/га – для підтримання РПВҐ у межах 100–80–70% НВ.

Згідно з отриманими результатами доведено, що режим зрошення за підтримання РПВҐ виноградної шкілки у межах 100–90% НВ (показники тензіометрів дорівнювали -25 – -26 кПа) (варіанти 1.1, 2.1, 3.1) забезпечувався проведенням у середньому 15–16 поливів зі зрошуваною нормою 826,3 м³/га, включаючи різні схеми висаджування щеп (рис. 1).

Міжполивний період змінювався від 5 до 20 днів залежно від схем висаджування щеп у шкілці та погодних умов року.

Режим зрошення за підтримання РПВҐ виноградної шкілки у межах 100-80% НВ (показники тензіометрів дорівнювали -41 – -43 кПа) забезпечувався проведенням 9 поливів зі зрошуваною нормою 841,0 м³/га у разі висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою у два рядки (варіанти 1.2, 2.2) та 10 поливів зі зрошуваною нормою 875,6 м³/га за висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою в один рядок (варіант 3.2). У варіантах 1.2, 2.2 міжполивний період змінювався від 12 до 22 днів, у варіанті 3.2 – від 7 до 22 днів.

Режим зрошення за підтримання РПВҐ виноградної шкілки у межах 100-90-80% НВ (показники тензіометрів дорівнювали -26 і -42 кПа) забезпечувався проведенням 10 поливів зі зрошуваною нормою 665,0 м³/га в разі висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою у два рядки та 11 поливів зі зрошуваною нормою 707,7 м³/га за висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою в один рядок. Міжполивний період змінювався від 6 до 14 днів та від 6 до 18 днів залежно від схеми висаджування щеп у шкілці та погодних умов року.

За режиму зрошення в разі підтримання РПВҐ виноградної шкілки у межах 100-80-70% НВ (показники тензіометрів дорівнювали -41 і -70 кПа) кількість

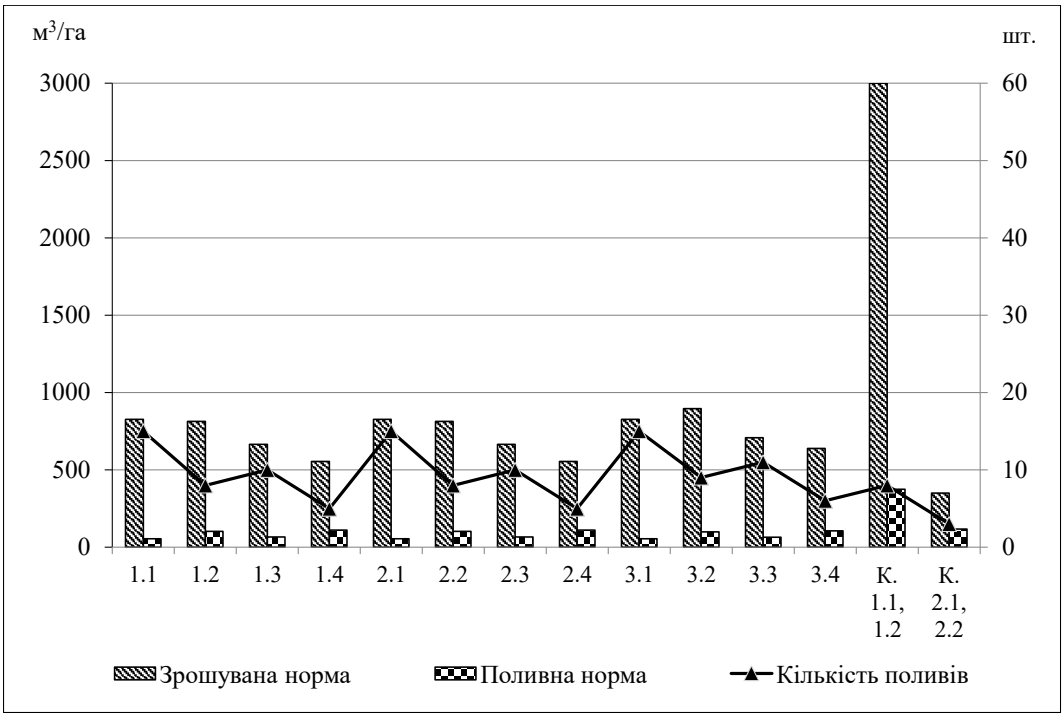


Рис. 1. Режими краплинного зрошення виноградної шкілки залежно від РПВҐ, схем висаджування щеп у шкілці (середнє за 2015-2017 рр.)

поливів зменшувалася до 5 та 6, зрошувана норма – до 555,0 та 653,0 м³/га відповідно під час висаджування щеп винограду у шкілці стрічкою у два та один рядки.

Слід зазначити, що за висаджування щеп винограду у шкілці в один рядок тривалість міжполивних періодів зменшувалася за рахунок проведення додаткового поливу. На нашу думку, це пов'язано з тим, що рослини мали більшу площу живлення, в липні-серпні характеризувалися більшими показниками облистяності, інтенсивності транспірації, активнішим споживанням води.

У контролі 1 провели 8 поливів, зрошувана норма дорівнювала 3000 м³/га, міжполивний період змінювався від 14 до 22 днів. У контролі 2 провели 3 поливи, зрошувана норма дорівнювала 350 м³/га, міжполивний період змінювався від 45 до 55 днів.

У кінці періоду вегетації щеплених саджанців винограду в усіх варіантах, окрім 80-70% НВ та контролю 2, отримали рослини, що відповідали параметрам ДСТУ 4390:2005. Вірогідної різниці за показниками росту, розвитку вегетативної маси й кореневої системи щеплених саджанців винограду у варіантах першого і другого дослідів нами не встановлено [7; 8].

З огляду на вищезазначене упродовж 2018-2019 років технологічний прийом застосування краплинного зрошення для поливу виноградної шкілки (за підтримання РПВГ 100–90% НВ, 100–90–80% НВ, 100–80% НВ) було апробовано у ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова». Площа виноградної шкілки дорівнювала 1,2 га, щепи висаджували стрічкою у два рядки з монтажем однієї краплинної стрічки.

У кінці періоду вегетації щеплених саджанців винограду були проведені обліки основних показників розвитку вегетативної маси, кореневої системи рослин та виходу стандартних саджанців із шкілки. Саме ці показники свідчать про ефективність технології чи технологічного прийому (табл. 1).

Вихід щеплених саджанців винограду у середньому за варіантами дорівнював 50,0%.

З урахуванням витрат на вирощування щеплених саджанців винограду у ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» упродовж 2018–2019 років установлено, що порівняно з контролем 1:

– за підтримання на виноградній шкілці РПВГ 90% НВ досягається економія поливної води на 64,0%, електроенергії – на 65,0%; рівень рентабельності дорівнював 280,0 %;

– за підтримання на виноградній шкілці РПВГ 80% НВ досягається економія поливної води на 70,0%, електроенергії – на 72,0%; рівень рентабельності дорівнював 240,0 %;

– за підтримання на виноградній шкілці РПВГ 90-80% НВ досягається економія поливної води на 68,0%, електроенергії – на 71,0%; рівень рентабельності дорівнював 275,5 %.

На основі результатів наукових досліджень та виробничих випробувань розсадницьким господарствам та розсадниководам-практикам доцільно рекомендувати таке:

– полив виноградної шкілки проводити із застосуванням краплинного зрошення;

– вологість ґрунту на виноградній шкілці підтримувати протягом вегетаційного періоду щеп і саджанців винограду на рівні 100–90–80% НВ або 100–80% НВ (на вибір);

Таблиця 1

Вплив РПВГ виноградної шкілки на агробіологічні показники розвитку щеплених саджанців винограду (середнє за 2018-2019 рр.)

Показники	Одеський чорний	Сухолиманський білий
1	2	3
100–90% НВ		
Облистяність саджанця, дм²/м	15,06 ± 5,36	15,37 ± 4,92
Об'єм загального приросту, см³	30,77 ± 7,01	30,22 ± 6,68
Об'єм визрілого приросту, см³	15,36 ± 4,89	15,85 ± 4,25
Кількість коренів І порядку, шт.	7,18 ± 2,23	7,19 ± 1,98
Довжина коренів І порядку, см	255,00 ± 5,17	250,00 ± 5,0
*Вихід саджанців із шкілки, %	51,0	50,5
100–80% НВ		
Облистяність саджанця, дм²/м	13,24 ± 4,48	13,55 ± 5,02
Об'єм загального приросту, см³	26,85 ± 6,58	27,00 ± 7,00
Об'єм визрілого приросту, см³	12,35 ± 5,01	12,90 ± 4,78
Кількість коренів І порядку, шт.	5,80 ± 3,02	5,90 ± 3,55
Довжина коренів ІІ порядку, см	165,50 ± 5,53	168,00 ± 6,01
*Вихід саджанців із шкілки, %	46,5	47,5
100–90–80% НВ		
Облистяність саджанця, дм²/м	14,00±5,63	14,10±6,10
Об'єм загального приросту, см³	29,05±5,00	29,12±5,00
Об'єм визрілого приросту, см³	13,40±6,25	13,85±6,81
Кількість коренів І порядку, шт.	6,30±4,22	6,90±4,00
Довжина коренів І порядку, см	185,00±5,22	185,00±5,25
*Вихід саджанців із шкілки, %	50,0	50,0
Контроль 1		
Облистяність саджанця, дм²/м	14,80±6,12	14,95±5,33
Об'єм загального приросту, см³	30,00±4,38	31,00±5,00
Об'єм визрілого приросту, см³	15,30±5,58	15,65±6,00
Кількість коренів І порядку, шт.	7,00±3,95	7,00±4,15
Довжина коренів І порядку, см	250,00±6,24	250,00±6,00
*Вихід саджанців із шкілки, %	50,0	50,0

*Примітка – вихід щеплених саджанців винограду зі шкілки наведено у розрахунку від кількості висаджених щеп.

– у травні-першій декаді серпня зволожувати шар ґрунту товщиною 40 см, у другій декаді серпня-вересні – товщиною 60 см;

– визначення строків поливу щеп та щеплених саджанців винограду (на чорноземах південних середньосуглинкових) рекомендовано проводити за допомогою тензіометрів, установлених на глибині від 0–40 та 0–60 см. Результати слід оцінювати за даними тензіометричних датчиків у разі досягнення показників всисного тиску -25 кПа під час укорінення щеп та -41 кПа – до кінця періоду вегетації (РПВҐ 100-90-80% НВ) і -41 кПа – упродовж усього періоду вегетації (РПВҐ 100–80% НВ);

– висаджування щеп винограду у шкілці проводити стрічкою у два рядки з монтажем однієї краплинної стрічки.

Висновки. Результати досліджень свідчать про те, що для поливу виноградної шкілки в умовах півдня України доцільно використовувати краплинне зрошення. Згідно з біометричними показниками росту, розвитку вегетативної маси, кореневої системи щеплених саджанців винограду, їх виходу зі шкілки та з економічної точки зору розсадницьким господарствам та розсадниководам-практикам рекомендовано застосовувати такі диференційовані режими краплинного зрошення виноградної шкілки: 100-90-80% НВ та 100-80% НВ (на вибір); їх підтримання забезпечується проведенням у середньому 10 поливів зі зрошуваною нормою 665,0 м³/га (100-90-80% НВ) та 9 поливів зі зрошуваною нормою 841,0 м³/га (100-80% НВ). Водночас щепи винограду у шкілці слід висаджувати стрічкою у два рядки з монтажем однієї краплинної стрічки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tsvetanov E., Belberova Y. The irrigation regime effect in the vine nursery on the total length of the mature part of shoots of grafted rooted vines. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans.* 2016. Vol. 19, 1. P. 183–192.
2. Цветанов Е., Куманов К. Подобряване поливния режим на лозово вкоренилище: модел на нарастването на активния почвен обем. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans.* 2011. Vol. 14, 5. P. 1099–1110.
3. Григоров М. С., Курапина Н. В., Гусев Д. Э. Капельное орошение саженцев винограда, молодых и плодоносящих виноградников Волгоградской области. *Труды КубГАУ*. 2008. С. 23–25.
4. Кружилин И. П., Курапина Н. В., Гусев Д. Э. Элементы технологии выращивания саженцев винограда при

капельном орошении. *Природообустройство*. 2008. № 3. С. 25–28.
5. Курапина Н. В. Оптимизация режима орошения и удобрения виноградной школки. *Фундаментальные исследования.* 2013. № 1. С. 120–125.
6. Кириченко А. В., Дутова А. В., Белик Н. В. Тензиометрический способ определения влажности почвы при выращивании саженцев в виноградных школках. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2013. № 2 (10). С. 1–10.
7. ДСТУ 4390:2005. Саджанці винограду та чубуки виноградної лози. Технічні умови. [Чинний від 01.04.2006]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.
8. Зеленянська Н. М., Борун В. В. Вплив різних рівнів передполивної вологості ґрунту виноградної шкілки на агробіологічні показники щеплених саджанців винограду. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2018. Вип. 102. С. 34–41.

REFERENCES:

1. Tsvetanov E., Belberova Y. (2016). The irrigation regime effect in the vine nursery on the total length of the mature part of shoots of grafted rooted vines. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans.* Vol. 19(1), 183–192 [in English].
2. Tsvetanov E., Kumanov K. (2011). Podobrjavane polivnija rezhim na lozovo vkorenilishhe: model na narastvaneto na aktivnija pochven obem. [Improving the grapevine nursery irrigation regime: a model of root zone enlargement]. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, Vol. 14(5), 1099–1110 [in Bulgarian].
3. Grigorov M. S., Kurapina N. V., Gusev D. Je. (2008). Kapel'noe oroshenie sazhencev vinograda, molodyh i plodonosjashhih vinogradnikov Volgogradskoj oblasti. [Drip irrigation of grape seedlings, young and fruiting vineyards of the Volgograd region]. *Trudy KubGAU*, 23–25 [in Russian].
4. Kruzhilin I. P., Kurapina N. V., Gusev D. Je. (2008). Jelementy tehnologii vyrashhivanija sazhencev vinograda pri kapel'nom oroshenii. [Elements of technology for growing grape seedlings with drip irrigation]. *Prirodoobustrojstvo*, 3, 25–28 [in Russian].
5. Kurapina N. V. (2013). Optimizacija rezhima oroshenija i udobrenija vinogradnoj shkolki. [Optimization of the irrigation and fertilization regime of the grape nursery]. *Fundamental'nye issledovanija*, 1, 120–125 [in Russian].
6. Kirichenko A. V., Dutova A. V., Belik N. V. (2013). Tenziometricheskij sposob opredelenija vlazhnosti pochvy pri vyrashhivanii sazhencev v vinogradnyh shkolkah. [Tensiometric method for soil moisture determination during vine sapling growth]. *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii*, 2(10), 1–10 [in Russian].
7. DSTU 4390:2005. Sadzhantsi vynohradu ta chubuky vynohradnoi lozy. Tekhnichni umovy. [SSU 4390:2005. Grape seedlings and vines. Technical conditions]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
8. Zelenianska N. M., Borun V. V. (2018). Vplyv riznykh rivniv peredpolyvnoi volohosti gruntu vynohradnoi shkilky na ahrobiolohichni pokaznyky shcheplenykh sadzhantsiv vynohradu. [Influence of different levels of the pre-irrigation soil moisture in the grape nursery on agrobiological indicators of grafted grapes seedlings]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, Vol. 102, 34–41 [in Ukrainian].

Зеленянська Н.М., Борун В.В. Режими краплинного зрошення виноградної шкілки в умовах півдня України

У статті наведено результати дослідження з обґрунтування та розроблення режимів краплинного зрошення виноградної шкілки в умовах півдня України. Доведено, що на їхнє формування впливали РПВҐ, схема висаджування щеп у шкілці та природні опади. **Мета дослідження** – розроблення й визначення оптимальних режимів краплинного зрошення виноградної шкілки залежно від РПВҐ і схем висаджування щеп у шкілці. **Методи**. Під час виконання роботи використовували польові, лабораторні та розрахунково-порівняльні методи, а також загальноприйняті у виноградарстві та виноградному розсадництві методики й методичні рекомендації. **Результати**. Згідно зі схемою дослідження щепи винограду висаджували у шкілці стрічкою в один і два рядки, у кожній стрічці монтували одну або дві краплинні стрічки. Передполивну вологість ґрунту на виноградній шкілці підтримували на різних рівнях – 100–90% НВ, 100–80% НВ, 100–90–80% НВ та 100–80–70% НВ. Для підтримання такої вологості ґрунту необхідно було провести 15–16 поливів зі зрошуваною нормою 826,3 м^3/га (100–90% НВ), 9–10 поливів зі зрошуваною нормою 841,0 (висаджування щеп у шкілці у два рядки) та 875,6 м^3/га (висаджування щеп у шкілці в один рядок) (100–80% НВ), 10–11 поливів зі зрошуваною нормою 665,0 (висаджування щеп у шкілці у два рядки) та 707,7 м^3/га (висаджування щеп у шкілці в один рядок) (100–90–80% НВ), 5–6 поливів зі зрошуваною нормою 555,0 (висаджування щеп у шкілці у два рядки) та 653,0 м^3/га (висаджування щеп у шкілці в один рядок) (100–80–70% НВ). Установлено, що протягом травня-першої декади серпня доцільно зволожувати шар ґрунту товщиною 0–40 см, протягом періоду друга декада серпня-вересень – шар ґрунту товщиною 0–60 см. Відповідно до цього змінювались і поливні норми: 42 м^3/га та 64 м^3/га для підтримання РПВҐ у межах 100–90% НВ, 83 м^3/га та 128 м^3/га для підтримання РПВҐ у межах 100–80% НВ, 42 м^3/га та 128 м^3/га для підтримання диференційованих РПВҐ у межах 100–90–80% НВ та 83 м^3/га і 191 м^3/га для підтримання диференційованих РПВҐ у межах 100–80–70% НВ. Указані режими краплинного зрошення пройшли виробниче випробування у ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова». **Висновки**. Результати досліджень свідчать про те, що для поливу виноградної шкілки в умовах півдня України доцільно використовувати краплинне зрошення. Згідно з біометричними показниками росту, розвитку вегетативної маси, кореневої системи щеплених саджанців винограду, їх виходу зі шкілки та з економічної точки зору розсадницьким господарствам та розсадниководам-практикам рекомендовано застосовувати такі диференційовані режими краплинного зрошення виноградної шкілки: 100–90–80% НВ та 100–80% НВ (на вибір); їх підтримання забезпечується проведенням у середньому 10 поливів зі зрошуваною нормою 665,0 м^3/га (100–90–80% НВ) та 9 поливів зі зрошуваною нормою 841,0 м^3/га (100-80% НВ). Водночас щепи винограду у шкілці слід висаджувати стрічкою у два рядки з монтажем однієї краплинної стрічки.

Ключові слова: виноград, щепи, РПВГ, схема висаджування, поливна норма, зрошувана норма.

Zelenyanska N.M., Borun V.V. Regimes of drip irrigation of grape nursery in the conditions of the south of Ukraine

The article presents the results of research on the development and justification of drip irrigation regimes of grape seedlings in the south of Ukraine. It has been proved that their formation was influenced by the level of pre-irrigation soil moisture (LPSM), the scheme of planting grafts in the nursery and precipitation. The purpose of the research is to develop and determine the optimal regimes of drip irrigation of grape seedlings, depending on the LPSM and schemes of planting grafts in the nursery. **Methods**. During the work, field, laboratory and calculation-comparative methods were used, as well as methods and methodical recommendations generally accepted in viticulture and grape nursery. **Results**. According to the scheme of researches grape grafts were planted in a nursery by a tape with one and two rows, in each tape mounted one or two drip tapes. Pre-irrigation soil moisture at the grape nursery was maintained at different levels – 100–90% of field capacity (FC), 100–80% FC, 100–90–80% FC and 100–80–70% FC. To maintain such soil moisture it was necessary to provide 15–16 irrigations with an irrigated rate of 826.3 m^3/ha (100–90% FC), 9–10 irrigations with an irrigated rate of 841.0 (planting grafts in the nursery in two rows) and 875.6 (planting grafts in the nursery in one row) m^3/ha (100–80% FC), 5–6 irrigations with an irrigated rate of 555.0 (planting grafts in the nursery in two rows) and 653.0 (planting grafts in the nursery in one row) m^3/ha (100–80–70% FC). It was determined that from May to the first decade of August and from the second decade of August until September it is advisable to moisten 0–40 cm and 0–60 cm soil layers, respectively. According to this, irrigation rates were changed: 42 m^3/ha and 64 m^3/ha to maintain LPSM within 100–90% FC, 83 m^3/ha and 128 m^3/ha to maintain LPSM within 100–80% FC, 42 m^3/ha and 128 m^3/ha to maintain differential LPSM within 100–90–80% FC and 83 m^3/ha and 191 m^3/ha to maintain differentiated LPSM within 100–80–70% FC. These regimes of drip irrigation have passed production testing in the SE «EF» Tairovske». **Findings.** The results of research indicate that for irrigation of grape seedlings on the south of Ukraine it is advisable to use drip irrigation. According to biometric parameters of growth, development of vegetative mass, root system of grafted grape seedlings, their yield from the nursery and from the economic point of view, nurseries and nursery practitioners are recommended to apply differentiated drip irrigation regimes of grape nursery – 100–90–80% FC and 100–80% FC (optionally). Their maintenance is ensured by provided (on average) 10 irrigations with an irrigated rate of 665.0 m^3/ha (100–90–80% FC) and 9 irrigations with an irrigated rate of 841.0 m^3/ha (100–80% FC). In this case, grape grafts in the nursery should be planted with tape in two rows with mounted of one drop tape.

Key words: grape, grafts, LPSM, planting scheme, irrigation rate, irrigated rate.

УДК 631.816:631.559.2
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.6

ВПЛИВ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

КЛІПАКОВА Ю.О. – кандидат сільськогосподарських наук
http://orcid.org/0000-0002-7054-9707
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
БІЛОУСОВА З.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
http://orcid.org/0000-0001-9687-7920
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
КЕНЄВА В.А. – аспірант
http://orcid.org/0000-0002-4890-651X
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
КОРОТКА І.О. – кандидат сільськогосподарських наук
http://orcid.org/0000-0002-5991-0186
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. Сучасна технологія вирощування пшениці озимої спрямована на максимально продуктивну відповідь рослин під час застосування засобів інтенсифікації виробництва, які нині використовуються у сільському господарстві України. Розкрити цей потенціал можливо за рахунок адаптації рослин до впливу біотичних та антропогенних чинників у період вегетації культури. Прогнозувати та корегувати величину врожаю, а в подальшому і якість отриманого зерна пшениці озимої, можна за рахунок природної родючості ґрунтів, яка на півдні України забезпечує врожайність у середньому до 4,0 т/га [1]. Внесення добрив за технологією вирощування у разі поєднання з іншими факторами дає можливість підвищити врожай на 35–50% і зберегти родючість ґрунту [2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У своїх дослідженнях А.О. Литовченко зі співавторами [4] зазначає, що внесення мінеральних добрив у декілька строків: $N_{30}P_{30}$ – до сівби, N_{30} – рано навесні та N_{30} – на початку колосіння сприяє зростанню показників якості зерна, а саме вмісту клейковини – до 30,6%, білку – до 13,0%, натури – до 783 г/л. Доведено [5], що застосування азотних добрив у дозах 30 і 60 кг/га підвищують продуктивну кущистість рослин пшениці озимої від 2,4 до 3,3 шт./рослину. Застосування добрив у дозі $N_{60-90}P_{60}$ збільшує кількість колосків у колосі від 15,0 до 21,0 шт., а маса 1000 зерен коливається від 39,3 до 43,5 г, що дозволило сформувати врожай пшениці озимої у межах 4,56-6,32 т/га [6].

Г.М. Господаренко зі співавторами [7] зазначає, що істотні прирости вмісту білка і клейковини одержано під час внесення азотних добрив дозою N_{60} у фазу кущіння рослин та N_{60} – їх виходу у трубку. Водночас показник стабільності вмісту клейковини за роками вирощування мав тенденцію до зниження в разі збільшення дози добрив. Слід звернути увагу на те, що в сортів пшениці озимої існує генотипова специфіка поглинання елементів живлення, особливо фосфору [8; 9], а високе накопичення азоту негативно позначається на споживанні калію [10], тому вивчення системи живлення рослин у нестабільних погодних умовах залишається актуальним.

Метою дослідження є встановлення впливу строку і способу внесення добрив на формування кількісних та якісних показників урожаю пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводилися впродовж 2018–2020 років у стаціонарному досліді кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки в науково-навчальному центрі Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, який знаходиться в с. Лазурне Мелітопольського району Запорізької області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний із вмістом гумусу 3,2-3,5%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 80,0-94,6 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигіним) 38-43 мг/кг та обмінного калію (за Мачигіним) 380-420 мг/кг ґрунту, pH_{KCl} – 6,8. Повторність досліду чотириразова, площа дослідної ділянки становила 100 м^2, облікової – 50 м^2.

У дослідженні використовували сорт пшениці озимої Шестопалівка, попередником якої був чорний пар. Насіння висівали у третій декаді вересня-першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт звичайним рядковим способом, глибина загортання становила 5–6 см, норма висіву – 5,5 млн. шт./га. Технологія вирощування була загальноприйнятою для зони вирощування, крім досліджуваних факторів. Погодні умови упродовж весняно-літньої вегетації 2019 та 2020 років за кількістю опадів різнилися – 197,6 мм та 149,9 мм. Слід зазначити, що у березні були відмічені мінімальні середньомісячні температури (- 6,6 ^{0}C). Аналогічно у квітні (- 5,4 ^{0}C) 2020 року на фоні недостатньої кількості опадів (9,9 мм) відновлення весняної вегетації та розвиток рослин загалом суттєво затримувались.

Схема досліду передбачала підживлення азотними добривами у два строки: ранній (І декада лютого) та пізній (І декада березня), котрі проводили з використанням аміачної селітри за допомогою РУМ. На початку фази виходу у трубку вносили у грунт монофосфат калію разом із фоновим внесенням карбаміду (5 кг/га). В якості контролю слугували варіанти без внесення фосфорно-калійного добрива. Норма витрат робочого розчину становила 200 л/га.

Закладку дослідів, експериментальні дослідження та облік урожаю виконували згідно із загальноприйнятими рекомендаціями [11]. Натуру зерна визначали з використанням пурки на 1000 мл згідно з ГОСТ 10840-64 [12], вміст білка в зерні – методом К'єльдаля (ГОСТ 10846-91) [13], кількість та якість клейковини – шляхом механічного відмивання на приладі У1-МОК-1М (ГОСТ 13586.1-68) [15], індекс деформації клейковини визначали на приладі ВДК-1. За отриманими показниками технологічної якості зерна згідно з ДСТУ 3768:2019 встановлювали відповідний клас зерна [15].

Дисперсійний та кореляційний аналізи результатів досліджень проводили за методикою Б.О. Доспехова з використанням програм MS Office 2010 та Agrostat New [16].

Результати досліджень. За результатами проведеного дослідження нами встановлено, що різні строки і способи внесення добрив є ефективними технологічними прийомами, що суттєво впливають на формування елементів структури врожаю і врожайність пшениці озимої загалом. Час внесення добрив значно впливає на формування кількості продуктивних пагонів на рослині. Оптимальним вважають застосування азотних добрив наприкінці другого етапу органогенезу, коли відбувається закладання осей другого порядку. Згідно зі схемою досліду раннє підживлення аміачною селітрою припадало на період закінчення ІІ етапу органогенезу рослин пшениці озимої, тоді як пізнє – на початок ІІІ етапу, що відповідним чином і позначилося на кількості утворених колосків. Зокрема, найнижча густота продуктивного стеблостою на рівні 392 шт./м^2 була відмічена на контрольному варіанті в умовах пізнього підживленням азотом. Водночас в умовах раннього застосування N_{40} відбулося збільшення цього показника до 540 шт./м^2, що на 27% більше (табл. 1).

Позакореневе підживлення посівів у фазу початку виходу у трубку перешкоджає відмиранню вже сформованих продуктивних стебел і позитивно впливає на індивідуальну продуктивність рослин. Зокрема, застосування монофосфату калію позакореневим способом сприяло зростанню густоти продуктивного стеблостою в умовах раннього підживлення – на 14,6% та пізнього – на 6,9% порівняно з контрольними варіантами.

Раннє підживлення азотними добривами позитивно впливало на формування довжини колосу за рахунок формування дещо більшої кількості члеників колосового стрижня, що стало можливим унаслідок кращого формування площі фотосинтезуючої поверхні рослин, яка на стадії розвитку ВВСН 31 в 1,5 рази перевищувала відповідні значення в умовах пізнього внесення азотного підживлення. Зокрема, довжина колосу за внесення азоту в І декаді лютого була на 6% більшою порівняно з варіантом його внесення в І декаді березня. Застосування позакореневого підживлення фосфорно-калійними добривами несуттєво впливало на цей показник.

Більш раннє надходження азоту до рослини сприяло активнішому закладанню колоскових горбочків, що проявилося у збільшенні кількості колосків у колосі на 9,6% порівняно з пізнім його внесенням. Позакореневе внесення монофосфату калію сприяло подальшому збільшенню кількості колосків на 5% порівняно з контролем як за раннього, так і за пізнього внесення азотних добрив.

За рахунок формування більшої довжини колосу з підвищеною кількістю колосків у ньому раннє підживлення азотом забезпечувало зростання кількості зерен у колосі на 32% порівняно з пізнім його внесенням. Застосування монофосфату калію на фоні раннього підживлення азотними добривами суттєво не впливало на збільшення озерненості колосу. Водночас такий агрономічний прийом мав високу ефективність на фоні пізнього азотного підживлення, сприяючи зростанню цього показника на 17,5% порівняно з контролем, що узгоджується з результатами інших досліджень [17–19].

Маса кожної окремої зернини і, як наслідок, 1000 насінин залежить від перебігу синтезу і транспортування запасних поживних речовин із вегетативних органів у репродуктивні. Згідно з отриманими результатами, в усіх варіантах застосування першого підживлення були створені сприятливі умови для проходження цього фізіологічного процесу, тому суттєвої різниці за масою 1000 насінин відмічено не було. Разом із тим за рахунок формування більшої кількості зерен у колосі відмічено незначне зниження цього показника у варіантах із позакореневим внесенням монофосфату калію.

Таблиця 1

Елементи структури врожаю та біологічна врожайність пшениці озимої залежно від досліджуваного фактору (середнє за 2019-2020 рр.)

Фактор А (перше підживлення)	Фактор В (позакореневе підживлення)	Густота продукт. стеблостою, шт./м^2	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт		Маса, г		Біологічна врожайність, т/га
				колосків	зерен	зерен в колосі	1000 зерен	
раннє	контроль	540	7,51	15,97	35,20	1,48	42,10	7,99
	монофосфат калію	619	7,78	16,83	35,80	1,39	38,80	8,60
пізнє	контроль	392	7,04	14,57	26,60	1,13	42,60	4,43
	монофосфат калію	419	7,24	15,29	31,27	1,27	40,76	5,32
$НІР_{05}$	фактору А	38	0,24	0,98	2,21	0,07	2,33	0,43
	фактору В	31	0,18	0,76	1,56	0,06	1,65	0,37

Таблиця 2

Якість зерна пшениці озимої залежно від досліджуваного фактору (середнє за 2019-2020 рр.)

Фактор А (перше підживлення	Фактор В (позакореневе підживлення)	Натура, г/л	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	ІДК, ум. од.	Клас зерна ДСТУ 3768:2019
раннє	контроль	776	13,7	25,1	81	II
	монофосфат калію	762	14,1	27,0	92	II
пізнє	контроль	771	11,3	22,7	80	III
	монофосфат калію	751	12,6	23,9	85	II
$НІР_{05}$	фактору А	6	0,7	1,2	5	-
	фактору В	13	0,5	0,9	2	-

Біологічна врожайність пшениці озимої обумовлена насамперед такими показниками, як густота продуктивного стеблостою і маса зерен з одного колосу. Як зазначалося вище, час і способи застосування підживлення суттєво впливали на вказані показники, що відповідним чином і позначилося на показнику біологічного врожаю рослин, який на контрольному варіанті за раннього внесення азоту був сформований на рівні 7,99 т/га, що в 1,8 рази перевищило відповідний варіант у разі пізнішого внесення азоту. Застосування монофосфату калію для обох строків використання аміачної селітри у разі підживлення зумовило збільшення біологічної врожайності на 0,61–0,89 т/га, що свідчить про доцільність позакореневого застосування цього добрива.

За даними проведеного дослідження, строк азотного підживлення пшениці озимої у поєднанні з позакореневим внесенням монофосфату калію по-різному впливав на формування якісних показників зерна (табл. 2).

Натура зерна залежить більшою мірою від сорту та умов вирощування у фазу наливу зерна, від середньодобової температури та умов зволоження, тому досліджувані агроприйоми суттєво не впливали на її величину.

Визначальними показниками оцінки якості зерна пшениці озимої є вміст білка, кількість та якість клейковини [20]. За результатами дослідження, раннє підживлення азотом забезпечило більш активне поглинання рослинами азоту із грунту та його накопичення у вегетативних органах із подальшим активним відтоком до репродуктивних органів, що проявилось у збільшенні вмісту білка в зернівці на 21,3%, кількості клейковини – на 10,6% порівняно з варіантом пізнього підживлення. Позакореневе внесення фосфорно-калійних добрив сприяло подальшій активізації цього процесу, проте по-різному впливало на накопичення білкових речовин залежно від фону першого підживлення. Зокрема, збільшення загальної білковості зерна на 11,5% було відмічено за використання монофосфату калію на фоні пізнього внесення азоту, тоді як на фоні його раннього внесення спостерігалося збільшення кількості клейковини на 7,6% порівняно з контролем.

Якість клейковини, яка визначається показником ІДК, не залежала від досліджуваних агроприйомів, оскільки вирішальним фактором її формування є вплив температури й вологості повітря у фазу воскової стиглості зерна.

Загалом згідно з ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» зерно пшениці озимої усіх дослідних варіантів відноситься до 2–3 класу якості продовольчого напрямку і може бути використане у борошномельній і хлібопекарській галузі та для експортування.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність таких агрозаходів, як своєчасне внесення азотних добрив у дозі N_{40} за першого підживлення та застосування у баковій суміші для позакореневої обробки рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 монофосфату калію (1 л/га). За рахунок зростання окремих елементів структури врожаю внесення азоту в І декаді лютого разом із підживленням фосфорно-калійними добривами забезпечило формування 8,6 т/га зерна 2 класу якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Колесникова Н. Д., Вердиш М. В., Шукайло С. П. Обґрунтування факторів впливу на урожайність сортів озимої м'якої пшениці в зоні південного степу України. *Зрошуване землеробство*. 2014. №(61). С. 80-84.
2. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозміні. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 28-31.
3. Аверчев О. В., Куліш В. Ю., Лавренко С. О. Урожайність сортів пшениці дворучки залежно від строку сівби та норм мінеральних добрив у незрошуваних умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 115. С. 4-12.
4. Литовченко А. О., Глушко Т. В., Сидякіна О. В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3. С. 101-110.
5. Гирка А. Д. Вплив локального азотного підживлення на формування показників структури врожаю озимої пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 13-16.
6. Вожегова Р. А., Мунтян Л. В. Вплив різних доз азотного добрива та норм висіву на елементи структури врожаю сортів пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3 (86). С. 107-115.
7. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Рябовол Я. С., Крижанівський В. Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 21-31.
8. Deng Y., Teng W., Tong Y-P., Chen X-P. Zou C-Q. Phosphorus Efficiency Mechanisms of Two Wheat

Cultivars as Affected by a Range of Phosphorus Levels in the Field. *Frontiers Plant Science*. 2018. Vol. 9. Article 1614. P. 1-12.
9. Звонар А. М. Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2020. Вип. 3. С. 87-95.
10. Hamnér K., Weih M., Eriksson J., Kirchmann H. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research.* 2017. Vol. 213. pp.118-129.
11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
12. ГОСТ 10840-64. Зерно. Методы определения натуры. [Дата введения 01.07.1965]. Москва, 1965. 4 с.
13. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка. [Дата введения 01.06.1993]. Москва, 1991. 6 с.
14. ГОСТ 13586.1-68. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. [Дата введения 01.06.1968]. Москва, 1968. 5с.
15. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 10.06.2019 р.]. Київ, 2019. 14 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Олійник К. М., Давидюк Г. В., Клименко І. І., Дем'янюк О. С. Вплив технологій вирощування пшениці озимої на морфофізіологічні та агрохімічні аспекти формування врожаю. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 95-105.
18. Hanhur V. V., Kocherha A. A., Pypko O. S., Kabak Y. I., Len O. I. The influence of mineral fertilizers on water consumption and productivity of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy.* 2020. № 3. pp. 54-60.
19. Мазуренко Б. О. Вплив азотного підживлення на формування елементів продуктивності тритикале-дворучки за пізніх осінніх строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу. *Миронівський вісник*. 2018. № 7. С. 134-145.
20. Білоусова З. В., Кліпакова Ю. О. Технологічні властивості зерна інтенсивних сортів пшениці озимої. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 19. Т. 1. С. 262-269.

REFERENCES:

1. Kolesnykova, N. D., Verdysh, M. V., Shukailo, S. P. (2014). Obgruntuvannia faktoriv vplyvu na urozhainist sortiv ozymoi miakoi pshenytsi v zoni pivdennoho stepu Ukrainy [Substantiation of factors influencing the yield of winter soft wheat varieties in the southern steppe zone of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated Agriculture*, 61, 80-84 [in Ukrainian].
2. Hospodarenko, H. M., Cherno, O. D. (2015). Urozhainist pshenytsi ozymoi pislia riznykh poperednykiv na foni tryvaloho zastosuvannia dobryv u sivozmini [The yield of winter wheat after different predecessors under long-term fertilization in crop rotation]. *Zemlerobstvo – Agriculture,* 1, 28-31 [in Ukrainian].
3. Averchev, O. V., Kulish, V. Yu., Lavrenko, S. O. (2020). Urozhainist sortiv pshenytsi dvoruchky zalezhno vid stroku sivby ta norm mineralnykh dobryv u nezroshuvanykh umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of wheat (spring and winter compatible) varieties depending on sowing dates and mineral fertilizer rates under the irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 115, 4-12 [in Ukrainian].
4. Lytovchenko, A. O., Hlushko, T. V., Sydiakina, O. V. (2017). Yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid faktoriv ta umov roku vyroshchuvannia na pivdni Stepu Ukrainy [Grain quality of winter wheat varieties depending on the factors and conditions of the year of cultivation in the south of Ukrainian Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Ukrainian Black Sea region agrarian science,* 3, 101-110 [in Ukrainian].
5. Hyrka, A. D. (2009). Vplyv lokalnoho azotnoho pidzhyvlennia na formuvannia pokaznykiv struktury vrozhaiu ozymoi pshenytsi [Influence of local nitrogen fertilization on the formation of indicators of winter wheat yield structure]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy,* 1, 13-16 [in Ukrainian].
6. Vozhehova, R. A., Muntian, L. V. (2015). Vplyv riznykh doz azotnoho dobryva ta norm vysivu na elementy struktury vrozhaiu sortiv pshenytsi ozymoi [The infl uence of different doses of nitrogen fertilizers and seeding rates on the structure elements of harvest of winter wheat]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 3 (86), 107-115 [in Ukrainian].
7. Hospodarenko, H. M., Cherno, O. D., Liubych, V. V., Riabovol, Ya. S., Kryzhanivskyi, V. H. (2020). Urozhainist ta khlibopekarski vlastyvosti zerna pshenytsi ozymoi pry riznykh dozakh i strokakh zastosuvannia azotnykh dobryv [Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 21-31 [in Ukrainian].
8. Deng, Y., Teng, W., Tong, Y-P., Chen, X-P. Zou, C-Q. (2018). Phosphorus Efficiency Mechanisms of Two Wheat Cultivars as Affected by a Range of Phosphorus Levels in the Field. *Frontiers Plant Science*, 9:1614, 1-12.
9. Zvonar, A. M. (2020). Vplyv pohodnykh umov roku ta sortovykh osoblyvostei na spozhyvannia azotu ta formuvannia yakosti zerna pshenytsi ozymoi [Influence of weather conditions of the year and variety features on nitrogen consumption and formation of winter wheat grain quality]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Ukrainian Black Sea region agrarian science,* 3, 87-95 [in Ukrainian].
10. Hamnér, K., Weih, M., Eriksson, J., Kirchmann, H. (2017). Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field Crops Research,* 213, 118-129 [in English].
11. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., Kostohryz, P. V. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. – Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»», 332 s. [in Ukrainian].
12. HOST 10840-64. Zerno. Metodы opredelenyia naturы [Corn. Methods for determining nature.]. [Data vvedenyia 01.07.1965]. Moskva, 1965. 4 s. [in Russia].

