

Видається з 1996 року
Засновник і видавець
Сумський національний аграрний університет
Реєстраційне свідоцтво
КВ № 23688-13528 Р від 21.11.2018 р.

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
Виходить 4 рази на рік

Редакційна колегія серії

Коваленко І. М., д.б.н., професор, головний редактор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Власенко В. А., д.с.-г.н., професор, заступник головного редактора, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Кирильчук К. С., к.б.н., доцент, відповідальний секретар, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Ліпса Флорин Дениел, к.с.-г.н., доцент, Університет сільського господарства та ветеринарної медицини (Румунія)

Русу Теодор, д.с.-г.н., професор, Університет сільського господарства та ветеринарної медицини (Румунія)

Тунгуз Весна, к.с.-г.н., доцент, Університет Східного Сараєво (Боснія і Герцеговина)

Мен Фаньхуа, к.с.-г.н., головний науковий співробітник, НДІ зернових культур Академії аграрних наук Китаю (КНР)

Сметанська І. М., к.с.-г.н., д.інж.наук, професор, Університет прикладних наук Вайнштефан-Трісдорф (Німеччина)

Кашпар Ян, к.б.н., доцент, Чеський університет природничих наук (Чеська республіка)

Сопотлісва Десіслава, к.б.н., головний науковий співробітник, Інститут досліджень біорізноманіття та екосистем, Болгарська академія наук (Болгарія)

Данилик І. М., д.б.н., ст.н.с., провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України (Україна)

Дегтярьов В. В., д.с.-г.н., професор, Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва (Україна)

Дубина Д. В., д.б.н., професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (Україна)

Жатова Г. О., к.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Захарченко Е. А., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Злобін Ю. А., д.б.н., професор, Почесний професор кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету, (Україна)

Клименко Г. О., к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Куземко А. А., д.б.н., професор, ст.н.с., Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, відділ геоботаніки і екології (Україна)

Лихолат О. А., д.б.н., ст.н.с., професор, Університет митної справи та фінансів (Україна)

Мельник А. В., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Серія "Агрономія і біологія"
Випуск 1 (43), 2021

| | |
|---|----|
| Бурдуланюк А. О., Татарінова В. І., Рожкова Т. О., Ємець О. М., Деменко В. М. Фітосанітарні ризики поширення та розмноження карантинних бур'янів, контроль їх чисельності в умовах Сумської області України..... | 3 |
| Дацько О. М. Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу..... | 10 |
| Дрига В. В. Вплив вологості ложе для пророщування насіння проса прутюподібного (<i>Panicum virgatum</i> L.) на його схожість..... | 19 |
| Кравченко Н. В., Подгаєцький А. А., Бутенко Є. Ю. Потенціал сортів картоплі щодо столових якостей бульб за випробування в умовах північно-східного Лісостепу України..... | 26 |
| Польовий В. М., Яценко Л. А., Курач О. В., Ровна Г. Ф., Гук Б. В. Винос біогенних елементів продукцією ріпаку озимого залежно від застосування добрив і вапнякових меліорантів..... | 36 |
| Рожкова Т. О., Спичак Ю. І. Регулювання мікрофлори насіння пшениці озимої шляхом обприскування..... | 42 |
| Тромсюк В. Д., Бугайов В. Д. Рівень гетерозису та ступінь фенотипового домінування основних ознак продуктивності у F1 тритикале озимого..... | 49 |
| Троценко В. І., Жатова Г. О., Яценко В. М., Колосок І. О. Вплив ретардантів на ріст рослин та структуру урожайності соняшнику..... | |

Мельничук С. Д., д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Оничко В. І., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Подгаєцький А. А., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Скляр В. Г., д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Скляр Ю. Л., к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, (Україна)

Троценко В. І., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Федорчук М. І., д.с.-г.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв (Україна)

Хаблак С. Г., д.б.н., доцент, AGR group, (Україна)

Харченко О. В., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет, (Україна)

Ярошук Р. А., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «АГРОНОМІЯ І БІОЛОГІЯ» визнано фаховим виданням Категорії «Б» в галузі сільськогосподарських та біологічних наук (наказ МОН України від 24.09.2020 р. № 1188)

Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету» індексується в Міжнародних наукометричних базах Index Scopus, РИНЦ

Матеріали журналу знаходяться у вільному доступі на сайті <https://snau.edu.ua>

Усі статті проходять процедуру таємного рецензування. До публікації в журналі не допускаються матеріали, якщо є достатньо підстав вважати, що вони є плагіатом.