13. HOST 10846-91. Zerno y produktы eho pererabotky. Metodы opredelenyia belka [Grain and products of its processing. Protein determination methods.]. [Data vvedenyia 01.06.1993]. Moskva, 1991. 6 s. [in Russia].
14. HOST 13586.1-68. Zerno. Metodы opredelenyia kolychestva y kachestva kleikovynы v pshenytse [Corn. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat]. [Data vvedenyia 01.06.1968]. Moskva, 1968. 5s. [in Russia].
15. DSTU 3768:2019. Pshenytsia. Tekhnichni umovy [Wheat. Specifications]. [Chynnyi vid 10.06.2019 r.]. Kyiv, 2019. 14 s. [in Ukrainian].
16. Dospekhov, B.A. (1985). Metodyka polevoho opыta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyia) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. Moskva: Ahropromyzdat, 351 p. [in Russia].
17. Oliinyk, K. M., Davydiuk, H. V., Klymenko, I. I., Demianiuk, O. S. (2020). Vplyv tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi na morfofiziolohichni ta ahrokhimichni aspekty formuvannia vrozhaiu [Influence of winter wheat growing technologies on morphophysiological and agrochemical aspects of crop formation]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroekologikal Journal*, 4, 95-105 [in Ukrainian].
18. Hanhur, V. V., Kocherha, A. A., Pypko, O. S., Kabak, Y. I., Len, O. I. (2020). The influence of mineral fertilizers on water consumption and productivity of winter wheat. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 54-60 [in Ukrainian].
19. Mazurenko, B. O. (2018). Vplyv azotnoho pidzhyvlennia na formuvannia elementiv produktyvnosti trytykale-dvoruchky za piznikh osinnikh strokiv sivby v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Influence of nitrogen fertilization on the formation of triticale-two-handed productivity elements in the late autumn sowing dates in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Myronivskyi visnyk – Myronivka Bulletin*, 7, 134-145 [in Ukrainian].
20. Bilousova, Z. V., Klipakova, Yu. O. (2019). Tekhnolohichni vlastyvosti zerna intensyvnykh sortiv pshenytsi ozymoi [Technological properties of grain of intensive varieties of winter wheat]. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu – Works Tavria State Agrotechnological University,* 19(1), 262-269 [in Ukrainian].

Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої

Мета дослідження – встановлення впливу строку і способу внесення добрив на формування кількісних та якісних показників врожаю пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

Методи. Закладку дослідів та експериментальні дослідження проведено згідно із загальноприйнятими рекомендаціями з використанням загальнонаукових, спеціальних та математично-статистичних методів дослідження.

Результати. Час та способи застосування підживлень суттєво впливали на формування окремих елементів структури врожаю, що відповідним чином і позначилося на показнику біологічної урожайності рослин пшениці озимої, яка в контрольному варіанті за раннього внесення азоту була сформована на рівні 7,99 т/га, що в 1,8 рази перевищує відповідний варіант у разі більш пізнього внесення азоту. Застосування монофосфату калію для обох строків використання аміачної селітри за підживлення позначилось у збільшенні біологічної врожайності на 0,61–0,89 т/га, що свідчить про доцільність позакореневого застосування цього добрива.

Раннє підживлення азотом сприяло збільшенню вмісту білка в зернівці на 21,3%, кількості клейковини – на 10,6% порівняно з варіантом пізнього підживлення. Позакореневе внесення фосфорно-калійних добрив забезпечило збільшення загальної білковості зерна на 11,5% за використання монофосфату калію на фоні пізнього внесення азоту, тоді як на фоні його раннього внесення спостерігалося збільшення кількості клейковини на 7,6% порівняно з контролем.

Зерно пшениці озимої усіх дослідних варіантів відноситься до 2-3 класу якості продовольчого напрямку і може бути використане у борошномельній і хлібопекарській галузі та для експортування.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність таких агрозаходів, як своєчасне внесення азотних добрив у дозі N_{40} за першого підживлення та застосування у баковій суміші для позакореневої обробки рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 монофосфату калію (1 л/га). За рахунок зростання окремих елементів структури врожаю, внесення азоту у І декаді лютого разом із підживленням фосфорно-калійними добривами нами отримано 8,6 т/га зерна 2 класу якості.

Ключові слова: перше підживлення, позакореневе підживлення, монофосфат калію, структура врожаю, показники якості.

Klipakova Yu.O., Bilousova Z.V., Keneva V.A., Korotka I.O. Influence of the fertilization system on yield and grain quality of winter wheat

Aim of the research – to establish the influence of terms and methods of fertilizer application on the formation of quantitative and qualitative indices of winter wheat yield in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Methods. Experimental studies were carried out in accordance with generally accepted recommendations using general scientific, special and mathematical-statistical research methods.

Results. Terms and methods of fertilization had a significant impact on the formation of individual elements of the crop yield structure, which accordingly affected the value of biological yield of winter wheat plants, which in the control variant with early nitrogen application amounted to 7.99 t/ha, which is 1.8 times higher than the corresponding variant with later nitrogen application. The use of potassium monophosphate for both terms of ammonium nitrate use in fertilization was reflected in the increase of biological yield by 0.61–0.89 t/ha, which indicates the feasibility of foliar application the selected fertilizer.

Early fertilization with nitrogen increased the protein content in the grain by 21.3%, and the amount of gluten – by 10.6% compared to the variant of late fertilization. Foliar application of phosphorus-potassium fertilizers provided an increase in total grain protein by 11.5% with the use of potassium monophosphate on the background

of late nitrogen application, while on the background of its early application there was an increase in gluten by 7.6% compared to control.

Winter wheat grain in all variants of the experiment belongs to 2-3 classes of food quality and can be used in the flour-milling and baking industry, as well as for export.

Conclusions. The results of the studies indicate the high efficiency of such agricultural measures as timely application of nitrogen fertilizers at a dose of N_{40} in the first fertilization and use of potassium monophosphate (1 l/ha) in the tank mixture for foliar treatment of winter wheat plants in stage BBCH 31. Due to the increase of individual elements of the crop yield structure, nitrogen application in the ten-day period of February in combination with phosphorus-potassium fertilization ensured the formation of 8.6 t/ha of grain of class 2 quality.

Key words: first fertilization, foliar fertilization, potassium monophosphate, yield structure, quality indicators.

УДК 626.81/84;330.1;330.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.7

ПРОЗОРИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ВАРТОСТІ ПОСЛУГ ІЗ ПОДАЧІ ВОДИ – ОДИН ІЗ НАПРЯМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ЗРОШЕННЯ ТА ДРЕНАЖУ В УКРАЇНІ НА ПЕРІОД ДО 2030 РОКУ

КОЗЛЕНКО Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
https://orcid.org/0000-0003-3001-8220
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МОРОЗОВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-5617-0813
Херсонський державний аграрно-економічний університет
МОРОЗОВ В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-2594-883X
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. (далі – Стратегія) визначено галузеві проблеми, що потребують розв'язання: неврегульованість питань, які визначають умови та можливості залучення до управління та експлуатації водокористувачів як основи переведення зрошення на самофінансування; практично повна відстороненість водокористувачів від управління та формування тарифів на послуги з подачі води, недостатній рівень фінансування через відсутність коштів у державному бюджеті [1].

Метою Стратегії є визначення стратегічних напрямів державної політики щодо зрошення і дренажу, забезпечення сталого екологічно збалансованого розвитку землеробства в Україні. Серед визначених шляхів досягнення Стратегії, також відображених у відповідному Плані заходів із реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, який затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1567-р. (далі – План заходів), є такі: відновлення і збільшення площ зрошуваних земель; поліпшення якості надання послуг із зрошення, прозорості формування тарифів; підтримка наукових досліджень у цьому напрямку [1; 2].

Одним із основних завдань, які мають бути вирішені протягом другого етапу реалізації Стратегії (2021-2024 роки), є впровадження прозорої та соціально прийнятної системи формування тарифів у практику надання послуг зі зрошення [1].

Виходячи з аналізу зазначених проблем, шляхів та завдань, питання прозорості механізму формування вартості послуг із подачі води є дуже актуальним і потребує наукового вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Техніко-економічні показники функціонування зрошувальних систем і проблеми формування вартості послуг із подачі води досліджували науковці Інституту зрошуваного землеробства НААН Вожегова Р.А., Грановська Л.М., Миронова Л.М., Писаренко П.В., Вердиш М.В. [3; 4; 5], науковці Інституту водних проблем і меліорації НААН Ромащенко М.І., Ковальчук П.І., Михальська Т.О., Матяш Т.В., Шевчук С.А., Волошин М.М., Пендак Н.В., Задорожний А.І., Ковальчук В.П., Яцюк М.В., Жовтоног О.І., Дехтяр О.О., Сайдак Р.В., Брюзгіна Н.Д., Антонюк А.В. [6; 7; 8] та інші.

Результати аналізу існуючого стану зрошення в Україні та в Південному регіоні дають підставу стверджувати таке:

– у Південному регіоні України існує створена за радянських часів мережа магістральних та розподільчих каналів із відповідним насосно-силовим обладнанням та регульованими спорудами, проєктні потужності якої значно перевищують її використання, тому ефективність експлуатації зрошувальних систем може бути підвищена за умови відновлення площ зрошення [14];

– технічний стан каналів, головних насосних станцій перекачування та підкачування, а також регульованих споруд суттєво знижує проєктні можливості існуючих зрошувальних систем унаслідок значних (до 40%) втрат води на фільтрацію, високих питомих витрат на електроенергію, що використовується на подачу води, внаслідок низьких (порівняно з новітніми типами) коефіцієнтів корисної дії (ККД) насосно-силового обладнання [14];

– існуюча система оплати електроенергії, яку використовують для подачі води на зрошення, потребує вдосконалення [14].

Однією з ключових пропозицій є те, що тарифи на послуги з подачі води на зрошення мають формуватися за участю всіх зацікавлених сторін, що можна здійснити лише за умови прозорої системи формування тарифів [5; 7].

Науковцями виділяється одна з проблем – відсутність участі водокористувачів у формуванні ціни на послуги з подачі води [7].

Діючими законодавчими актами, що регулюють процес надання і формування вартості послуг із подачі води та застосовуються водогосподарськими організаціями, є Постанова Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2011 р. № 1101 «Про затвердження переліку платних послуг, які надаються бюджетними установами, що належать до сфери управління Державного агентства водних ресурсів України» та Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, Міністерства фінансів України «Порядок визначення вартості та надання

платних послуг бюджетними установами, що належать до сфери управління Держводагентства України», № 44/1561/1130 від 25.12.2013 [9; 10].

Мета дослідження – визначення шляхів прозорого підходу до формування вартості послуг із подачі води, що є одним із напрямів реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, та виконання прогнозних розрахунків вартості послуг із подачі води за різних варіантів фінансування і площ зрошуваних земель.

Матеріали та методика досліджень. У дослідженні використані матеріали Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи (нині – Управління каналів річки Інгулець), Інституту зрошуваного землеробства НААН, проблемної науково-дослідної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу агроекосистем сухостепової зони імені професора Д.Г. Шапошникова Херсонського ДАУ, матеріали власних досліджень авторів та інші [4]. Методами дослідження є системний підхід і системний аналіз, узагальнення, порівняння, зворотній зв'язок.

Результати досліджень. Одним із завдань Стратегії є впровадження прозорої та соціально прийнятної системи формування тарифів у практику надання послуг із зрошення [1].

Калькуляція вартості послуг із подачі води та загальний розрахунок, на підставі якого вона складається та нині застосовується водогосподарськими організаціями Держводагентства України за формування вартості послуг із подачі (забору) води, є документами, що відображають формування вартості послуг, але зазвичай вищезазначені документи складно назвати прозорими, тому що в них важко швидко розібратися без додаткових документів.

З метою досягнення прозорості пропонується процес формування вартості послуг із подачі води починати з формування технологічної карти надання послуги з подачі води на зрошення, тобто всього річного виробничого процесу водогосподарської організації (організації водокористувачів або інших формувань, які надають послуги з подачі води).

Технологічні карти застосовують у різних областях та видах економічної діяльності. Враховуючи, що вони відіграють важливу роль не лише в технологічному процесі, але і в інших сферах діяльності підприємств, застосування технологічних карт уже вийшло за межі окремих технологічних процесів і поширилося в багатьох сферах економічної діяльності. Термін «технологічна карта» в різних законодавчо-нормативних джерелах має дещо відмінне визначення залежно від сфери застосування [11]. Але під час аналізу цього питання можна визначити, що технологічна карта – документ (інструкція, письмовий опис), який установлює перелік та послідовність технологічних операцій, процедуру з організації робіт, порядок виконання робіт тощо, відображаючи необхідні для виконання процесу ресурси, матеріали й витрати, тобто комплекс параметрів, що характеризують технічний та організаційний бік виробничого процесу.

Галузі застосування технологічних карт дуже різноманітні: будівництво, машинобудування, сільське господарство, адміністративні послуги, сфера освіти (навчальний процес), лісове господарство, податкове планування та інші [11]. Нічого не заважає застосувати технологічні карти під час формування та відображення вартості послуг із подачі води на зрошення.

Технологічна карта послуги з подачі води на зрошення повинна чітко та прозоро відображати всі виробничі процеси, що відбуваються упродовж річного циклу функціонування водогосподарської організації. Отже, головний процес – подача води, в якому левову частку займають витрати на оплату електроенергії, тобто головна стаття витрат – це витрати на електроенергію, що використовується Головною насосною станцією для подачі води. Технологічними операціями з пропуску води є такі: механізоване очищення каналів від водної рослинності шляхом тралення, роботи екскаваторів тощо; роботи з виконання контрольних замірів; цикл підготовчих робіт, який виконується в ремонтний період (листопад – березень), доглядові та інші роботи. Видатки на заробітну плату розраховуються згідно зі штатним розписом, який, у свою чергу, складається згідно з нормативами чисельності працівників та посадових окладів, урегульованих також законодавством.

Технологічна карта послуги з подачі води на зрошення повинна стати саме тим публічним документом, який об'єктивно відображає всі основні виробничі процеси та витрати водогосподарської організації, необхідні для надання якісної послуги з подачі води, тобто визначає потребу у фінансуванні, нестачу коштів і всі витрати, закладені в розрахунки вартості послуг із подачі води. Технологічна карта послуги з подачі води на зрошення відображає технологію, алгоритм процесу, етапи виконання виробничих операцій та відповідні витрати, необхідні для виконання послуги.

Технологічна карта послуги з подачі води на зрошення може складатись у вигляді таблиці, але більш наглядно та прозоро, на нашу думку, технологічну карту послуги з подачі води можна показати за допомогою інтелект-карти (англ. *mind map).* В українських перекладах термін може звучати по-різному – «карти розуму», «карти пам'яті», «ментальні карти». Інтелект-карти – це зручна та ефективна техніка візуалізації мислення й альтернативного запису, це спосіб зображення процесу загального системного мислення за допомогою схем, який також може застосовуватися як зручна техніка альтернативного запису. Інтелект-карти нині активно використовують експерти з розвитку різних напрямів, їх можна застосовувати практично для вирішення будь-яких задач [12; 13]. Зокрема, пропонується застосовувати інтелект-карти задля створення наглядного прозорого відображення процесу формування вартості послуг із подачі води.

Нами запропоновано загальний принцип цього процесу. Повна, більш детальна технологічна карта складається в кожній водогосподарській організації із урахуванням своїх технологічних і технічних особливостей, але загальні засади для всіх єдині. Вказана технологічна карта формується на основі річних планів виробничих підрозділів і служб, які ретельно розглядаються та перевіряються виробничим відділом, усіма відділами

та головними спеціалістами під головуванням заступника начальника, що відповідає за управління процесом формування вартості послуг, концентруючись у головного економіста для складання на її основі розрахунку вартості послуг і відповідних калькуляцій.

Нами виконано розрахунки вартості послуг із подачі води на прикладі Інгулецької зрошувальної системи (ІЗС). Розрахунки виконано в таких чотирьох варіантах формування вартості послуг із подачі води на зрошення:

І варіант – фактичний за існуючої площі поливу, тобто з урахуванням частки бюджетного фінансування, нестача якого компенсується коштами, отриманими від надання послуг із подачі води (табл. 1, 2).

У фактичному розрахунку за існуючої площі поливу не вся нестача коштів урахована у витратах під час розрахунку вартості послуг, тому що за врахування всієї нестачі велика вірогідність того, що вартість послуг буде соціально неприйнятною для сільськогосподарських товаровиробників;

ІІ варіант установлений також із урахуванням частки бюджетного фінансування, нестача якого компенсується коштами, отриманими від надання послуг із подачі води, але за відновлення проєктної площі поливу. Береться до уваги, що в останні роки на Інгулецькій зрошувальній системі зрошується в середньому близько 20 тисяч гектарів. Наявність зрошувальних земель на Інгулецькій зрошувальній системі – 60 тисяч гектарів. Враховуючи, що за відновлення поливних площ до проєктного показника площа поливу збільшиться утричі порівняно з нинішньою, в розрахунках у разі відновлення площі поливу водопостачання також збільшено утричі порівняно з фактичним (табл. 1, 3);

ІІІ варіант розрахований у разі відновлення проєктної площі поливу та за повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування), що передбачено Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року (табл. 1, 4);

IV варіант розрахований у разі відновлення проєктної площі поливу та за повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування) зі зменшенням енергоспоживання і непродуктивних втрат води (на 5,0%) (табл. 1, 5).

Розрахунки показали, що в разі відновлення площ зрошення до проєктного рівня згідно зі Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року на ІЗС (варіант ІІ) вартість послуг із подачі 1 м^3 води знизиться на 23,02%, тобто можна досягти здешевлення вартості послуг із забору води на полив завдяки розпо-

Таблиця 1

Розрахунок потреби коштів на електроенергію для перекачування води ГНС Інгулецької зрошувальної системи та вартості послуг, пов'язаних із забором води (в частині сплати за електроенергію)

№ п/п	Варіант розрахунку	І варіант. Фактичний за існуючої площі поливу	ІІ варіант. За відновлення проєктної площі поливу	ІІІ варіант. За відновлення проєктної площі поливу та повному самофінансуванні (відсутність бюджетного фінансування)	IV варіант. При відновленні проєктної площі поливу та повному самофінансуванні (відсутність бюджетного фінансування) із зменшенням енергоспоживання і непродуктивних втрат води
1	Водозабір із джерела зрошення, тис. м³	128 837	256 511	256 511	256 511
2	Водоподача, всього (тис. м³)	63 837	191 511	191 511	191 511
3	Втрати води з каналів на фільтрацію, наповнення та випаровування, тис. м³	65 000	65 000	65 000	65 000
4	Норма питомих витрат електроенергії на перекачування води, кВт-год. на 1 тис. м³	219	219	219	208
5	Витрати ел. енергії на перекачування води, тис. кВт-год	28 215,3	56 175,9	56 175,9	53 367,1
6	Тариф, грн. за 1 кВт на годину	2,72000	2,72000	2,72000	2,72000
7	Загальна потреба коштів на оплату ел. енергії для перекачування води, тис. грн.	76 745,62	152 798,47	152 798,47	145 158,55
8	Виділено коштів на оплату електроенергії для перекачування води з держбюджету, тис. грн.	28923,10	28923,10	0	0
9	Нестача коштів, яка компенсується за рахунок водокористувачів, тис. грн.	47 822,52	123 875,37	152 798,47	145 158,55
10	Вартість послуг для водокористувачів, грн. за 1 м³	0,7491	0,6468	0,7979	0,7580

Таблиця 2

Зведений розрахунок планових витрат для визначення вартості послуг із подачі води (тис. грн).
І варіант – фактичний за існуючої площі поливу

№ п/п	Найменування видатків	Розрахункова потреба	Фінансування з державного бюджету	Нестача коштів	Витрати, враховані за розрахунку вартості послуг
1	Прямі витрати на оплату праці	27446,828	20081,8	7365,028	7365,028
	зокрема заробітна плата	22497,40	16460,4	6037,0	6037,0
	нарахування на заробітну плату	4949,428	3621,4	1328,028	1328,028
2	Прямі матеріальні витрати	5629,287	303,55	5325,74	4135,221
3	Інші прямі витрати	81835,58	29020,75	52814,83	51462,122
	зокрема оплата електроенергії для перекачки води	76745,62	28923,1	47822,52	47822,52
4	Загальногосподарські витрати	18094,84	1152,4	16942,44	5879,125
	зокрема капітальний ремонт і видатки на оновлення та модернізацію основних засобів	13205,0	0	13205,0	3355,0
5	Разом витрат	133006,533	50558,5	82448,033	77196,051
6	Плановий обсяг подачі води на рік, тис. м^3	-	-	63837	63837
7	Вартість подачі 1 м^3 води (без ПДВ), грн.	-	-	1,292	1,078
8	ПДВ (20%), грн.	-	-	0,258	0,216
9	Вартість послуг із подачі 1 м^3 води (з ПДВ), грн.	-	-	1,550	1,29

Таблиця 3

Зведений розрахунок планових витрат для визначення вартості послуг із подачі води (тис. грн.)
ІІ варіант – у разі відновлення проєктної площі поливу

№ п/п	Найменування видатків	Розрахункова потреба	Фінансування з державного бюджету	Нестача коштів	Витрати, враховані під час розрахунку вартості послуг
1	Прямі витрати на оплату праці	27446,828	20081,8	7365,028	7365,028
	зокрема заробітна плата	22497,40	16460,4	6037,0	6037,0
	нарахування на заробітну плату	4949,428	3621,4	1328,028	1328,028
2	Прямі матеріальні витрати	5629,287	303,55	5325,74	5325,74
3	Інші прямі витрати	157888,43	29020,75	128867,68	128867,68
	зокрема оплата електроенергії для перекачування води	152798,47	28923,1	123875,37	123875,37
4	Загальногосподарські витрати	18094,84	1152,4	16942,44	16942,44
	зокрема капітальний ремонт і видатки на оновлення та модернізацію основних засобів	13205,0	0	13205,0	13205,0
5	Разом витрат	209059,383	50558,5	158500,883	158500,883
6	Плановий обсяг подачі води на рік, тис. м^3	-	-	191511	191511
7	Вартість подачі 1 м^3 води (без ПДВ), грн.	-	-	0,828	0,828
8	ПДВ (20%), грн.	-	-	0,166	0,166
9	Вартість послуг із подачі 1 м^3 води (з ПДВ), грн.	-	-	0,993	0,993

діленню витрат, прямо пов'язаних із наданням послуг на більший обсяг водозабору, порівняно з нині фактичним. Згідно з розрахунками, середньозважена зрошувальна норма становить 3,192 тис. м^3 на га. Виходячи із цього, розрахунковий економічний ефект у разі застосування ІІ варіанту, тобто за відновлення площ зрошення до проєктного рівня, але збереження бюджетного фінансування на рівні останніх років, становитиме 948,02 грн. на 1 га, або 56 881 200 грн. на весь Інгулецький зрошуваний масив (табл. 6).

Під час розгляду варіанту відновлення проєктної площі поливу та перехід зрошення на повне самофінансування, тобто за повної відсутності бюджетного фінансування (що також передбачено Стратегією) (варіант ІІІ формування вартості послуг із подачі води на зрошення) розрахунки показали, що повинно відбутися під-

Таблиця 4

Зведений розрахунок планових витрат для визначення вартості послуг із подачі води (тис. грн.)
ІІІ варіант – у разі відновлення проєктної площі поливу та повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування)

№ п/п	Найменування видатків	Розрахункова потреба	Фінансування з державного бюджету	Нестача коштів	Витрати, враховані під час розрахунку вартості послуг
1	Прямі витрати на оплату праці	27446,828	0	27446,828	27446,828
	зокрема заробітна плата	22497,40	0	22497,40	22497,40
	нарахування на заробітну плату	4949,428	0	4949,428	4949,428
2	Прямі матеріальні витрати	5629,287	0	5629,287	5629,287
3	Інші прямі витрати	157888,43	0	157888,43	157888,43
	зокрема оплата електроенергії для перекачування води	152798,47	0	152798,47	152798,47
4	Загальногосподарські витрати	18094,84	0	18094,84	18094,84
	Зокрема капітальний ремонт і видатки на оновлення та модернізацію основних засобів	13205,0	0	13205,0	13205,0
5	Разом витрат	209059,383	0	209059,383	209059,383
6	Плановий обсяг подачі води на рік, тис. м^3	-	-	191511	191511
7	Вартість подачі 1 м^3 води (без ПДВ), грн	-	-	1,092	1,092
8	ПДВ (20%), грн.	-	-	0,218	0,218
9	Вартість послуг із подачі 1 м^3 води (з ПДВ), грн.	-	-	1,310	1,310

Таблиця 5

Зведений розрахунок планових витрат для визначення вартості послуг із подачі води (тис. грн.).
IV варіант – у разі відновлення проєктної площі поливу та повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування) зі зменшенням енергоспоживання і непродуктивних втрат води

№ п/п	Найменування видатків	Розрахункова потреба	Фінансування з державного бюджету	Нестача коштів	Витрати, враховані під час розрахунку вартості послуг
1	Прямі витрати на оплату праці	27446,828	0	27446,828	27446,828
	зокрема заробітна плата	22497,40	0	22497,40	22497,40
	нарахування на заробітну плату	4949,428	0	4949,428	4949,428
2	Прямі матеріальні витрати	5629,287	0	5629,287	5629,287
3	Інші прямі витрати	150248,51	0	150248,51	150248,51
	зокрема оплата електроенергії для перекачування води	145158,55	0	145158,55	145158,55
4	Загальногосподарські витрати	18094,84	0	18094,84	18094,84
	зокрема капітальний ремонт і видатки на оновлення та модернізацію основних засобів	13205,0	0	13205,0	13205,0
5	Разом витрат	201419,463	0	201419,463	201419,463
6	Плановий обсяг подачі води на рік, тис. м^3	-	-	191511	191511
7	Вартість подачі 1 м^3 води (без ПДВ), грн.	-	-	1,052	1,052
8	ПДВ (20%), грн.	-	-	0,210	0,210
9	Вартість послуг із подачі 1 м^3 води (з ПДВ), грн.	-	-	1,262	1,262

вищення вартості послуг із подачі води на 1,55%, тобто відбудеться підвищення витрат на 63,84 грн на 1 га, або 3 830 400 грн. на весь Інгулецький масив (табл. 6).

У варіанті відновлення проєктної площі поливу за повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування) і зменшення енергоспоживання та непродуктивних втрат води (у розрахунках – зменшення на 5%) (варіант IV формування вартості послуг із подачі води на зрошення) розрахунки показують, що відбуватиметься зниження вартості послуг із подачі води на 2,17%, розрахунковий економічний ефект складатиме 89,38 грн. на 1 га або 5 362 800 грн. на весь масив (табл. 6).

Таблиця 6

Досягнення економічного ефекту за різних варіантів розрахунків планових витрат для визначення вартості послуг із подачі води

№ п/п	Варіант розрахунку	I варіант. Фактичний за існуючої площі поливу	II варіант. За відновлення проєктної площі поливу	III варіант. За відновленнія проєктної площі поливу та повному самофінансуванні (відсутність бюджетного фінансування)	IV варіант. При відновленні проектної площі поливу та повному самофінансуванні (відсутності бюджетного фінансування) зі зменшенням енергоспоживання і непродуктивних втрат води
1	Водозабір із джерела зрошення, тис. м³	128 837	256 511	256 511	256 511
2	Водоподача, всього (тис. м³)	63 837	191 511	191 511	191 511
3	Витрати на електроенергію для перекачування води, тис. грн.	47 822,52	123 875,37	152 798,47	145 158,55
4	Вартість послуг за витратами на електроенергію для перекачування води, грн. за 1 м³	0,7491	0,6468	0,7979	0,7580
5	Різниця у вартості послуг за витратами на електроенергію для перекачування води, %	-	-13,7%	+6,5%	+1,2%
6	Разом витрат, тис. грн.	77196,051	158500,883	209059,383	201419,463
7	Вартість послуг із подачі 1 м³ води (з ПДВ), грн.	1,290	0,993	1,310	1,262
8	Різниця у вартості послуг із подачі 1 м³ води (з ПДВ), грн.	-	- 0,297	+ 0,020	-0,028
9	Різниця у вартості послуг із подачі 1 м³ води (із ПДВ), %	-	- 23,02%	+ 1,55 %	-2,17%
10	Економічний ефект на 1 га, грн.	-	948,02	-63,84	89,38
11	Економічний ефект на масиві, грн.	-	56 881 200	-3 830 400	5 362 800

Висновки. На основі вищезазначеного нами сформульовані такі висновки:

1) із метою досягнення прозорості (на виконання завдань Стратегії) запропоновано процес формування вартості послуг із подачі води на зрошення починати з формування технологічної карти послуг із подачі води на зрошення, тобто всього річного виробничого процесу водогосподарської організації (або організації водокористувачів), у котрій чітко і прозоро повинні відображатися всі виробничі процеси, що відбуваються протягом річного циклу функціонування водогосподарської організації, та відповідні витрати. Вищезазначена технологічна карта послуг із подачі води на зрошення повинна стати публічним документом, який водогосподарська організація, що надає послуги, повинна надавати за вимогою водокористувачів (або розміщати на своєму офіційному сайті). Таким способом забезпечуватиметься прозорість системи формування тарифів під час надання послуг із подачі води на зрошення та усуватиметься відстороненість водокористувачів від формування вищеназваних тарифів;

2) розрахунки показали, що за відновлення площ зрошення до проєктного рівня згідно зі Стратегією, але за збереження бюджетного фінансування на рівні останніх років (варіант II) вартість послуг із подачі 1 м³ води знизиться на 23,02 %, тобто можна досягти здешевлення вартості послуг із забору води на полив завдяки розподіленню витрат, прямо пов'язаних із наданням послуг на більший обсяг водозабору, ніж фактичний на цей час. Розрахунковий економічний ефект у разі застосування II варіанту становитиме 948,02 грн. на 1 га або 56 881 200 грн. на весь Інгулецький зрошуваний масив;

3) за умови відновлення проєктної площі поливу та переходу зрошення на повне самофінансування, тобто за повної відсутності бюджетного фінансування (що теж передбачено Стратегією) (варіант III) розрахунки показали, що має відбутися подорожчання вартості послуг із подачі води на 1,55%, тобто відбудеться підвищення витрат на 63,84 грн. на 1 га або 3 830 400 грн. на весь масив;

4) у варіанті IV – відновлення проєктної площі поливу за повного самофінансування (відсутності бюджетного фінансування) і зменшення енергоспоживання та непродуктивних втрат води (на 5%) відбуватиметься зниження вартості послуг із подачі води на 2,17 %; розрахунковий економічний ефект складатиме 89,38 грн. на 1 га або 5 362 800 грн. на весь масив;

5) за відновлення проєктних площ зрошуваних земель та переведення зрошення на самофінансування (як це передбачено Стратегією зрошення та дренажу

в Україні на період до 2030 року) вартість послуг із подачі води, згідно з розрахунками, підвищиться порівняно з фактичною вартістю на цей час, тому задля отримання економічного ефекту вищезазначені заходи, передбачені Стратегією, слід виконувати тільки в комплексі із заходами щодо зменшення енергоспоживання та непродуктивних втрат води. Водночас задля досягнення прозорої системи формування вартості послуг із подачі води слід застосовувати технологічні карти послуги із подачі води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-р#Text
2. План заходів із реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.10.2020 р. № 1567-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1567-2020-р#Text
3. Вожегова Р.А., Грановська Л.М., Миронова Л.М., Писаренко П.В., Вердиш М.В. Вплив вартості води на економічну ефективність виробництва аграрної продукції в зоні зрошення. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. № 58. С. 154-157.
4. Вожегова Р.А., Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Шляхи реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року на Інгулецькій зрошувальній системі. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2021. № 75. С. 10-15.
5. Грановська Л.М., Пілярська О.О. Законодавче регулювання відновлення та розвитку зрошення в Україні. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. № 74. С. 28-35.
6. Ромащенко М.І., Яцюк М.В., Жовтоног О.І., Дехтяр О.О., Сайдак Р.В., Матяш Т.В. Наукові засади відновлення та розвитку зрошення в Україні в сучасних умовах. *Меліорація і водне господарство.* 2017. № 106. С. 9-14.
7. Ромащенко М.І., Ковальчук П.І., Михальська Т.О., Матяш Т.В., Шевчук С.А., Волошин М.М., Пендак Н.В., Задорожний А.І., Ковальчук В.П. Методика формування ціни на подачу води на зрошення, промислові та комунальні потреби. Київ, 2006. 33 с.
8. Дехтяр О.О., Брюзгіна Н.Д., Антонюк А.В. Аналіз функціонування зрошувальних систем за техніко-технологічними та економічними показниками. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 50-56.
9. Про затвердження переліку платних послуг, які надаються бюджетними установами, що належать до сфери управління Державного агентства водних ресурсів. Постанова КМУ від 26.10.2011р. № 1101 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1101-2011-п#Text
10. Порядок визначення вартості та надання платних послуг бюджетними установами, що належать до сфери управління Держводагентства України. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства економічного розвитку і торгівлі України, Міністерства фінансів України від 25.12.2013 р. № 44/1561/1130 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0163-14#Text
11. Оліховський В.Я. Технологічні карти та можливості їх використання у податковому плануванні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2014. № 794. С. 295-304.
12. Сталий інноваційний розвиток: Створення інтелект-карти. [Електронний ресурс]: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Караєва Н.В. Електронні текстові дані (1 файл: 24,3 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 70 с.
13. Бьюзен Т. и Б. Супермышление. Пер. С англ. Е.А. Самсонов. 2-е изд. Минск : ООО «Попурри», 2003. 304 с.
14. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України. Київ : ЦП «Компринг», 2014. 28 с.

References:

1. Stratehiia zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Irrigation and drainage strategy in Ukraine for the period up to 2030]: skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14.08.2019 r. № 688-r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-r#Text [in Ukrainian].
2. Plan zakhodiv z realizatsii Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Action plan for the implementation of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030]: zatverdzheno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21.10.2020 r. № 1567-r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1567-2020-r#Text [in Ukrainian].
3. Vozhehova, R.A., Hranovska, L.M., Myronova, L.M., Pysarenko, P.V., & Verdysh, M.V. (2012). Vplyv vartosti vody na ekonomichnu efektyvnist vyrobnytstva ahrarnoi produktsii v zoni zroshennia [The impact of water costs on the economic efficiency of agricultural production in the irrigation zone]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 58, 154-157 [in Ukrainian].
4. Vozhehova, R.A., Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2021). Shliakhy realizatsii Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku na Inhuletskii zroshuvalnii systemi [Ways to implement the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030 on the Ingulets irrigation system]. *Zroshuvane zemlerobstvo - Irrigated agriculture*, 75, 10-15 [in Ukrainian].
5. Hranovska, L.M., Piliarska, O.O. (2020). Zakonodavche rehuliuvannia vidnovlennia ta rozvytku zroshennia v Ukraini [Legislative regulation of irrigation restoration and development in Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo - Irrigated agriculture*, 74, 28-35 [in Ukrainian].
6. Romashchenko, M.I., Yatsiuk, M.V., Zhovtonoh, O.I., Dekhtiar, O.O., Saidak, R.V. & Matiash, T.V. (2017). Naukovi zasady vidnovlennia ta rozvytku zroshennia v Ukraini v suchasnykh umovakh [Scientific principles of restoration and development of irrigation in Ukraine in modern conditions]. *Melioratsiia I vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management,* 106, 9-14 [in Ukrainian].
7. Romashchenko, M.I., Kovalchuk, P.I., Mykhalska, T.O., Matiash, T.V., Shevchuk, S.A., Voloshyn, M.M., Pendak, N.V., Zadorozhnyi, A.I., & Kovalchuk, V.P. (2006). Metodyka formuvannia tsiny na podachu vody na zroshennia, promyslovi ta komunalni potreby [Methods of forming the price of water supply for irrigation, industrial and municipal needs]. Kiev [in Ukrainian].

8. Dekhtiar, O.O., Briuzghina, N.D. & Antoniuk, A.V. (2019). Analiz funktsionuvannia zroshuvalnykh system za tekhniko-tekhnolohichnymy ta ekonomichnymy pokaznykamy [Analysis of the functioning of irrigation systems by technical-technological and economic indicators]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3 (792), 50-56 [in Ukrainian].
9. Pro zatverdzhennia pereliku platnykh posluh, yaki nadaiutsia biudzhetnymy ustanovamy, shcho nalezhat do sfery upravlinnia Derzhavnoho ahentstva vodnykh resursiv [On approval of the list of paid services provided by budgetary institutions belonging to the sphere of management of the State Agency of Water Resources]. Postanova KMU vid 26.10.2011r. № 1101 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1101-2011-п#Text [in Ukrainian].
10. Poriadok vyznachennia vartosti ta nadannia platnykh posluh biudzhetnymy ustanovamy, shcho nalezhat do sfery upravlinnia Derzhvodahentstva Ukrainy [The procedure for determining the cost and provision of paid services by budgetary institutions belonging to the sphere of management of the State Water Agency of Ukraine]. Nakaz Ministerstva ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy, Ministerstva ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrainy, Ministerstva finansiv Ukrainy vid 25.12.2013 r. № 44/1561/1130 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0163-14#Text [in Ukrainian].
11. Olikhovskyi, V.Ia. (2014). Tekhnolohichni karty ta mozhlyvosti yikh vykorystannia u podatkovomu planuvanni [Technological maps and possibilities of their use in tax planning]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika» – Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic",* 794, 295-304 [in Ukrainian].
12. Stalyi innovatsiinyi rozvytok: Stvorennia intelekt-karty [Sustainable innovation development: Creating an intelligence map]. [Elektronnyi resurs]: navch. posib. KPI im. Ihoria Sikorskoho; uklad.: Karaieva, N.V. (2021) – Elektronni tekstovi dani (1 fail: 24,3 Mbait). Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho [in Ukrainian].
13. Biuzen, T. y B. (2003). Supermyishlenye [Superthought] / Per. S anhl. E.A. Samsonov. 2-e yzd. Mynsk : OOO «Popurry» [in Russian].
14. Kontseptsiia vidnovlennia ta rozvytku zroshennia u pivdennomu rehioni Ukrainy [The concept of restoration and development of irrigation in the southern region of Ukraine]. (2014). Kyiv : TsP «Komprynh» [in Ukrainian].

Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Прозорий підхід до формування вартості послуг з подачі води – один із напрямів реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року

Мета дослідження – визначення шляхів прозорого підходу до формування вартості послуг із подачі води, який є одним із напрямів реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, та виконання прогнозних розрахунків вартості послуг із подачі води за різних варіантів фінансування і площ зрошуваних земель. **Методи:** системний підхід і системний аналіз, узагальнення, порівняння, зворотній зв'язок. **Результати.** Із метою досягнення прозорості (на виконання завдань Стратегії зрошення та дренажу до 2030 року) запропоновано процес формування вартості послуг із подачі води на зрошення починати з формування технологічної карти послуги з подачі води на зрошення, тобто всього річного виробничого процесу водогосподарської організації (або організації водокористувачів), у котрій чітко і прозоро мають відображатись усі виробничі процеси, які відбуваються протягом річного циклу функціонування водогосподарської організації, та відповідні витрати. Вищезазначена технологічна карта послуги з подачі води на зрошення має стати публічним документом, який водогосподарська організація, що надає послуги, повинна надавати за вимогою водокористувачів (або розміщати на своєму офіційному сайті). Таким способом забезпечуватиметься прозорість системи формування тарифів у практиці надання послуг із подачі води на зрошення та усуватиметься відстороненість водокористувачів від формування вищезазначених тарифів. **Висновки.** Розрахунки показали, що за відновлення проєктної площі зрошення і збереження бюджетного фінансування на рівні останніх років розрахунковий економічний ефект становитиме 948,02 грн. на 1 га або 56 881 200 грн. на весь Інгулецький зрошуваний масив. У разі переходу зрошення на повне самофінансування, згідно з розрахунками, відбудеться підвищення витрат на 63,84 грн. на 1 га або 3 830 400 грн. на весь масив. За тих самих умов, але за зменшення енергоспоживання та непродуктивних втрат води (на 5%) відбуватиметься зниження вартості послуг із подачі води; розрахунковий економічний ефект складатиме 89,38 грн. на 1 га або 5 362 800 грн. на весь масив. У разі відновлення проєктних площ зрошуваних земель і переведення зрошення на самофінансування (як це передбачено Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року) вартість послуг із подачі води, згідно з розрахунками, підвищиться порівняно з фактичною вартістю на цей час, тому для отримання економічного ефекту вищезазначені заходи, передбачені Стратегією, необхідно виконувати тільки в комплексі із заходами зі зменшення енергоспоживання і непродуктивних втрат води. Водночас для досягнення прозорої системи формування вартості послуг із подачі води слід застосувати технологічні карти послуги з подачі води.

Ключові слова: Стратегія, зрошення, вартість послуг, технологічна карта, площа поливу, економічний ефект.

Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. A transparent approach to the formation of the cost of water supply services – one of the directions of implementation of the Strategy of Irrigation and Drainage in Ukraine for the period up to 2030

Goal: To identify the ways of a transparent approach to the formation of the cost of water supply services, which is one of the directions of implementation of the Strategy of Irrigation and Drainage in Ukraine for the period up to 2030$ to perform forecast calculations of the cost of water supply services for different financing options and areas of irrigated land. **Methods:** systemio approach and system atic data analysis, generalization, comparison and feedback. **Results**. In order to achieve transparency (to meet the objectives of the Strategy of Irrigation and Drainage up to 2030), the process of forming the cost of water supply services for irrigation is proposed to begin with the formation of a technological map of water supply services for irrigation, ie the entire annual production process of water management organization (or organization

of water users), which should clearly and transparently reflect all production processes that occur during the annual cycle of operation of the water management organization and the associated costs. The above-mentioned technological map of water supply services for irrigation should become a public document, which the water management organization providing services must offer at the request of water users (or post on its official website). This will ensure the transparency of the tariff formation system in the practice of providing water supply services for irrigation and will eliminate the exclusion of water users from the formation of the above mentioned tariffs. **Conclusions.** The calculations show that with the restoration of the project area of irrigation and maintaining budget funding at the level of recent years, the estimated economic effect will be UAH 948,02 per 1 ha, or UAH 56,881,200 for the entire Ingulets irrigated area. In the case of the transition of irrigation to full self-financing, according to the calculations, there will be an increase in the costs by UAH 63,84 per 1 hectare, or UAH 3,830,400 for the entire array. Under the same conditions, but with a decrease in energy consumption and unproductive water losses (by 5,0%) there will be a decrease in the cost of water supply services and the estimated economic effect will be 89,38 UAH per 1 ha or 5362 800 UAH for the entire array. That is, with the restoration of the project area of irrigated land and the transfer of irrigation to self-financing (as provided by the Strategy of Irrigation and Drainage in Ukraine up to 2030) the cost of water supply services according to the calculations will increase compared to the current one, therer fore the measures envisaged by the Strategy should be implemented only in combination with the measures to reduce energy consumption and unproductive water losses. At the same time, in order to achieve a transparent system of forming the cost of water supply services, technological maps of water supply services should be used.

Key words: strategy, irrigation, cost of services, technological map, irrigation area, economic effect.

УДК 574.23.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.8

ВПЛИВ УРБОЕКОСИСТЕМ НА ФІТОНЦИДНУ АКТИВНІСТЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

МАДАНІ М.М. – кандидат технічних наук
https://orcid.org/0000-0001-9386-7364
Одеська національна академія харчових технологій

Постановка проблеми. Забруднення навколишнього середовища призводить до негативного впливу на рослини, знижуючи їхню стійкість. Особливо від токсикологічного навантаження страждають деревні культури урбанізованих територій. У нинішніх умовах розповсюдження вірусних інфекцій надзвичайно важливим є підтримання балансу мікрофлори у повітрі [1]. Рослини під час життєдіяльності виділяють біологічно активні речовини – фітонциди, що характеризуються бактерицидною та бактеріостатичною дією [2; 3]. Саме тому дослідження зміни фітонцидної активності (ФА) деревних рослин міських територій є досить актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Деревні насадження мають багатосторонню дію на мікроклімат міських екосистем. Екологічно та соціально значущою є їхня роль у формуванні середовища людини, тому що вони істотно впливають на якість середовища міських територій, мають санітарно-гігієнічні та фітонцидні властивості (антибактеріальні, антифунгальні, протимікробні, очищають від пилу та газу), захисні можливості (шумопоглинання, звукоізоляція), а також надають яскраво виражену естетичну дію [2; 4–6].

Урбоекосистеми є однією з найуразливіших екосистем, що зумовлено значними антропогенними впливами. Для середовища, докорінно перетвореного людиною, характерні глибокі зміни, нестійкість і нездатність до саморегуляції. Глобальна урбанізація призводить до незворотних змін міських біоценозів і значних збитків навколишньому середовищу, погіршення умов проживання людини, глибоких негативних змін і зниження толерантності флори [7; 8].

В умовах міських агломерацій деревні культури відчувають зростаючий із кожним роком техногенний та антропогенний пресинг, що призводить до загибелі рослин [9–11].

Фітонциди, до складу яких входять леткі органічні речовини (ЛОР), є вторинними метаболітами, тому переважно утворюються під час фотосинтезу на мембранах хлоропластів [12]. Сума хлорофілів, їхній вміст і співвідношення тісно пов'язані з продуктивністю фотосинтезу та визнані одним із тестів оцінювання впливу техногенного середовища на рослини. Фітонцидна активність і вміст хлорофілів є мінливими ознаками. Вони залежать від виду, віку рослини, кліматичних умов, часу доби тощо. Для кращого розуміння механізму антимікробної дії видів дерев в умовах промислового міста є доцільним їх одночасне вивчення стосовно фітонцидної активності та вмісту зелених пігментів.

Мета дослідження – виявлення зв'язку та простеження закономірності між фітонцидною активністю деревних рослин і вмістом зелених пігментів у їхніх листках в урбанізованому середовищі.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом дослідження було 8 видів листяних деревних рослин: клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен польовий (*A. campestre* L.), клен американський (*A. negundo* L.), тополя китайська (*Populus simonii* L.), тополя канадська (*P.* x *canadensis Moench*), робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.), липа звичайна (*Tilia cordata Mill.*). Ці види були обрані для дослідження через їхню придатність до використання в озелененні міста [13]. Моніторинговими точками були такі ділянки в місті Одеса: точка I – вздовж автомагістралі, II – парк відпочинку та умовний контроль у відносно чистому місці (ЦПКіВ ім. Т.Г. Шевченко) та умовний контроль у відносно чистому місці (с. Надлиманське Одеської області). Фітонцидну активність визначали за методом «опарення» посівів культур мікроорганізмів, за ступенем пригнічення тест-об'єктів грам-позитивних бактерій *Bacillus subtilis* ІМВ В-7018 і грам-негативних – *Esherichia coli* УКМ В-926. Кількість колоній, які виросли в контрольних чашках Петрі (без рослинного матеріалу) відповідала 100% росту тест-культур. У чашках із рослинним матеріалом підраховували кількість колоній, що виросли, та відносно контролю визначали ступінь пригнічення тест-культур [14]. Не подрібнені листки розміщали на кришці, яку зверху накривали чашкою з посівами, виключаючи контакт листків із поживним середовищем. «Опарення» мікроорганізмів ЛОР листків відбувалося протягом 4-х годин на світлі за кімнатної температури, після чого чашки поміщали на 24 години в термостат за температури 37°С. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках досліджених видів визначали на спектрофотометрі ULAB 108UV за загальноприйнятою методикою [15]. Екстракцію пігментів проводили у 96% етанолі. Вміст хлорофілів *a* та *b* вимірювали за довжиною хвиль (D) 665 та 649 нм.

Концентрацію (С) пігментів визначали за рівняннями Вінтерманс де Мотс [15]:

$$Ca = 13{,}70 \cdot D_{665} - 5{,}76 \cdot D_{649} \text{ (мг/л)};$$

$$Cb = 25{,}80 \cdot D_{649} - 7{,}60 \cdot D_{665} \text{ (мг/л)}.$$

Зразки листків відбирали на початку (у травні) та всередині (в серпні) вегетаційного періоду з одинадцятої до чотирнадцятої години у сонячну безвітряну погоду. Статистичну обробку результатів проводили за загальноприйнятими методиками [16].

Результати досліджень. Антимікробну активність виду вважали дуже високою, якщо середній показник його фітонцидності за вегетаційний період коливався від 81% до 100%, високою – від 61 до 80%, середньою – від 45 до 60% та низькою – до 44%. Дуже висока анти-

Таблиця 1

Фітонцидна активність деревних культур в умовах м. Одеси

Вид	Травень						Липень, серпень					
	Bacillus subtilis			*Esherichia coli*			*Bacillus subtilis*			*Esherichia coli*		
	моніторингові точки		контроль	моніторингові точки		контроль	моніторингові точки		контроль	моніторингові точки		контроль
	I	II		I	II		I	II		I	II	
	M±m											
Acer platanoides L.	78,6±0,27	75,5±0,36	72,4±0,54	80,2±0,35	77,4±2,25	74,0±3,33	81,4±2,43	80,4±1,36	79,1±1,21	84,3±5,58	82,3±4,31	80,2±3,31
A. campestre L.	70,4±1,58	68,5±2,12	66,3±2,12	72,3±1,51	69,0±1,54	67,4±1,48	74,3±1,56	73,0±2,03	71,7±1,78	77,2±1,22	75,4±1,48	74,4±1,31
A. negundo L.	61,3±0,36	60,3±0,57	58,6±1,28	63,0±0,25	61,2±0,12	58,2±1,42	68,6±1,14	66,3±1,15	64,5±1,67	69,0±0,37	67,1±1,34	62,1±2,45
Populus simonii L.	64,8±1,53	62,2±1,48	60,2±1,61	67,3±0,32	67,4±0,26	63,0±0,45	84,3±1,36	83,5±1,29	80,4±4,15	87,1±3,05	85,2±2,31	81,6±0,85
P. x canadensis Moench	67,1±1,68	64,1±1,44	61,3±1,57	65,3±1,56	65,2±1,25	60,2±1,78	74,4±1,32	71,3±1,24	69,5±1,45	67,5±2,07	64,3±1,36	59,1±2,58
Robinia pseudoacacia L.	51,3±0,67	49,2±0,88	45,5±1,32	54,5±1,58	52,4±1,49	51,4±1,64	74,2±2,35	72,3±1,64	70,6±0,98	75,6±0,25	71,2±0,18	69,9±0,36
Syringa vulgaris L.	62,3±1,26	59,5±1,38	58,4±1,09	63,1±1,45	60,2±1,24	58,5±1,75	83,3±2,05	81,5±1,86	79,6±1,77	85,4±1,57	82,2±1,85	80,1±2,14
Tilia cordata Mill.	54,3±1,25	57,2±1,08	62,6±1,41	55,0±1,45	59,2±1,47	64,0±2,35	69,3±1,65	73,3±0,89	76,5±1,58	72,2±1,47	75,3±1,54	77,4±1,65

Примітка. M±m – середнє арифметичне значення ± похибка

Таблиця 2

Динаміка вмісту зелених пігментів у листках видів деревних рослин в умовах м. Одеси (мг/г сирої речовини)

Вид	Травень									Серпень								
	моніторингові точки						контроль			моніторингові точки						контроль		
	I			II						I			II					
	A*a*	A*b*	*a + b*	A*a*	A*b*	*a + b*	A*a*	A*b*	*a + b*	A*a*	A*b*	*a + b*	A*a*	A*b*	*a + b*	A*a*	A*b*	*a + b*
	M±m																	
Acer platanoides L.	1,2± 0,16	0,2± 0,05	1,4± 0,11	0,8± 0,04	0,5± 0,06	1,3± 0,09	1,7± 0,35	1,5± 0,24	3,2± 0,33	2,1± 0,15	1,3± 0,33	3,4± 0,13	2,4± 0,27	1,9± 0,15	4,3± 0,12	3,8± 0,26	2,4± 0,12	5,2± 0,35
A. campestre L.	1,3± 0,10	1,4± 0,34	2,7± 0,25	0,9± 0,08	0,6± 0,11	1,5± 0,12	2,3± 0,12	1,48± 0,15	3,8± 0,15	2,2± 0,41	1,6± 0,25	3,8± 0,12	3,2± 0,26	2,2± 0,18	5,4± 0,42	4,3± 0,29	2,1± 0,32	6,4± 0,31
A. negundo L.	0,9± 0,24	0,4± 0,17	1,3± 0,26	0,5± 0,17	0,5± 0,03	1,0± 0,16	0,8± 0,03	1,2± 0,32	2,0± 0,29	1,9± 0,11	0,8± 0,19	2,7± 0,10	2,5± 0,21	2,3± 0,16	4,8± 0,26	4,1± 0,15	2,2± 0,19	6,3± 0,37
Populus simonii Carrière	1,2± 0,04	1,1± 0,39	2,3± 0,37	1,2± 0,17	0,2± 0,05	1,4± 0,09	3,8± 0,45	1,6± 0,25	5,4± 0,35	4,7± 0,20	2,6± 0,05	7,33± 0,25	2,1± 0,38	1,0± 0,21	3,1± 0,41	2,3± 0,48	1,7± 0,12	4,0± 0,32
Populus x *canadensis* Moench	1,1± 0,11	0,8± 0,38	1,9± 0,27	0,7± 0,21	0,2± 0,04	0,9± 0,06	1,5± 0,32	1,5± 0,21	3,0± 0,02	3,1± 0,35	1,8± 0,23	4,9± 0,42	4,8± 0,46	1,4± 0,32	6,2± 0,11	5,1± 0,37	2,3± 0,26	7,4± 0,16
Robinia pseudoacacia L.	1,3± 0,42	1,1± 0,01	2,4± 0,41	1,4± 0,18	0,3± 0,05	1,7± 0,15	0,8± 0,03	1,0± 0,14	1,8± 0,13	1,8± 0,20	1,0± 0,52	2,8± 0,90	2,3± 0,23	1,1± 0,31	3,4± 0,65	3,1± 0,45	1,1± 0,24	4,2± 0,35
Syringa vulgaris L.	1,5± 0,08	1,3± 0,04	2,8± 0,16	1,2± 0,25	0,3± 0,06	1,5± 0,03	0,8± 0,03	1,3± 0,24	2,1± 0,21	2,8± 0,12	1,4± 0,07	4,2± 0,05	2,5± 0,47	2,1± 0,36	4,6± 0,24	4,1± 0,51	1,3± 0,30	5,4± 0,12
Tilia cordata Mill.	1,6± 0,11	0,3± 0,08	1,9± 0,23	1,3± 0,33	0,4± 0,09	1,7± 0,10	2,1± 0,35	1,9± 0,55	4,0± 0,21	1,3± 0,06	1,1± 0,05	2,4± 0,24	4,6± 0,29	2,3± 0,18	6,7± 0,13	3,6± 0,24	2,2± 0,14	5,8± 0,27

Примітки. Aa − вміст пігмента хлорофілу a в рослинному матеріалі, Ab − вміст пігмента хлорофілу b, a+b − вміст суми хлорофілів; M±m – середнє арифметичне значення ± похибка

мікробна дія була виявлена в листків *A. platanoides*, *P. simonii* та *S. vulgaris* відносно обох тест-культур на всіх моніторингових точках у серпні (табл. 1). Фітонцидна активність більшості досліджених видів навесні та влітку була високою, крім *R. pseudoacacia* та *T. cordata*, в яких у травні на всіх досліджених ділянках спостерігалася середня ФА. Для всіх видів характерний літній тип фітонцидності. ЛОР листків досліджуваних видів неоднаково пригнічували ріст колоній тест-культур. У досліджених видів виявлено тенденцію до більшої антимікробної активності щодо грам-негативної бактерії *E. coli* порівняно з *B. subtilis*, окрім листків *P.* x *canadensis* на моніторинговій точці I, ЛОР яких пригнічували ріст колоній *B. subtilis* на 75,5%, що на 7% вище цього показника стосовно *E. coli*. Висока ФА спостерігалась у дерев, що ростуть у більш загазованому середовищі на моніторинговій точці I, окрім *T. cordata*, в якої у липні цей показник щодо *B. subtilis* (77,5%) та *E. coli* (78,4%) був максимальним у контролі.

Вміст хлорофілів та їхні суми є основними характеристиками пігментних систем. На всіх ділянках, навіть у контролі, вміст хлорофілу *a* перевищував уміст хлорофілу *b* (табл. 2). На частку хлорофілу *a* припадає 50–56% від загальної маси зелених пігментів на забрудненій ділянці. У контролі та в зоні рекреації відмічено збільшення долі хлорофілу *a* протягом вегетаційного періоду. Зокрема, в контролі в *A. campestre* вміст хлорофілу *b* становив 42% від суми хлорофілів. Виключення становили *A. negundo* та *R. pseudoacacia*, у листках яких на моніторинговій точці I вміст хлорофілу *a* перевищував уміст хлорофілу *b*, що може бути пояснено ксерофітизацією листків в умовах урбаносередовища. Хлорофіл *b*, як і каротиноїди, виконує протекторну роль, тому його більший вміст можна пояснити стресовими умовами зростання рослин. У листках рослин, що зростають у парку та в контролі, загальний уміст зелених пігментів більший не лише за рахунок збільшення кількості хлорофілу *a*, але й через збільшення вмісту хлорофілу *b*.

За літературними даними [17], вміст суми хлорофілів у листках коливається від 0,3 до 5 мг/г. У більшості досліджених видів цей показник на дослідних ділянках був у межах норми, за виключенням *P. simonii*, в якого на моніторинговій точці I у серпні сума хлорофілів становила 7,3±0,25 мг/г сирої речовини. Саме на цей період припадає його максимальна фітонцидна активність. У контролі в серпні сума хлорофілів усіх досліджених видів перевищила 5 мг/г, окрім *P. simonii* та *R. pseudoacacia*. Для всіх досліджених видів характерне збільшення вмісту хлорофілів із травня до серпня. Найбільша сума хлорофілів у травні на моніторинговій точці I спостерігалась у *S. vulgaris* (2,8±0,16 мг/г), ЛОР її листків пригнічували ріст колоній *E. coli* (на 64,1%) та *B. subtilis* (на 63,4%). У літні місяці сума хлорофілів збільшувалася, її максимальний показник відповідав максимуму ФА у більшості досліджених видів. Зокрема, в *A. platanoides* на I моніторинговій точці показник *a* + *b* у липні становив 5,3±0,35 мг/г сирої речовини, а ФА його листків – 85,3 % та 75,0 % відповідно до тест-культур.

Співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* (*a/b*) у нормально розвинутому фотосинтетичному апараті становить 2,5–3 [17]. Навесні цей показник був нижчим за норму на всіх ділянках, влітку відбулося його збільшення, що можна пояснити ростом листків та формуванням фотосинтетичного апарату. На моніторинговій точці I влітку показник *a/b* був нижчим за норму в усіх видів, окрім *T. cordata*.

За отриманими результатами досліду встановлено залежність між умістом зелених пігментів у листках деревних рослин та їхньою фітонцидною активністю. Зі зростанням суми хлорофілів антимікробна дія ЛОР листків досліджених видів деревних рослин збільшувалася. Виділення деревами ЛОР тісно взаємопов'язане з фотосинтетичним процесом. Отже, пік фітонцидної активності деревних рослин збігається з максимумом суми хлорофілів. Для загазованого середовища відмічено менший уміст хлорофілу b, ніж у контролі, та зростання фітонцидної дії листків. Підвищення антимікробної активності ЛОР листків у разі зниження вмісту хлорофілу *b* підтверджує значну роль ФА у процесах саморегуляції рослинного організму.

Висновки. Проведено аналіз фітонцидної активності деревних культур в умовах урбанізованого середовища.

Дуже висока фітонцидна активність була виявлена у *Acer platanoides*, *Populus simonii* та *Syringa vulgaris* у серпні. Встановлено специфічність антимікробної дії деревних рослин щодо *Bacillus subtilis* та *Esherichia coli*. На забрудненій ділянці вздовж автомагістралі спостерігалося зниження суми хлорофілів порівняно з контролем і зростання фітонцидної активності. Концентрація і вміст пігментів, як і фітонцидна активність летких речовин листків досліджуваних видів, зростала з початку до середини вегетаційного періоду. Вміст хлорофілу *a* на I дослідній ділянці в усіх досліджених рослин, окрім *Tilia cordata*, був вищим, ніж уміст хлорофілу *b*. Для більшості видів характерна висока антимікробна активність протягом досліджуваного періоду, за виключенням *Robinia pseudoacacia* та *Tilia cordata*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Li D.W., Shi Y., HE X.Y., Chen W. Volatile organic compound emissions from urban trees in Shenyang, China. *Botanical studies*. 2008. Vol. 49. P. 67–72.
2. Nowak D.J. The effects of urban trees on air quality. *USDA Forest Service, Syracuse, N.Y.* 2014. Vol. 193. P. 119–129.
3. Kiendler-Scharr A., Andres S., Bachner M., Behnke K. Isoprene in poplar emissions: effects on new particle formation and OH concentrations. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2012. Vol.12. P. 1021–1030.
4. Шуплат Т. І., Попович В. В. Особливості формування фітоклімату підкронового простору кущових видів і форм ялівців в межах комплексної зеленої зони міста Львова. *Біологічний вісник МДПУ ім. Богдана Хмельницького*. 2016. Вип. 6 (3). С. 390-398.
5. Karl T., Guenter A., Turnipsed A. Chemical sensing of plants stress at the ecosystem scale. *Biogeosciences*. 2008. Vol. 5. P. 1287–1294.
6. Onder S., Dursunb S. Global Climate Changes and Effects on Urban Climate of Urban Green Spaces.

International Journal of Thermal & Environmental Engineering. 2011. Vol. 3, № 1. P. 37-41.
7. Jacobs J. Diversity, stability and maturity in ecosystems influenced by human activities: Unifying concepts in ecology. Wageningen: Ed.van Dobben W. H. et al., Publishers, The Hague and Centre for agricultural publishing and documentation, 1975. 307 p.
8. Nowak D.J., Heisler G.M. Trees in the City: Measuring and Valuing the Urban Forest. *North- eastern Research Station USDA Forest Service*. 2005. Vol. 3. P. 1– 6.
9. Приседський Ю. Г., Лихолат Ю. В. Адаптація рослин до антропогенних чинників: монографія. ДонНУ імені Василя Стуса. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. 98 с.
10. Кузик І. До проблеми сталого функціонування комплексної зеленої зони міста Тернополя. *Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства*. 2017. Вип. 1 (1). С. 38-42.
11. Дерев'янко Т. В. Екологічна характеристика дендрофлори зелених насаджень мікрорайону «Алмазний» (м. Полтава). *Біологія та екологія*. 2016. Том 2. № 2. С. 22-27.
12. Дерев'янко Т. В. Протимікробні властивості біогенних летких органічних речовин деревних рослин. *Біологія та екологія*. 2019. Том 5, № 1. С. 107–112.
13. Поляков А. К. Интродукция древесных растений в условиях техногенной среды: монография. Донецк: Ноулидж, 2009. 268 с.
14. Слепых В. В. Фитонцидная активность *Pinus kochiana* и факторы окружающей среды. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2005. № 2. С. 95–103.
15. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин : навч. посіб. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 200 с.
16. Чепур С. С. Біометрія: метод. посіб. Ужгород : Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. 40 с.
17. Екологічна фізіологія рослин / В. Г. Скляр та ін. ; за ред. Ю. А. Злобіна. Суми : Університетська книга, 2015. 271 с.

REFERENCES:

1. Li D.W., Shi Y., HE X.Y., Chen W. Volatile organic compound emissions from urban trees in Shenyang, China. *Botanical studies*. 2008. Vol. 49. P. 67–72 [in English].
2. Nowak D.J. The effects of urban trees on air quality. *USDA Forest Service, Syracuse, N.Y*. 2014. Vol. 193. P. 119–129 [in English].
3. Kiendler-Scharr A., Andres S., Bachner M., Behnke K. Isoprene in poplar emissions: effects on new particle formation and OH concentrations. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2012. Vol.12. P. 1021–1030 [in English].
4. Shuplat T. I., Popovych V. V. (2016). Osoblyvosti formyrovanye fitoklimatu pidkronovoho prostoru Kushchove vidiv y form yalivtsiv v mezhakh kompleksnoyi zelenoyi zony mista L'vova. [Peculiarities of phytoclimate formation of subcronal space of shrub species and forms of junipers within the complex green zone of Lviv city]. *Biolohichniy visnyk MDPU im. Bohdana Khmel'nyts'koho*. 2016. Vol. 6. S. 390–398 [in Ukrainian].
5. Karl T., Guenter A., Turnipsed A. Chemical sensing of plants stress at the ecosystem scale. *Biogeosciences*. 2008. Vol. 5. P. 1287–1294 [in English].
6. Onder S., Dursunb S. Global Climate Changes and Effects on Urban Climate of Urban Green Spaces. *International Journal of Thermal & Environmental Engineering*. 2011. Vol. 3, № 1. P. 37-41 [in English].
7. Jacobs J. Diversity, stability and maturity in ecosystems influenced by human activities: Unifying concepts in ecology. Wageningen: Ed.van Dobben W. H. et al., Publishers, The Hague and Centre for agricultural publishing and documentation, 1975. 307 p. [in English].
8. Nowak D.J., Heisler G.M. Trees in the City: Measuring and Valuing the Urban Forest. *North- eastern Research Station USDA Forest Service*. 2005. Vol. 3. P. 1–6 [in English].
9. Pryseds'kyy YU. H., Lykholat YU. V. (2017). Adaptatsiya roslyn do antropohennykh chynnykiv: monohrafiya. [Adaptation of plants to anthropogenic chynnykiv: monograph]. DonNU imeni Vasylya Stusa. Vinnytsya: TOV "Nilan-LTD", 2017. 98 s. [in Ukrainian].
10. Kuzyk I. (2017). Do problemy staloho funktsionuvannya kompleksnoyi zelenoyi zony mista Ternopolya. [To the problem of sustainable functioning of the complex green zone of the city of Ternopil]. Ternopil: *Visnyk Ternopil's'koho viddilu Ukrayins'koho heohrafichnoho tovarystva*. 2017. Vyp. 1 (1). S. 38–42 [in Ukrainian].
11. Derev'yanko T.V. (2016). Ekolohichna kharakterystyka dendroflory zelenykh nasadzhen' mikrorayonu «Almaznyy» (m. Poltava). [Ecological characteristics of the dendroflora of green plantations of the Almazny microdistrict (Poltava)]. Poltava: *Biolohiya ta ekolohiya*. 2016. Tom 2. № 2. S. 22–27 [in Ukrainian].
12. Derev"yanko T. V. (2019). Protymikrobni vlastyvosti biohennykh letkykh orhanichnykh rechovyn derevnykh roslyn. [Antimicrobial properties of biogenic volatile organic substances of woody plants]. Poltava: *Biolohiya ta ekolohiya*. 2019. Tom 5, № 1. S. 107–112 [in Ukrainian].
13. Polyakov A. K. (2009). Introduktsiya drevesnykh rasteniy v usloviyakh tekhnogennoy sredy: monografiya. [Introduction of woody plants in a technogenic environment: monograph]. Donetsk: Noulidzh, 2009. 268 s. [in Russian].
14. Slepykh V. V. (2005). Fitontsidnaya aktivnost' *Pinus kochiana* i faktory okruzhayushchey sredy. [Phytoncidal activity of *Pinus kochiana* and environmental factors]. Krasnodar : *Ekologicheskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2005. № 2. S. 95–103 [in Russian].
15. Musiyenko M. M., Parshykova T. V., Slavnyy P. S. (2001). Spektrofotometrychni metody v praktytsi fiziolohiyi, biokhimiyi ta ekolohiyi roslyn : navch. posib. [Spectrophotometric methods in the practice of physiology, biochemistry and ecology of plants: textbook]. Kyyiv : Fitosotsiotsentr, 2001. 200 s. [in Ukrainian].
16. Chepur S. S. (2015). Biometriya: metod. posib. [Biometrics: a methodical manual]. Uzhhorod: Vydavnytstvo UzhNU «Hoverla», 2015. 40 s. [in Ukrainian].
17. Ekolohichna fiziolohiya Roslyn [Ecological plant physiology] / V. H. Sklyar ta in.; za red. YU. A. Zlobina. Sumy: Universytet·s'ka knyha, 2015. 271 s. [in Ukrainian].

Мадані М.М. Вплив урбоекосистем на фітонцидну активність деревних рослин

Мета дослідження – виявлення зв'язку та простеження закономірності між фітонцидною активністю деревних рослин і вмістом зелених пігментів у їхніх листках в урбанізованому середовищі.

Методи. Комплексне використання польового, лабораторного, математично-статистичного, розрахунково-порівняльного методів і системного аналізу.

Результати. Дуже висока антимікробна дія була виявлена в листків *A. platanoides*, *P. simonii* та *S. vulgaris* щодо обох тест-культур на всіх моніторингових точках у серпні. Для всіх видів характерний літній тип фітонцидності. У досліджених видів виявлено тенденцію до більшої антимікробної активності щодо грам-негативної бактерії *E. coli* порівняно з *B. subtilis*, окрім листків *P.* x *canadensis*. На всіх ділянках, навіть у контролі, вміст хлорофілу *a* перевищував уміст хлорофілу *b* (табл. 2). На частку хлорофілу *a* припадає 50–56% від загальної маси зелених пігментів на забрудненій ділянці.

Співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* (*a/b*) у нормально розвинутому фотосинтетичному апараті становить 2,5–3. Навесні цей показник був нижчим за норму на всіх ділянках, влітку відбулося його збільшення, що можна пояснити ростом листків та формуванням фотосинтетичного апарату. На моніторинговій точці I влітку показник *a/b* був нижчим за норму в усіх видів, окрім *T. cordata*.

Висновки. Проведено аналіз фітонцидної активності деревних культур в умовах урбанізованого середовища. Виявлено високу фітонцидну активність *Acer platanoides*, *Populus simonii* та *Syringa vulgaris* у серпні. Встановлено специфічність антимікробної дії деревних рослин щодо *Bacillus subtilis* та *Esherichia coli*. На забрудненій ділянці вздовж автомагістралі спостерігалося зниження суми хлорофілів порівняно з контролем та зростання фітонцидної активності. Вміст хлорофілу *a* на I дослідній ділянці в усіх досліджених рослин, окрім *Tilia cordata*, перевищив уміст хлорофілу *b*. Для більшості видів характерна висока антимікробна активність протягом досліджуваного періоду, крім *Robinia pseudoacacia* та *Tilia cordata*.

Ключові слова: урбанізовані території, токсикологічне забруднення, техногенне навантаження, стресові фактори, хлорофіл, леткі речовини.

Madani M.M. Influence of urban ecosystems on phytoncide activity of woody plants

Goal. Identify the relationship and trace the pattern between phytoncide activity of woody plants and the content of green pigments in their leaves in an urban environment. **Methods.** Integrated use of field, laboratory, mathematical and statistical, computational and comparative methods and system analysis. **Results.** Very high antimicrobial activity was found in the leaves of *A. platanoides*, *P. simonii* and *S. vulgaris* against both test cultures at all monitoring points in August (Table 1). All species are characterized by summer phytoncide. For the studied species there was a tendency to higher antimicrobial activity against gram-negative bacteria *E. coli*, compared with *B. subtilis*, except for the leaves of *P.* x *canadensis*. In all areas, including the control, the content of chlorophyll *a* exceeded the content of chlorophyll *b* (Table 2). Chlorophyll *a* accounts for 50–56% of the total mass of green pigments in the contaminated area.

Conclusions. The analysis of phytoncide activity of wood cultures in the conditions of the urban environment is carried out.

High phytoncide activity was detected in *Acer platanoides*, *Populus simonii* and *Syringa vulgaris* in August. The specificity of antimicrobial action of woody plants in relation to *Bacillus subtilis* and *Esherichia coli* has been established. In the contaminated area along the highway, a decrease in the amount of chlorophyll was observed compared to the control and an increase in phytoncide activity. The content of chlorophyll *a* in the first experimental site in all studied plants, with the exception of *Tilia cordata*, was higher than the content of chlorophyll *b*. Most species are characterized by high antimicrobial activity during the study period, with the exception of *Robinia pseudoacacia* and *Tilia cordata*.

Key words: urban areas, toxicological pollution, man-caused load, stress factors, chlorophyll, volatile substances.

УДК 632.913.1:632.51
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.9

АНАЛІЗ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПОШИРЕННЯМ КАРАНТИННИХ БУР'ЯНІВ

МАКУХА О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
https://orcid.org/0000-0002-4509-7331
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Інвазійний бур'ян можна визначити як рослину, переміщену зі свого ареалу до іншого, віддаленого місця, що має негативний вплив на види, які перебувають на цій території, на природні або агроекосистеми та характеризується здатністю швидко поширюватись у просторі та колонізації, що дозволяє зайняти нові ніші [1; 2]. Карантинні види рослин представляють небезпеку для оточуючого середовища та економіки на місцевому і глобальному рівнях [2; 3], негативно впливають на стабільність і біорізноманіття екосистем, сільськогосподарське виробництво, здоров'я людей [4; 5].

Порушення екологічних систем, спричинені біологічною інвазією, були визнані зростаючою загрозою глобальній стійкості [6]. Чужорідні види рослин вважаються однією з основних рушійних сил втрати біорізноманіття [2; 7]. Інвазійні рослини здатні витісняти місцеві види, спричиняти зміни структури та функцій екосистем, стану природних та агроландшафтів, завдавати економічних збитків [8; 9]. На відміну від хімічних забруднювачів, які руйнуються з часом і дозволяють екосистемі відновлюватися, інвазійні організми розмножуються та поширюються, що призводить до їх укорінення. Наслідками біологічної інвазії є витіснення або заміщення місцевих рослин, порушення кругообігу речовин, зміни сукцесії рослин [2]. Розвитку карантинних бур'янів сприяють зміни клімату, що супроводжуються підвищенням температури повітря [10; 11].

Міжурядова науково-політична платформа Організації Об'єднаних Націй із питань біологічного різноманіття та екосистемних послуг розробила прогноз, згідно з яким близько однієї п'ятої поверхні Землі, включаючи світові гарячі точки біорізноманіття, знаходиться під загрозою біологічного вторгнення [12]. Країни з високим рівнем доходу зафіксували у 30 разів більшу кількість чужорідних видів рослин порівняно із країнами з низьким рівнем доходу [13]. Загроза вторгнення карантинних видів до країн Європейського Союзу, Австралії та Північної Америки є вищою, ніж на Африканському континенті і в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні [12; 13], що можна пояснити зростанням торговельної і транспортної діяльності у країнах із високим доходом на душу населення.

Темпи поширення й укорінення інвазійних бур'янів у світі зростають через процеси глобалізації [14]. Проблема фітосанітарного контролю карантинних бур'янів є актуальною для України з огляду на перехід аграрного сектору до якісно нової стадії, зумовленої процесами глобалізації та євроінтеграції, стрімким виходом на світовий продовольчий ринок [15].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поширення інвазійних видів у природі не має географічних меж [2; 11]. У карантинних бур'янів сформовано унікальні еволюційні механізми, що сприяють змінам їх онтогенезу й морфології, забезпечуючи значну пластичність та адаптивні властивості [16]. Інвазійні рослини характеризуються зазвичай спільними біологічними ознаками щодо високого репродуктивного потенціалу й толерантності до стресових факторів. До таких ознак належать: невимогливість рослин у період проростання насіння; швидкий ріст на початкових етапах розвитку і перехід до статевої зрілості; раннє достигання та формування життєздатного насіння з високими показниками схожості; розмноження вегетативним і статевим способами; різноманітні механізми поширення, зокрема кореневими паростками або кореневищами; значна конкурентоспроможність порівняно з місцевими видами; здатність адаптуватися до широкого спектру екологічних умов, витримуючи несприятливий вплив факторів навколишнього середовища [2].

Занесенню чужорідних видів сприяють їхня інтродукція, порушення і деградація середовища існування, відсутність природних ворогів на новій території [2]. На інвазію рослин та їхнє подальше існування в новій зоні впливають кліматичні, геологічні, ґрунтові умови, наявність доступної вологи та інші фактори [11]. Зміни температури, режимів зволоження та екстремальні кліматичні умови діють на всі рослини, але карантинні види порівняно із місцевими зазвичай краще пристосовані до їх впливу [16]. Інвазійні рослини здатні зменшити кількість світла, води, поживних речовин і простору, доступного для місцевих видів, змінити водно-фізичні та хімічні властивості ґрунту, зокрема вбирну здатність, стійкість до ерозії тощо [17; 18].

Мета. Мета дослідження – аналіз фітосанітарного стану Херсонської області за поширенням карантинних бур'янів, зазначених у списку А–2 «Перелік регульованих шкідливих організмів», визначення тенденцій зміни засмічених площ за окремими видами.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз фітосанітарного стану Херсонської області за видами обмежено поширених бур'янів виконували з 01.01.2016 до 01.01.2021 рр. на основі «Огляду поширення карантинних організмів в Україні» Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів за відповідний період [19].

До обмежено поширених в Україні карантинних бур'янів, зазначених у списку А–2 «Перелік регульованих шкідливих організмів», належать такі види: гірчак повзучий (степовий) *Acroptilon repens L.*, амброзія поли-

нолиста *Ambrosia artemisiifolia L.*, ценхрус довгоголковий *Cenchrus longispinus Fernald*, повитиці *Cuscuta spp*. (польова, Лемана, одностовпчикова, хмельовидна), сорго алепське (гумай) *Sorghum halepense (L.) Pers.*, паслін колючий *Solanum rostratum Dunal*. Із цих видів на території Херсонської області зареєстровані гірчак повзучий, амброзія полинолиста, ценхрус довгоголковий, повитиця польова та паслін колючий [19; 20].

Завдання дослідження включали аналіз засмічених у Херсонській області площ за видами обмежено поширених карантинних бур'янів, зокрема за категоріями (присадибні ділянки, господарства, інші землі), кількістю зон, в яких введено карантинний режим, а також визначення тенденцій зміни та варіювання площі поширення кожного виду в області за роками, її питомої ваги до загальної площі в Україні. Під час досліджень використовували загальнонаукові методи (аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, узагальнення), застосовували варіаційний метод математичної статистики [21; 22].

Результати досліджень. Забур'янена амброзією полинолистою площа станом на перше січня 2016–2021 рр. становила в області 8,8–9,4 % від площі в Україні. Цей показник зменшився у вищезазначений період від 277011,3 до 275350,6 га, або на 0,6% (рис. 1). Ступінь зміни площі амброзії полинолистої за роками був незначним, що підтверджується величиною коефіцієнта варіації на рівні 0,2%. Кількість карантинних одиниць залишалася стабільною і становила 293. Поширення амброзії на присадибних ділянках зафіксовано на площі 1583,0 га, яка у вищезазначений період залишалася незмінною. Основну частину засмічених бур'яном площ (265073,5–266548,6 га) зосереджено в господарствах усіх форм власності. На інших землях амброзія займала площу 8694,1–8879,7 га.

Площа, засмічена гірчаком повзучим на 01.01.2016–01.01.2021 рр., становила у Херсонській області 89,1–91,5% від площі, зайнятої цим карантинним видом в Україні. Аналіз поширення гірчака повзучого в області свідчить про тенденцію зменшення в зазначений період забур'яненої площі від 203162,4 до 199808,6 га або на 1,7 %, та стабілізацію цього показника впродовж останніх трьох років (рис. 2). Виявлена закономірність є аналогічною тенденції зменшення площі, забур'яненої амброзією полинолистою. Варіювання за роками площі, зайнятої гірчаком повзучим, виявилося незначним, адже величина коефіцієнта варіації знаходилася на рівні 0,7%. Карантинний режим щодо гірчака повзучого запроваджено у 133 зонах. За категоріями суб'єктів господарювання цей вид найбільшу площу (199255,2–202609,0 га) займав у господарствах різних форм власності. На присадибних ділянках та інших землях засмічена площа була стабільною і становила 30,4 та 523,0 га відповідно.

У Херсонській області зосереджено основну частину площ ценхруса довгоголкового – 99,8 % від площі цього виду в Україні. Станом на 01.01.2016 р. карантинний бур'ян зареєстровано на площі 21606,5 га, з 01.01.2017 р. площа його поширення зменшилася до 20052,2 га або на 7,2 %, та залишалася стабільною протягом останніх п'яти років. Величина коефіцієнта варіації на рівні 3,1% указує на незначне коливання засміченої площі за роками. Кількість карантинних зон в області внаслідок поширення ценхруса довгоголкового дорівнювала 52. У господарствах цей вид займав площу 19616,6–21170,9 га; на присадибних ділянках та інших землях площа його поширення була значно меншою – 2,1 та 433,5 га відповідно.