Відповідальність за точність наведених даних і цитат покладається на авторів. Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

У разі цитування посилання на «Вісник Сумського національного аграрного університету» обов'язкове

Друкується згідно з рішенням вченої ради Сумського національного аграрного університету (Протокол № 9 від 29.03.2021 р.)

Адреса видавця та виготовлювача:
40021, м. Суми, вул. Г. Кондратьєва, 160
Телефон: (0542)70-10-42
E-mail: visnyk.snau@gmail.com
<https://snau.edu.ua>

Тираж 300 пр.
Зам. № 4.

© Сумський національний аграрний університет, 2021

ФІТОСАНІТАРНІ РИЗИКИ ПОШИРЕННЯ ТА РОЗМНОЖЕННЯ КАРАНТИННИХ БУР'ЯНІВ, КОНТРОЛЬ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ

Бурдуланюк Алла Олександрівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9258-745
Burdalla@ukr.net

Татарінова Валентина Іванівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5008-2276
TatarinovaSNAU@gmail.com

Рожкова Тетяна Олександрівна

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-0791-9736
Rozhkova8@gmail.com

Ємець Олександр Михайлович

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1228-1439
Yemets_A@ukr.net

Деменко Віктор Михайлович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-8264-2802
Vicmix64@ukr.net

Проаналізовано забур'яненість земель різного призначення Сумської області України карантинними бур'янами: амброзією полинолистою та повитицею польовою. Дослідження проводили у 2018–2020 рр. в умовах Сумської області, яка територіально входить до складу північно-східної частини лівобережного Лісостепу України. Методика досліджень була загальноприйнятною.

У списку карантинних організмів, обмежено поширених в Україні (А-2), на території нашої країни поширені 5 видів комах, 5 збудників хвороб, 1 вид нематод та 6 видів бур'янів. На території Сумської області поширені: американський білий метелик (АБМ), золотиста картопляна нематода, амброзія полинолиста та повитиця польова. Станом на 2020 р. американський білий метелик поширений у 6 районах області: Великописарівському, Конотопському, Охтирському, Роменському, Тростянецькому та Сумському на площі відповідно 10,0; 40,0; 5,0; 167,0; 11,2 та 5,6 га. Загальна площа ураження склала 238,81 га. Золотиста картопляна нематода виявлена у 4 районах області на площі 569,95 га: Охтирський (17,19 га), Середино-Будський (140,43 га), Сумський (335,21 га) та Ямпільський (77,12 га). Амброзія полинолиста виявлена у 18 районах області (Білопільський, Буринський, Великописарівський, Глухівський, Конотопський, Краснопільський, Кролевецький, Лебединський, Липоводолинський, Недригайлівський, Охтирський, Путивльський, Роменський, Середино-Будський, Сумський, Тростянецький, Шосткинський, Ямпільський), у 209 населених пунктах, на площі 1834,3 га. Найбільша площа зараження спостерігається у Буринському, Великописарівському, Конотопському, Краснопільському районах та м. Суми: відповідно 200,7; 188,9; 237,5; 371,7 та 100,0 га. У більшості районів заражені землі несільськогосподарського призначення, винятком є лише Буринський, Конотопський, Краснопільський та Липоводолинський райони. Приватні присадибні ділянки громадян виявилися вільними від амброзії. Повитицю польову виявлено у Великописарівському районі на площі 1 га.

Ключові слова: амброзія полинолиста, повитиця польова, карантинний стан, карантинні організми, поширення.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.1>

В останні 7 років покращилися торгівельні зв'язки між Україною та Євросоюзом у результаті підписання угоди про євроінтеграцію. Економічна частина угоди була підписана 27 червня 2014 р. в ході засідання Ради ЄС Президентом

України та керівництвом Європейського Союзу і главами держав та урядів 28 держав – членів ЄС. Угодою передбачена поглиблена та всеохоплююча зона вільної торгівлі між Україною та ЄС. Угода визначає правову базу для вільного переміщення товарів, послуг, капіталів, частково робочої

сили між Україною та ЄС, а також регуляторного наближення, спрямованого на поступове входження економіки України до спільного ринку ЄС (<https://is.gd/rWwL9J>).