Питома вага площі поширення повитиці польової у Херсонській області дорівнювала 23,5–25,6% у структурі площ, засмічених цим видом в Україні. У період з 01.01.2016 р. до 01.01.2021 р. забур'янена площа знизилася від 6052,7 до 5242,0 га, або на 13,4 %. Ступінь

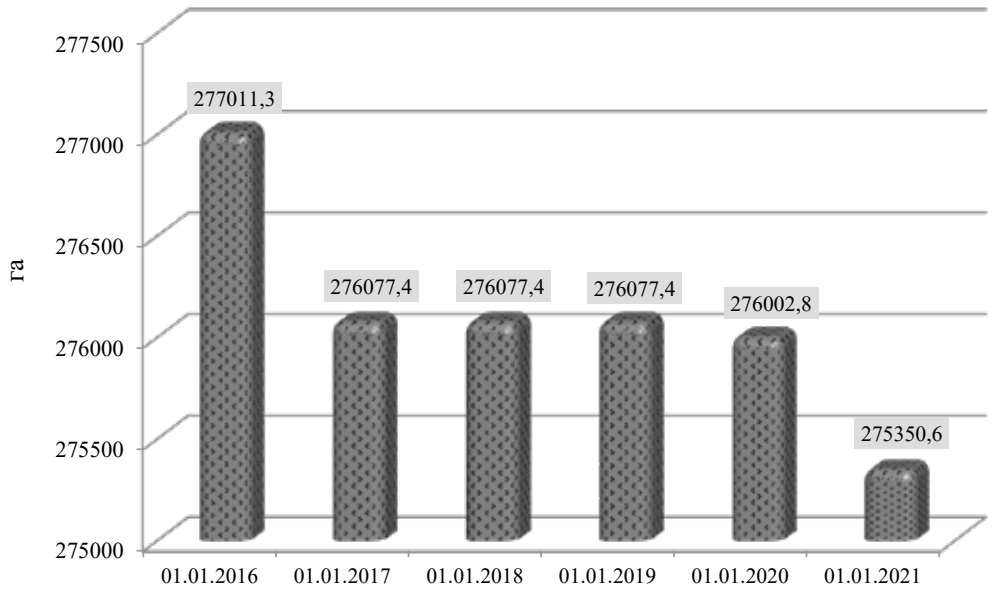


Рис. 1. Площа, забур'янена амброзією полинолистою в Херсонській області, га

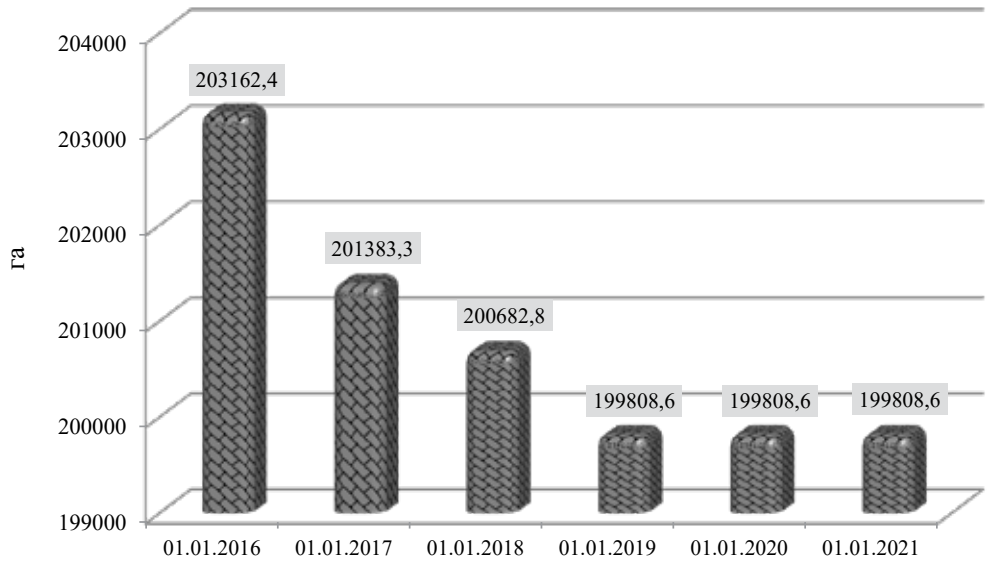
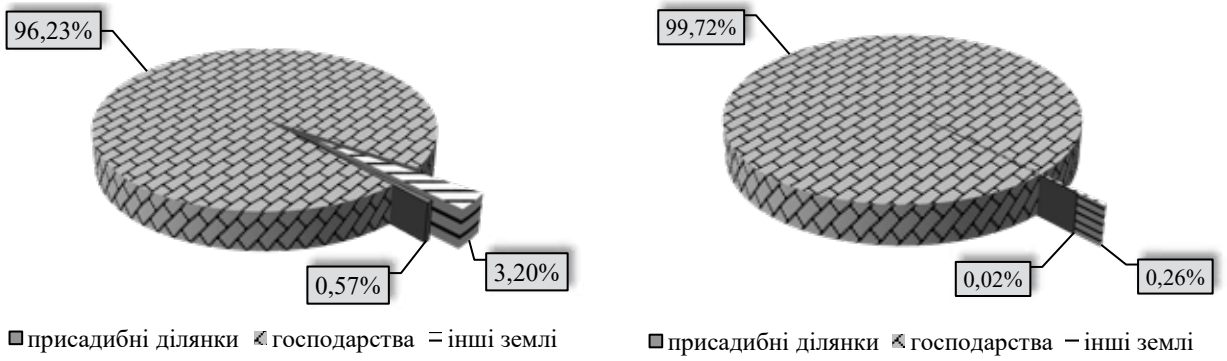
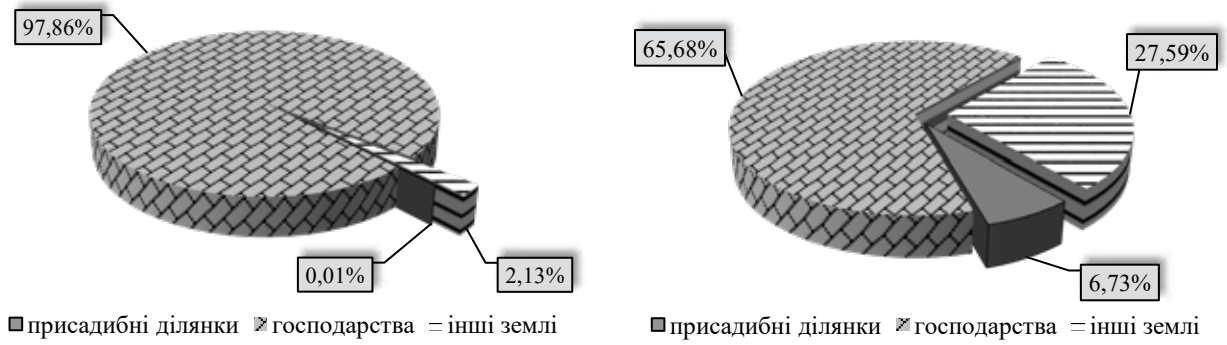


Рис. 2. Площа, забур'янена гірчаком повзучим у Херсонській області, га



а б



в г

а – амброзія полинолиста; б – гірчак повзучий;

в – ценхрус довгоголковий; г – повитиця польова

Рис. 3. Структура площ, забур'янених у Херсонській області обмежено поширеними видами бур'янів, у розрізі суб'єктів господарювання (%)

варіювання площі повитиці польової за роками був незначним, коефіцієнт варіації знаходився на рівні 5,3%. Карантинний режим запроваджено у 292 зонах, їхня кількість станом на перше січня 2021 р. зменшилася до 290 одиниць. У структурі засмічених повитицею польовою площ присадибні ділянки займали 325,4–581,4 га, господарства – 3491,8–3802,5 га, інші землі – 1424,8–1668,8 га. Аналіз площі поширення карантинного об'єкта вказує на зниження цього показника за всіма категоріями суб'єктів господарювання протягом досліджуваного періоду.

В Україні паслін колючий виявлено тільки в Херсонській області на площі 134,0 га в одній карантинній зоні.

Аналіз структури площ, засмічених у Херсонській області обмежено поширеними видами бур'янів, свідчить, що основну їх частину зареєстровано на території господарств усіх форм власності. Питома вага зазначеної категорії суб'єктів господарювання становила 96,23 % для амброзії полинолистої, 99,72 % для гірчака повзучого, 97,86 % для ценхруса довгоголкового та 65,68 % для повитиці польової порівняно із загальною площею, засміченою кожним видом бур'яну. Площа поширення вищезазначених видів на присадибних ділянках становила у відносному виразі до їхньої загальної площі в області 0,57; 0,02; 0,01 та 6,73%, на інших землях – 3,20; 0,26; 2,13 та 27,59 %, відповідно (рис. 3). Паслін колючий був поширений тільки в господарствах.

Висновки. Серед обмежено поширених в Україні карантинних бур'янів списку А–2 «Перелік регульованих шкідливих організмів» у Херсонській області зареєстровані гірчак повзучий (*Acroptilon repens L.)*, амброзія полинолиста *(Ambrosia artemisiifolia L.)*, ценхрус довгоголовий, *(Cenchrus longispinus Fernald)*, повитиця польова (*Cuscuta campestris Junk.)* та паслін колючий *(Solanum rostratum Dunal*.). У період із 01.01.2016 до 01.01.2021 рр. в області спостерігалася тенденція зменшення площі поширення зазначених видів бур'янів, окрім пасльону колючого, площа якого залишалася незмінною. Ступінь варіювання площ, засмічених гірчаком повзучим, амброзією полинолистою, ценхрусом довгоголковим і повитицею польовою, у вищезазначений період був незначним, що підтверджено результатами статистичного аналізу. Основну частину забур'янених площ зосереджено в господарствах усіх форм власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Clements D. R. Invasive weed species and their effects. *Integrated Weed Management for Sustainable Agriculture* / edited by R. Zimdahl. Cambridge, UK: Burleigh Dodds Science Publishing, 2017. P. 65–88.
2. Bhowmik P. C. Invasive weeds and climate change: past, present and future. *Journal of Crop and Weed*. 2014. 10 (2). P. 345–349.
3. Bartz R., Kowarik I. Assessing the environmental impacts of invasive alien plants: a review of assessment approaches. *NeoBiota*. 2019. Vol.43. P. 69–99.
4. Invasive weed species' threats to global biodiversity: future scenarios of changes in the number of invasive species in a changing climate / Shabani F. et al. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 116, article 106436. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106436.
5. Jones B. A. Tree shade, temperature, and human health: evidence from invasive species-induced deforestation. *Ecological Economics*. 2019. Vol. 156. P. 12–23.
6. Rai P. K., Singh J. S. Invasive alien plant species: their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecological Indicators*. 2020. Vol.111, article 106020. P. 1–20. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.106020.
7. Bellard C., Cassey P., Blackburn T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*. 2016. No12, article 20150623. P. 1–5. DOI: 10.1098/rsbl.2015.0623.
8. Future distribution of invasive weed species across the major road network in the state of Montana, USA / Adhikari A., Rew L. J., Mainali K. P., Adhikari S., Maxwell B. D. *Regional Environmental Change*. 2020. No20 (60). P. 1–14.
9. The invasion paradox: reconciling pattern and process in species invasions / Fridley J. D. et al. *Ecology*. 2007. Vol.88. P. 3–17. DOI: 10.1890/0012-9658(2007)88.
10. The Anthropocene biosphere / Williams M., Zalasiewicz J., Haff P. C., Barnosky A. D., Ellis E. C. *The Anthropocene Review*. 2015. No2. P. 196–219. DOI: 10.1177/2053019615591020.
11. Bradley B. A., Oppenheimer M., Wilcove P. S. Climate change increases risk of plant invasion in the Eastern United States. *Biological Invasions*. 2010. No12. P. 1855–1872.
12. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services / Diaz S. et al. *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany: IPBES secretariat, 2019.
13. Seebens H. Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2018. Vol.115 (10). P. 2264–2273.
14. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success / Wilson J. R. U., Dormontt E. E., Prentis P. J., Lowe A. J., Richardson D. M. *Trends in Ecology & Evolution*. 2009. Vol.24. P. 136–144. DOI: 10.1016/j. tree.2008.10.007.
15. Кирилов Ю. Є. Розвиток аграрного сектору економіки в умовах глобалізації. *Економіка АПК*. 2016. № 5. С. 23–29.
16. Clements D. R., Jones V. L. Rapid evolution of invasive weeds under climate change: present evidence and future research needs. *Frontiers in Agronomy*. 2021. P. 1–16. DOI: 10.3389/fagro.2021.664034.
17. Skurski T. C., Rew L. J., Maxwell B. D. Mechanisms underlying non-indigenous plant impacts: a review of recent experimental research. *Invasive Plant Science and Management*. 2014. No7. P. 432–444. DOI: 10.1614/IPSM-D-13-00099.1.
18. Van Kleunen M. et al. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature*. 2015. Vol. 525. P. 100–103. DOI: 10.1038/nature14910.
19. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: https://afly.co/3np6 (дата звернення: 27.06.2021).
20. Перелік регульованих шкідливих організмів / Міністерство аграрної політики та продоволь-

ства України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ z0879-19#Text (дата звернення: 19.06.2021).
21. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: Едельвейс і К., 2014. С. 257–312.
22. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

REFERENCES:

1. Clements, D. R., edited by Zimdahl, R. (2017). Invasive weed species and their effects. *Integrated Weed Management for Sustainable Agriculture*. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. [in English].
2. Bhowmik, P. C. (2014). Invasive weeds and climate change: past, present and future. *Journal of Crop and Weed*, 10 (2), 345–349 [in English].
3. Bartz, R., Kowarik, I. (2019). Assessing the environmental impacts of invasive alien plants: a review of assessment approaches. *NeoBiota*, 43, 69–99 [in English].
4. Shabani, F. et al. (2020). Invasive weed species' threats to global biodiversity: future scenarios of changes in the number of invasive species in a changing climate. *Ecological Indicators*, 116, article 106436. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020. 106436 [in English].
5. Jones, B. A. (2019). Tree shade, temperature, and human health: evidence from invasive species-induced deforestation. *Ecological Economics*, 156, 12–23 [in English].
6. Rai, P. K., Singh, J. S. (2020). Invasive alien plant species: their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecological Indicators*, 111, article 106020, 1–20. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106020 [in English].
7. Bellard, C., Cassey, P., Blackburn, T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*, 12, article 20150623, 1–5. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623 [in English].
8. Adhikari, A., Rew, L. J., Mainali, K. P., Adhikari, S., Maxwell, B. D. (2020). Future distribution of invasive weed species across the major road network in the state of Montana, USA. *Regional Environmental Change*, 20 (60), 1–14 [in English].
9. Fridley, J. D. et al. (2007). The invasion paradox: reconciling pattern and process in species invasions. *Ecology*, 88, 3–17. https://doi.org/10.1890/0012-9658(2007)88 [in English].
10. Williams, M., Zalasiewicz, J., Haff, P. C., Barnosky, A. D., Ellis, E. C. (2015). The Anthropocene biosphere. *The Anthropocene Review*, 2, 196–219. https://doi.org/10.1177/2053019615591020 [in English].
11. Bradley, B. A., Oppenheimer, M., Wilcove, P. S. (2010). Climate change increases risk of plant invasion in the Eastern United States. *Biological Invasions*, 12, 1855–1872 [in English].
12. Diaz, S. et al. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany [in English].
13. Seebens, H. (2018). Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 115 (10), 2264–2273 [in English].
14. Wilson, J. R. U., Dormontt, E. E., Prentis, P. J., Lowe, A. J., Richardson, D. M. (2009). Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 136–144. https://doi.org/10.1016/j.tree.2008. 10.007 [in English].
15. Kyrylov, Y. Y. (2016). Rozvytok ahrarnoho sektoru ekonomiky v umovakh hlobalizatsii [Development of the agricultural sector of the economy in the context of globalization]. *Ekonomika APK – Economics of agro-industrial complex*, 5, 23–29 [in Ukrainian].
16. Clements, D. R., Jones, V. L. (2021). Rapid evolution of invasive weeds under climate change: present evidence and future research needs. *Frontiers in Agronomy*, 1–16. https://doi.org/10.3389/fagro.2021.664034 [in English].
17. Skurski, T. C., Rew, L. J., Maxwell, B. D. (2014). Mechanisms underlying non-indigenous plant impacts: a review of recent experimental research. *Invasive Plant Science and Management*, 7, 432–444. https://doi.org/10.1614/IPSM-D-13-00099.1 [in English].
18. Van Kleunen, M. et al. (2015). Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature*, 525, 100–103. https://doi.org/10.1038/nature14910 [in English].
19. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini [Review of the spread of quarantine organisms in Ukraine]. *Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv – State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection*. URL: https://afly.co/3np6 [in Ukrainian].
20. Perelik rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv [List of regulated pests]. *Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy – Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ z0879-19#Text [in Ukrainian].
21. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V., Opryshko, V. P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Edelveis i K, Vinnytsia [in Ukrainian].
22. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. (2009). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ poliovykh doslidiv: navchalnyi posibnyk [Analysis of variance and correlation of the results of field experiments: a textbook]. Ailant, Kherson [in Ukrainian].

Макуха О.В. Аналіз фітосанітарного стану Херсонської області за поширенням карантинних бур'янів

Мета дослідження – аналіз фітосанітарного стану Херсонської області за поширенням карантинних бур'янів, зазначених у списку А–2 «Перелік регульованих шкідливих організмів» і визначення тенденцій зміни засмічених площ за окремими видами. **Методи.** Аналіз проведено у період з 01.01.2016 до 01.01.2021 рр. на основі даних Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів за такими видами обмежено поширених карантинних бур'янів: гірчак повзучий *Acroptilon repens L.*, амброзія полинолиста *Ambrosia artemisiifolia L.*, ценхрус довгоголковий *Cenchrus longispinus Fernald*, повитиця польова *Cuscuta campestris Junk.* та паслін колючий *Solanum rostratum*

Dunal. Під час дослідження використовували загальнонаукові методи, застосовували варіаційний метод математичної статистики. **Результати.** Забур'янена амброзією полинолистою площа станом на перше січня 2016–2021 рр. зменшилася від 277011,3 до 275350,6 га. Площа, засмічена гірчаком повзучим, скоротилася від 203162,4 до 199808,6 га і залишалася стабільною протягом останніх трьох років. Станом на 01.01.2016 р. ценхрус довгоголковий зареєстровано на площі 21606,5 га, з 01.01.2017 р. площа його поширення зменшилася до 20052,2 га та була незмінною останні п'ять років. Площа, забур'янена повитицею польовою, скоротилась у досліджуваний період від 6052,7 до 5242,0 га. Паслін колючий на території країни було виявлено тільки в Херсонській області на площі 134,0 га. Аналіз структури площ, засмічених обмежено поширеними видами бур'янів, свідчить про те, що основну їхню частину в Херсонській області зареєстровано в господарствах усіх форм власності. Паслін колючий був поширений тільки в господарствах. **Висновки.** У період із 01.01.2016 до 01.01.2021 рр. у Херсонській області спостерігалася тенденція зменшення площ, засмічених гірчаком повзучим, амброзією полинолистою, ценхрусом довгоголковим та повитицею польовою. Ступінь варіювання площ поширення зазначених видів бур'янів за роками був незначним, що підтверджується результатами статистичного аналізу. Незмінною в Херсонській області залишалася площа пасльону колючого.

Ключові слова: обмежено поширений карантинний бур'ян, забур'янена площа, карантинна зона, гірчак повзучий, амброзія полинолиста, ценхрус довгоголковий, повитиця польова, паслін колючий.

Makukha O.V. Analysis of phytosanitary status of Kherson region by distribution of quarantine weeds

The **purpose** of the research was to analyze the phytosanitary status of the Kherson region for the distribution of quarantine weeds included in the «List of regulated pests» (A-2), to determine trends of changes in weedy areas by individual species. **Methods.** The analysis was performed from 01.01.2016 to 01.01.2021 on the basis of data of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection for the following species of limited spread quarantine weeds: Russian knapweed *Acroptilon repens L.*, common ragweed *Ambrosia artemisiifolia L.*, long-spine sandbur *Cenchrus longispinus Fernald*, field dodder *Cuscuta campestris Junk.*, and Buffalobur *Solanum rostratum Dunal*. During the research, the general scientific methods and the variation method of mathematical statistics were used. **Results.** As of January 1, 2016–2021, the area weeded with common ragweed decreased from 277011.3 to 275350.6 ha. The area infested with Russian knapweed reduced from 203162.4 to 199808.6 ha and remained stable for the last three years. As of 01.01.2016, long-spine sandbur was registered on the area of 21606.5 ha, since 01.01.2017 the area of its distribution decreased to 20052.2 ha and was unchanged for the last five years. The area of the field dodder reduced during the study period from 6052.7 to 5242.0 ha. Buffalobur in the country was found only in the Kherson region on the area of 134.0 ha. Analysis of the structure of areas infested with limited spread species of weeds testifies that most of them in the Kherson region are registered in the agricultural enterprises and farms of all forms of ownership. Buffalobur was detected only in the households. **Findings.** In the Kherson region, from 01.01.2016 to 01.01.2021 there was a tendency to reduce the areas weeded with Russian knapweed *Acroptilon repens L.*, common ragweed *Ambrosia artemisiifolia L.*, long-spine sandbur *Cenchrus longispinus Fernald*, and field dodder *Cuscuta campestris Junk*. The degree of variation of the distribution areas of these weed species over the years was insignificant, which is confirmed by the results of statistical analysis. In the Kherson region, the area of Buffalobur *(Solanum rostratum Dunal*.) remained unchanged.

Key words: limited spread quarantine weed, weedy area, quarantine zone, Russian knapweed, common ragweed, long-spine sandbur, field dodder, Buffalobur.v

УДК 632.93:632.915:632.913
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.10

ФІТОСАНІТАРНІ НАСЛІДКИ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АГРОЕКОСИСТЕМ

МЕЛЬНИЧУК Ф.С. – доктор сільськогосподарських наук, директор
https://orcid.org/0000-0003-2711-5185
Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»
Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ГОРДІЄНКО О.В. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/ 0000-0001-9488-916X
Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»
Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
АЛЄКСЄЄВА С.А. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org0000-0001-8463-4614
Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»
Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ОСТРИК І.М. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-1083-8080
Державне підприємство «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів»
Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ШАТКОВСЬКА К.Б. – науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-7922-2698
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
ГУЛЕНКО О.І. – аспірант
https://orcid.org/0000-0002-1007-5677
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. У період XX – початок XXI століття за прискорених темпів розвитку науково-технічного прогресу надзвичайно ускладнилися проблеми взаємодії природи і суспільства внаслідок інтенсифікації промислового виробництва та сільського господарства, зросла антропогенна дія на глобальні природні процеси в біосфері Землі. Більшість із цих процесів у міру свого прояву набули загальнопланетарного характеру. За таких умов відбувається прогресуюче погіршення фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур.

Сільське господарство є найтривалішим і залишається найпотужнішим чинником трансформації наземних екосистем. Спостережуване нині загострення екологічної ситуації є однією з основних глобальних проблем сучасності. Розвиток сільського господарства, особливо у період інтенсивного залучення різноманітних ресурсів для підвищення продуктивності культурних рослин, надає зростаючий вплив на навколишнє середовище, що призводить до серйозних порушень у структурі видового складу членистоногих, фітопатогенів і бур'янів, появи нових шкідливих (інвазійних) видів. У цьому зв'язку найбільш динамічним напрямом розвитку аграрної науки XXI століття є екологізація сільськогосподарського виробництва, що знайшло своє відображення в концепціях адаптивно-ландшафтного та органічного землеробства [1–4].

Сільськогосподарська галузь є потужним фактором впливу на навколишнє середовище, а за рівнем антропогенного навантаження, за оцінками науковців, знаходиться серед лідерів. Передбачення всіх наслідків натиску людської діяльності на навколишнє середовище зусиллями лише науки стає все складнішим, навіть у межах невеликого регіону. До появи виробничої діяльності людини жодна жива істота не могла впливати на гомеостаз екосистем. Перепоною на шляху такого впливу стояв природний добір, під час якого відбувалися постійна зміна норм реакції усіх видів рослин, тварин і мікроорганізмів, збалансування взаємовідношень між ними, коеволюція та підтримування відносної стабільності пам'яті в екосистемі протягом століть. Лише з появою *Homo sapiens* започатковано історичні зміни у природі, які зрештою стали загрожувати відносній стабільності екосистем і нормальному існуванню самої людини [5].

Під антропогенною трансформацією природно-господарських систем слід розуміти зміну ландшафтів під впливом господарської діяльності людини. Рівень антропогенного трансформування природно-господарських систем є інтегральною характеристикою, що враховує не лише зміни структури ландшафту загалом, але і рівень хімічного забруднення його компонентів, а також зміни видового складу флори та фауни. Хоча ці проблеми здавна привертали до себе увагу науковців, але й надалі вони залишаються актуальними в науково-методичному і практичному аспектах [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуальні основи теоретичного і практичного питання захисту рослин сформувалися в кінці XX – на початку XXI століття, що передбачали гармонійне поєднання всіх наявних методів і засобів, спрямованих на довгострокове стримування шкідливих видів біотрофів на рівні нижче економічного порогу шкодочинності (ЕПШ). Водночас ця система, хоч і базується на переважному використанні нехімічних засобів захисту рослин, фактично націлена на отримання високого захисного ефекту без всебічної оцінки антропогенних наслідків застосовуваних засобів та екологічного ризику.

У XX столітті, особливо за останні десятиліття, зростаючий техногенний вплив призвів до збільшення кількості природних стихійних явищ. Про те, що господарська діяльність людини стала активним антропогенним фактором, було підкреслено у 20-30-их роках В.І. Вернадським [7], хоча ще раніше про значення антропогенних факторів у перетворенні Землі говорили Дж. Марш [8], А.І. Воєйков [6]. Цій проблемі були присвячені їхні численні роботи.

Вплив антропогенної трансформації агроекосистем та її фітосанітарні наслідки надалі вивчали такі науковці, як А.Г. Васильєв, Н.А. Вилкова, І.Д. Шапіро, А.А. Жученко, Н.П. Федоренко, Н.Ф. Реймерс, Е.В. Гірусов, В.В. Жеріхін, Городков К.Б. та інші [9–14].

За свідченням А.Г. Васильєва [9], сучасна діяльність людини за довгої антропогенної дії на екосистеми прискорює процеси генотипової зміни популяцій консументів. Особливо помітно це під час спостереження за домінантними видами тварин та рослин, які можуть слугувати індикаторами у разі проведення біологічного моніторингу негативних процесів, що відбуваються у трансформованих екосистемах.

Аналізуючи негативні наслідки рекреативної антропогенної дії на біосферу, А.А. Жученко [13] вважає за необхідне виділення локальних або місцевих порушень, які оцінюються шляхом прямих екологічних спостережень. Н.П. Федоренко та Н.Ф. Реймерс [14] виділяють три просторових рівня екологічних змін – локальний, регіональний і глобальний. На думку авторів, заходи, що використовуються для попередження глобальних та регіональних наслідків, марні в разі проявлення глобальних антропогенних дій.

За спостереженнями дослідника В.А. Павлюшина, імунітет рослин до шкідливих організмів сформувався та вдосконалювався в історичному минулому під час утворення та еволюції різних типів біогеоценозів як одного з важливих механізмів їхньої стійкості. Автор вважає, що обов'язковим елементом сучасних технологій рослинництва повинен бути агроекологічний моніторинг наслідків зростаючого антропогенного впливу на агроекосистеми. Такий моніторинг має включати аналіз змін видового, внутрішньовидового та внутрішньопопуляційного біорізноманіття консументів усіх трофічних рівнів в агроекосистемах, насамперед у домінантних і супердомінантних біотрофів.

Проблеми наслідків антропогенного впливу на екосистеми вивчали науковці В.А. Павлюшин, А.А. Жученко, М.В. Козлов та інші. На думку цих дослідників,масштаби антропогенних змін мають загальнопланетарний характер. Антропогенні перетворення агроекосистем, впливаючи все інтенсивніше на природні біосферні процеси, призводять не тільки до змін характеру дії попередніх екологічних факторів, але й до появи нових.

У звязку з цим однією з найважливіших задач сучасного періоду антропосоціогенезу є пошук, розроблення і практична реалізація методів попередження та ліквідації негативних змін у глобальній екологічній екосистемі.

Мета. Мета дослідження – узагальнення існуючої ситуації із нераціонального використання пестицидів, аналіз фітосанітарних наслідків антропогенної трансформації агроекосистем, оцінювання проблеми застосування засобів захисту у сільському господарстві як фактора впливу на оточуюче середовище.

Результати досліджень. Накопичені донині у світовій літературі відомості про локальні та регіональні рівні екологічних змін під впливом посиленого антропогенного впливу свідчать про глибокі трансформації як природних, так і штучних екосистем, що відображається на їхній структурно-функціональній організації і на динамічних процесах (А.Г. Васильєв; В.А. Павлюшин).

Із розвитком землеробства та рослинництва найбільш дієвим методом вирішення проблеми захисту рослин від негативного впливу шкідливих організмів було і є використання хімічних засобів захисту рослин – пестицидів. Однак, не дивлячись на ефективність, їх застосування пов'язане також із небезпекою забруднення навколишнього середовища, погіршення якості продуктів харчування і виникнення ризиків для здоров'я населення. Найнебезпечнішим аспектом застосування пестицидів є факт, що лише 0,1-1% цих речовин досягає відповідної цілі, тоді як 99% потрапляють у грунт, воду, повітря і сільськогосподарські продукти [16; 17].

За даними ЮНЕСКО, пестициди в загальному обсязі забруднення біосфери Землі знаходяться на 8-9 місці після таких речовин, як нафтопродукти, ПАР, фосфати тощо. Крім того, використання хімічних засобів захисту рослин призводить до забруднення довкілля. Потенційна загроза від їх використання полягає як у гострій токсичності в разі потрапляння в живий організм, так і у хронічній дії, міграції залишків пестицидів водними та повітряними шляхами на значні відстані [18].

Крім того, проблеми виникають через недостатню практику виробництва, транспорту і зберігання пестицидів. Згодом повторне їхнє застосування підвищує опірність шкідників, а їхній вплив на інші види може сприяти відродженню популяції фітофагів [19; 20]. Пестициди впливають на навколишнє середовище та екосистеми, призводячи до скорочення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення бур'янів і комах, які є важливими елементами харчового ланцюга. Крім того, пестициди негативно впливають на здоров'я людини як унаслідок прямої дії, так і опосередковано внаслідок накопичення залишкових кількостей у сільськогосподарських продуктах і питній воді. Застосування пестицидів може призвести до таких негативних наслідків, як зменшення біологічної продуктивності, порушення функціонування ґрунтових мікробіоценозів, накопичення залишків пестицидів і їх похідних у поверхневих водних джерелах і грунтових водах, перешкода відновленню родючості грунтів, зменшення харчової цінності сільськогосподарської продукції тощо. Загальний ефект використання пестицидів – це зниження видового різноманіття. Зазвичай пестициди також підвищують продуктивність нижніх трофічних рівнів, знижуючи продуктивність верхніх [21; 22].

Із ростом застосування пестицидів у багатьох цільових шкідників почала вироблятися стійкість до них, що змушувало виробників збільшувати дози препаратів для боротьби з ними. Хімічні речовини часто знищували не тільки цільових комах, але й корисні види, що

призвело до нового явища – спалахів чисельності вторинних шкідників: комахи або кліщі, чисельність яких раніше стримували корисні види, почали з'являтися в епізоотичних кількостях. Використовувані пестициди знищували ґрунтові мікроорганізми, які відіграють ключову роль у забезпеченні рослин поживними речовинами, необхідними для росту й розвитку. Інфільтрація засобів захисту у поверхневі водойми і ґрунтові води почала загрожувати джерелам питної води [23; 24].

Адаптивні підходи в інтегрованій системі захисту рослин, які орієнтують інтенсифікаційні процеси на ресурсо- та енергозбереження та охорону природи, припускають різке скорочення застосування пестицидів за рахунок підвищення ролі механізмів і структур саморегуляції в агроценозах і агроландшафтах. Зі свого боку стратегія застосування хімічних засобів захисту рослин має бути орієнтована на максимальне використання селективно діючих препаратів і технологій, своєчасність проведення заходів, економічну та екологічну доцільність. Важливим елементом удосконалення землеробства є вирощування високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, які характеризуються цінними харчовими, технологічними і товарними якостями, стійкістю до абіотичних і біотичних стресів, визначаючи діяльність шкідливих і корисних організмів в агробіоценозах [25–31].

Важливим механізмом забезпечення біоценотичної стабільності в екосистемах є імуногенетичні властивості як рослин-редуцентів, так і консументів усіх трофічних рівнів. Отримання стабільних урожаїв визначається здатністю рослин забезпечувати фізіологічний гомеостаз основних продукційних процесів з урахуванням захисно-компенсаторних реакцій на вплив біотичних та абіотичних факторів. Це обумовлено тим, що кожний сорт має специфічну, генетично закріплену норму реакції на дію різних біотичних та абіотичних стресів [32]. А.А. Жученко зазначає, що екологічна стійкість сортів до різного роду стресів, зокрема до пошкодження шкідниками, забезпечується інтегрованістю морфологічних, ростових, фізіолого-біохімічних та інших властивостей рослин та їх збалансованою реалізацією в генотипі. Водночас А.А. Жученко вказує, що жодну ознаку не можна змінити окремо від решти генетичної системи, оскільки незначний добір діє на організм загалом.

Створення стійких до шкідників і хвороб сортів рослин нині є не тільки найважливішою проблемою народногосподарського значення, але і значним екологічно-соціальним завданням. Світова та вітчизняна практика у своєму розпорядженні має широкий арсенал сортів сільськогосподарських культур, стійких до тих чи інших видів шкідливих організмів. Нині серед сортів найважливіших польових культур, які мають Державну реєстрацію в реєстрі селекційних досягнень, насиченість посівних площ стійкими формами рослин є недостатньою і становить близько 7-11%. Зі світового досвіду відомо, що стабілізуючий ефект у функціонуванні агроекосистем досягається за насичення стійкими формами близько 70-80% посівної площі певної сільськогосподарської культури. Отже, цей найважливіший резерв підвищення врожайності та екологічної стійкості агробіоценозів повністю не реалізується і не відповідає рішенню завдань оптимізації їх фітосанітарного стану.

Вирішення проблеми створення генотипів рослин, стійких до біотичних та абіотичних факторів середовища, пов'язане зі знаннями про структурну організацію імунологічної системи рослин, її функціонування в агроекосистемах, про механізми імунітету та їх генетичну детермінацію, специфіку взаємин гетеротрофів між собою, про їхній вплив на пошкоджену рослину, характер відповідних реакцій рослини-господаря на вплив комплексів гетеротрофів, що спричинює необхідність глибокого вивчення складних біологічних систем і надає проведеним у цьому напрямку дослідженням особливої актуальності і своєчасності.

З еволюційних позицій імунітет розглядають у зв'язку з історією виникнення та розвитку механізмів захисту структурної та функціональної цілісності організмів, їхніх органів і тканин, а також як результат спільної еволюції організмів у системі ценозів, виконуючи водночас функції механізму регуляції міжвидових відносин у спільнотах і забезпечуючи тим самим оптимальне функціонування всієї системи [33; 34].

Проблема стійкості рослин до комах значною мірою є біоценотичною, оскільки основу взаємовідносин рослин і комах складають трофічні зв'язки. Встановлено, що бар'єрні функції, які обмежують використання біотрофами рослин як джерела живлення і середовища існування, виконують різноманітні ростові, органоутворюючі, морфо-анатомічні, морфофізіологичні і фізіолого-біохімічні властивості рослин [25–28]. Вивчення складних взаємозв'язків кормових рослин із фітофагами, у свою чергу, дозволило обґрунтувати методологію виявлення генотипів, які характеризуються стійкістю до груп і комплексів шкідливих організмів із метою вдосконалення селекційних програм.

Біологічна система «рослина-продуцент – комаха-фітофаг» – це складна відкрита система, взаємодія партнерів у котрій здійснюється за принципом прямих (речових та енергетичних) і зворотних (інформаційних) зв'язків. Необхідно враховувати певний характер взаємодії комах і рослин, який визначається двояким значенням останніх: будучи компонентом агробіоценозу, вони відіграють роль екзогенного фактора відносно фитофагів, а використання рослин комахами як джерела їжі надає їм значення ендогенного фактора [27–29].

Екологічна своєрідність системи «рослина-продуцент – комаха-фітофаг» в агробіоценозах визначається необхідністю періодичного поновлення взаємозв'язків між її елементами. Під час взаємодії фітофагів із сільськогосподарськими культурами внаслідок їхньої ротації відбувається постійна зміна стацій. Зміни в сортовому складі різних сільськогосподарських культур, що здійснюються з метою підвищення їх продуктивності, істотно впливають на абіотичні умови в агробіоценозах і біотичні зв'язки рослин з існуючими шкідливими та корисними видами [25–27].

Фітосанітарні наслідки порушення ентомоценозів агроекосистем

Порушення екосистем унаслідок господарської діяльності людини наразі призвело до руйнування при-

родних екосистем на великих площах та виникнення антропогенних ландшафтів із переважанням рудеральної рослинності та збідненим складом флори і фауни. На думку М.В. Козлова [28; 29], у районах інтенсивної антропогенної дії можна виявити випадки порушення перебігу еволюції; це дозволяє припустити, що дія людини на природу насправді наближує планету до нової біоценотичної кризи.

Пестициди в ролі міцного цілеспрямованого фактора в агроценозах скорочують невисоке видове різноманіття екосистем, причому насамперед елімінуються корисні для людини види. Результатом цього є зниження міжвидової конкуренції та послаблення регуляції паразитами й хижаками. Широкомасштабне застосування пестицидів за останні 20-25 років супроводжується збільшенням кількості резистентних видів комах до пестицидів (30).

Для успішного захисту сільськогосподарських рослин від шкідників необхідне знання генетичної структури популяцій, динаміки міграційних процесів, акліматизаційних і поведінкових реакцій, умов розмноження, співвідношення статей і трофічних зв'язків як шкідливих, так і корисних комах.

Триваюче повсюдне використання хімічних інсектицидів (особливо піретроїдів і ФОС) у деяких агроекосистемах призвело до розвитку резистентності не тільки цільових фітофагів, але й у природних популяціях ентомофагів і акарифагів, які контролюють їхню чисельність. Зокрема, основними факторами розвитку резистентності шкідників до фосфорорганічних сполук є посилення захисної ролі покривів членистоногих (інгібітори синтезу хітину), зниження чутливості до препаратів основної мішені їх дії – ацетилхолінестерази (інгібітори АХЕ), посилення процесів ферментативної детоксикації інсектицидів. Резистентність до піретроїдів, як вважають, обумовлена насамперед зменшенням чутливості нервової системи комах [32–36].

Унаслідок цього стали нормою спалахи розмноження не тільки окремих видів фітофагів, але і їхніх комплексів. Зареєстрована втрата токсичності піретроїдних і фосфорорганічних препаратів щодо небезпечного шкідника зернових культур – клопа шкідливої черепашки. Практики змушені використовувати їхні сумішеві комбінації, але довготривалого ефекту цей захід не приносить. Виявлено також формування резистентності в популяціях італійського Пруса, перелітної азіатської сарани, кобили хрестової, що породжує нові проблеми в боротьбі з цими масовими багатоїдними шкідниками. Наслідком цього стало збільшення норм витрачання інсектицидів, кратності обробок посівів і посадок, і водночас – зниження їх ефективності, збільшення втрат урожаю, підвищення екологічного ризику. Фактично створилася нова ситуація, коли під час підбору методів і засобів боротьби орієнтація тільки на домінантні види вимагає серйозних коректив.

Реакція комах на антропогенну дію проявляється на трьох рівнях організації: організменому, популяційно-видовому та екосистемному. Зазвичай не існує специфічних відповідних реакцій на той чи інший тип антропогенної дії: наприклад, зміна подовженості розвитку може виникати у відповідь на порушення середовища існування, водного і світлового режиму, а також на вплив пестицидів. Найчастіше виникає зміна чисельності (щільності) популяції окремих видів.

Зміни взаємовідносин у системі «фітофаг-кормова рослина» у відповідь на зміну рослини під дією антропогенних порушень потребують постійного вивчення із врахуванням усіх факторів стійкості рослини до фітофагів.

Зміни, що відбуваються в популяціях комах за антропогенної дії, можуть бути використані для контролю стану природного середовища, що зумовлює необхідність використовувати принципи філогенетичного прогнозу для популяцій комах та облік антропогенної модифікації еволюційних процесів під час складання екологічних прогнозів для популяцій комах.

Порушення водного режиму екосистем у більшості випадків має цілеспрямований характер та пов’язано з проведенням меліоративних робіт: осушенням перезволожених і зрошенням посушливих земель. Наукові відомості про вплив водного балансу на популяції наземних комах відображають насамперед зміни, що відбуваються в агроценозах за різних режимів зрошення ґрунтів.

Слід ураховувати, що всі заходи зі зрошення чи осушення земель супроводжуються істотними змінами мікроклімату, зокрема у приземних шарах повітря та верхніх горизонтах ґрунту; змінюється структура, щільність, хімічний, видовий і фізіологічний склад рослин.

На організменому рівні під впливом зволоження відбувається збільшення термінів розвитку деяких видів шкідників [37], на популяційно-видовому – зміни чисельності окремих груп, що пов’язано як зі зміною вологості середовища існування, так і з пригніченням розвитку кормових рослин. Вологість найсильніше впливає на різні групи грунтових видів [38].

Зрошення ґрунтів суттєво впливає на порушення видового різноманіття ентомоценозів. У працях В.М. Стовбчатого міститься інформація про зникнення ксерофільних видів після початку зрошення. Крім того, відбувається збільшення чисельності видового складу та біомаси комах, перебудовуються трофічні зв’язки, змінюється перебіг розвитку окремих видів унаслідок подовження або зникнення діапаузи. Одночасно зі зміною видового складу функціональних груп в агроекосистемах відбуваються також відчутні зміни біології низки домінуючих видів консументів [39].

Висновки. Загалом наведені в цій публікації матеріали свідчать про необхідність регулярного проведення біологічного моніторингу екологічних наслідків зростаючої антропогенної дії на агроекосистеми як обов’язкового елемента сучасних технологій рослинництва. Такий моніторинг повинен передбачати аналіз змін видового, внутрішньовидового біорізноманіття консументів в агроекосистемах. Отримані результати слід обов’язково враховувати під час розроблення зональних систем екологізованої системи захисту рослин із метою забезпечення високої ефективності захисних заходів. Це потребує принципово нових підходів до вирішення проблеми, включаючи розроблення автоматизованого

прогнозу зміни чисельності домінуючих видів фітофагів на різних етапах онтогенезу культур під дією різних екзогенних впливів.

Значення пестицидів як забруднювачів екологічної системи повністю доведено, проте вивчення цього питання залишається актуальним і нині. Найважливішими факторами, що запобігають зменшенню забруднення навколишнього середовища, є скорочення норм витрат препаратів шляхом стрічкового або локального внесення і кратності їх застосування, вирощування стійких сортів та гібридів, застосування біологічних препаратів, альтернативних методів внесення пестицидів. Тому виникає необхідність регулярного моніторингу резистентності шкідливих організмів, регламентації хімічного методу, залучення до систем захисту рослин сучасного набору біологічних засобів, освоєння стратегії і тактики біоценотичного контролю, впорядкування агрозаходів, здатних загальмувати мікроеволюційні процеси в популяціях шкідливих видів під впливом пестицидів.

Отже, задля уникнення негативних фітосанітарних наслідків для агроекосистем система захисту польових культур має базуватися на принципах екологічної безпеки з визначенням оптимального рівня і критеріїв антропогенного навантаження за стійкого функціонування агроландшафтів. Технології захисту мають сприяти посиленню стабілізуючого добору в популяціях шкідливих видів фауни і флори, механізмів регуляції їх чисельності. Рекомендації щодо використання нових методів та засобів захисту рослин мають базуватися на результатах оцінки ризику можливих негативних наслідків їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Артиш В. І. Порівняльна оцінка інтенсивного та екологічно чистого ведення сільського господарства. *Економіка АПК*. 2005. № 10. С. 20–23.
2. Новожилов К. В. Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. *Сельскохозяйственная биология*. 1997. № 5. С. 28–38.
3. Герасимчук А. А., Куценко О. М., Писаренко В. М., Рабштина В.М. Соціально-економічні проблеми аграрної сфери виробництва: Конспекти лекцій. Київ, 1993. 79 с.
4. Кірейцева О. В., Сокол Л. М. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва. *Економіка АПК*. 2017. № 7. С. 29–36. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2017_7_6
5. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Ленинград, 1981. 572 с.
6. Воейков А. И. Новейшие исследования ледников и причин их изменений. Избранные сочинения. Москва : АН СССР, 1881. Т. III. С. 365–375.
7. Вернадский В. И. Биосфера. Москва : Мысль, 1967. 374 с.
8. Марш Дж. Человек и природа, или о влиянии человека на изменения физико-географических условий природы [пер. с англ.]. СПб. : Человек и природа, 1864. 587 с.
9. Васильєв А. Г., Васильєва І. А. Епігенетичні перебудови популяцій як ймовірний механізм настання біоценотичного кризу. *Вісник Нижегородського держ. ун-ту ім. Н.М. Лобачевського. Серія Біологія*. 2005. № 1 (9). С. 27–38.
10. Вилкова Н. А., Иващенко Л. С. Иммунитет растений к вредителям и его роль в биорегуляции агроэкосистем. *Труды РЭО*. 2001. №. 72. С. 74–75.
11. Гирусов Э. В. Экологическое сознание как условие оптимизации взаимодействия общества и природы. Философские проблемы глобальной экологии. Москва : Наука, 1983. С. 105-120.
12. Городков К. Б. Динамика ареалов насекомых под антропогенным воздействием. Проблемы энтомологии в России. *Труды РЭО*. 1998. № 1. С. 93-94.
13. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика): монография: в двух томах. Москва, 2004. Том I. 690 с.
14. Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Экология и экономика – эволюция взаимоотношений. От «экономии» природы до «большой» экологии. Философские проблемы глобальной экологии. Москва : 1983. С. 230–277.
15. Рогозин, М. Ю., Бекетова Е. А. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве. *Молодой ученый*. 2018. № 25 (211). С. 39-43.
16. Waid J.S. PCBs and the Environment : book in Vols. I-III. Boca Raton, 1987. Vol. 1. 120 c.
17. ToxFAQs: Polychlorinated Biphenyls. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*. Atlanta, 1997. URL: http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/tfacts17.html.
18. Охорона водного середовища. urokof.net. URL: http://urokof.net/?id=NzQ0
19. Damalas C.A.; Eleftherohorinos, I. G. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011. № 8 (12). P. 1402–1419. URL: http://www.mdpi.com/1660–4601/8/5/1402
20. Darrin Lew. Effects of Herbicides and Pesticides on Aquatic Life. *Plant Adaptation:* www.drdarrinlew.us. 2018. URL: https://www.drdarrinlew.us/plant-adaptation/effects-of-herbicides-and-pesticides-on-aquatic-life.html
21. Environmental impacts of pesticides. *SLU:* www.slu.se. 2016. URL: https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/information-about-pesticides-in-the-environment-/exposure-and-environmental-impact
22. What Happens to Pesticides Released in the Environment? *National Pesticide Information Center*: npic.orst.edu. 2017. URL: http://npic.orst.edu/envir/efate.html
23. Каменченко С. Е. Пути совершенствования интегрированной защиты орошаемых посевов в Поволжье. Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность: тезисы докладов. СПб., 1995. С. 126.
24. Куценогий К. П., Киров Е. И., Кнор И. Б., Алексеев А. А. Пестициды в экосистемах: проблемы и перспективы. Новосибирск, 1994. 142 с.
25. Вилкова Н.А., Нефедова Л.И. Структурно-функциональная организация иммуногенетической системы мятликовых и ее влияние на взаимосвязи с вредными организмами в агроэкосистемах. *Вестник защиты растений*. 2015. № 2 (84). С. 13–20.

26. Shapiro I.D. Ecological bases of plant protection against pests at intensive technology cultivation of crops on the example of grain and leguminous crops. Leningrad LSKhI, 1988. 73 p.
27. Shapiro I.D. Immunity of field cultures to insects and mites. Leningrad, 1985. 321 p.
28. Shapiro I. D., Vilkova N. A. Grades of crops resistant to pests – the most important factor of improvement of phytosanitary situation in 20 agrobiocenoses. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, seriya «Biologiya rastenii»*. 1989. № 3. P. 98–103.
29. Павлюшин В. А. Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия. СПб., 2008. 119 с.
30. Pavlyushin V. A., Vilkova N. A., Sukhoruchenko G. I., Nefedova L. I., Fasulati S. R. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St Petersburg, 2013. 184 p.
31. Вилкова Н. А., Иващенко Л. С. Иммунитет растений к вредителям и его роль в биорегуляции агроэкосистем. *Труды РЭО*. 2001. 72. С. 129–144.
32. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). Москва, 2004. Т. 1-2. 1156 с.
33. Козлов М. В. Ответные реакции популяций насекомых на антропогенные воздействия. Красноярск, 1987. 60 с.
34. Козлов М. В. Влияние антропогенных факторов на популяции наземных насекомых. Итоги науки и техники: Энтомология. Москва, 1990. Т. 13. 192 с.
35. Рославцева С. А. Распространение резистентных к инсектоакарицидам популяций членистоногих в мире. *Агрохимия.* 1988. № 2. С. 121–136.
36. Киль В. И. Резистентность к инсектицидам. Молекулярные маркеры в защите сельскохозяйственных растений от вредных насекомых. *Защита и карантин растений*. 2010. № 9. С. 21–24.
37. Миноранский В. А. Защита орошаемых полевых культур от вредителей. Москва, 1989. 208 с.
38. Трухан М. Н. Изменение структуры фаунистических комплексов кровососущих двукрылых под влиянием осушительной мелиорации. *Наука и техника*: Влияние хозяйственной деятельности человека на беспозвоночных. Минск, 1980. С. 124-138.
39. Стовбчатый В. Н. Влияние водной мелиорации на почвообитающих насекомых. Киев, 2000. 62 с.

REFERENCES:

1. Artysh, V.I. (2005). Porivnialna otsinka intensyvnoho ta ekolohichno chystoho vedennia silskoho hospodarstva [Comparative assessment of intensive and environmentally friendly agriculture]. *Ekonomika APK*, 10, 20-23. [in Ukrainian].
2. Novozhylov, K.V. (1997). Problemy optymyzatsii fitosanitarnoho stanu roslynnytstva [Problems of optimization of the phytosanitary state of plant growing]. *Selskokhoziaistvennaia byolohyia*, 5, 28-38. [in Russian].
3. Herasymchuk, A.A., Kutsenko, O.M., Pysarenko, V.M., & Rabshtyna, V.M. (1993). Sotsialnoekonomichni problemy ahrarnoi sfery vyrobnytstva: Konspekty lektsii [Socio-economic problems of the agricultural sphere of production: Lecture notes]. Vol. 10. Kyiv: NMK VO. [in Ukrainian].
4. Kireitseva, O.V., & Sokol, L.M. (2017). Ekolohichni aspekty silskohospodarskoho vyrobnytstva [Ecological aspects of agricultural production]. *Ekonomika APK*, 7, 29-36. [in Ukrainian].
5. Ramad F. (1981). Osnovy prikladnoy ekologii [Fundamentals of applied ecology]. Leningrad: Hydrometeoyzdat. [in Russian].
6. Voeikov, A. Y. (1881). Noveishye yssledovanyia lednykov y prychyn ykh yzmenenyi. Yzbrannye sochynenyia [The latest research on glaciers and the reasons for their changes. Selected works]. Vol. 3. Moscow: AN SSSR. [in Russian].
7. Vernadskyi, V. Y. (1967). Byosfera [Biosphere]. Moscow: Mysl'. [in Russian].
8. Marsh, J.P. (1864). Man and Nature; Or, Physical Geography as Modified by Human Action. London: S. Low, Son and Marston.
9. Vasyliev, A.H., & Vasylieva, I.A. (2005). Epihenetychni perebudovy populiatsii yak ymovirnyi mekhanizm nastannia biotsenotychnoho kryzu [Epigenetic population rearrangements as a probable mechanism of biocenotic crisis*]. Visnyk Nyzhehorodskoho derzh. un-tu im. N.M. Lobachevskoho, Ser. Biology,* 1 (9), 27-38 [in Ukrainian].
10. Vylkova, N.A., & Yvashchenko, L.S. (2001). Ymmunytet rastenyu k vredytelyam y ego rol v byoreguliacyy agroekosystem [Plant immunity to pests and its role in the bioregulation of agroecosystems]. Trudy REO, 72, 74-75. [in Russian].
11. Gyrusov, E.V. (1983). Ekologycheskoe soznanye kak uslovye optymyzatsyy vzaemodeistvyia obshchestva y pryrodu [Environmental Consciousness as a Condition for Optimizing the Interaction between Society and Nature.] *Fylosofskye problemy globalnoy ekologyy*. Moscow: Nauka. [in Russian].
12. Gorodkov, K.B. (1998). Dynamyka arealov nasekomuh pod antropogennum vozdeistvyem. Problemyi entomologyy v Rossyy [Dynamics of insect habitats under anthropogenic impact. Problems of entomology in Russia]. Trudu REO, 1, 93-94. [in Russian].
13. Zhuchenko, A. A. (2004). E`kologicheskaya genetika kul`turny`kh rastenij i problemy` agrosfery` (teoriya i praktika): monografiya [Ecological genetics of cultivated plants and problems of agrosphere (theory and practice): monograph.]. Vol. I. Moscow : OOO Izdatelstvo Agrorus. [in Russian].
14. Fedorenko, N. P., & Rejmers, N. F. (1983). E`kologiya i e`konomika – e`volyucziya vzaimootnoshenij. Ot «e`konomii» prirody` do «bol`shoj» e`kologii [Ecology and economics – the evolution of relationships. From "economy" of nature to "big" ecology]. *Filosofskie problemy` global`noj e`kologii*. Moscow: Nauka, 230–277.
15. Rogozin, M. Yu., & Beketova, E. A. (Ed.). (2018). E`kologicheskie posledstviya primeneniya pesticzidov v sel`skom khozyajstve [Environmental Effects of Pesticide Use in Agriculture]. *Molodoj ucheny`j*, 25 (211), 39-43. [in Russian].
16. Waid, J.S. (1987). PCBs and the Environment. Vols. I-III. Boca Raton, FL: CRC Press.
17. ToxFAQs: Polychlorinated Biphenyls. (1997). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). USA, Atlanta, Georgia, Retrieved from: http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/tfacts17.html.
18. Okhorona vodnoho seredovyshcha. (n.d.). urokof.net. Retrieved from: http://urokof.net/?id=NzQ0 [in Ukrainian].

19. Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8 (12), 1402–1419. Retrieved from: http://www.mdpi.com/1660–4601/8/5/1402
20. *Lew, Darrin* (2018). Effects of Herbicides and Pesticides on Aquatic Life. *Plant Adaptation*. https://www.drdarrinlew.us. Retrieved from: https://www.drdarrinlew.us/plant-adaptation/effects-of-herbicides-and-pesticides-on-aquatic-life.html
21. Environmental impacts of pesticides. (2016). (n.d.). www.slu.se. Retrieved from: https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/information-about-pesticides-in-the-environment-/exposure-and-environmental-impact
22. What Happens to Pesticides Released in the Environment? (2017). National Pesticide Information Center. npic.orst.edu. Retrieved from: http://npic.orst.edu/envir/efate.html
23. Kamenchenko, S.E. (1995). Puti sovershenstvovaniya integrirovannoj zashhity` oroshaemy`kh posevov v Povolzh`e [Ways to improve the integrated protection of irrigated crops in the Volga region]. *Zashhita rastenij v usloviyakh reformirovaniya agropromy`shlennogo kompleksa: e`konomika, e`ffektivnost`, e`kologichnost`. Tezisy` dokladov, SPb.,* 126. [in Russian].
24. Kuczenogij, K.P., Kirov, E.I., Knor, I.B., & Alekseev, A.A. (1994). Pesticzidy` v e`kosistemakh: problemy` i perspektivy` [Pesticides in ecosystems: problems and prospects]. Novosibirsk: SO RAN. GPNTB. In-t khim. kinetiki i goreniya. In-t biologii. [in Russian].
25. Vilkova, N.A., & Nefedova, L.I. (2015). Strukturno-funkczional`naya organizacziya immunogeneticheskoj sistemy` myatlikovy`kh i ee vliyanie na vzaimosvyazi s vredny`mi organizmami v agroe`kosistemakh [Structural and functional organization of the immunogenetic system of bluegrass and its influence on the relationship with harmful organisms in agroecosystems]. *Vestnik zashhity` rastenij*, 2(84), 13–20. [in Russian].
26. Shapiro, I.D. (1988). Ecological bases of plant protection against pests at intensive technology cultivation of crops on the example of grain and leguminous crops. Leningrad: LSKhI.
27. Shapiro, I.D. (1985). Immunity of field cultures to insects and mites. Leningrad: ZIN AN SSSR.
28. Shapiro, I.D., & Vilkova, N.A. (1989). Grades of crops resistant to pests – the most important factor of improvement of phytosanitary situation in 20 agrobiocenoses. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Seriya Biologiya rastenii*, 3, 98–103.
29. Pavlyushin, V.A. (2008). Antropogennaya transformacziya agroe`kosistem i ee fitosanitarny`e posledstviya. SPb.[in Russian].
30. Pavlyushin, V.A., Vilkova, N.A., Sukhoruchenko, G.I., Nefedova, L.I., & Fasulati, S.R. (2013). Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St Petersburg: NPPL Rodnye prostory. [in Russian].
31. Vilkova, N.A., & Ivashhenko L.S. (2001). Immunitet rastenij k vreditelyam i ego rol` v bioregulyaczii agroe`kosistem [Plant immunity to pests and its role in the bioregulation of agroecosystems]. *Trudy` RE`O*, 72, 129–144. [in Russian].
32. Zhuchenko A. A. (2004). E`kologicheskaya genetika kul`turny`kh rastenij i problemy` agrosfery` (teoriya i praktika) [Ecological genetics of cultivated plants and problems of the agrosphere (theory and practice)]. Vol. 1-2. Moscow: Agro- rus. [in Russian].
33. Kozlov, M.V. (1987). Otvetny`e reakczii populyaczij nasekomy`kh na antropogenny`e vozdejstviya [Response reactions of insect populations to anthropogenic influences].Krasnoyarsk: Preprint/ILiD SO AN SSSR. [in Russian].
34. Kozlov, M.V. (1990). Vliyanie antropogenny`kh faktorov na populyaczii nazemny`kh nasekomy`kh [Influence of anthropogenic factors on the populations of terrestrial insects]. *Itogi nauki i tekhniki: E`ntomologiya, Iss. 13.* [In Russian].
35. Roslavczeva, S.A. (1988). Rasprostranenie rezistentny`kh k insektoakariczidam populyaczij chlenistonogikh v mire [Distribution of arthropod populations resistant to insectoacaricides in the world]. *Agrokhimiya*, 2, 121-136. [in Russian].
36. Kil`, V.I. (2010). Rezistentnost` k insekticzidam. Molekulyarny`e markery` v zashhite sel`skokhozyajstvenny`kh rastenij ot vredny`kh nasekomy`kh [Insecticide resistance. Molecular markers in the protection of agricultural plants from harmful insects]. *Zashhita i karantin rastenij*, 9, 21-24. [in Russian].
37. Minoranskij, V.A. (1989). Zashhita oroshaemy`kh polevy`kh kul`tur ot vreditelej [Protection of irrigated field crops from pests.]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
38. Trukhan, M. N. (1980). Izmenenie struktury` faunisticheskikh kompleksov krovososushhikh dvukry`ly`kh pod vliyaniem osushitel`noj melioraczii [Changes in the structure of faunistic complexes of blood-sucking dipterans under the influence of drainage reclamation]. *Vliyanie khozyajstvennoj deyatel`nosti cheloveka na bespozvonochny`kh.* Minsk: Nauka i tekhnika, 124-138. [in Russian].
39. Stovbchaty`j, V. N. (2000). Vliyanie vodnoj melioraczii na pochvoobitayushhikh nasekomy`kh [Influence of water reclamation on soil insects]. Kiev: Izdatel`stvo Znania Ukrainy. [in Russian].

Мельничук Ф.С., Гордієнко О.В., Алєксєєва С.А., Острик І.М., Шатковська К.Б., Гуленко О.І. Фітосанітарні наслідки антропогенної трансформації агроекосистем

Мета дослідження – узагальнення існуючої ситуації щодо нераціонального використання пестицидів та аналіз фітосанітарних наслідків антропогенної трансформації агроекосистем; оцінювання проблеми застосування засобів захисту рослин у сільському господарстві як факторів впливу на оточуюче середовище. **Результати.** У статті узагальнено відомості про динамічні процеси, що відбуваються в екосистемах різних типів, зокрема в агробіоценозах, що свідчить про трансформацію їх структурно-функціональної організації під впливом посилених антропогенних факторів. Проведено наукове обґрунтування нових методологічних і методичних підходів до обмеження чисельності і шкідливості небезпечних видів біотрофів та запобігання негативним екологічним наслідкам. Проаналізовано стратегічні основи застосування хімічних засобів захисту рослин, які, у свою чергу, повинні бути спрямовані на максимальне

використання селективно діючих препаратів і технологій, на своєчасність проведення заходів, економічну та екологічну доцільність. Наведено основні аспекти забезпечення стабільно високих урожаїв за рахунок урахування захисно-компенсаторних реакцій на вплив біотичних та абіотичних факторів.

Розкрито умови, особливості та загальні закономірності послідовного ускладнення фітосанітарної обстановки і відгуки ентомофауни на сучасні технології землекористування й захисту рослин. Показано, що нарощуване застосування хімічних засобів тягне за собою зниження їх ефективності через формування резистентності до них популяцій шкідників і збудників хвороб вирощуваних культур. Головними у стратегії і тактиці збереження врожаю визнані такі заходи: оперативний моніторинг, упорядкування агротехніки, регламентація хімічного методу, переважне застосування біологічних засобів, активізація механізму природної саморегуляції. **Висновки.** Викладено основні принципи розроблення систем захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, що базуються на необхідності знання генетичної структури популяцій, динаміки міграційних процесів, акліматизаційних і поведінкових реакцій, умов розмноження, співвідношення статей і трофічних зв'язків як шкідливих, так і корисних видів комах.

Ключові слова: екосистеми, агробіоценози, антропогенні фактори, фітосанітарна оптимізація агроекосистем, саморегуляція ентомокомплексів, зрошування.

Melnychuk F.S., Hordiienko O.V., Alekseeva S.A., Ostryk I.M., Shatkovska K.B., Gulenko O.I. Phytosanitary consequences of agroecosystems' anthropogenic transformation

Goal. To generalize the current situation regarding the irrational use of the pesticides and to analyze the phytosanitary consequences of agroecosystems's anthropogenic transformation; assess the problems of protection in agriculture as a factor influencing the environment. **Results.** The article summarizes information about the dynamic processes occurring in ecosystems of different types, including agricultural ecosystems, which indicates the transformation of their structural and functional organization under the influence of enhanced anthropogenic factors. Scientific substantiation of new methodological and methodical approaches to limiting the number and harmfulness of dangerous species of biotrophs and prevention of negative environmental consequences has been carried out. The strategic bases of application of chemical plant protection products are analyzed, which in turn should be focused on the maximum use of selectively acting drugs and technologies, timeliness of measures, economic and environmental feasibility. The main aspects of ensuring consistently high yields by taking into account the protective and compensatory reactions to the influence of biotic and abiotic factors.

The conditions, features, and general regularities of consistent complication of phytosanitary situation and responses of entomologic fauna to modern technologies of land use and plant protection are revealed. It is shown that the increasing use of chemicals entails a decrease in their effectiveness due to the formation of resistance to them in populations of pests and pathogens of crops. The main the strategy and tactics of crop conservation are: operational monitoring, streamlining of agricultural machinery, regulation of the chemical method, the predominant use of biological agents, and the activation of the mechanism of natural self-regulation.

Conclusions. The basic principles of development of systems of protection of agricultural plants against pests are based on the necessity of knowledge of the genetic structure of populations, migration processes (dynamics), acclimatization, behavioral reactions, conditions of reproduction, the ratio of sexes, and trophic communications of both harmful and useful species of insects are stated.

Key words: ecosystems, agricultural biocenoses, anthropogenic factors, phytosanitary optimization of agroecosystems, self-regulation of entomological complexes, irrigation.

УДК 634.3:631.543
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.11

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ УКОРІНЕННЯ ЖИВЦІВ ЦИТРУСОВИХ КУЛЬТУР

ОМЕЛЯНОВА В.Ю. – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства
https://orcid.org/0000-0002-5687-3412
Херсонський державний аграрно-економічний університет
КОТОВСЬКА Ю.С. – асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства
https://orcid.org/0000-0001-7935-209
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. У відкритому ґрунті нашого регіону цитрусові культури не вирощуються через несприятливі кліматичні умови, але переробка їхніх плодів на соки та дитяче харчування існує майже на всіх підприємствах харчової промисловості, що виробляють ці продукти.

До України привозять мандарини й апельсини так званих «технічних» сортів. Плоди на рослинах таких сортів швидко дозрівають, на дереві їх зростає багато, проте вони мають не дуже високі смакові показники. Плоди більш дорогих сортів цитрусових до нас не завозять, бо це економічно не вигідно: зріють довше, загальна кількість їх невелика, а ось за ціною вони набагато дорожчі.

Нині виведені сорти цитрусових культур, наприклад, лимон сорту Київський із високими смаковими якостями, пристосований до вегетації у наших кліматичних умовах, який вивів київський селекціонер Анатолій Патій. Тож дослідження особливостей розмноження та вирощування цитрусових культур в умовах закритого грунту має велике значення для популяризації цих культур серед населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, проведені науковцем Б. С. Єрмаковим, показали, що здатність живців тієї ж породи вкорінюватися, змінюється в широкому діапазоні. Живці, взяті з дуже молодих пагонів, не можуть закладати й утворювати зачатки коріння. До того ж недозрілі молоді пагони легко загнивають. Занадто здерев'янілі пагони теж не годяться. Хоча більшість із них вкорінюється, але вони утворюють дуже слабку кореневу систему й погано перезимовують. Непридатні для розмноження також черешки із квітковими бруньками, тому що замість приросту розвиваються квітки [4].

Для розмноження живцями цитрусових рослин С.А. Вдовенко, І.Л. Гаврись, О.О. Полутін беруть молоді та доспілі пагони товщиною біля основи не менше 4-5 мм. Живці нарізають 10-12 см довжиною з 4-5 бруньками. На пагоні залишають два верхніх листка, укорочених на третину, нижні видаляють разом із черешками. Укорінюють у чистому річковому піску, який насипають шаром 5 см зверху на пухкий поживний ґрунт товщиною 15 см. Грунтосуміш готують із 1 частини дернової землі, 1 частини лісового ґрунту, 1 частини перегною і 1 частини річкового піску. Висаджують живці в субстрат на глибину 2 см із площею живлення 10×5 см. Для прискорення кореневого утворення перед висадкою живці ставлять нижніми зрізами в розчин індолилмасляної кислоти в концентрації 100 мг/л на 20 годин або в розчин коренеутворювача Helprost фірми БТУ-центр. Після вкорінення живців через кожні 10 діб проводять підживлення 0,5% розчином калійної солі та суперфосфату, а також 0,3% розчином сечовини. Відносна вологість повітря має бути 95-100%, тому весь процес укорінення зазвичай відбувається в теплиці [3; 5].

Постановка завдання. Мета дослідження – проведення дослідів з укорінення живців різних видів цитрусових культур на різних субстратах, аналіз результатів проведених досліджень та надання рекомендацій.

Виклад основного матеріалу.

Одним із способів розмноження цитрусових є живцювання. Впродовж нашого дослідження (2019–2020 рр.) таким способом розмножували лимони, мандарини та апельсини. Дослідження із живцювання представників цитрусових культур проводилися на базі приватного тепличного господарства села Раденськ Олешківського району Херсонської області.

Живці брали від здорової рослини, яка вже плодоносила, віком 5-10 років (рис. 1а). Живець був з 2-3 розвиненими бруньками і довжиною близько 8-10 см, на живці 1-3-річного віку було 2–3 листка (рис. 1б). Нижній зріз робили косим, верхній (у разі розрізання живця на декілька частин) – округлим. Живцювання проводили навесні (квітень-травень). Живці вкорінювали в теплицях.

Укорінення проходило за температури повітря 20–24ºС, температури грунту 18–24ºС і вологості повітря 95-100%. Протягом 2–3 тижнів з'явилися перші корінці, а повне вкорінення відбулося на 4–6 тиждень. У горщик діаметром 9 см садили по 4–5 живців.

Для досліду використовували торф, пісок, кокосовий субстрат, вермикуліт, торф + пісок, кокосовий субстрат + вермикуліт.

Горщик заповнювали на третину дренажем (керамзит), на який насипали ґрунтову суміш. Грунт злегка змочували водою кімнатної температури. Перед посадкою живці нижнім кінцем занурювали в розчин гетероауксину (або іншого стимулятора росту для укорінення). Після цього заглиблювали живець у підготовлений субстрат на 3-4 см. Грунт у горщику ущільнювали і поливали. Для забезпечення живцям більшої вологості накривали поліетиленовою плівкою. Горщики ставили в тепле місце за температури 20-24°С на розсіяне сонячне світло.

Ознакою вкорінення живців служила поява нових листків і корінців. Акліматизацію вкорінених рослин проводили поетапно: зранку піднімали укриття спочатку на 2–3 години, потім – на 3–4 години. Через 2-3 тижні укриття зняли повністю.

Рентабельність обрання ґрунту відіграє важливу роль під час живцювання рослин, тому одним із головних завдань нашого дослідження було провести порівняльний аналіз укорінення живців цитрусових на різних субстратах. Для дослідів використовувалися живці лимону сорту «Павловський», мандарину сорту «Ковано-Васьо» та апельсину сорту «Вашингтон Навел».

Перший експеримент був закладений у 2019 році, а другий – для порівняння у 2020 році [1; 2]. Результати дослідження були наведені в таблиці 1.

Отже, за результатами проведеного дослідження з укорінення живців цитрусових отримані такі результати: найвищий відсоток приживлюваності лимону сорту «Павлівський», апельсину сорту «Вашингтон Навел» та мандарину сорту «Кавано-Васьо» відбувся

а

б

Рис. 1. Лимон: а – материнська рослина, б – заготівля живців

Таблиця 1

Укорінення живців лимону сорту « «Павловський», апельсину сорту «Вашингтон Навел» та мандарину сорту «Ковано-Васьо» на різних субстратах

Назва	Субстрат	шт.	2019 рік	2020 рік
			%	%
Citrus limon ‘Павловський’	торф	100	22%	21%
	пісок	100	43%	43%
	кокосовий субстрат	100	81%	84%
	вермикуліт	100	92%	96%
	торф + пісок	100	37%	39%
	кокосовий субстрат + вермикуліт	100	95%	98%
Citrus sinensis ‘Вашингтон Навел’	торф	100	12%	12%
	пісок	100	33%	33%
	кокосовий субстрат	100	71%	71%
	вермикуліт	100	84%	82%
	торф + пісок	100	21%	27%
	кокосовий субстрат + вермикуліт	100	86%	86%
Citrus reticulata ‘Ковано-Васьо’	торф	100	12%	13%
	пісок	100	21%	26%
	кокосовий субстрат	100	73%	73%
	вермикуліт	100	85%	84%
	торф + пісок	100	17%	17%
	кокосовий субстрат + вермикуліт	100	88%	85%

за наявності кокосового субстрату з додаванням вермикуліту (85-98%) (рис. 2).

Рис. 2. Живці, що вкорінювалися на кокосовому субстраті з додаванням вермикуліту

Друге місце посідає чистий вермикуліт із відсотком приживлюваності 82–92%, третє – чистий кокосовий субстрат (81–83%). Приживлюваність живців на суміші торфу та піску становила 37-39%, трохи вищою вона була за вирощування на чистому піску (42-45%). Найменший відсоток приживлюваності рослин спостерігали за вирощування на торфі – 12-22% (рис. 3).

Рис. 3. Живці, що вкорінювалися на торфі

Висновки і пропозиції. Природно-кліматичні умови Херсонської області несприятливі для вирощування цитрусових рослин у відкритому ґрунті. Взимку морози згубно діють на рослини субтропічного походження. Несприятливим є також і режим зволоження. Однак високі харчові, лікарські та декоративні властивості цитрусових рослин зумовили інтерес науковців та аматорів до вирощування їх у закритому ґрунті, оранжереях та в кімнатних умовах.

Порівняно зі щепленням живцювання має низку важливих переваг, головною з яких є розвиток укоріненого цитруса в повній відповідності з біологічними особливостями конкретного сорту. До таких особливостей відносяться розміри, форма і смакові якості плодів, особливості будови листка, а також розміри, форма й характер росту крони деревця, скорочення строків вегетації до повного плодоношення рослини.

Найвищий відсоток приживлюваності лимону сорту «Павлівський», апельсину сорту «Вашингтон Навел» та мандарину сорту «Кавано-Васьо» відмічений у кокосовому субстраті з додаванням вермикуліту (85-98%).

Для промислового розмноження цитрусових культур бажано використовувати вермікуліт і суміш кокосового субстрату з ним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Набока О. М., Бойко Т. О., Котовська Ю. С. Особливості живцювання та вкорінення цитрусових культур в умовах закритого ґрунту. Modalități conceptuale de dezvoltare a științei moderne: colecție de lucrări științifice «ΛΌГОΣ» cu materiale conferinței științifice și practice internaționale, 20 noiembrie 2020. Bucureşti, România: Platforma europeană a științei, 2020. Vol. 1. Pp. 85–88.
2. Набока О. М., Назаренко С. В. Захист лимонів закритого ґрунту від шкідників та хвороб. Наукові читання імені В. М. Виноградова: ІІ-га Всеукраїнська науково-практична конференція. м. Херсон, 21–22 травня 2020 року. Херсон, 2020. С. 41–43.
3. Слєпцов Ю. В., Якубенко Б. Д., Богданова В. Д., Позднков І. О., Андрусик Р. В. Квітникарство закритого ґрунту: навчальний посібник. Київ : Кондор-Видавництво, 2015. 174 с.
4. Зелене живцювання – метод прискореного розмноження. URL: https://matricja-budovi.at.ua/news/zelene_zhivcjuvannja_metod_priskorenogo_rozmnozhennja/2011-02-11-195 (дата звернення 25.03.2021).
5. Вдовенко С. А., Гаврись І. Л., Полутін О. О. Субтропічні і рідкісні плодоовочеві рослини: навч. посіб. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 252 с.

REFERENCES:

1. Naboka, O.M., Boyko, T.O., Kotovs'ka, Yu.S. (2020). Osoblyvosti zhyvtsyuvannya ta vkorinennya tsytrusovykh kul'tur v umovakh zakrytoho gruntu [Features of grafting and rooting of citrus crops in closed soil]. Modalități conceptuale de dezvoltare a științei moderne: colecție de lucrări științifice «ΛΌГОΣ» cu materiale conferinței științifice și practice internaționale, 20 noiembrie 2020. Bucureşti, România: Platforma europeană a științei, Vol. 1. Pp. 85–88 [in Ukrainian].
2. Naboka, O.M., Nazarenko, S.V. (2020). Zakhyst lymoniv zakrytoho gruntu vid shkidnykiv ta khvorob [Protection of indoor lemons from pests and diseases]. Naukovi chytannya imeni V. M. Vynohradova: II-ha Vseukrayins'ka naukovopraktychna konferentsiya. Kherson, 41–43 [in Ukrainian].

3. Slyeptsov, Yu.V., Yakubenko, B.D., Bohdanova, V.D., Pozdnkov, I.O., & Andrusyk, R.V. (2015). Kvitnykarstvo zakrytoho gruntu [Andrusyk RV Floriculture of closed soil]. Kyyiv : Kondor-Vydavnytstvo, 174 [in Ukrainian].
4. Zelene zhyvtsyuvannya – metod pryskorenoho rozmnozhennya [Green cuttings – a method of accelerated reproduction]. URL: https://matricja-budovi.at.ua/news/zelene_zhivcjuvannja_metod_priskorenogo_rozmnozhennja/2011-02-11-195 [in Ukrainian].
5. Vdovenko, S.A., Havrys', I.L., Polutin, O.O. (2020). *Subtropichni i ridkisni plodoovochevi roslyny [Subtropical and rare fruit and vegetable plants].* Vinnytsya: TOV «TVORY», 252 [in Ukrainian].

Омелянова В.Ю., Котовська Ю.С. Досвід використання різних субстратів для укорінення живців цитрусових культур

Серед численних плодів екзотичних рослин, які є у вільному доступі, особливою популярністю користуються цитрусові. Плоди мандаринів, апельсинів, лимонів, лаймів, цитронів, грейпфрутів, бергамоту відрізняються високими поживними, лікувальними й дієтичними властивостями. Вони служать сировиною для отримання соків, компотів, цукатів і джемів, цінних ефірних олій і різних есенцій, які широко використовуються в харчовій, кондитерській і парфумерній промисловості. **Мета.** Нині цитрусові рослини переважно використовуються для кімнатного та офісного озеленення, зимових садів та оранжерей в якості декоративних, а не плодових рослин. Для розвитку виробництва з вирощування цитрусових культур в якості плодових у промислових обсягах необхідний якісний і доступний посадковий матеріал у великих кількостях. **Мета дослідження** – аналіз таких доступних субстратів для живцювання цитрусових культур, як торф, пісок, кокосовий субстрат, вермикуліт, торф із додаванням піску, кокосовий субстрат із додаванням вермикуліту для укорінення живців цитрусових рослин у захищеному ґрунті. **Методи.** Для отримання посадкового матеріалу використовували метод розмноження цитрусових рослин зеленими живцями в умовах захищеного грунту. **Результати.** За результатами проведеного дослідження з укорінення живців цитрусових культур установлено, що найвищий відсоток приживлюваності лимону сорту «Павлівський», апельсину сорту «Вашингтон Навел» та мандарину сорту «Кавано-Васьо» спостерігався за вирощування рослин у кокосовому субстраті з додаванням вермикуліту (85-98%). Посадковий матеріал, отриманий методом зеленого живцювання за використання кокосового субстрату з додаванням вермикуліту та окремо вермикуліту в тепличному господарстві села Раденськ Олешківського району Херсонської області, показав високий результат вкорінення і приживлюваності порівняно із торфом і піском. **Висновки.** Проведені дослідження дозволяють рекомендувати для живцювання субстрат із кокосової маси з додаванням вермикуліту та вермикуліт для захищеного грунту та подальшого використання у виробництві цитрусових культур.

Ключові слова: вирощування, цитрусові рослини, захищений ґрунт, сорти, зелене живцювання.

Omelyanova V.Yu., Kotovska Yu.S. Experience in using different substrates for rooting citrus cuttings

Among the many fruits of exotic plants that are freely available, citrus fruits are especially popular. The fruits of tangerines, oranges, lemons, limes, lemons, grapefruits, bergamot have high nutritional, medicinal and dietary properties. They are used as raw materials for juices, compotes, candied fruits and jams, valuable essential oils and various essences, which are widely used in the food, confectionery and perfume industries. **Purpose**. Citrus plants are currently mainly used for indoor and office landscaping, conservatories and greenhouses as ornamental rather than fruit plants. For the development of production for the cultivation of citrus crops as fruit, in industrial volumes requires high-quality available planting material in large quantities. Our goal was to investigate the available substrates for grafting citrus crops: peat, sand, coconut substrate, vermiculite, peat with sand, coconut substrate with vermiculite for rooting cuttings of citrus plants in protected soil. **Methods.** To obtain planting material used the method of propagation of citrus plants by green cuttings in a protected soil. **Results.** According to the results of studies on the rooting of citrus cuttings obtained the following results. The highest survival rates of Pavlovsky lemon, Washington Navel orange and Cavanaugh Vaso mandarin occurred in coconut substrate with the addition of vermiculite (85-98%). Planting material obtained by green grafting using coconut substrate with the addition of vermiculite and vermiculite in a greenhouse in the village of Radensk, Oleshkivskyi district, Kherson region, showed a high result. engraftment compared to peat and sand. **Conclusions.** The conducted research makes it possible to recommend for further use in the production of citrus cuttings coconut mass substrate with the addition of vermiculite and vermiculite for protected soil.

Key words: cultivation, citrus plants, protected soil, varieties, green cuttings.

УДК 631.3:631.9
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.12

СУЧАСНИЙ СТАН МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ У СВІТІ

СОЛОХА М.О. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-1860-0819
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»
ВИНОКУРОВА Н.В. – провідний інженер
https://orcid.org/0000-0003-3876-480X
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

Постановка проблеми. Нині різниця класифікацій, переклад назв фракцій ґрунту, методики підготовки проб до аналізу у різних країнах світу створюють проблеми щодо використання всесвітнього досвіду боротьби з деградацією земель та якісного ведення сільського господарства, що унеможливлює використання в Україні міжнародних даних про оптимальне зрошування і внесення добрив в орані ґрунти. Для співпраці в межах міжнародної роботи з ФАО в питаннях впливу зміни клімату та опустелювання на стан ґрунту (згідно з реалізацією плану заходів Національної академії аграрних наук України з виконання у 2021-2025 рр. заходів Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням, затвердженого Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. № 271-р. [1] та низкою профільних документів, Рішенням Ради національної безпеки і оборони України «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації») постає необхідність створити, адаптувати та гармонізувати національні та міжнародні методики визначення гранулометричного складу. Для цього стає у пригоді лазерно-дифракційний метод (ЛДМ), адже він дозволяє визначати розподіл частин за фракціями, межі яких можна встановити одночасно як за класифікацією Н.А. Качинського, так і за будь-якою іншою. Але цей метод є новітнім і потребує розроблення методики для використання в ґрунтознавстві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючі методи гранулометричного аналізу, класифікація ґрунтів і встановлені межі фракцій висвітлили T. Allen [2], P. Schulte [3]. А.В. Юдина [4], D. Igaz та інші [5]. Вони зазначили, що кожний із методів має свої переваги та недоліки. J. Moeys [6] розробила програму для побудови трикутника текстури ґрунту різних класифікацій. Що стосується використання ЛДМ, то в ISO 13320:2020 (E) [7] надаються лише рекомендації до вимірювання розподілу частинок шляхом аналізу їх світлорозсіюючих властивостей і не розглядаються способи пробопідготовки до аналізу.

Мета дослідження – аналіз різних методичних підходів до визначення гранулометричного складу ґрунту у різних країнах світу, зокрема відносно новітнього методу – лазерної дифракції.

Матеріали та методика досліджень. Використані публікації як українських науковців, так і дослідників інших країн стосовно визначення гранулометричного складу, доступні в Інтернеті, та власний досвід роботи у мережі GLOSOLAN проєкту FAO. Дослідження проводилося шляхом аналізу, систематизації та порівняння методик і класифікацій, що використовуються.

Результати досліджень. Нині існують різні методи з визначення гранулометричного складу: органолептичні, ситові, седиментаційні, метод мікроскопії, лазерно-дифракційний метод та інші.

Для швидкого визначення текстури у польових умовах використовують органолептичні методи. В Україні найпоширенішими органолептичними методами є «сухий метод» (розтирання грудки ґрунту на долоні пальцями та залежно від відчуттів визначення його механічного складу (піщаний, суглинковий чи глинистий), та «вологий метод», за якого з вологого зразка ґрунту скручують дріт діаметром близько 3 см і роблять кільце, за формою якого встановлюється механічний склад грунту (пісок, супісок, легкий суглинок, середній суглинок, важкий суглинок, глина). Водночас ФАО [8] пропонує використовувати дещо інші польові методи визначення текстури ґрунту, поділяючи їх на: метод «відчуття», метод «стрічки» і «тест на струшування». Метод «стрічки» і «тест на струшування» пов'язані з методом «відчуття» для визначення фракцій пісок, мул, глина. У методі «відчуття» з вологого ґрунту скручують дріт діаметром від 7 мм до 3 см, а з нього – кільце та за відчуттям за таблицею визнають у відсотках приблизний уміст цих фракцій. За цими значеннями згідно з діаграмою у вигляді трикутнику, адаптованою виробництвом ФАО для опису ґрунтів [8], визначають текстуру. І хоча за виконанням «вологий метод» подібний до методу «відчуття», але інтерпретація різна та використовуються різні класифікації.