Разом із позитивними з економічної та політичної точок зору наслідками, ця угода є небезпечною з фітосанітарної точки зору, оскільки поглиблюється проблема проникнення та розповсюдження на території нашої держави карантинних та інших небезпечних шкідливих організмів. А для будь-якої держави фітосанітарна безпека є важливою, тому що карантинні та інші небезпечні шкідливі організми становлять реальну загрозу і за досить короткий термін можуть завдавати значних економічних збитків. Внаслідок діяльності шкідливих організмів сільгоспвиробники України втрачають щорічно понад 30 % валових зборів урожаю. Особливо це стосується організмів, які потрапляють в Україну з імпортованими вантажами і відносно яких не встановлено карантинного статусу, а також не визначено шкодочинність для рослинних ресурсів України (Stankevych, 2017). Це потребує оцінки небезпеки чужинних видів шкідливих організмів як для окремих територій, так і усієї площі нашої країни, їх економічного та сільськогосподарського значення. Саме тому дослідження у цьому напрямі є актуальними.

Фітосанітарний порядок в Україні забезпечує Департамент фітосанітарної безпеки, контролю у сфері насінництва та розсадництва Державної служби з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужба) України. Метою діяльності цієї служби є охорона території України від проникнення та розповсюдження карантинних об'єктів, запобігання отриманню шкоди від їх життєдіяльності (<http://www.consumer.gov.ua>).

На території Сумської області поширені такі карантинні шкідливі організми: американський білий метелик (*Hyphantria cunea* Drury), золотиста картопляна нематода (*Globodera rostochiensis* Wollenweber), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), повитиця польова (*Cuscuta campestris* Yunck.). Станом на 2020 р. американський білий метелик поширений у 6 районах області: Великописарівському, Конотопському, Охтирському, Роменському, Троянецькому та Сумському на площі відповідно 10,0; 40,0; 5,0; 167,0; 11,21 та 5,6 га. Загальна площа ураження склала 238,81 га. Золотиста картопляна нематода виявлена у 4 районах області на площі 569,95 га: Охтирський (17,19 га), Середино-Будський (140,43 га), Сумський (335,21 га) та Ямпільський (77,12 га).

Амброзія полинолиста і повитиця польова належать до адвентивних видів рослин (від лат. *adventicius* – зайшлий, зовнішній), поява яких у певній місцевості пов'язана не з природним флорогенезом, а здебільшого з несвідомим занесенням їх людиною з первинного ареалу в інші флористичні області або на інші континенти у процесі господарської діяльності. У флорі України налічують понад 700 адвентивних видів рослин (Borzykh, 2014).

За останні 50 років на нашій планеті відбувся демографічний вибух. За даними ООН чисельність населення Землі у 2019 році склала 7,7 млрд осіб, а до кінця 2050 року досягне 9,7 млрд. Заступник Генсека ООН Аміна Мохаммед зазначила, що нинішні демографічні тенденції призводять до серйозних екологічних, економічних і соціальних проблем. Загострюється проблема співіснування людини із природою, відчувається нестача питної води, продуктів харчування, чи-

стого повітря та енергоносіїв (<https://is.gd/khIEbq>.) Цю проблему можливо вирішити за рахунок інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур. Важливим її елементом є захист рослин від шкідливих (у тому числі і карантинних) рослин (Руупенко, 2016). Карантинні рослини – це особливо шкідливі адвентивні види, яких немає на території країни, або вони наявні обмежено і чисельність яких регулюється спеціальними заходами. З цієї точки зору найбільший ризик для України представляє продукція, що надходить з Туреччини. В продукції, що надходить із Молдови, виявляють значну кількість насіння карантинних бур'янів, порівняно з іншими країнами (Burdulaniuk et al., 2018).

Повитиця польова – однорічна рослина-паразит, яка має надзвичайно високу шкодочинність. Вона знижує врожайність сільськогосподарських культур і якість одержуваного врожаю, засмічує насіннєвий матеріал, погіршує якість кормів, що негативно впливає на здоров'я тварин. Крім того, повитиця є переносником збудників ряду вірусних захворювань рослин. Проростки паразиту мають вигляд жовтуватих ниточок, які в міру виходу на поверхню поступово подовжуються і спіралеподібно обертаються до тих пір, поки не торкнуться до рослини-господаря і почнуть вести паразитичний спосіб життя. Одна рослина утворює більше 100 тис. насінин, яке здатне проростати і на світлі, і у темряві, зберігати схожість до 6 років. Оптимальна температура для проростання від + 18 до + 30 °С. Повитиця квітує у липні–серпні. Проводять боротьбу з нею, видаляючи разом з рослиною-господарем до цвітіння, тобто до утворення насіння і спалюють. Якщо її просто подрібнити, то шматки розносяться вітром і кожен присмоктується до нової рослини, так повитиця може розселитися по всій ділянці. Плоди дозрівають у серпні–вересні (Kosolar, 2004).