В Україні у ґрунтово-географічних і ґрунтово-агрономічних дослідженнях переважно використовується двочленна система за Н. А. Качинським, а також застосовувалась у період обстеження ґрунтів України тричленна класифікація ґрунтів за М. М. Годліним, за якою побудована карта ґрунтів України 1972 року та яка використовується донині. У більшості європейських країн, а також в Австралії і США класифікація текстури ґрунту тричленна, але відрізняється одна від одної,

має різні межі фракцій піску, мулу і глини [6].У деяких країнах Східної Європи (Болгарії, Чехії, Словаччині), а також у країнах пострадянського простору використовують також двочленну систему класифікації ґрунтів за Н. А. Качинським або ту, яка виникла з неї (класифікація Новака).

Польові методи дають лише приблизне уявлення про текстуру ґрунту, більш точно розмір частинок визначається в лабораторних умовах. За потрапляння зразка до лабораторії він проходить попередню обробку. Як у нашій державі, так і в багатьох країнах світу прийнято ISO 11277:2002 або ISO 11464:2006 (ДСТУ ISO 11464:2007), згідно з яким зразки висушують на повітрі або у печі за температури, що не перевищує 40°С, до повітряно-сухого стану [власний досвід роботи в мережі GLOSOLAN проєкту FAO] Використовують іншу сушку зразків: за температури 60-70°С (у країнах Коста-Ріка, Болівія, Еквадор), інколи – за температури 105°С [9] та 110 °С у геотехнічних дослідженнях [10]. Для визначення ґранулометричного складу використовують методи, що стали класичними (ситовий і седиментаційний) та новітні (мікроскопічні, лазерно-дифракційний та інші). Кожен із цих методів базується на різних принципах вимірювання і застосовується лише до певного діапазону розміру частинок.

Ситовий метод використовують лише для визначення розміру частинок, що затримуються на ситі з діаметром отворів від 125 мм до 20 мк [3]. Цей метод використовується переважно для піщаних зразків та в разі видалення піску з ґрунту. Просіювання проводиться за допомогою сертифікованого набору калібрувальних сит залежно від необхідних розмірів фракцій і класифікації текстури ґрунту. У ситовому методі визначають орієнтовний поперечний діаметр частинки, що пройшла крізь сито з певним діаметром отворів. Метод легкий у використанні, але якщо частинки мають голчасту або витягнуту форму, механічний рух під час просіювання впливає на повторюваність і відтворюваність результатів, що обумовлює похибку вимірювання [2].

Седиментаційні методи, засновані на законі Стокса, поділяють на піпетковий та аерометричний; вони придатні для фракцій мулу і глини. Розмір частинок приймають за сферу, що має «стоксовий діаметр»: частинка має таку саму швидкість седиментації, як і сферична частинка певного діаметру з визначеною щільністю.

Перед використанням седиментаційних методів, після подрібнення зразок ґрунту просіюють крізь сито з діаметром отворів 2 мм або 1 мм, а потім застосовують сухе та вологе просіювання на ситах із діаметром отворів 250 мк, 100 мк, 63 мк, 0,074 мм, 0,05 мм залежно від методу і використаної класифікації. Окрім того, проводиться попередня обробка зразку: видалення органічної речовини, карбонатів, розчинних солей, диспергація. Седиментаційний метод застосовують в Україні згідно з ДСТУ 4730:2007 або ДСТУ ISO 11277:2005, або ДСТУ Б В.2.1-19:2009 для будівельної галузі. В інших країнах застосовують свої стандарти: у Польщі – ASTM D7928–17 та EN ISO 17892-4 [11], в Угорщині – MSZ-08-0205 (1978) та ISO 11277 2009 [12], в Росії – ГОСТ 12536-2014 [4], у Німеччині – DIN 18123, 2011та DIN EN ISO 17892-4, 2014, DIN 19683 [3; 13], в Австралії – AS 1289.3.6.3–2003 та ISO D. 11277:2002 [14] та інші. Кожен зі стандартів має свої відмінності. Незважаючи на це, їх використовують як еталон для порівняння із ЛДМ, який дозволяє визначати діаметр частинок на основі законів оптики (заломлення, поглинання та відбиття променю), дифракції світла.

Найчастіше застосовувалась аналогічна пробопідготовка ґрунту до ЛДМ, як і для седиментаційних методів. Деякі автори статей не проводили видалення органічних речовин для визначення розподілу частинок за розмірами ЛДМ [5]. А. Юдина [4], проводячи вибір способу попереднього видалення органічної речовини зі зразків, визнає, що окислення 30% перекисом водню H_2O_2 протягом 7 діб є найповнішим і сприяє більшому виходу мулистої фракції, але окислення призвело до зміни градації у класифікації ґрунтів за гранулометричним складом (за класифікацією Н. А. Качинського). C. Rasmussen і K. Dalsgaard [9] дійшли висновку, що видалення органічного вуглецю зі зразків із низьким вмістом органічного матеріалу не впливає або слабко впливає на розподіл частинок за розміром, але якщо зразок має більше 2% органічного вуглецю, його видалення впливає на розподіл.

У методиках багатьох країн видалення органічної речовини під час визначення текстури ґрунту є обов'язковим, тому більшість авторів [15; 16; 9; 3] перед вимірюванням ЛДМ із зразків все ж таки видаляли органічні речовини, використовуючи найчастіше перекис водню H_2O_2. A Mako, порівнюючи зразки з обробкою перекисом водню та без нього, дійшов висновку, що «попередня обробка змінює співвідношення фракцій глини, мулу, піску» [15]; це підтверджено в інших дослідженнях [3; 16]. P. Fisher зі співавторами [14] видаляли органічні речовини гіпохлоритом натрію (ця методика підходить для ґрунтів південно-західної Вікторії (Австралія)) дійшли висновку, що не слід завчасно видаляти вуглець під час вимірювання на лазерному дифрактометрі Mastersizer 2000 (Malvern Instruments, Malvern, UK), адже "використання попередньої обробки зразків зазвичай скоріше погіршувало, аніж покращувало Lin's CCC". Цей етап пробопідготовки подовжує загальний час визначення розміру частинок ґрунту ЛДМ, тому рішення залишати чи видаляти органічну речовину у зразку для аналізу під час вимірювання ЛДМ залежить від того, який ґрунт використовують (наявність органіки та гумусу) та за якою стандартною процедурою проводять підготовку ґрунту для визначення гранулометричного складу в тій чи іншій країні. ISO 13320: 2020 [7] не регламентує цей параметр. Те ж саме стосується і видалення карбонатів та розчинних солей. Але найчастіше процедуру видалення карбонатів проводять і використовують розбавлену соляну кислоту, інколи – буферний розчин ацетату натрію або оцтову кислоту. B. Lucke та U. Schmidt [13] вважають, що «не бажано видаляти карбонат кальцію задля аналізу розміру частинок вапняних наземних ґрунтів та відкладень, адже це впливає на результати вимірювань. Якщо необхідно досягти максимальної точності розподілу частинок за розміром, слід провести декілька аналізів, які поєднують об'ємний аналіз зразків

із видаленням $CaCO_3$ та без нього з оптичними оцінками тонких зрізів».

Для запобігання флокуляції в якості реагента під час вимірювання ЛДМ застосовували: розчин гексометофосфату натрію $Na_6[(PO_3)_6]$ [4; 5; 10; 13; 14; 15], розчин 0,05 М поліфосфату натрію (сіль Грехема ($NaPO_3$) n) [4; 5], 3,6-5,0 %, розчин пірофосфату натрію $Na_4P_2O_7*10H_2O$ [4; 11; 16].

В Україні згідно з ДСТУ 4730:2007 видаляють карбонати розчином соляної кислоти, а також для диспергування зразок кип'ятять у дистильованій воді з додаванням 4-5 $см^3$ розчину гідроксиду натрію. Відомості щодо використання цієї процедури підготовки ґрунту (як в ДСТУ 4730:2007) для визначення розподілу частинок за розміром ЛДМ у літературі відсутні.

Для дезагрегації ґрунтів у лазерній дифрактометрії також використовують ультразвук із різною потужністю в поєднанні з пептизуючою речовиною [5; 10; 11; 13; 14; 15; 17] або тільки ультразвук [4; 18]. C. Rasmussen і K. Dalsgaard [9] вважають, що час, необхідний для застосування ультразвуку, не повинен перевищувати 60 секунд, оскільки деякі частинки з низькою міцністю під впливом ультразвуку можуть зруйнуватися, створюючи таким чином розподіл частинок за розміром, де кількість дрібних часток завищена. Здійснивши дослідження диспергації зразків, А. Юдина [4] дійшла висновку, що «жоден із опрацьованих хімічних способів пробопідготовки ґрунтів до гранулометричного аналізу не забезпечує близького ступеня дисперсності зразка, яку можна здобути використанням ультразвукового методу». Оскільки автори статей за ЛДМ мають різні думки щодо часу та потужності використання ультразвуку, то надалі перед застосуванням ультразвуку слід провести додаткові дослідження різних типів ґрунту та його впливу на частинки (використовуючи, зокрема, електронну мікроскопію задля спостереження за змінами).

Окрім того, у публікаціях порівнюють дані методу седиментації (сито-піпет або аерометричний) та ЛДМ і відзначають, що показники за фракціями є розбіжними, їх неможливо порівняти один із одним, необхідна кореляція. Для цього використовуються регресійні моделі та функції педотрансфера. Зокрема А. Юдина [4], порівнюючи результати двох методів (ЛДМ та сито-піпет методу за Качинським) показала, що існує стійкий лінійний взаємозв'язок ($p=0,05$, R^2 = 0,82 та 0,84) для фракцій мулу (<1 мк) та піску (>50 мк) відповідно; для фракції пилу (1-50 мк) цей взаємозв'язок більш слабкий, коефіцієнт детермінації дорівнює лише 0,68 (для дрібного пилу (1-5 мк) – 0,34, середнього пилу (5-10 мк) – 0,40, великого пилу (10-50 мк) – 0,86. Для перетворення показників розподілення частинок ЛДМ у показники розподілення частинок методом сито-піпетки для зразків верхнього шару ґрунту LUCAS A. Makó зі співавторами [15] розробили та використали функції Pedotransfer, що дозволило оптимізувати межі глина-мул та мул-пісок, які становлять 6,6 мк та 60,3 мк відповідно (для ґрунтів з органічною речовиною), а також 5,8 мк і 69,2 мк відповідно (для ґрунтів без органічної речовини). B. H. M. Al-Hashemi зі співавторами [10] після проведення дослідження сімох різних зразків ґрунту Саудівської Аравії повідомили, що відмінності між методами ЛД та аерометру з геотехнічної точки зору є незначними.

Крім того, порівнювали показники ЛДМ і ситового методу та відзначили узгодженість цих методів щодо для піску, але вони все ж таки дещо відрізнялися, що пояснюється несферичною формою природних частинок піску.

Висновки та пропозиції. Огляд світової літератури щодо методичних підходів до визначення гранулометричного складу ґрунту у світі свідчить про різноманітність класифікацій і підготовки проб до аналізу для того ж самого методу, що ґрунтується на подібних засадах (просіювання, седиментація або дифракція, розсіювання світла). Зіставлення показників, одержаних класичними методами, з показниками лазерної дифракції у більшості випадків показало, що вони різняться та потребують кореляції. Хоча існують міжнародні стандарти визначення ґранулометричного складу ґрунту, згідно з публікаціями стосовно ЛДМ, але країни не поспішають відмовлятися від внутрішніх стандартів. Однак ведеться робота із зіставлення та визначення різниці між показниками, одержаними за неоднакової підготовки проб до аналізу (застосовувалися різні стандартні методи і класифікації) за допомогою ЛДМ. Результати дослідження свідчать, що в Україні робота з використання лазерного дифрактометра у ґрунтознавстві не проводиться, немає також інформації про одночасне використання методу згідно з ДСТУ 4730:2007 і класифікацією за Н.А. Качинським та міжнародними класифікаціями. Перехід до тричленної системи класифікацій ФАО потребує розроблення для дієвої співпраці з ФАО задля охорони ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про затвердження Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 березня 2016 р. № 271-р, Київ. Урядовий кур'єр від 29.04.2016. № 82
2. Allen T. Powder Sampling and Particle Size Determination. Amsterdam, the Netherlands. *Elsevier B.V.* 2003. 683 p.
3. Schulte P. Laser diffraction size analysis of loess-paleosol sequences – pretreatment, calculation, interpretation: Dissertation. Tag der mündlichen Prüfung: 18.04.2017 163 p. URL: http://publications.rwth-aachen.de/record/691033/files/691033.pdf
4. Юдина А. В. Лазерная дифрактометрия в почвоведении: методические аспекты и диагностическое значение : дисс. … канд. биол. наук : 06.01.03. Москва, 2018. 251 с.
5. Laser diffraction as an innovative alternative to standard pipette method for determination of soil texture classes in central Europe. / Igaz D. [et al.]. *Water.* 2020. V. 12, 1232; https://doi.org/10.3390/w12051232.
6. Moeys J. The soil texture wizard: R functions for plotting, classifying, transforming and exploring soil texture data. 2019. URL : https://cran.r-project.org/web/packages/soiltexture/vignettes/soiltexture_vignette.pdf (дата звернення 30.04.2021 р.).
7. ISO 13320:2020(E) Particle size analysis – Laser diffraction methods. [Second edition 2020-01] International Standard. Geneva, Switzerland, 2020. 66 p.

8. FAO. 2020. Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme – A farmer-to-farmer training programme: FAO. Rome, 2020. 100 p. URL : https://doi.org/10.4060/ca2796en
9. Working paper: Documentation of tests on particle size methodologies for laser diffraction compared to traditional sieving and sedimentation analysis. / C. Rasmussen, K. Dalsgaard Aarhus Universitetsforlag ISBN: 978-87-7507-390-0 2017. P. 35. URL : https://doi.org/10.7146/aul.205.148
10. The validity of laser diffraction system to reproduce hydrometer results for grain size analysis in geotechnical applications. / Al-Hashemi B. H. M. [et al.]. PLOS ONE January 14, 2021 V.16(1) URL : https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245452
11. Gorączko A., Topoliński S. Particle Size Distribution of Natural Clayey Soils: A Discussion on the Use of Laser Diffraction Analysis (LDA). *Geosciences*. 2020. V.10(2),55. P. 1-9. URL : https://doi.org/10.3390/geosciences10020055
12. Evaluation of soil texture determination using soil fraction data resulting from laser diffraction method. / Mako A. [et al.]. *International Agrophysics*. 2019. V.33. P. 445-454 URL : https://doi.org/10.31545/intagr/113347
13. Lucke B., Schmidt U. Grainsize analysis of calcareous soil sand sediments: intermethod comparison with and without calcium carbonate removal. *Erlanger Geographische Arbeiten Band* 2015. V.42 P. 83–98. https://www.researchgate.net/publication/290946097 (дата звернення 20.04. 2021)
14. Adequacy of laser diffraction for soil particle size analysis. / Fisher P. [et al.] PLoS ONE May 4 2017. V.12(5): e0176510. URL : https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176510
15. Pedotransfer functions for converting laser diffraction particle-size data to conventional values. / Makó A. [et al.]. *European Journal of Soil Science.* September 2017. V.68. P. 769–782. URL: https://doi.org/10.1111/ejss.12456
16. Gresina F. Comparison of pipette method and state of the art analytical techniques to determine granulometric properties of sediments and soils. *Hungarian Geographical Bulletin*. 2020. V.69(1). P. 27–39. DOI**:** https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.1.3
17. Ryzak M., Sochan A., Barna G., Hernadi H., Beczek M., Polakowski C. and Mako A. Laser Diffractometer in the Measurements of Soil and Sediment Particle Size Distribution. / Bieganowski A. [et al.]. *Advancesin Agronomy*. 2018. V. 151 ISSN 0065-2113. URL : https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.04.003
18. Болдырева В. Э., Безуглова О. С., Морозов И. В. К вопросу об определении гранулометрического состава почв с использованием метода лазерной дифракции. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019. № 1(33). С. 184-194. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-184-194

REFERENCES:

1. Pro zatverdzhennya Natsional'noho planu diy shchodo borot'by z dehradatsiyeyu zemel' ta opustelyuvannyam. Rozporyadzhennya Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 30 bereznya 2016 r. [On approval of the National Action Plan to combat land degradation and desertification. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of March 30, 2016] № 271-r, Kyiv. Government courier from 29.04.2016. № 82 [in Ukrainian].
2. Allen, T. (2003). Powder Sampling and Particle Size Determination. *Elsevier B.V.* Amsterdam, the Netherlands.
3. Schulte, P. (2017). *Laser diffraction size analysis of loess-paleosol sequences – pretreatment, calculation, interpretation.* [Doctoral dissertation, RWTH Aachen University]. Published on the publication server of RWTH Aachen University. http://publications.rwth-aachen.de/record/691033/files/691033.pdf
4. Yudina, A. V. (2018). Lazernaya difraktometriya v pochvovedenii: metodicheskiye aspekty i diagnosticheskoye znacheniye [Laser diffractometry in soil science: methodological aspects and diagnostic value]: thesis candidate of biological sciences: 06.01.03. Moscow, 251 p. [in Russian].
5. Igaz, D., Elena Aydin, E., Šinkovičová, M., Šimanský, V., Tall A. & Horák J. (2020). Laser diffraction as an innovative alternative to standard pipette method for determination of soil texture classes in central Europe. *Water*, *12*(5), 1232. https://doi.org/10.3390/w12051232
6. Moeys, J. (2019). The soil texture wizard: R functions for plotting, classifying, transforming and exploring soil texture data. Available online: https://cran.r-project.org/web/packages/soiltexture/vignettes/soiltexture_vignette.pdf (accessed on 30 April 2021)
7. International Organization for Standardization. (2020*) Particle size analysis – Laser diffraction methods.* (ISO Standard No. 13320:2020(E)). https://www.iso.org/ru/home.html
8. FAO. (2020). Soil testing methods – Global Soil Doctors Programme – A farmer-to-farmer training programme. Rome. https://doi.org/10.4060/ca2796en
9. Rasmussen, C., & Dalsgaard, K. (2017). *Documentation of tests on particle size methodologies for laser diffraction compared to traditional sieving and sedimentation analysis*. (s. 1-35). Aarhus Universitetsforlag. https://doi.org/10.7146/aul.205.148
10. Al-Hashemi HMB, Al-Amoudi OSB, Yamani ZH, Mustafa YM, Ahmed H-u-R (2021). The validity of laser diffraction system to reproduce hydrometer results for grain size analysis in geotechnical applications. *PLoS ONE* 16(1): e0245452. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245452
11. Gorączko A., & Topoliński S. (2020) Particle Size Distribution of Natural Clayey Soils: A Discussion on the Use of Laser Diffraction Analysis (LDA). *Geosciences*, 10(2), 55. https://doi.org/10.3390/geosciences10020055
12. Makó, A., Szabó, B., Rajkai, K., Szabó, J., Bakacsi, Z., Labancz, V., Hernádi, H., & Barna, G. (2019). Evaluation of soil texture determination using soil fraction data resulting from laser diffraction method. *Int. Agrophys,* 33, 445–454. https://doi.org/10.31545/intagr/113347
13. Lucke, B., & Schmidt, U. (2015). Grainsize analysis of calcareous soil sand sediments: intermethod comparison with and without calcium carbonate removal. *Erlanger Geographische Arbeiten Band*, 42, 83–98. Available online: https://www.researchgate.net/publication/290946097 (accessed on 30 April 2021).
14. Fisher, P., Aumann, C., Chia, K., O'Halloran, N., & Chandra, S. (2017). Adequacy of laser diffraction for soil particle size analysis. *PLoS ONE* 12(5): e0176510. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0176510

15. Makó, A., Tótha, G., Weynants, M., Rajkai, K., Hermannb, T. & Tótha, B. (2017). Pedotransfer functions for converting laser diffraction particle-size data to conventional values. *European Journal of Soil Science*, 68, 769–782. https://doi.org/10.1111/ejss.12456
16. Gresina, F. (2020). Comparison of pipette method and state of the art analytical techniques to determine granulometric properties of sediments and soils. *Hungarian Geographical Bulletin*, 69(1), 27–39. https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.1.3
17. Bieganowski, A., Ryzak, M., Sochan, A., Barna, G., Hernadi, H., Beczek, M., Polakowski, C., & Mako, A. (2018). Laser Diffractometer in the Measurements of Soil and Sediment Particle Size Distribution. *Advancesin Agronomy*, 151, 215-279. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.04.003
18. Boldyreva, V. E., Bezuglova, O. S., Morozov, I. V. (2019). K voprosu ob opredelenii granulometricheskogo sostava pochv s ispol'zovaniyem metoda lazernoy difraktsii. [On the issue of determining the granulometric composition of soils using the method of laser diffraction]. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems,* 1 (33), 184-194 [in Russian]. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-184-194

Солоха М.О., Винокурова Н.В., Сучасний стан методичних підходів щодо визначення гранулометричного складу у світі

У статті представлено огляд світової літератури щодо методичних підходів до визначення гранулометричного складу ґрунту різними методами, як класичними, так і новітнім лазерно-дифракційним методом (ЛДМ).

Аналізуючи публікації, що стосуються визначення гранулометричного складу грунту, можна відзначити, що використання різних методик і класифікацій текстури ґрунту призвело до розбіжностей у застосуванні методу просіювання (використовуються сита з неоднаковим діаметром отворів) та різниці меж фракцій у седиментаційних методах (аерометричному та піпетковому). Органолептичні методи, які застосовують в Україні (сухий та вологий), хоч і подібні у виконанні до тих, що пропонує ФАО для польових умов, але використовують неоднакові класифікації. Щодо методу лазерної дифракції, то під час підготовки проб до аналізу спираються на класичні методи, використовуючи їх як еталон, отже, і пробопідготовку роблять подібну, застосовуючи такі ж самі реактиви і способи видалення органічної речовини, карбонатів, розчинних солей та аналогічну дезагрегацію зразка. Вплив підготовки проби для аналізу на результати розподілу частинок за розміром визначають шляхом застосування лазерного дифрактометру за однаковими налаштуваннями приладу. Розбіжності в будові приладів та застосованої оптичної і детекторної систем призводить до отримання різних результатів за однакової підготовки проб до аналізу.

Порівняння показників, одержаних класичними методами, з показниками у разі застосування лазерно-дифракційного методу свідчить про необхідність подальших досліджень щодо їх використання, адже поки що такі результати різняться та потребують кореляції. Це не заважає використовувати ЛДМ за одночасного визначення текстури ґрунту, застосовуючи різні класифікації. Тому метод лазерної дифракції у майбутньому можна використовувати для адаптування показників, одержаних методом Н.А. Качинського, до міжнародних класифікацій, що сприятиме роботі з ФАО у питаннях впливу зміни клімату та опустелювання на стан ґрунту.

Ключові слова: класифікація, лазерна дифрактометрія, органолептичні методи, діаметр отворів сит, пробопідготовка, седиментація, фракція.

Solokha M.O., Vynokurova N.V. Current state of the world methodological approaches to determination of granulometric composition

The article reviews the world literature on methodological approaches in determining the granulometric composition of soil by different methods, both classical and modern – laser diffraction method (LDM).

Analyzing the publications related to the determination of granulometric composition, it can be noted that the application of different methods and soil texture classifications has led to differences in the use of sieving (sieves with different hole diameters) and differences in fractional boundaries in sedimentation methods (aerometric and pipetting). Organoleptic methods used in Ukraine (dry and wet), although similar in implementation to those proposed by FAO for field conditions, but use different classifications. As for the method of laser diffraction, the preparation of samples for analysis is based on classical methods, using them as a reference, and therefore sample preparation is done similarly, using the same reagents and methods for removing organic matter, carbonates, soluble salts, and similar sample disaggregation. The effect of sample preparation for analysis on the results of particle size distribution is determined by using a laser diffractometer at the same instrument settings. Differences in the structure of instruments and applied optical or detector systems lead to different data with the same preparation of samples for analysis.

Comparison of the data obtained by classical methods with the data of the laser-diffraction method indicates the need for further research in using, because so far the data are different and have to be correlated. This does not prevent using LDM while determining soil texture by different classifications. Therefore, the laser diffraction method can be used in the future to adapt the data of Kachinsky method to international classifications, which will help work with FAO on the impact of climate change and desertification on the soil.

Key words: classification, laser diffractometry, organoleptic methods, diameter of sieve holes, sample preparation, sedimentation, fraction.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 339.13(540)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.13

ПОГЛЯД НА 6-Й НАЙБІЛЬШИЙ СВІТОВИЙ РИНОК НАСІННЯ: ІНДІЯ

САРІКУРТ БЕДІРХАН – кафедра польових культур,
https://orcid.org/0000-0002-3345-6528
Науково-технічний інститут університету Сіріту

Постановка проблеми. Дефіцит води, енергії та робочої сили; більші виробничі витрати та низька рентабельність виробництва – головні проблеми фермерів Південної Азії [14]. Приблизно 1/4 населення світу, що страждає від дефіциту харчових продуктів, живе в південноазіатській країні Індії [15]. Незрошувані агроекосистеми є домінуючими в сільському господарстві Індії. Низька інтенсивність землеробства та нестабільна і низька врожайність пов'язані з непередбачуваністю природного зволоження, біотичних та абіотичних стресів та традиційними практиками ведення землеробства [27]. Сільське господарство Індії вразливе до кліматичних стресів, повеней, посухи та високих температурних стресів. Диверсифікація покращує стійкість виробничої системи до несприятливих явищ кліматичного характеру [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забезпечення насінництва дуже пов'язане з продовольчою безпекою, оскільки насіння лежить в основі сільського господарства. Наявність адекватної кількості та якості насіння в необхідний час за доступною ціною збільшує як загальне виробництво, так і врожайність [31]. Використання добрив та гібридного насіння значно підвищує продуктивність сільського господарства [6]. Жодне з капіталовкладень не може впливати на продуктивність сільського господарства так, як насіння. За своїми генетичними властивостями насіння підвищує потенційно можливу врожайність до максимального рівня та впливає на віддачу від інших ресурсів [21].

Збирання та зберігання насіння – основна і найдавніша сільськогосподарська практика. У сучасному та капіталомісткому сільському господарстві до насіння відносяться як до хімічної речовини [17]. Попит на інтенсифікацію сільського господарства вимагає використання поліпшених ресурсів, таких як краще насіння [10]. Насіння є носієм генетичних удосконалень, а зусилля з селекції в основному пов'язані з ростом і розвитком рослини, але комерційний успіх агрономічно кращих сортів також пов'язаний з конкурентоспроможною ціною насіння [5]. Глобальна консолідація сільськогосподарської галузі ставить нові виклики у конкуренції з появою нових потужних компаній на рівні виробництва насіння [20]. Сільськогосподарська біотехнологія додала можливостей та викликів насіннєвому сектору за останні кілька десятиліть. Швидке впровадження біотехнологій у сільському господарстві Сполучених Штатів з середини 1990-х супроводжувалося злиттями та приватизацією сільськогосподарських підприємств, що призвело до зростання концентрації агропромисловості [39].

Результати досліджень. Індійський ринок – 6-й за величиною ринок насіння у світі [19]. Індійський насіннєвий сектор відіграє ключову роль у сільському господарстві Індії. Ринок насіння сегментований за типом, культурним складом, обробкою насіння, ознаками, конкуренцією, географією та доступністю передових технологій. Насіннєвий сектор в Індії складається з великого державного та зростаючого приватного сектору. Індія має світле майбутнє на ринку насіння. Відкрите сортове насіння домінує в індійському насінницькому бізнесі, але ситуація змінюється, і тепер споживачі насіння надають перевагу отриманню високоякісного врожаю, добре пристосованого до переробки та транспортування на великі відстані. В Індії величезна кількість генетично модифікованих гібридних кукурудзи та бавовнику. Біотехнологічні методи (маркери для відбору рослин, застосування геному та даних про зародкову плазму тощо) є поширеною практикою серед державних дослідницьких установ та основних виробників насіння в Індії [37]. Зараз індійський насіннєвий сектор проводить багато дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт після проникнення на ринок великих приватних компаній. Індійська насіннєва галузь є потужною і займає 6 місце у світі з 2 млрд. доларів США, а міжнародний ринок насіння оцінюється в 45 млрд. доларів США [8].

Посівні площі рису склали 44 млн га, пшениці – 30 млн га, бавовнику – 16 млн га, квасолі – 13 млн га, сої – 11 млн га, нуту – 10 млн га, кукурудзи – 9 млн га, проса – 8 млн га., 6 млн га ріпаку, 5 млн га цукрової тростини, 5 млн га арахісу, 5 млн га голубиного гороху (каяну), 4 млн га сорго, 3 млн га свіжих овочів, 2 млн га манго, 2 млн га картоплі, 2 млн га для кокосових горіхів, 2 млн га інших бобових культур, 1,5 млн га анісу (бадьян, фенхель, коріандр), 1,5 млн га насіннєвого кунжуту, 1,3 млн га сочевиці, 1 млн га цибулі як основних культур у 2019 році. Загальна площа становить 200 млн га [ФАО, 2021].

Технологічні розробки та реформи у політиці відкрили нові можливості для приватних інвестицій у насінницькі та сільськогосподарські сектори біотехнології в Індії з кінця 1980-х років. Зміни збільшили врожай бавовнику та його виробництво в країні, але менше вплинули на основні зернові культури (рис та пшеницю) [34]. У сільському господарстві Індії переважають дуже маленькі фермерські господарства з невеликою земельною площею. Важливим є регулярне та своєчасне постачання високоякісного насіння всіх видів сільськогосподарських культур за низькими цінами на локальному рівні.

Офіційний (державний) насіннєвий сектор лише частково задовольняє потреби у якісному насінні [32].

Індія є найбільшим у світі виробником, споживачем та імпортером бобових культур. Попит на бобові зростає на 2,8% щороку. За оцінками, в 2025 р. буде потрібно 27,5 млн. тон бобових. Також 80% площ вирощування бобових культур знаходяться в несприятливому за природним вологозабезпеченням середовищі. Високоякісне насіння покращених сортів є життєво важливим для зростання виробництва бобових культур у країні. Оскільки бобові вирощуються в різноманітних умовах важкого біотичного та абіотичного стресу, сортове різноманіття в насіннєвому ланцюзі є дуже важливим. На даний час існує 236 вдосконалених сортів шести основних бобових культур, однак лише 44 із них широко використовуються в насінництві. Потрібні високопродуктивні та стійкі до хвороб сорти всіх бобових культур, переважно нуту (Cicer arietinum L.), голубиного гороху (Cajanus cajan L.), машу (Vigna radiata L. Wilczek), чорного машу (Vigna mungo L. Hepper), сочевиці (Lens culinaris L.) та гороху звичайного (Pisum sativum L.) [9].

Незрошувані площі в основному ігноруються державним насіннєвим сектором в Індії, де бобові культури, особливо арахіс, мають високі норми висіву та нижчий коефіцієнт розмноження порівняно з основними зерновими культурами. Результатом є вищі ціни на насіння та витрати на насіння, які змушують фермерів зберігати насіння власного виробництва. Пересівання та підсівання дуже поширені в цих районах [31]. Сектор насінництва бобових культур в Індії включає недержавний, державний та інтегрований сектори. Недержавний (неформальний) насінницький сектор домінує в системі виробництва насіння бобових культур. Більшість фермерів, які вирощують бобові культури, зберігають частину свого продукту як насіннєвий матеріал. Але приватний сектор збільшує свою частку на ринку. Врятоване фермером насіння та системи обміну дають 70% якісного насіння, позначеного як насіння, якому можна довіряти [22].

У дослідженні, що включало 100 фермерів у районі Читрадурга в штаті Карнатака у 2013–14 роках, було показано, що загальні витрати на вирощування насіння арахісу на 18% перевищують останні на виробництво зерна. Валовий прибуток був на 27% вищий, а чистий прибуток на 44% вищий у виробництві насіння, ніж у виробництві зерна [25].

Голубиний горох (каян) є основною бобовою культурою в Індії, тож ця культура займає левову долю місцевих агроландшафтів. Урожайність низька (700 кг/га) через низькоякісне насіння. Опитування в районах Фатехпур та Канпур-Дехат в штаті Уттар-Прадеш в Індії показало, що фермери віддають перевагу стійкості до хвороб, високій врожайності, привабливим розмірам та кольору насіння. Фермери були організовані як локальні кооперативні товариства для виробництва, переробки та збуту насіння [31].

Рис займає 33% площі та постачає 42% виробленого продовольчого зерна в Індії станом на 2016 рік. До 2020 року, зважаючи на деградацію земель, необхідно збільшити виробництво рису на 20%. Зростання темпів сортооновлення є важливим для досягнення поставленої мети. Потужна система насінництва має важливе значення для продовольчої безпеки та зростання сільського господарства в Індії [7].

Багато східно-індійських штатів широко використовували гібридний рис після 2000 року. Це збільшило попит на якісне гібридне насіння рису. Райони Карімнагар і Варангал штату Андхра-Прадеш дають близько 85% гібридного насіння рису, виробленого в Індії. Співвідношення вигоди та витрат на виробництво насіння гібридного рису становить 1,82 (економічно вигідне). Виробництво гібридного насіння рису залучає на 35% більше праці, ніж традиційних високопродуктивних сортів [24].

Врожайність кукурудзи та проса в Індії зросла протягом останніх двох десятиліть в основному за рахунок приватних інвестицій у насіннєву галузь країни [16]. Щоб зменшити кліматичні ризики, вирощування кукурудзи може бути альтернативою інтенсивним рисово-пшеничним сівозмінам на західних Індо-Гангських рівнинах [26].

Збільшення врожайності та обсягу виробництва зернових культур в Індії є стабільно низьким [35]. 1200 фермерів взяли участь в опитуванні в п’яти штатах Індо-Гангських рівнин. Факторами, що мали вплив на впровадження нових сортів насіння пшениці, були вік, розмір землеволодіння, освітній рівень та джерело придбання насіння (доступ до насіння з різних джерел). Більшість фермерів виробляють його самостійно або беруть у сусідів, тому протягом багатьох років не можуть використовувати нові сорти та висівають старі сорти. Причиною цього було неефективне виробництво насіння та розмноження нових сортів; тижневі канали розповсюдження та недоступність високоякісних нових сортів насіння у громадському сегменті. Існує потреба у якісному та своєчасно доступному виробництві та розповсюдженні насіння у партнерстві державно-приватного сектору. Інформація про нові сорти та переваги може поширюватися спеціалізованими службами сповіщення [12].

Трансгенний бавовник – перша сільськогосподарська біотехнологічна культура, комерціалізована в Індії. Monsanto та індійська фірма Maharashtra Hybrid Seed Company (MAHYCO) випустили три гібриди Bt бавовнику для комерційного вирощування в Індії в 2002 році. Потім площа Bt бавовнику була збільшена до 8,4 мільйона гектарів у 2009 році [1].

Виробництво якісного насіння є критично важливим фактором регулювання врожайності джуту, оскільки культура не може бути використана одночасно для отримання насіння і волокна, а луб’яні волокна є економічно цінним продуктом. Ось чому дефіцит насіння є великою проблемою для виробників джуту в нижній Гангській рівнинній зоні Індії, яка є основним регіоном вирощування луб’яних культур [3].

Картопля (Solanum tuberosum) є важливою культурою Індії. Недоступність якісних насіннєвих бульб є основною проблемою для вирощування картоплі на плато Декан в Індії. Доступно багато сертифікованих сортів, але перевірка їх на зараження вірусними інфекціями не виконується належним чином.

Лібералізація ринку суттєво впливає на структуру господарств шляхом зміни ролі державного та приватного секторів та впровадження інновацій у сільській місцевості [11]. Норми насіннєвого сектору визначають виробників, продавців, товарні сорти, якість насіння на ринку. Гнучкі регуляторні підходи створюють мости між офіційними (державними) та неформальними системами насінництва, щоб гарантувати існування якісного насіння сортів, які надають перевагу фермерам, на ринку [18].

Забезпечення якості насіння в Індії регулюється Законом про насіння 1966 року. Насіння повинне відповідати Індійським мінімальним стандартам сертифікації насіння (IMSCS). Для експорту насіння діють стандарти Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) та Міжнародної асоціації тестування насіння (ISTA), методології визначення якості насіння яких є міжнародно визнаною [28].

У 2004 році уряд Індії переглянув і замінив багато нормативних актів, пов'язаних із насінництвом в Індії. Національна політика насінництва 2004 року вимагає реєстрації вітчизняного та іноземного насіння урядом перед комерціалізацією. Нова політика також підтримувала легкі прямі іноземні інвестиції на ринок насіння, головним чином для генетично модифікованих організмів [38].

Лише 10% насіння, що продається в Індії, проходить сертифікацію. 600 мільйонів людей в Індії зайняті в сільському господарстві та супутніх видах діяльності. Затвердження угоди СОТ у 1995 році сприяло дослідженню та розвитку сортів у приватному секторі. Для регулювання таких сортів та захисту бідних індійських фермерів від транснаціональних корпорацій було затверджено Закон про захист сортів рослин та права фермерів від 2001 року [29].

Було проаналізовано дані 27 приватних компаній та 9 громадських організацій з підгалузі овочевих культур в Індії. Найбільш важливими овочевими культурами в Індії є помідор та перець чилі. Було визначено, що продаж сортів, що містять у своєму родоводі міжнародну зародкову плазму, склав 11,6 т (14% від загального ринку) гібридного насіння томатів та 15,0 т (13%) гібридного перцю чилі в 2014 році. Приблизно 0,5 млн фермерів використовують таке насіння [30]. Виробництво насіння овочів, чистого від збудників хвороб, здорового та чистого генетично має проблеми. Звичайне виробництво насіння овочів у відкритому грунті стикається з такими проблемами, як дефіцит ізоляції, фітофаги, хвороби та віруси. Натомість вирощування в захищеному ґрунті забезпечує більший урожай та якість насіння. Після 2000 року в Індії було розпочато дослідження з виробництва насіння в умовах захищеного ґрунту для стандартизації технології. Гібридне насінництво овочевих культур у різних умовах показало значні переваги захищеного ґрунту у виробництві якісного насіння та збільшенні врожаю на одиницю насіння у багатьох видів овочевих культур в Індії. Вирощування в захищеному ґрунті є дуже економічним та вигідним для забезпечення насіння найкращої якості багатьох овочевих культур, вирощуваних в Індії [2].

Участь фермерів у контрактному виробництві продукції головним чином залежить від твердих критеріїв, ніж від вибору фермера. Аналіз 295 фермерських домогосподарств, що працюють за контрактом та поза контрактом, з двох районів Андхра-Прадеш показав, що фермери-контрактники, як правило, мають вищу освіту, виробничі фонди, доступ до ринку, більші землеволодіння, кращі зрошувальні об'єкти, більшу сім'ю порівняно з фермерами, що не працюють за контрактом [36].

Готівка часто використовується в економічних експериментах, однак у багатьох менш розвинених країнах, де використання готівки неможливо, потрібен альтернативний вид платежу. В Орісі в Індії як альтернативний спосіб оплати замість готівки використовується натура (обмін предметами домашнього вжитку). Фермери готові платити за насіння менше, коли їм платять готівкою, ніж коли їм платять у натуральній формі. Ставки вищі на 1,18 індійських рупій, коли фермерам платять у натуральній формі (приблизно на 7% вища оцінка) [13].

Висновки. Через велике розмаїття кліматичних, географічних, соціальних, агрокультурних та ринкових умов у масштабах Індії краще вийти на цей ринок у новому консорціумі, що включає компанії з різних сегментів. Цей консорціум може націлитись на покращення обсягу експорту та доходів на великому ринку, пропонуючи:

1) різноманітні види сільськогосподарських культур;
2) різноманітні сорти;
3) толерантність до різноманітних стресів;
4) стабільність та високі врожаї та якість;
5) середньо-низьку цінову політику для отримання малого та середнього прибутку з одного фасування насіння.

Другий консорціум, що складається з малих та середніх індійських партнерів, також може бути корисним для побудови стабільної та складної мережі, здатної перетворитися на більш прийнятий на місцевому рівні міжнародний агломерат. Ця система може не лише підтримувати стійку торгівлю, але й покращувати знання місцевого сільського господарства на благо фермерів з низьким рівнем доходу. Ця стратегія взаємного виграшу, вірогідно, забезпечить зростання доходів фермерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Arora, A., & Bansal, S. (2012). Diffusion of Bt cotton in India: Impact of seed prices and varietal approval. Applied Economic Perspectives and Policy, 34(1): 102–118.
2. Balraj, S., & Tomar, B.S. (2015). Vegetable seed production under protected and open field conditions in India: a review. Indian Journal of Agricultural Sciences, 85(10): 1251–1259.
3. Bhandari, H.R., Bera, A., Kar, C.S., & Biswas, S. (2018). Stability assessment of jute seed production system in lower Gangetic plains of India. Industrial Crops and Products, 125: 505–510.
4. Birthal, P.S., & Hazrana, J. (2019). Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. Agricultural systems, 173: 345–354.
5. Boelt, B., Julier, B., Karagić, Đ., & Hampton, J. (2015). Legume seed production meeting market requirements

and economic impacts. Critical Reviews in Plant Sciences, 34(1-3): 412–427.
6. Bold, T., Kaizzi, K., Svensson, J., & Yanagizawa-Drott, D. (2015). Low quality, low returns, low adoption: evidence from the market for fertilizer and hybrid seed in Uganda. London, England : Centre for Economic Policy Research.
7. Chauhan, J.S., Prasad, S.R., Pal, S., & Choudhury, P.R. (2017). Seed systems and supply chain of rice in India. Journal of Rice Research, 10(1): 9–15.
8. Chauhan, J.S., Prasad, S.R., Pal, S., Choudhury, P.R., & Bhaskar, K.U. (2016). Seed production of field crops in India: Quality assurance, status, impact and way forward. Indian Journal Agricultural Sciences, 86(5): 563–579.
9. Chauhan, J.S., Singh, B.B., & Gupta, S. (2016). Enhancing pulses production in India through improving seed and variety replacement rates. Indian J Genet Plant Breed, 76(4): 410–419.
10. Edson, S.A., & Akyoo, A.M. (2020). Implication of quality uncertainty on market exchange: The case of seed industry in Kilolo district, Tanzania. Emerald Open Research, 2: 31.
11. Flister, L., & Galushko, V. (2016). The impact of wheat market liberalization on the seed industry's innovative capacity: an assessment of Brazil's experience. Agricultural and Food Economics, 4(1): 1–20.
12. Ghimire, S., Mehar, M., & Mittal, S. (2012). Influence of sources of seed on varietal adoption behavior of wheat farmers in indo-gangetic plains of India. Agricultural Economics Research Review, 25(347-2016-17060): 399–408.
13. Hossack, F., & An, H. (2015). Does payment type affect willingness-to-pay? Valuing new seed varieties in India. Environment and Development Economics, 20(3):407–423.
14. Jat, R.K., Singh, R.G., Kumar, M., Jat, M. L., Parihar, C.M., Bijarniya, D., & Gupta, R.K. (2019). Ten years of conservation agriculture in a rice– maize rotation of Eastern Gangetic Plains of India: Yield trends, water productivity and economic profitability. Field Crops Research, 232: 1–10.
15. Kadiyala, S., Harris-Fry, H., Pradhan, R., Mohanty, S., Padhan, S., Rath, S., & Allen, E. (2021). Effect of nutrition- sensitive agriculture interventions with participatory videos and women's group meetings on maternal and child nutritional outcomes in rural Odisha, India (UPAVAN trial): a four-arm, observer-blind, cluster-randomised controlled trial. The Lancet. Planetary health, S2542-5196.
16. Kolady, D.E., Spielman, D.J., & Cavalieri, A. (2012). The impact of seed policy reforms and intellectual property rights on crop productivity in India. Journal of Agricultural Economics, 63(2): 361–384.
17. Kraft, K.H., de Jesús Luna-Ruíz, J., & Gepts, P. (2010). Different seed selection and conservation practices for fresh market and dried chile farmers in Aguascalientes, Mexico. Economic Botany, 64(4): 318–328.
18. Kuhlmann, K., & Dey, B. (2021). Using Regulatory Flexibility to Address Market Informality in Seed Systems: A Global Study. Agronomy, 11(2): 377.
19. Kulkarni, K., Seema, Z.S., & Jadhav, M. (2017). Market structure of cotton seed in Nanded district of Maharashtra. International Journal of Commerce and Business Management. 10(2): 112–115.
20. Lianos, I., Katalevsky, D., & Ivanov, A. (2016). The global seed market, competition law and intellectual property rights: Untying the Gordian knot. CLES Research Paper Series ISBN, 978-1.
21. Mloza-Banda, H., Kaudzu, G., & Benesi, I. (2010). Evaluation of the Malawi seed sector for the Common Market for Eastern and Southern Africa (COMESA) Harmonized Seed Regulations and policies. Lusaka: COMESA.
22. Mula, M.G., Saxena, K.B., Gaur, P.M., & Upadhyaya, H.D. (2013). Legumes Seed System in Asia: A Case in India. In: FAO & ICRISAT 2015.
23. Community Seed Production, by Ojiewo, C.O., Kugbei, S., Bishaw, Z. & Rubyogo, J.C. (Eds). (2013). Workshop Proceedings, 9-11 December 2013, Jupiter International Hotel, Addis Ababa, Ethiopia.
24. Nirmala, B., & Viraktamath, B.C. (2011). Economics of hybrid rice seed production in India. International Rice Research Institute (IRRI). Philippines. ISBN 978-971-22-0252-0.
25. Pal, G., Radhika, C., Bhaskar, K.U., Ram, H., & Prasad, S.R. (2016). A study on comparative economics of grain and seed production of groundnut in Karnataka, India. Journal of Experimental Agriculture International, 1–9.
26. Parihar, C.M., Parihar, M.D., Sapkota, T.B., Nanwal, R.K., Singh, A.K., Jat, S. L., & Jat, M.L. (2018). Long-term impact of conservation agriculture and diversified maize rotations on carbon pools and stocks, mineral nitrogen fractions and nitrous oxide fluxes in inceptisol of India. Science of the Total Environment, 640: 1382–1392.
27. Pradhan, A., Chan, C., Roul, P.K., Halbrendt, J., & Sipes, B. (2018). Potential of conservation agriculture (CA) for climate change adaptation and food security under rainfed uplands of India: A transdisciplinary approach. Agricultural Systems, 163: 27–35.
28. Prasad, S.R., Chauhan, J.S., & Sripathy, K.V. (2017). An overview of national and international seed quality assurance systems and strategies for energizing seed production chain of field crops in India. Indian Journal of Agricultural Sciences, 87(3): 287–300.
29. Ramamoorthy, K., Sivasubramaniam, K., Kannan, A., & Sc, M. (2013). Seed legislation in India. Agrobios (India).
30. Schreinemachers, P., Rao, K.P.C., Easdown, W., Hanson, P., & Kumar, S. (2017). The contribution of international vegetable breeding to private seed companies in India. Genetic Resources and Crop Evolution, 64(5): 1037–1049.
31. Singh, R.P. (2013). Issues and strategies to correct missing links in seed sector of India. Journal of Research (BAU), 25(1): 1–15.
32. Singh, R.P., & Agrawal, R.C. (2018). Improving efficiency of seed system by appropriating farmer's rights in India through adoption and implementation of policy of quality declared seed schemes in parallel. MOJ Eco Environ Sci, 3(6): 387–391.
33. Singh, S.K., Dubey, S.K., Ali, M., Nigam, S.N., Srivastava, R.K., Saxena, K.B., & Kumar, A. (2013). Development and promotion of an informal and formal seed system through farmer participatory seed production of pigeonpea (Cajanus cajan L.) in Uttar Pradesh, India. Agroecology and Sustainable Food Systems, 37(5): 531–549.

34. Spielman, D.J., Kolady, D.E., Cavalieri, A., & Rao, N.C. (2014). The seed and agricultural biotechnology industries in India: An analysis of industry structure, competition, and policy options. Food Policy, 45: 88–100.
35. Spielman, D.J., Kolady, D., Cavalieri, A., & Rao, N.C. (2019). The seed and agricultural biotechnology industries in India. Gates Open Res, 3.
36. Swain, B.B. (2012). Determinants of farmers' participation in contract farming: the cases of gherkin and paddy seed in Andhra Pradesh, India. Millennial Asia, 3(2): 169–185.
37. Tiwari, A. (2020). Plant Breeding and Seed Industry in India. In Commercial Status of Plant Breeding in India (pp. 17–70). Springer, Singapore.
38. Trauger, A. (2015). Seed sovereignty as civil disobedience in northern India. Food Sovereignty in International Context: Discourse, Politics and Practice of Place, London: Routledge, 106–124
39. Zhang, W. (2014). Product Differentiation Choices and Biotechnology Adoption: The US Corn Seed Market (Doctoral dissertation, The University of Wisconsin-Madison).

REFERENCES:

1. Arora, A., & Bansal, S. (2012). Diffusion of Bt cotton in India: Impact of seed prices and varietal approval. Applied Economic Perspectives and Policy, 34(1): 102-118.
2. Balraj, S., & Tomar, B.S. (2015). Vegetable seed production under protected and open field conditions in India: a review. Indian Journal of Agricultural Sciences, 85(10):1251-1259.
3. Bhandari, H.R., Bera, A., Kar, C.S., & Biswas, S. (2018). Stability assessment of jute seed production system in lower Gangetic plains of India. Industrial Crops and Products, 125: 505-510.
4. Birthal, P.S., & Hazrana, J. (2019). Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. Agricultural systems, 173: 345-354.
5. Boelt, B., Julier, B., Karagić, Đ., & Hampton, J. (2015). Legume seed production meeting market requirements and economic impacts. Critical Reviews in Plant Sciences, 34(1-3): 412-427.
6. Bold, T., Kaizzi, K., Svensson, J., & Yanagizawa-Drott, D. (2015). Low quality, low returns, low adoption: evidence from the market for fertilizer and hybrid seed in Uganda. London, England: Centre for Economic Policy Research.
7. Chauhan, J.S., Prasad, S.R., Pal, S., & Choudhury, P.R. (2017). Seed systems and supply chain of rice in India. Journal of Rice Research, 10(1): 9-15.
8. Chauhan, J.S., Prasad, S.R., Pal, S., Choudhury, P.R., & Bhaskar, K.U. (2016). Seed production of field crops in India: Quality assurance, status, impact and way forward. Indian Journal Agricultural Sciences, 86(5): 563-79.
9. Chauhan, J.S., Singh, B.B., & Gupta, S. (2016). Enhancing pulses production in India through improving seed and variety replacement rates. Indian J Genet Plant Breed, 76(4): 410-419.
10. Edson, S.A., & Akyoo, A.M. (2020). Implication of quality uncertainty on market exchange: The case of seed industry in Kilolo district, Tanzania. Emerald Open Research, 2: 31.
11. Flister, L., & Galushko, V. (2016). The impact of wheat market liberalization on the seed industry's innovative capacity: an assessment of Brazil's experience. Agricultural and Food Economics, 4(1): 1-20.
12. Ghimire, S., Mehar, M., & Mittal, S. (2012). Influence of sources of seed on varietal adoption behavior of wheat farmers in indo-gangetic plains of India. Agricultural Economics Research Review, 25(347-2016-17060): 399-408.
13. Hossack, F., & An, H. (2015). Does payment type affect willingness-to-pay? Valuing new seed varieties in India. Environment and Development Economics, 20(3):407-423.
14. Jat, R.K., Singh, R.G., Kumar, M., Jat, M. L., Parihar, C.M., Bijarniya, D., & Gupta, R.K. (2019). Ten years of conservation agriculture in a rice– maize rotation of Eastern Gangetic Plains of India: Yield trends, water productivity and economic profitability. Field Crops Research, 232: 1-10.
15. Kadiyala, S., Harris-Fry, H., Pradhan, R., Mohanty, S., Padhan, S., Rath, S., & Allen, E. (2021). Effect of nutrition- sensitive agriculture interventions with participatory videos and women's group meetings on maternal and child nutritional outcomes in rural Odisha, India (UPAVAN trial): a four-arm, observer-blind, cluster-randomised controlled trial. The Lancet. Planetary health, S2542-5196.
16. Kolady, D.E., Spielman, D.J., & Cavalieri, A. (2012). The impact of seed policy reforms and intellectual property rights on crop productivity in India. Journal of Agricultural Economics, 63(2): 361-384.
17. Kraft, K.H., de Jesús Luna-Ruíz, J., & Gepts, P. (2010). Different seed selection and conservation practices for fresh market and dried chile farmers in Aguascalientes, Mexico. Economic Botany, 64(4): 318-328.
18. Kuhlmann, K., & Dey, B. (2021). Using Regulatory Flexibility to Address Market Informality in Seed Systems: A Global Study. Agronomy, 11(2): 377.
19. Kulkarni, K., Seema, Z.S., & Jadhav, M. (2017). Market structure of cotton seed in Nanded district of Maharashtra. International Journal of Commerce and Business Management. 10(2): 112-115.
20. Lianos, I., Katalevsky, D., & Ivanov, A. (2016). The global seed market, competition law and intellectual property rights: Untying the Gordian knot. CLES Research Paper Series ISBN, 978-1.
21. Mloza-Banda, H., Kaudzu, G., & Benesi, I. (2010). Evaluation of the Malawi seed sector for the Common Market for Eastern and Southern Africa (COMESA) Harmonized Seed Regulations and policies. Lusaka: COMESA.
22. Mula, M.G., Saxena, K.B., Gaur, P.M., & Upadhyaya, H.D. (2013). Legumes Seed System in Asia: A Case in India. In: FAO & ICRISAT 2015.
23. Community Seed Production, by Ojiewo, C.O., Kugbei, S., Bishaw, Z. & Rubyogo, J.C. (Eds). (2013). Workshop Proceedings, 9-11 December 2013, Jupiter International Hotel, Addis Ababa, Ethiopia.
24. Nirmala, B., & Viraktamath, B.C. (2011). Economics of hybrid rice seed production in India. International Rice Research Institute (IRRI). Philippines. ISBN 978-971-22-0252-0.
25. Pal, G., Radhika, C., Bhaskar, K.U., Ram, H., & Prasad, S.R. (2016). A study on comparative eco-

nomics of grain and seed production of groundnut in Karnataka, India. Journal of Experimental Agriculture International, 1-9.
26. Parihar, C.M., Parihar, M.D., Sapkota, T.B., Nanwal, R.K., Singh, A.K., Jat, S. L., & Jat, M.L. (2018). Long-term impact of conservation agriculture and diversified maize rotations on carbon pools and stocks, mineral nitrogen fractions and nitrous oxide fluxes in inceptisol of India. Science of the Total Environment, 640: 1382-1392.
27. Pradhan, A., Chan, C., Roul, P.K., Halbrendt, J., & Sipes, B. (2018). Potential of conservation agriculture (CA) for climate change adaptation and food security under rainfed uplands of India: A transdisciplinary approach. Agricultural Systems, 163: 27-35.
28. Prasad, S.R., Chauhan, J.S., & Sripathy, K.V. (2017). An overview of national and international seed quality assurance systems and strategies for energizing seed production chain of field crops in India. Indian Journal of Agricultural Sciences, 87(3): 287-300.
29. Ramamoorthy, K., Sivasubramaniam, K., Kannan, A., & Sc, M. (2013). Seed legislation in India. Agrobios (India)
30. Schreinemachers, P., Rao, K.P.C., Easdown, W., Hanson, P., & Kumar, S. (2017). The contribution of international vegetable breeding to private seed companies in India. Genetic Resources and Crop Evolution, 64(5): 1037-1049.
31. Singh, R.P. (2013). Issues and strategies to correct missing links in seed sector of India. Journal of Research (BAU), 25(1): 1-15.
32. Singh, R.P., & Agrawal, R.C. (2018). Improving efficiency of seed system by appropriating farmer's rights in India through adoption and implementation of policy of quality declared seed schemes in parallel. MOJ Eco Environ Sci, 3(6): 387-391.
33. Singh, S.K., Dubey, S.K., Ali, M., Nigam, S.N., Srivastava, R.K., Saxena, K.B., & Kumar, A. (2013). Development and promotion of an informal and formal seed system through farmer participatory seed production of pigeonpea (Cajanus cajan L.) in Uttar Pradesh, India. Agroecology and Sustainable Food Systems, 37(5): 531-549.
34. Spielman, D.J., Kolady, D.E., Cavalieri, A., & Rao, N.C. (2014). The seed and agricultural biotechnology industries in India: An analysis of industry structure, competition, and policy options. Food Policy, 45: 88-100.
35. Spielman, D.J., Kolady, D., Cavalieri, A., & Rao, N.C. (2019). The seed and agricultural biotechnology industries in India. Gates Open Res, 3.
36. Swain, B.B. (2012). Determinants of farmers' participation in contract farming: the cases of gherkin and paddy seed in Andhra Pradesh, India. Millennial Asia, 3(2): 169-185.
37. Tiwari, A. (2020). Plant Breeding and Seed Industry in India. In Commercial Status of Plant Breeding in India (pp. 17-70). Springer, Singapore.
38. Trauger, A. (2015). Seed sovereignty as civil disobedience in northern India. Food Sovereignty in International Context: Discourse, Politics and Practice of Place, London: Routledge, 106-124
39. Zhang, W. (2014). Product Differentiation Choices and Biotechnology Adoption: The US Corn Seed Market (Doctoral dissertation, The University of Wisconsin-Madison).

Бедірхан Сарікурт. Погляд на 6-й найбільший світовий ринок насіння: Індія

Загальна площа становить 200 мільйонів гектарів, а кількість людей, що зайняті у сільському господарстві та супутніх видів діяльності в Індії, становить 600 мільйонів. Індійська насіннєва галузь достатньо розвинута і посідає 6 місце у світі. У країні домінує незрошуване землеробство, яке страждає від дефіциту води, енергії та робочої сили; має більші виробничі витрати, низьку рентабельність виробництва, низьку інтенсивність землеробства, проблеми з нестабільною та низькою врожайністю, пов'язані з непередбачуваністю природного зволоження, біотичних та абіотичних стресів, традиційними методами ведення сільського господарства та низькою забезпеченістю сертифікованим насінням. Але Індія – динамічна країна, і крок за кроком вирішує проблеми за допомогою міжнародних інвесторів. У цьому огляді ми розглянемо індійський ринок насіння, щоб виявити деякі можливості та загрози для інвесторів насіннєвого сектору в цій тропічній країні. **Результати.** Індійський насіннєвий сектор відіграє ключову роль у сільському господарстві Індії. Ринок насіння сегментований за типом, культурним складом, обробкою насіння, ознаками, конкуренцією, географією та доступністю передових технологій. Насіннєвий сектор в Індії складається з великого державного та зростаючого приватного сектору. Індія має світле майбутнє на ринку насіння. Відкрите сортове насіння домінує в індійському насінницькому бізнесі, але ситуація змінюється, і тепер споживачі насіння надають перевагу отриманню високоякісного врожаю, добре пристосованого до переробки та транспортування на великі відстані. В Індії величезна кількість генетично модифікованих гібридних кукурудзи та бавовнику. **Висновки.** Через велике розмаїття кліматичних, географічних, соціальних, агрокультурних та ринкових умов у масштабах Індії краще вийти на цей ринок у новому консорціумі, що включає компанії з різних сегментів. Другий консорціум, що складається з малих та середніх індійських партнерів, також може бути корисним для побудови стабільної та складної мережі, здатної перетворитися на більш прийнятий на місцевому рівні міжнародний агломерат. Ця система може не лише підтримувати стійку торгівлю, але й покращувати знання місцевого сільського господарства на благо фермерів з низьким рівнем доходу. Ця стратегія взаємного виграшу, вірогідно, забезпечить зростання доходів фермерів.

Ключові слова: Індія, сільське господарство, насіння, ринок, виробництво.

Bedirhan Sarikurt. A look at the world's 6th largest seed market: India

The total area is 200 million hectares and the number of people employed in agriculture and related activities in India is 600 million. The Indian seed industry is well developed and ranks 6th in the world. The country is dominated by non-irrigated agriculture, which suffers from water, energy and labor shortages; has higher production costs, low profitability, low agricultural intensity, problems with unstable and low yields associated with unpredictability of natural moisture, biotic and abiotic stresses, traditional farming methods and low availability of certified seeds. But India is a dynamic country, and it is solving problems step by step with the help of international investors. In this

review, we will look at the Indian seed market to identify some opportunities and threats for seed sector investors in this tropical country. **Results of research.** Indian seed sector has a pivotal role in Indian agriculture. Seed market is segmented by type, crops, seed treatment, trait, competition, geography and advanced technology content. Seed sector in India consist of big public sector and growing private sector. India has a bright future for seed market. Open varietal seeds dominate Indian seed business but this is changing by evolving consumers preference for high-value crop well adopted to processing and long distance transport. Acceptance of hybrid corn and *Bt* cotton is enormous in India.

Conclusions. Due to the wide variety of climatic, geographical, social, agricultural and market conditions across India, it is better to enter this market in a new consortium that includes companies from different segments. A second consortium of small and medium-sized Indian partners can also be useful in building a stable and complex network that can become a more locally accepted international agglomeration. This system can not only support sustainable trade, but also improve knowledge of local agriculture for the benefit of low-income farmers. This strategy of mutual benefit is likely to increase farmers' incomes.

Key words: India, agriculture, seeds, market, production.

УДК 633.15:631.5:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.14

МОРФОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
http://orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
http://orcid.org/ 0000-0001-9442-8793
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
http://orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
http://orcid.org/0000-0002-6149-3393
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ЗАБАРА П.П. – здобувач вищої освіти
http://orcid.org/0000-0002-6149-3393
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
САХАЦЬКИЙ Г.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
https://orcid.org/0000-0002-6763-0846
Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»

Постановка проблеми. Стрімкі темпи росту виробництва кукурудзи зумовлені високими кормовими, харчовими й технічними якостями, а також надзвичайно високою позитивною реакцією на новітні технологічні розробки, зокрема на використання краплинного зрошення. Одними з головних елементів технології вирощування різних за групами стиглості гібридів кукурудзи є густота рослин та використання новітніх регулюючих ріст препаратів, які дозволяють найефективніше використовувати агроекологічний потенціал півдня України [1].

Південь України – це особливий регіон, де ефективність будь-якого заходу корегується рівнем вологозабезпеченості; тут можливі непередбачувані реакції різних гібридів кукурудзи, спричинені особливостями клімату, що визначає необхідність корегування технології вирощування у потрібному напрямку [2].

Тому дослідження впливу елементів технології на морфологічні ознаки та врожайність інноваційних гібридів кукурудзи за краплинного способу зволоження є актуальними для виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продуктивність вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, істотно залежить від дотримання основного елемента технології – щільності посіву. Густота рослин кукурудзи впливає на їх забезпечення основними факторами життя (теплом і вологою), та, відповідно, на ріст і розвиток рослин. Формування оптимальних лінійних розмірів рослин – це не лише придатність до механізованого вирощування і збирання, але й елемент фотосинтетичної системи, від якої залежить кількість органічної речовини, що утворюється під час фотосинтезу [3].

Відомо, що з усіх морфологічних ознак кукурудзи на придатність до механізованого збирання впливають саме ознаки висота рослин та висота прикріплення качанів [4]. Дослідженнями доведено, що висота прикріплення качанів знаходиться в тісній позитивній кореляційній залежності від висоти рослин [5; 6]. Висота рослин і кріплення качанів кукурудзи є невід'ємними ознаками біологічних особливостей гібридів та завжди знаходяться у визначених пропорціях з іншими морфологічними особливостями, притаманними певній групі генотипу гібридів. Вони є одним із визначальних показників реакції рослин на умови вирощування [7; 8]. Ці ознаки впливають на якість збирання, його швидкість та енерговитрати. Чим вище висота рослини, тим більшими будуть витрати на збирання врожаю. Тому для гібридів зернового типу важливо мати невелику висоту рослин (250–275 см) та оптимальне (не менше 50 см) прикріплення господарсько-цінного качана [9].

Висота рослин і висота прикріплення качана залежать від біологічних особливостей рослин та умов їх вирощування. Відсутність вологи у ґрунті та високі температури знижують як висоту рослин, так і висоту прикріплення качанів [10].

Окрім того, висота рослин і висота прикріплення качанів суттєво впливають на стійкість рослин кукурудзи до вилягання. Висота рослин має зворотний зв'язок із ступенем ураження стебловими гнилями (хоча

і доволі низький), проте встановлено позитивний зв'язок вилягання рослин і висоти прикріплення качана, що необхідно враховувати під час розроблення оптимальної моделі гібриду. Вочевидь, переміщення центру ваги рослин вище поверхні ґрунту в генотипів із високим розташуванням качанів призводить до зменшення механіки зламу стебла унаслідок хвороб та пошкоджень, тому висота кріплення качана повинна мати певні обмеження. Проте оптимальні параметри розташування качана необхідно визначати в окремих груп генотипів, насамперед у груп із різною тривалістю вегетаційного періоду. Висота рослин і висота прикріплення качана залежить від біологічних особливостей рослин та умов їх вирощування [11].

Одним з ефективних шляхів підвищення врожайності є застосування різноманітних регулюючих ріст препаратів із адаптогенною дією, котрі в більшості випадків характеризуються невисокою ринковою ціною та негативно не впливають на довкілля. Рослинницьке сьогодення світового рівня спрямовує зусилля на максимально можливе зростання групи біопрепаратів, які разом із позитивним впливом на рослини розглядаються як елемент біологізації технологій і як напрям зростання об'ємів виробництва органічної продукції [12].

Дослідження зміни морфологічних показників і врожайності гібридів кукурудзи за різної щільності посіву та обробки біопрепаратами є необхідними та актуальними. Особливої уваги потребує вивчення взаємозв'язку морфологічних показників з урожайністю зерна інноваційних гібридів кукурудзи за умов нового способу поливу – краплинного зрошення.

Мета дослідження – встановлення морфологічних показників і врожайності зерна інноваційних вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різної густоти рослин та обробки біопрепаратами на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу України, а також установлення індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин гібридів кукурудзи залежно від їх густоти та дії біологічних препаратів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження тривали упродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, розташованому в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Грунт дослідної ділянки – темно-каштановий середній суглинковий слабкосолонцюватий із глибоким рівнем залягання ґрунтових вод.

Трифакторний дослід закладали методом розщеплених рендомізованих блоків. Дослідження проводили в чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок становила 50,0 м^2, облікова – 30,0 м^2.

Фактор А – різні за групами стиглості гібриди: Степовий (ФАО 190), Каховський (ФАО 380), Чонгар (ФАО 420), Арабат (ФАО 430).

Гібрид Степовий (ФАО 190). Гібрид ранньостиглий, дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 90–97 діб. Гібрид стійкий до вилягання й ураження головними хворобами і шкідниками. Характеризується інтенсивною вологовіддачею зерна, добре реагує на покращання умов вирощування. Придатний для вирощування за енергозберігаючими технологіями та в умовах природного зволоження. Може використовуватися в якості попередника під озимі культури. Насінництво ведеться на стерильній основі С-типу. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2019 р.

Гібрид Каховський (ФАО 380). Середньостиглий, дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 115–120 діб. Гібрид має добру стійкість до кореневого і стеблового вилягання, відрізняється доброю стійкістю до посухи та жари. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2014 р.

Гібрид Чонгар (ФАО 420). Середньопізній, дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 120–124 діб. Інтенсивного типу. Висока стійкість до вилягання (9 балів) зумовлює можливість пізнього збирання без значних втрат врожаю. Вирізняється досить високою посухостійкістю і жаростійкістю. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2015 р.

Гібрид Арабат (ФАО 430). Середньопізній, дозріває на зерно в зоні Південного Степу за 120–125 діб. Інтенсивного типу. Гібрид стійкий до вилягання. Відрізняється швидкою втратою вологи під час дозрівання. Стійкість до ураження головними хворобами висока. Стійкий до пошкодження шкідниками. Насінництво ведеться на стерильній основі М-типу. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2015р.

Фактор В – густота рослин гібридів (70, 80, 90 тис. рослин/га). Фактор С – обробка гібридів кукурудзи біологічними препаратами Біо-гель і Хелафіт комбі, занесених до Реєстру дозволених для використання пестицидів.

Агротехніка вирощування і методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення, крім факторів, що вивчалися. Застосовували краплинне зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см. Методика досліджень є загальновизнаною для умов зрошення [13; 14].

Результати дослідження. За результатами проведеного дослідження встановлено суттєву залежність лінійних розмірів рослин із генетичними особливостями гібриду, густотою рослин, обробкою біопрепаратами (табл. 1).

За узагальненими даними дослідження встановлено, що на висоту рослин істотно впливає тривалість вегетаційного періоду гібридів. Зокрема, в ранньостиглого гібриду кукурудзи Степовий висота рослин у середньому за три роки становила 229,2 см, у середньостиглого гібриду Каховський – 267,7 см, а у групі середньопізніх гібридів Чонгар та Арабат – 280,2 та 279,3 см відповідно. Така тенденція показує, що подовження тривалості вегетаційного періоду збільшує висоту рослин у гібридів кукурудзи.

Висота рослин істотно залежала від обробки біопрепаратами гібридів кукурудзи. Максимальне значення висоти рослин було отримано за обробки біопрепара-

Таблиця 1

Висота рослин гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і дії біологічних препаратів, см (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота рослин, тис. р./га (фактор В)	Обробіток препаратами (фактор С)			У середньому за фактором	
		Контроль, без обробітку	Біо-гель	Хелафіт комбі	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	223,9	224,2	225,6	229,2	224,6
	80	228,9	230,7	232,8		230,8
	90	230,8	232,5	233,7		232,3
Середнє		**227,9**	**229,1**	**230,7**		
Каховський (ФАО 380)	70	263,5	265,4	266,8	267,7	265,2
	80	264,8	266,4	267,7		266,3
	90	270,7	271,2	272,9		271,6
Середнє		**266,3**	**267,7**	**269,1**		
Чонгар (ФАО 420)	70	272,2	275,8	276,7	280,2	274,9
	80	277,7	278,5	280,7		279,0
	90	284,8	286,5	286,4		285,6
Середнє		**278,2**	**280,3**	**281,9**		
Арабат (ФАО 430)	70	270,5	271,1	272,3	279,3	271,3
	80	279,3	280,4	281,6		280,4
	90	284,9	286,3	287,8		286,3
Середнє		**278,3**	**279,3**	**280,6**		
Середнє за фактором С		**262,7**	**264,1**	**265,6**		
Оцінка істотності часткових відмінностей						
$НІР_{05}$, см		А=6,52-6,73; В=2,12-2,59; С=1,12-1,19				

тами. Зокрема, в середньому за три роки висота рослин за обробки Хелафіт комбі становила 265,6 см, а за обробки Біо-гель – 264,1 см, приріст висоти відносно контрольного варіанту становив 2,9 см і 1,4 см відповідно.

Щодо висоти рослин за різної густоти слід відзначити, що загущеність посівів призводить до збільшення лінійної висоти рослини (максимальна висота спостерігалася за густоти 90 тис. рослин/га). Максимальна висота рослини (287,8 см) спостерігалась у гібриду Арабат за щільності посіву 90 тис. рослин/га та обробки препаратом Хелафіт комбі.

Аналізуючи попередні дослідження ліній (батьківських компонентів гібридів, що досліджувалися), можна порівняти за висотою рослин лінії і створені на їхній основі гібриди [15]. У лінії батьківських компонентів висота рослин залежала від їх генотипу, а не від тривалості періоду вегетації. У створених за допомогою цих ліній гібридів висота рослин збільшувалася зі збільшенням вегетаційного періоду. Обробка біопрепаратами сприяла збільшенню висоти рослин як батьківських компонентів, так і створених гібридів. Загущеність посівів призводить до збільшення лінійної висоти рослин як батьківських компонентів, так і гібридів.

У наших дослідах спостерігалася чітка закономірність збільшення висоти прикріплення верхнього (продуктивного) качана на рослині за підвищення густоти посіву від 70 до 90 тис. рослин/га (табл. 2).

У середньому за роки дослідження в рослин гібриду Степовий (ФАО 190) приріст висоти прикріплення качанів становив 3,4%, що свідчить про більш сильну реакцію на загущення ранньостиглого гібрида. Середньостиглий гібрид Каховський і середньопізній гібрид Чонгар за умови загущення рослин від 70 до 90 тис. рослин/га показали приріст висоти прикріплення качана на рівні 1,6–1,8%, що вказує на незначну реакцію цих гібридів на загущеність посівів.

Серед досліджуваних гібридів найбільша висота прикріплення качана відмічена в середньопізнього гібриду Арабат (у середньому 122,9 см), мінімальна висота спостерігалась у гібриду Степовий – 97,1 см.

У середньому за дослідом обробка біопрепаратами впливала на висоту прикріплення верхнього (продуктивного) качана: на контрольному варіанті цей показник становив 111,4 см, причому Біо-гель збільшив висоту прикріплення качана на 0,8 см (або на 0,7%), а Хелафіт комбі – на 1,5 см (або на 1,3%).

Висота прикріплення качанів змінювалась як у рослин батьківських компонентів, так і у створених на їх основі гібридів – у загущених посівах качани формувалися на стеблах рослин вище, ніж у розріджених варіантах. Обробіток біопрепаратами сприяв збільшенню висоти прикріплення верхнього качана як у батьківських компонентів, так і у створених гібридів. Але на відміну від батьківських компонентів, у котрих висота прикріплення качана не залежить від групи ФАО, у створених на їхній основі гібридів висота прикріплення качана залежала від тривалості вегетаційного періоду.

За експертної оцінки рослин кукурудзи відповідно до Методики проведення ділянкового (POST-control) і лабораторного сортового контролю, що передбачає морфологічну кількісну ознаку «рослина: співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини», нами визначено середнє значення цієї індексної ознаки.

Таблиця 2

Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і дії біологічних препаратів, см (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота рослин, тис. р./га (фактор В)	Обробіток препаратами (фактор С)			У середньому за фактором	
		Контроль, без обробітку	Біо-гель	Хелафіт комбі	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	95,1	96,1	96,5	97,1	95,9
	80	95,8	96,3	96,7		96,3
	90	98,1	99,7	99,9		99,2
Середнє		**96,3**	**97,4**	**97,7**		
Каховський (ФАО 380)	70	106,4	107,3	107,9	108,1	107,2
	80	107,6	108,3	108,5		108,1
	90	108,7	108,9	109,5		109,0
Середнє		**107,6**	**108,2**	**108,6**		
Чонгар (ФАО 420)	70	118,7	119,1	119,8	120,4	119,2
	80	119,9	120,5	121,6		120,7
	90	120,5	121,3	122,4		121,4
Середнє		**119,7**	**120,3**	**121,3**		
Арабат (ФАО 430)	70	119,9	120,2	121,5	122,9	120,5
	80	122,6	123,7	124,6		123,6
	90	123,5	124,6	125,4		124,5
Середнє		**122,0**	**122,8**	**123,8**		
Середнє за фактором С		**111,4**	**112,2**	**112,9**		
Оцінка істотності часткових відмінностей						
$НІР_{05}$, см		А=4,52-4,73; В=1,06-1,19; С=0,17-0,25				

Нині прийнята така градація кодів прояву ознаки «рослина: співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини»: код 1 – дуже мале з індексом < 0,50; 3 – мале – 0,51–0,55; 5 – середнє 0,56–0,60; 7 – велике 0,61–0,70; 9 – дуже велике з індексом > 0,71 [16, 17].

Нами проведено ідентифікацію гібридів за ознакою: «рослина: співвідношення прикріплення качана до висоти рослини». Показник досліджуваних гібридів коливався від 0,402 до 0,446 (табл. 3).

Аналіз індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин за групами стиглості ФАО в середньому за роки дослідження показав типове зростання оцінок у пізньостиглих гібридів Чонгар та Арабат (0,429 та 0,440 відповідно).

З метою пошуку зв'язку між морфологічними параметрами рослин гібридів кукурудзи визначено коефіцієнти кореляції між висотою рослин і висотою прикріплення качана та індексом їх співвідношення.

За літературними джерелами [18–20] висота рослин та висота прикріплення качана в гібридів позитивно корелюють, але не стабільно за роками, з коливанням у межах 0,270–0,880. У дослідженнях В. Ю. Черчеля, В. А. Марочка, М. М. Таганцової з високим рівнем достовірності виявлено кореляційний зв'язок між цими показниками (r=0,602). Умови вирощування не призводять до суттєвих змін взаємозв'язків [21].

Визначення зв'язку між біометричними параметрами рослини та індексом співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини показало, що формування цього показника залежить від висоти прикріплення качана (коефіцієнт кореляції між ними становив r=0,513). Висота рослин із індексом співвідношення забезпечила нестабільний рівень залежності, що характеризувався низьким коефіцієнтом кореляції (r=0,199).

Коефіцієнт кореляції між висотою рослин і висотою прикріплення качана досить високий і стабільний, що є досить закономірним явищем (r=0,937). Між індексом співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини та врожайністю зерна гібридів кукурудзи існує також досить високий зв'язок (r=0,687). Тому індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини можна використовувати не тільки під час проведення експертизи гібридів кукурудзи на відмінність, однорідність і стабільність, але й як індикативну ознаку в разі проведення добору за високою врожайністю зерна.

Діапазон варіювання «індексу співвідношення» в гібридів кукурудзи за роками вивчення становив від 0,401 (гібрид Каховський із густотою 90 тис. рослин/га та обробкою Хелафіт комбі) до 0,436 (гібрид Арабат за густотою 90 тис. рослин/га та обробкою Хелафіт комбі). Найбільші коливання цього показника за роками дослідження відмічено в гібриду Степовий (ФАО 190) з діапазоном 0,014, мінімальними коливаннями відзначився гібрид Каховський із діапазоном 0,006.

Слід зазначити, що всі гібриди мали досить сталий прояв ознаки, тобто співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини є генетично зумовленою ознакою, котра добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватися для складання опису й характеристики нового матеріалу.

Проведені спостереження показали, що врожайність зерна залежить від генотипу гібриду, густоти рослин та обробки препаратами. Найвищу врожайність зерна

Таблиця 3

Індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та дії біологічних препаратів (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота рослин, тис. р./га (фактор В)	Обробіток препаратами (фактор С)			У середньому за фактором	
		Контроль, без обробітку	Біо-гель	Хелафіт комбі	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	0,425	0,429	0,428	0,423	0,427
	80	0,419	0,417	0,415		0,417
	90	0,425	0,429	0,427		0,427
Середнє		**0,423**	**0,425**	**0,423**		
Каховський (ФАО 380)	70	0,404	0,404	0,404	0,403	0,404
	80	0,406	0,407	0,405		0,406
	90	0,402	0,402	0,401		0,401
Середнє		**0,404**	**0,404**	**0,403**		
Чонгар (ФАО 420)	70	0,436	0,432	0,433	0,429	0,433
	80	0,432	0,433	0,433		0,432
	90	0,423	0,423	0,424		0,423
Середнє		**0,430**	**0,429**	**0,430**		
Арабат (ФАО 430)	70	0,443	0,443	0,446	0,440	0,444
	80	0,439	0,441	0,442		0,440
	90	0,433	0,435	0,436		0,434
Середнє		**0,438**	**0,440**	**0,441**		
Середнє за фактором С		**0,424**	**0,425**	**0,424**		
Оцінка істотності часткових відмінностей						
$НІР_{05}$		А=0,009-0,0012; В=0,0023-0,0029; С=0,002-0,005				

відмічено в середньопізнього гібриду Арабат – 17,65 т/га (табл. 4).

Найбільша врожайність зерна в середньому за дослідом спостерігалась у середньопізніх гібридів Чонгар та Арабат і знаходилася на рівні 16,48–16,53 т/га. На приріст урожайності зерна (порівняно з необробленим контролем) істотно вплинули біопрепарати: приріст урожайності зерна в гібридів Чонгар та Арабат був на рівні 0,25–0,44 т/га і 0,42–0,73 т/га відповідно.

Найефективнішим серед препаратів виявився Хелафіт комбі. Зокрема, за його використання ранньостиглий гібрид Степовий показав найвищу врожайність зерна – 11,53 т/га, приріст урожайності становив 1,04 т/га (або 9,9%). Середньостиглий гібрид Каховський показав урожайність за використання препарату Хелафіт комбі 12,77 т/га, приріст врожайності – 1,14 т/га (або 9,8%). Середньостиглий гібрид Чонгар показав урожайність за використання препарату Хелафіт комбі 16,71 т/га, приріст врожайності становив 0,44 т/га (або 2,63%). Середньостиглий гібрид Арабат показав урожайність за використання препарату Хелафіт комбі 16,91 т/га, приріст урожайності – 0,73 т/га (або 4,31%).

Густота рослин впливала на урожайність зерна гібридів. Для гібридів різних груп стиглості встановлена оптимальна густота рослин задля отримання максимального врожаю.

Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну врожайність показав за густоти 90 тис. рослин/га – 11,36 т/га. Розрідження посіву до 80 тис. рослин/га призвело до падіння врожаю на 2,72%, зменшення густоти до 70 тис. рослин/га – до зменшення врожаю зерна на 5,02 %.

Середньостиглий гібрид Каховський максимальну врожайність 12,47 т/га показав за густоти 80 тис. рослин/га, причому зменшення густоти до 70 тис. рослин/га призвело до падіння врожайності на 3,52%, а збільшення густоти до 90 тис. рослин/га зменшило урожайність на 1,04%.

Середньопізні гібриди Чонгар та Арабат максимальну врожайність показали за густоти 70 тис. рослин/га – 17,20 та 17,31 т/га відповідно. За збільшення густоти до 80 тис. рослин/га врожайність зерна цих гібридів мала тенденцію до зниження на 1,33–3,18%, а збільшення густоти до 90 тис. рослин/га призвело до різкого падіння врожайності на 10,34–11,27% порівняно з густотою 70 тис. рослин/га.

У досліді максимальну урожайність показав гібрид Арабат (ФАО 420) за густоти 70 тис. рослин/га та обробки препаратом Хелафіт комбі – 17,65 т/га.

Аналізуючи результати наших попередніх досліджень із врожайності батьківських компонентів ДК 445 (батьківський компонент гібридів Арабат, Віра, Гілея); ДК 411 (батьківський компонент гібридів Чонгар, Ламасан); ДК 281 (батьківський компонент гібриду Степовий); ДК 247 (батьківський компонент гібриду Скадовський) [15], можна зробити такий висновок: батьківські компоненти і створені на їхній основі гібриди однаково реагують на щільність посіву. Середньопізні лінії та гібриди мають максимальну врожайність за густоти 70 тис. рослин/га та різко знижують урожайність у разі загущення посівів. Середньостиглі батьківські компоненти та гібриди максимум врожайності мають за густоти 80 тис. рослин/га. Ранньостиглі лінії (батьківські компоненти) і створені на їхній основі гібриди

Таблиця 4

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і дії біологічних препаратів, т/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота рослин тис. р./га (фактор В)	Обробіток препаратами (фактор С)			У середньому за фактором	
		Контроль, без обробітку	Біо-гель	Хелафіт комбі	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	10,41	10,95	11,16	11,06	10,79
	80	10,54	11,35	11,78		11,05
	90	10,69	11,57	11,87		**11,36**
Середнє		**10,49**	**11,19**	**11,53**		
Каховський (ФАО 380)	70	11,26	12,35	12,48	12,28	12,03
	80	11,96	12,55	12,89		**12,47**
	90	11,68	12,41	12,94		12,34
Середнє		**11,63**	**12,44**	**12,77**		
Чонгар (ФАО 420)	70	16,84	16,94	17,57	16,48	**17,20**
	80	16,81	17,18	17,36		16,97
	90	15,15	15,84	16,15		15,26
Середнє		**16,27**	**16,46**	**16,71**		
Арабат (ФАО 430)	70	17,08	17,16	17,65	**16,53**	**17,31**
	80	16,31	16,76	17,21		16,76
	90	15,15	15,54	15,88		15,52
Середнє		**16,18**	**16,49**	**16,91**		
У середньому за фактором С		**13,64**	**14,15**	**14,48**		
Оцінка істотності часткових відмінностей						
$НІР_{05}$, т/га		А=2,18–2,25; В=1,17–1,19; С=0,23–0,32				

мають максимальну врожайність за густоти 90 тис. рослин/га.

Висновки. Ростові процеси рослин кукурудзи досить важливі з погляду на формування надземної маси й максимальну продуктивність. Архітектоніка рослин кукурудзи є індикативною ознакою потенційної продуктивності гібридів, а також інформативною базою для визначення дії окремих елементів технології.

Встановлено, що на висоту рослин істотно впливає тривалість їх вегетаційного періоду. Зокрема, в ранньостиглого гібриду кукурудзи Степовий висота рослин у середньому за три роки становила 229,2 см, у середньостиглого гібриду Каховський – 267,7 см, а у групі середньопізніх гібридів Чонгар і Арабат – 280,2 та 279,3 см відповідно. Ця тенденція показує, що подовження тривалості вегетаційного періоду збільшує висоту рослин у гібридів кукурудзи.

Встановлено, що висота рослин гібридів кукурудзи істотно залежала від обробки біопрепаратами. Максимальне значення висоти рослин було отримано за обробки біопрепаратами, зокрема в середньому за три роки висота рослин за обробки Хелафіт комбі становила 265,6 см, за обробки Біо-гелем – 264,1 см; приріст висоти до контрольного варіанту становив 2,9 см і 1,4 см відповідно. Встановлено, що загущеність посівів призводить до збільшення лінійної висоти рослини: максимальна висота рослин гібридів кукурудзи спостерігалася за густоти 90 тис. рослин/га.

Установлено, що оброблення біопрепаратами впливало на висоту прикріплення верхнього (продуктивного) качана: на контрольному варіанті (111,4 см) Біо-гель збільшив висоту прикріплення качана на 0,8 см (або на 0,7%), а Хелафіт комбі – на 1,5 см (або на 1,3%).

Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини є генетично зумовленою ознакою, яка добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватися для складання опису й характеристики нового матеріалу.

Встановлено, що середньопізні гібриди негативно реагують на загущеність посівів. Середньопізні гібриди формують максимальну урожайність за густоти 70 тис. рослин/га (17,20–17,31 т/га) і різко знижують врожайність у разі загущеності посівів (до 15,26–15,52 т/га). Середньостиглі гібриди максимум врожайності формують за густоти 80 тис. рослин/га (12,47 т/га). Ранньостиглі гібриди максимальну врожайність продукують за густоти 90 тис. рослин/га (11,36 т/га).

Найефективнішим серед біопрепаратів виявився Хелафіт комбі: за його використання ранньостиглий гібрид Степовий показав найвищу врожайність зерна – 11,53 т/га, приріст урожайності до контролю становив 1,04 т/га (або 9,9%); середньостиглий гібрид Каховський показав урожайність на рівні 12,77 т/га, приріст урожайності – 1,14 т/га (або 9,8%); урожайність середньостиглого гібрида Чонгар становила 16,71 т/га, приріст урожайності – 0,44 т/га (або 2,63%); урожайність середньостиглого гібриду Арабат становила 16,91 т/га, приріст урожайності – 0,73 т/га (або 4,31%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство: збірник*

наукових праць. 2020. № 73. С. 21–26. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3
2. Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Біднина І. О., Шарій В. О., Бойценюк Х. І. Науково-практичні аспекти планування та оперативного управління режимами зрошення сільськогосподарських культур із використанням інформаційних технологій. *Зрошуване землеробство:* збірник наукових праць. 2020. № 73. С. 43–49. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.8.
3. Орлянский Н. А., Зубко Д. Г. Селекция кукурузы на адаптивность и загущение посевов. *Кукуруза и сорго.* 2005. № 5. С. 2–4.
4. Зозуля О. Л., Паламарчук В. Д., Мазур В. А. Кукурудза: створення та вирощування гібридів. Вінниця: ФОП Данилюк, 2009. 199 с.
5. Паламарчук В. Д., Паламарчук О. Д., Колісник О. М. Селекція та створення гібридів кукурудзи, придатних до механізованого вирощування та виробництва альтернативних джерел енергії. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал*. № 2(128). 2010. С. 23–25.
6. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. 636 с.
7. Каменщук Б. Д. Агроекологічний вплив умов вирощування на зернову продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Стан та перспективи розвитку рослинницької галузі в умовах змін клімату: 4-а Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 1-3 липня 2009 р.*: тези доповідей. Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2009. С. 125–126.
8. Сіроха О. Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вінниця. 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.
9. Marchenko T. Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph* Lviv-Torun: Liha-Pres, 2019. P. 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152.
10. Сікалова О. В., Івлева Т. В., Деркач І. Б., Чернобай Л. М. Новий вихідний матеріал кукурудзи з комплексом цінних селекційних ознак та властивостей. *Генетичні ресурси рослин.* 2011. № 9. С. 131–137.
11. Лавриненко Ю. О., Плоткін С. Я. та ін. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник:* збірник наукових праць ХДАУ. Херсон : Айлант, 2007. Вип. 52. С. 76–82.
12. Шевченко Л.А., Чмель О.П., Хоменко С.В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах півночі України. *Аграрні інновації.* 2020. № 4. С. 73–78. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11.
13. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
14. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Михайленко І. В. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. Херсон : Айлант, 2007. 256 с.
15. Marchenko T., Vozhegova R., Lavrynenko Y., Zabara P. Biometric indicators of lines – parental components of maize hybrids of different FAO groups depending on biopreparation procedure under conditions. *Селекція і насінництво*. 2021. № 119. С. 135–146. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237140.
16. Методика проведення ділянкового (POST-control) і лабораторного сортового контролю / Держветфітослужба УІЕСР. Київ, 2012. 33 с.
17. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Гур'єва І.А. [та ін.] Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.) (навчальний посібник). Харків, ІР ім. В.Я. Юр'єва УААН, 2007. 137 с.
18. Чучмий И. П., Моргун В. В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Київ : Наукова думка, 1990. 284 с.
19. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1992. 208 с.
20. Гаврилюк В. Н. Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы. Киев : Аграрна наука, 1998. 303 с.
21. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 2. С. 40–44. https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127.

REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya.M., Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V., Biliaieva, I.M., & Drobit'ko, A.V. (2020). Naukove obgruntuvannya tekhnolohiy vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh iz urakhuvannyam hidrotermichnykh chynnykiv i zmin klimatu [Scientific substantiation of technologies of corn cultivation on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture, 73, 21–26.* https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3 [in Ukrainian].
2. Kokovikhin, S.V., Pysarenko, P.V., Bidnyna, I.O., Shariy, V.O., & Boytsenyuk, Kh.I. (2020). Naukovo-praktychni aspekty planuvannya ta operatyvnoho upravlinnya rezhymamy zroshennya sil's'kohospodars'kykh kul'tur iz vykorystannyam informatsiynykh tekhnolohiy [Scientific and practical aspects of planning and operational management of irrigation regimes of agricultural crops with the use of information technologies]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture, 73, 43–49*. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.8 [in Ukrainian].
3. Orlyanskiy, N.A., & Zubko, D.G. (2005). Selektsiya kukuruzy na adaptivnost' i zagushcheniye posevov [Maize breeding for adaptability and thickening of crops]. *Kukuruza i sorgo – Corn and sorghum, 5, 2–4* [in Ukrainian].
4. Zozulya, O.L., Palamarchuk, V.D., & Mazur, V.A. (2009). *Kukurudza stvorennya ta vyroshchuvannya hibrydiv [Corn creation and cultivation of hybrids].* Vinnytsya: FOP Danylyuk, 199 [in Ukrainian].
5. Palamarchuk, V.D., Palamarchuk, O.D., & Kolisnyk, O.M. (2010). Selektsiya ta stvorennya hibrydiv kukurudzy,

prydatnykh do mekhanizovanoho vyroshchuvannya ta vyrobnytstva al'ternatyvnykh dzherel enerhiyi [Selection and creation of maize hybrids suitable for mechanized cultivation and production of alternative energy sources]. *Khraneniye i pererabotka zerna – Storage and processing of grain,* 2(128), 23–25 [in Ukrainian].
6. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Kalen'ska, S.M., & Yermakova, L.M. (2013). Biolohiya ta ekolohiya sil's'kohospodars'kykh Roslyn [Biology and ecology of agricultural plants]. Vinnytsya, 636 [in Ukrainian].
7. Kamenshchuk, B.D. (2009). Ahroekolohichnyy vplyv umov vyroshchuvannya na zernovu produktyvnist' hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti [Agroecological influence of growing conditions on grain productivity of maize hybrids of different maturity groups]. *Stan ta perspektyvy rozvytku roslynnyts'koyi haluzi v umovakh zmin klimatu: 4-a Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh, 1-3 lypnya 2009*. Kharkiv, 125–126 [in Ukrainian].
8. Sirokha, O.L. (2014). Vplyv udobrennya na biometrychni pokaznyky ta pokaznyky vyrivnyanosti roslyn kukurudzy riznoyi hrupy styhlosti [Influence of fertilizer on biometric indicators and indicators of leveling of corn plants of different maturity group]. *Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Sil's'kohospodars'ki nauky – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences, 5(82), 37–47* [in Ukrainian].
9. Marchenko, T.Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph.* Lviv-Torun: Liha-Pres, P. 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152 [in English].
10. Sikalova, O.V., Ivleva, T.V., Derkach, I.B., & Chernobay, L.M. (2011). Novyy vykhidnyy material kukurudzy z kompleksom tsinnykh selektsiynykh oznak ta vlastyvostey [New source material of corn with a set of valuable selection traits and properties]. *Henetychni resursy roslyn – Genetic resources of plants, 9, 131–137* [in Ukrainian].
11. Lavrynenko, Yu.O., Plotkin, S.Ya. et al. (2007). Adaptyvna kharakterystyka novykh hibrydiv kukurudzy [Adaptive characteristics of new maize hybrids]. *Tavriys'kyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 52, 76–82* [in Ukrainian].
12. Shevchenko, L.A., Chmel', O.P., & Khomenko S.V. (2020). Vplyv mikrodobryv ta ristrehulyatoriv na produktyvnist' hibrydiv kukurudzy v umovakh pivnochi Ukrayiny [Influence of microfertilizers and growth regulators on productivity of maize hybrids in the conditions of the north of Ukraine]. *Ahrarni innovatsiyi. Agricultural innovations, 4, 73–78*. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11 [in Ukrainian].
13. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborod'ko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiynyy i korelyatsiynyy analiz rezul'tativ pol'ovykh doslidiv [Dispersion and correlation analysis of results of field experiments].* Kherson : Aylant, 272 [in Ukrainian].
14. Lavrynenko, Yu.O., Kokovikhin, S.V., Nayd'onov, V.H., & Mykhaylenko, I.V. (2007). Naukovi osnovy nasinnytstva kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh pivdnya Ukrayiny [Scientific bases of corn seed production on irrigated lands of the south of Ukraine]. Kherson : Aylant, 256 [in Ukrainian].
15. Marchenko, T.Y., Vozhegova, R., Lavrynenko, Y., & Zabara, P. (2021). Biometric Indicators of lines – parents of maize hybrids of different FAO groups depending on biological treatment on irrigation. *Selektsiya i nasinnytstvo – Breeding and seed production,* 119. https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237140 [in English].
16. Metodyka provedennya dilyankovoho (POST-control) i laboratornoho sortovoho kontrolyu [Methods of conducting site (POST-control) and laboratory varietal control] (2012). Derzhvetfitosluzhba UIESR – State Veterinary Service UIESR. Kyiiv, 33 [in Ukrainian].
17. Kyrychenko, V.V., Petrenkova, V.P., Hur"yeva, I.A. et al. (2007). *Identyfikatsiya oznak kukurudzy (Zea mays L.) [Identification of signs of corn (Zea mays L.)].* Kharkiv, 137 [in Ukrainian].
18. Chuchmiy, I.P., Morgun, V.V. (1990). *Geneticheskiye osnovy i metody selektsii skorospelykh gibridov kukuruzy [Genetic bases and methods of selection of early ripening maize hybrids].* Kiyev : Naukova dumka, 284 [in Russian].
19. Domashnev, P.P., Dzyubetskiy, B.V., Kostyuchenko, V.I. (1992). *Selektsiya kukuruzy [Maize breeding].* Moskva: Agropromizdat, 208 [in Russian].
20. Gavrilyuk, V.N. (1998). *Selektsiya i semenovodstvo rannespelykh i sredneranniikh gibridov kukuruzy [Selection and seed production of early-maturing and mid-early maize hybrids].* Kiyev: Agrarna nauka, 303 [in Russian].
21. Cherchel', V.Yu., Marochko, V.A., & Tahantsova, M.M. (2014). Obgruntuvannya indeksu spivvidnoshennya vysoty prykriplennya verkhn'oho kachana do vysoty roslyny hibrydiv kukurudzy (*Zea mays* L.) [Substantiation of the index of the ratio of the height of attachment of the upper cob to the height of the plant of maize hybrids (*Zea mays* L.)]. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty roslyn – Variety research and protection of plant variety rights, 2, 40–44*. https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127 [in Russian].

Вожегова Р. А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Забара П.П., Сахацький Г.І. Морфологічні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від елементів технології за умов зрошення

Мета дослідження – встановлення морфологічних показників та врожайності зерна інноваційних вітчизняних гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різної густоти рослин та обробки біопрепаратами на краплинному зрошенні в умовах Південного Степу України. Ми визначали індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і дії біологічних препаратів. **Методи.** Закладення польового досліду, вимірювально-розрахунковий (для вимірювання висоти рослини, висоти кріплення качана, обліку урожайності), математико-статистичний (для визначення листкового індексу, кореляційної залежності). **Результати.** Встановлено, що висота рослин істотно залежала від оброблення біопрепаратами гібридів кукурудзи. Максимальне значення висоти рослин було отримано за обробки біопрепаратами, зокрема в середньому за три роки висота рослин

у разі оброблення Хелафіт комбі становила 265,6 см, за оброблення Біо-гелем – 264,1 см, приріст висоти до контрольного варіанту становив 2,9 см та 1,4 см відповідно. Загущеність посівів призводить до збільшення лінійної висоти рослини: максимальна висота рослин гібридів кукурудзи спостерігалася за густоти 90 тис. рослин/га. Оброблення біопрепаратами впливало на висоту прикріплення верхнього (продуктивного) качана на контрольному варіанті (111,4 см), причому Біо-гель збільшив висоту прикріплення качана на 0,8 см (або на 0,7%), а Хелафіт комбі – на 1,5 см (або на 1,3%). Співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини є генетично зумовленою ознакою, котра добре ідентифікує зразки кукурудзи та може використовуватися для складання опису й характеристики нового матеріалу. Встановлено, що середньопізні гібриди негативно реагують на загущеність посівів, формуючи максимальну врожайність за густоти 70 тис. рослин/га (17,20–17,31 т/га) та різко знижують урожайність у разі загущеності посівів до 15,26–15,52 т/га. Середньостиглі гібриди максимум врожайності утворюють за густоти 80 тис. рослин/га – 12,47 т/га. Ранньостиглі гібриди максимальну врожайність продукують за густоти 90 тис. рослин/га – 11,36 т/га. **Висновки.** Ростові процеси рослин кукурудзи досить важливі з погляду на формування надземної маси та максимальну продуктивність. Архітектоніка рослин кукурудзи є факторіальною ознакою потенційної продуктивності, а також інформативною базою для визначення дії окремих елементів технології. Найефективнішим серед біопрепаратів виявився Хелафіт комбі: за його використання ранньостиглий гібрид Степовий показав найвищу врожайність зерна – 11,53 т/га, приріст урожайності до контролю становив 1,04 т/га (або 9,9%); середньостиглий гібрид Каховський показав урожайність на рівні 12,77 т/га, приріст урожайності – 1,14 т/га (або 9,8%); урожайність середньостиглого гібрида Чонгар становила 16,71 т/га, приріст урожайності – 0,44 т/га (або 2,63%); урожайність середньостиглого гібриду Арабат становила 16,91 т/га, приріст урожайності – 0,73 т/га (або 4,31%).

Ключові слова: біометричні ознаки, висота рослини, висота першого продуктивного качана, індекс співвідношення, урожайність.

Vozhegova R.A., Lavrinenko Y.O., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Zabara P.P., Sakhatsky G.I. Morphological parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on the elements of technology under irrigation conditions

Purpose. Establishment of morphological indicators and grain yield of innovative domestic maize hybrids of different FAO groups, at different plant densities and treatment with biological products on drip irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The index of the ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant of maize hybrids depending on the plant density and the action of biological preparations was determined. **Methods.** Establishment of field experiment, measuring and calculation – to measure the height of the plant, the height of the fork, yield accounting, mathematical and statistical – to determine the leaf index, correlations. **Results.** It was investigated that the height of plants significantly depended on the treatment of maize hybrids with biological products. The maximum value of plant height was obtained by treatment with biological products: for example, on average over three years, the height of plants by treatment Helafit combi was 265.6 cm, by treatment Bio-gel – 264.1 cm, the increase in height to the control variant was 2.9 cm and 1.4 cm, respectively. Crop density leads to an increase in the linear height of the plant, the maximum plant height of maize hybrids was observed at a density of 90 thousand plants/ha. Treatment with biologicals affected the height of attachment of the upper (productive) cob: in the control version – 111.4 cm, Bio-gel increased the height of attachment of the cob by 0.8 cm or 0.7%, Helafit combi by 1.5 cm or 1, 3%. The ratio of the height of attachment of the cob to the height of the plant is a genetically determined trait that identifies well the samples of corn and can be used to compile a description and characteristics of the new material. It was found that mid-late hybrids react negatively to crop density. Mid-late hybrids form the maximum yield at a density of 70 thousand plants/ha – 17.20–17.31 t/ha and sharply reduce the yield at crop density to 15.26–15.52 t/ha. Medium-ripe hybrids form the maximum yield at a density of 80 thousand plants/ha – 12.47 t/ha. Early-maturing hybrids produce maximum yield at a density of 90 thousand plants/ha – 11.36 t/ha. **Conclusions.** The growth processes of corn plants are very important in terms of the formation of aboveground mass and maximum productivity. The architecture of corn plants is a factorial sign of potential productivity, as well as an informative basis for determining the effect of individual elements of technology. The most effective among biological products proved to be the drug – Helafit combi: early-maturing hybrid Steppe showed the highest grain yield when using Helafit combi – 11.53 t/ha, yield increase to control – 1.04 t/ha or 9.9%. The medium-ripe Kakhovsky hybrid showed a yield with the use of the drug Helafit combi – 12.77 t/ha, an increase in yield of 1.14 t/ha or 9.8%. Medium-ripe hybrid Chongar showed a yield using the drug Helafit combi 16.71 t/ha, a yield increase of 0.44 t/ha or 2.63%. Medium-ripe hybrid Arabat showed a yield using the drug Helafit combi 16.91 t/ha, yield increase – 0.73 t/ha or 4.31%.

Key words: biometric traits, plant height, height of the first productive cob, ratio index, yield.

ІНТЕРВ'Ю

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.15

ІНТЕРВ'Ю КАНДИДАТІВ С.-Г. НАУК, СТАРШИХ НАУКОВИХ СПІВРОБІТНИКІВ ВІДДІЛУ СЕЛЕКЦІЇ ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН БОРОВИК ВІРИ ТА КЛУБУКА ВІКТОРА

– Спеціалісти прогнозують, що такі негативні факти, як зміна клімату посилюватимуться в найближчій перспективі, тому що вони пов'язані з антропогенними чинниками. Яке значення сорту в умовах зміни клімату?

– Значення сорту особливо зросло за умови глобального потепління, коли помітно підвищується температура повітря і ґрунту, дуже часто настають тривалі міждощові періоди. Такі погодні явища навіть за умови зрошення спричинюють стресовий стан рослин і різке зниження їх продуктивності, поширення хвороб і шкідників, погіршення якості продукції. Саме тому селекція сої в Інституті зрошуваного землеробства спрямована на створення нових конкурентоздатних сортів.

Основним методом створення сортів сої в Інституті зрошуваного землеробства НААН залишається внутрішньовидова гібридизація з подальшим багаторазовим добором. Окрім того, використовується метод природної гібридизації. Внутрішньовидова гібридизація на сучасному етапі селекції в Інституті проводиться дедалі частіше із залученням різних методів схрещування. Пріоритетні напрями роботи із селекції сої спрямовані на вивчення наукових основ і створення сортів сої із підвищеним адаптивним потенціалом насамперед для вирощування на поливних землях півдня України, з оптимізованими морфологічними ознаками і властивостями (високорослістю, багатоквітковістю, стійкістю до вилягання й ураження хворобами, з високим рівнем фотосинтетичної активності листового апарату, адаптивною здатністю, підвищеною фіксацією атмосферного азоту). Це дозволяє підвищити рівень урожайності насіння на 10–15%, поліпшити його якість та загальне збільшення виробництва білку та олії порівняно з існуючими сортами, ефективно розвивати вітчизняне сільськогосподарське виробництво, що має соціальну та економічну значимість.

Лише за останні п'ять років в Інституті було створено чотири нових сорти сої для умов зрошення, які відрізняються високою врожайністю, стійкістю до хвороб, адаптованістю до змін клімату. Це скоростиглий сорт сої Монарх, середньоранні сорти Софія, Аратта, середньостиглий – Святогор, які ми рекомендуємо виробникам до впровадження.

Потенційна врожайність скоростиглого (95–105 діб період дозрівання) сорту Монарх становить 4,2 т/га, висота рослин 80–90 см. Сорт технологічний: прикріплення нижнього бобу – 12–14 см. Кущ стиснутий, компактний, має коротке міжвузля, у вузлі 6–10 бобів. Характеризується підвищеною адаптаційною здатністю, стійкий до вилягання, посухи, розтріскування бобів, ураження хворобами. У насінні міститься 38,0–40,0% білка та 21,0–22,0% олії. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2016 року та рекомендований для вирощування на зерно в зоні Лісостепу, Степу, Полісся.

Сорт Софія є середньораннім (105–115 діб). Потенційна врожайність – 4,5 т/га. Характеризується підвищеною азотфіксуючою здатністю. За сприятливих умов за сезон може накопичити у ґрунті 160–170 кг/га біологічного азоту. Стійкий до вилягання, посухи, розтріскування бобів, ураження хворобами. У насінні міститься 38,0–40,0% білка та 20,0–21,0% олії. Рекомендований для вирощування на зерно в зоні Степу.

Сорт сої Аратта середньоранній (105–115 діб). Потенційна врожайність – до 4,2 т/га. У насінні міститься 37,8–39,6% білка та 20,4–21,8% олії. Сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2013 року та рекомендований для вирощування в зонах Степу та Лісостепу.

Сорт Святогор є середньостиглим, дозріває за 120–125 діб. Потенційна врожайність становить 6,4 т/га. Стійкий до вилягання, посухи, розтріскування

бобів та ураження хворобами. Має велике насіння. У насінні міститься 39,0–40,0% білка та 20,0–22,0% олії. Рекомендований для вирощування на насіння в зоні Степу.

Сорти сої, створені в Інституті зрошуваного землеробства НААН методом гібридизації, не є геномодифікованими, вони придатні для вживання в їжу як людиною, так і для згодовування тваринам.

– Відомо, що соя може сама накопичувати біологічний азот у ґрунті. Чи необхідно в такому випадку застосовувати добрива?

– Існують суперечливі думки щодо доцільності застосування азотних добрив за вирощування сої. На думку низки науковців, рослини сої повністю забезпечують себе азотом шляхом азотфіксації, тому внесення добрив недоцільно, оскільки останні гальмують цей процес. Утім, інші дослідники рекомендують внесення мінерального азоту під передпосівну культивацію. За такої схеми вирощування спостерігається певне уповільнення процесів азотфіксації, проте не безповоротно – після використання рослиною мінерального азоту процес азотфіксації відновлюється, що врешті-решт позитивно позначається на врожаї.

Добре відомо, що завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованому симбіозі з ризобіями у бульбах, соя може значно задовольняти свою потребу в азоті (симбіотрофне харчування азотом), що знижує залежність рослин від наявності високих доз азотних сполук у недешевих та екологічно небезпечних азотних добривах.

Водночас одним із важливих зовнішніх факторів, які впливають на формування і розвиток бульбочок на коренях сої та їхню азотфіксуючу активність, є мінеральний азот. Нашими дослідженнями встановлено, що в умовах півдня України на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах уміст розчинних азотовмісних сполук у середовищі в польових умовах не перешкоджає роботі бульбочкових бактерій. Зниження частки атмосферного азоту, засвоюваного рослинами за підвищеної забезпеченості мінеральним азотом N_{60}, має тільки відносний характер. Абсолютна кількість азоту, засвоєного бактеріями з атмосфери, збільшується порівняно з рослинами, що вирощуються у присутності бульбочкових бактерій, але без внесення у ґрунт азоту. Це пояснюється тим, що азотні добрива не можуть замінити інокулянти, оскільки вони діють на рослину по-різному. Мінеральний азот засвоюється переважно у першій половині вегетації. У період цвітіння і наливу насіння, коли соя вимагає великої кількості цього елементу, інокульовані рослини мають суттєву перевагу над рослинами, підгодованими мінеральним азотом. Перевагою фіксованого азоту, який надходить унаслідок симбіозу рослин і ризобактерій, є рівномірне постачання ним рослин сої протягом усього періоду вегетації, особливо під час цвітіння і наливу бобів. Підвищення норми азотного добрива з N_{30} до N_{60} у польових умовах істотно не впливало на симбіотичний процес, але спостерігалася тенденція до меншого накопичення як бульб на рослині, так і їхньої маси.

Максимальна маса бульбочок (0,36 г), що дорівнює 216 кг/га азоту, зафіксована у варіанті з внесенням N_{30}, що дозволяє зробити істотний внесок біологічного азоту в азотне живлення сортів сої, зменшити витрати на внесення мінеральних азотних добрив, здешевити вартість білка, поліпшити екологію навколишнього середовища. Стимулювати процес азотфіксації і водночас збільшити врожайність рекомендується шляхом оброблення насіння рослин сої перед посівом препаратами бульбочкових бактерій – штамами нітрагіну.

– У такому випадку чи варто застосовувати мікродобрива на посівах сої?

– Дози і співвідношення мінеральних добрив необхідно визначати, виходячи з наявності поживних речовин у ґрунті. Мінеральні добрива, що вносяться у ґрунт, не завжди здатні задовольнити потреби рослини в поживних речовинах. Зміна клімату, збільшення площі вирощування культур інтенсивного типу, дисбаланс заходів із підтримки родючості ґрунтів і складна екологічна ситуація знижують рівень засвоюваності елементів із ґрунту. З метою сприяння збалансованого харчування рослин необхідним є застосування таких добрив, які б дозво-

лили повніше реалізувати потенційну продуктивність сучасних нових сортів сої інтенсивного типу за рахунок кращого забезпечення рослин у критичний період елементами мінерального живлення та сприяли би підвищенню активності фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту, позитивному впливу на ґрунт. Мікродобрива вирішують питання нестачі поживних компонентів.

Мікродобриво – це джерело мікроелементів, які рослина не може отримати із ґрунту. У хелатній формі вони надходять в організм шляхом листового оброблення у період вегетації, унаслідок чого зберігається баланс мікро- та макроелементів у клітинах і тканинах, а це значимий фактор для вегетативного росту, фотосинтезу, утворення білків і лігніну, регуляції окислювально-відновних процесів.

Окрім цього, в рослині може виникнути процес антагонізму – протидії двох елементів. Наприклад, надлишок кальцію значно знижує надходження у тканини рослин бору, заліза, цинку, марганцю і міді, а мідь, у свою чергу, не дозволяє засвоюватися молібдену. За допомогою хелатних добрив можна регулювати баланс мікроелементів у клітинах сільськогосподарської культури, управляти процесами, що відбуваються у тканинах.

До складу таких добрив входять мікроелементи, завданням яких є активізація роботи біологічних каталізаторів, отже, прискорення зростання і розвитку рослини. Після оброблення мікродобривами світло, вода й поживні речовини витрачаються більш ефективно, завдяки чому підвищується врожайність культур, а також якісні показники насіння. Одним із таких мікродобрив є 5-й Елемент – комплексний препарат, до складу якого входять елементи, що покращують ріст кореневої системи, проходження процесу фотосинтезу, синтез білку тощо. Доцільно у період утворення та наливання бобів провести позакореневе підживлення одним із багатокомпонентних хелатних добрив (Еколист, Реаком, Акварін, Плантафол, Вуксал, Кристалон, 5-й елемент) або біостимулятором росту Біо-гель, що підвищить інтенсивність фотосинтезу, знизить ураження рослин хворобами та підвищить урожайність насіння сої.

– Які заходи необхідно проводити для боротьби з бур'янами?

– Низька конкурентна спроможність сої, умови забезпечення вологою є причинами того, що у її агроценозах формуються сприятливі умови для росту і розвитку бур'янів різних біологічних груп. З однорічних бур'янів найчастіше трапляються такі одно- та двосім'ядольні види, як просо куряче, мишій сизий, гірчак шорсткий, лобода біла, галінсога дрібноквіткова, щириця звичайна, ромашка непахуча, а з багаторічних – осоти рожевий і жовтий, пирій повзучий та інші. Соя має слабку конкурентоздатність до них (особливо у перші 40–50 днів вегетації). Присутність у посівах бур'янів, які є значними конкурентами за основні фактори життя, зменшують гіллястість рослин сої на 22–50%, облистяність – на 20–44%, кількість бобів – на 29–50%, знижуючи врожай на 20–50% і більше залежно від складу бур'янів, їхнього розвитку, інтенсивності засмічення. Ще більш злісними у цьому сенсі є багаторічні коренепаросткові бур'яни: наявність однієї рослини осоту рожевого на 1 м^2 знижує врожай сої на 0,74 ц/га.

Задля захисту посівів сої від бур'янистих рослин у Південному Степу України застосовуються на практиці зазвичай ґрунтові і страхові гербіциди. Часто в логічних комбінаціях використовуються вони в суміші з додаванням поверхнево активних речовин, ад'ювантів, гуматів, спеціалізованих зернових мікродобрив, карбаміду і сульфату магнію.

Внесення ґрунтових гербіцидів є обов'язковим під час вирощування сої. За ранніх строків сівби гербіциди можна вносити після посіву сої, за пізніх – надійнішим буде допосівне застосування. Найпоширенішими та ефективними гербіцидами під сою є Фронт'єр Оптіма (1,2–1,4 л/га), Харнес новий 90% (1,5–3,0 л/га), Дуал голд 960 ЕС (1,0–1,6 л/га) та інші. Вказані гербіциди використовують переважно для боротьби зі злаковими бур'янами і вносять їх під передпосівну культивацію, або ж до сівби чи після неї (до появи сходів сої) із загортанням у ґрунт боронами. Надалі застосування та вибір страхових гербіцидів визначаються ботанічним складом бур'янів, які залишилися після внесення ґрунтових гербіцидів. Відмінні результати проти бур'янистих рослин показало внесення у 2021 році страхового гербіциду Корум (3,0 л/га).

Не можна забувати про традиційний метод захисту рослин від бур'янів – агротехнічний, який відноситься до фундаментальних методів. Агротехнічними прийомами є боронування до та після сходів, міжрядні обробки; ефективним є збільшення густоти стояння рослин сої.

В Інституті зрошуваного землеробства було проаналізовано рівень забур'яненості агрофітоценозу залежно від густоти стояння рослин сої. Науковцями доведено, що цей захід впливає на забур'яненість посівів, зменшуючи кількість бур'янів на одиницю площі: за максимальної норми висіву насіння 900 тис. шт./га підсилювалася конкурентоздатність рослин сої і знижувалася забур'яненість у кількісному значенні на 60,6%, а сира маса – на 50,9%. Отже, збільшення густоти посіву впливало на зменшення забур'яненості посіву на одиницю площі як у кількісному, так і у ваговому відношенні.

Застосування агротехнічного методу сприяє підвищенню ефективності інших заходів захисту, забезпечує їхнє раціональне поєднання з охороною навколишнього середовища. Тому в загальній інтегрованій технології захисту рослин агротехнічний метод є екологічним. Основною підставою для цього є зростаюча загроза забруднення навколишнього середовища пестицидами, до того ж економічно доцільнішим є недопущення масового поширення бур'янів до екологічно небезпечного рівня.

– У чому полягає особливість захисту посівів сої від хвороб у 2021 році?

– На півдні України в сої існує відносно невелика кількість найпоширеніших хвороб, які негативно впливають на врожайність. Проте недооцінювати їх не треба, особливо в умовах 2021 року, коли опади за період вегетації культури в окремих районах становили у травні 97,7 мм, у червні – 89,2 мм.

Науковцями доведено, що серед збудників хвороб найчисельнішою групою представлені гриби. Відносно загальної кількості фітопатогенів ця група становить 50–100%, ураження бактеріями – 12–28%, змішана інфекція, тобто ураження бактеріями та грибами одночасно – 14–35%.

На насіннєвому матеріалі сої, а надалі й на вегетуючих рослинах може проявлятися одночасно комплекс хвороб, спричинений декількома патогенами. Для обмеження шкідливості хвороб першочергове значення має контроль ураженості насіння в період зберігання. Тому Інститут зрошуваного землеробства НААН України пропонує виробникам лише сертифіковане здорове насіння сої. Для попередження розвитку хвороб сої у період вегетації важливо пам'ятати, що максимальна ефективність фунгіцидів досягається за їх профілактичного застосування.

Для захисту від комплексу грибкових хвороб сівбу проводять насінням, обробленим протруйником Максим XL 035 FS т.к.с.(1 л/т) або Февером (0,2–0,4 л/т), або Стандак Топом (1–2 л/т). У період вегетації під час боротьби з хворобами і шкідниками застосовують рекомендовані хімічні препарати. Проти хвороб сої слід використовувати Абакус (1,5 л/га) або Коронет (0,7 л/га), або Ретенго (0,5 л/га). Додаючи у бакову суміш Біогель (1,5 л/га), дозу внесення фунгіцидів можна зменшити до 30%. Найпоширенішими шкідниками сої на півдні країни є павутинний кліщ та акацієва вогнівка, проти них використовують акарициди та Бі-58 новий (0,8 л/га) або Золон (2,5 л/га), або Коннект (0,5 л/га), або Белт (0,1 л/га).

У системі біологічного захисту рослин сої можна використовувати на початку цвітіння біофунгіцид Псевдобактерін 2 (2,0 л/га), а на початку формування бобів – біофунгіцид Бактофіт (2,5 л/га) з біоінсектицидом Лепідоцид-БТУ (10,0 л/га).

– Яке значення мають умови зволоження ґрунту у період вегетації сої?

– Визначальним фактором росту й розвитку сільськогосподарських культур у Південному Степу України є природні умови, що характеризуються сприятливим кліматичним потенціалом, родючими ґрунтами та несприятливим водним режимом. У середні за погодними умовами роки гідротермічний коефіцієнт у цій зоні становить 0,5–0,7, тобто необхідна кількість вологи для формування високих рівнів урожаю сільськогосподарських культур не забезпечується надходженням її із опадами протягом вегетації, що не дає можливості повною мірою реалізувати потенціальну врожайність рослин і значно підвищує ризики ведення землеробства без регулювання умов зволоження.

За вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої, у посушливих умовах Південного Степу України першочерговим завданням є подолання дефіциту природної вологозабезпеченості за рахунок зрошення.

Підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур від зрошення може досягати 113,3–220,0%. Для регулювання умов зволоження грунту в середньому

за роки проведення досліджень зволоження посівів сої здійснюється шляхом проведення вегетаційних поливів за підтримання передполивної вологості ґрунту у період вегетації на рівні 70% найменшої вологоємності в розрахунковому шарі ґрунту 0–50 см. Упродовж вегетації рослин сої в умовах півдня України необхідно проводити 7-9 поливів нормою 500 м^3/га.

Слід підкреслити, що внаслідок рясних опадів у 2021 році (у травні – 97,7 мм, у червні – 89,2 мм) відпала необхідність проведення першого поливу насінницьких посівів сої в Інституті зрошуваного землеробства НААН.

– Коли рекомендується проводити збір урожаю сої?

– Сою збирають після опадання листя та побуріння бобів за вологості насіння 14–16%. Спосіб збирання – прямим комбайнуванням зерновими комбайнами з обов'язковим переобладнанням жаток на низький зріз рослин (6–8 см) і зменшенням частоти обертання барабана. Під час збирання сої із вологістю зерна 10–15% частоту обертання молотильного барабана комбайна регулюють у межах 400–650 об./хв. Обмолочене комбайном зерно очищають від домішок і за необхідності досушують до вологості 14%.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АЛЄКСЄЄВА С.А. 67
БІЛОУСОВА З.В. 41
БІЛЯЄВА І.М. 18
БОЙЦЕНЮК Х.І. 18
БОРУН В.В. 35
ВИНОКУРОВА Н.В. 79
ВОЖЕГОВА Р.А. 18, 91
ВОЖЕГОВ С.Г. 7
ВОРОНЮК З.С. 7
ГАМАЮНОВА В.В. 29
ГАНГУР В.В. 23
ГАРО І.М. 29
ГОРДІЄНКО О.В. 67
ГУЛЕНКО О.І. 67
ДУДЧЕНКО К.В. 7
ЄРЕМКО Л.С. 23
ЗАБАРА П.П. 91
ЗЕЛЕНЯНСЬКА Н.М. 35
КЕНЄВА В.А. 41
КЛІПАКОВА Ю.О. 41
КОЗЛЕНКО Є.В. 47
КОКОВІХІН С.В. 18
КОРОТКА І.О. 41
КОТОВСЬКА Ю.С. 75
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. 91
ЛИХОВИД П.В. 18
МАДАНІ М.М. 56
МАКУХА О.В. 61
МАРЧЕНКО Т.Ю. 91
МЕЛЬНИЧУК Ф.С. 67
МОРОЗОВ В.В. 47
МОРОЗОВ О.В. 47
ОМЕЛЯНОВА В.Ю. 75
ОСТРИК І.М. 67
ПІЛЯРСЬКА О.О. 91
САЄНКО В.О. 23
САРІКУРТ БЕДІРХАН 84
САХАЦЬКИЙ Г.І. 91
СОЛОХА М.О. 79
УМАНСЬКИЙ О.М. 7
ЦІЛИНКО М.І. 7
ШАТКОВСЬКА К.Б. 67

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.

СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.

ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!

ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
73483, Україна, м. Херсон, смт Наддніпрянське
Тел./факс: +38(0552) 361-196
e-mail: izz.ua@ukr.net
сайт: izznaan.com.ua
www.facebook.com/izz.herson

НОТАТКИ

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 8

Відповідальний секретар – Грановська Л.М.

Підписано до друку 17.09.2021 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. 13,17. Наклад 300. Зам. № 1021/380
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, Україна, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефон +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.