У боротьбі з повитцею польовою велике значення мають профілактичні заходи. Посів проводять очищеними насінням. Очищення орного горизонту здійснюють шляхом заортання насіння бур'яну на велику глибину або стимулюють його проростання з наступним знищенням сходів поверхневою обробкою. На заражених полях із сівозміни виключають уражені культури на 5–6 років (<http://fitolab.kr.ua>).

Амброзія полинолиста – дуже небезпечний карантинний бур'ян, який зустрічається на пустирях, у дворах будинків, на дачах і у містах, уздовж автомобільних і залізничних доріг, по берегах водоймищ, біля звалищ. Своєю назву рослина отримала від пахучої мазі, якою грецькі боги натірали своє тіло. За зовнішніми ознаками амброзія полинолиста нагадує полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.). На цю схожість вказує видова назва – полинолиста (<http://surl.li/mjrv>). Бур'ян дуже шкодочинний, на забур'яненних полях зниження врожаю сягає 50 %. Рослина має потужну кореневу систему до 4 метрів, утворює велику надземну біомасу й затіняє польові культури. Амброзія полинолиста створює високу конкуренцію польовим культурам за споживанням поживних речовин і води. На утворення 1 т сухої речовини рослина споживає із ґрунту близько 950 т води, 24–33 кг азоту, 5–8 кг фосфору, 32 кг калію. Амброзія полинолиста, за відсутності стримуючих факторів (хвороб та шкідників), швидко розповсюджується, перемагаючи у конкуренції з місцевими видами, захоплює нові території (List & Isles, 2015). Внаслідок надмірного висушування та виснаження

ґрунту урожайність польових культур суцільного посіву знижується на 25–40 %, а просапних на 40–60 % і більше (Neilyk, 2008).

Пилок амброзії є одним із найагресивніших алергенів, здатним поряд з алергічною реакцією, викликати астму. У людей опухають слизові оболонки верхніх дихальних шляхів та очей, з'являється нежить і слюзотеча, чхання, підвищення температури, розвивається астма. При цьому не обов'язково, щоб рослина росла десь поряд з житлом людини, так як пилок може переміщуватися на значні відстані з допомогою вітру. Ніяка інша рослина не здатна так впливати на людину (Agnew et al., 2018). Для боротьби з *A. artemisiifolia* здійснюють обстеження земель: сільськогосподарських угідь, узбіч та схилів доріг, територій станцій, пунктів ввезення, приймання, зберігання та використання засміченого матеріалу, прилеглих до них територій (у радіусі 3 км). При виявленні, бур'ян потрібно скошувати не менше 3–4 разів за літо. На великих площах слід застосовувати гербіциди (<http://surl.li/mjrv>).

Метою досліджень було встановити поширеність карантинних бур'янів на землях сільськогосподарського та іншого призначення Сумської області, рекомендувати ефективну систему заходів попередження їх проникнення та розповсюдження.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились упродовж 2018–2020 рр. в умовах Сумської області, що територіально входить до північно-східної частини лівобережного Лісостепу України. Ця територія характеризується помірним, континентальним кліматом з помірно холодною зимою з відлигами і теплим літом. Найбільш холодними місяцями (за багаторічними середніми даними) є січень та лютий, теплими – липень і серпень. Абсолютний мінімум температур повітря спостерігається у січні, максимум – у серпні. Середньорічна (середньодобова) температура повітря впродовж 2018–2020 рр. коливалась від +7,9 до +9,7 °С, тривалість безморозного періоду у межах 230–235 днів. За середнім багаторічним показником у регіоні випадає 597–600 мм опадів, при цьому більша частина припадає на період квітень–жовтень. Загалом, потрібно відмітити перевищення температур до середнього багаторічного показника, кількість опадів не відрізнялась від середньостатистичних показників.

Методика досліджень була загальноприйнятною (Yeshchenko et al., 2005). Для своєчасного виявлення вогнищ бур'яну проводяться обстеження земельних угідь: узбіч та схилів основних автомобільних і залізничних магістралей, територій станцій, по яких перевозиться сільськогосподарська продукція; пунктів ввезення, приймання, зберігання та використання засміченого матеріалу, а також прилеглих до них територій; сільськогосподарських угідь. Використовували окомірний спосіб обліку забур'яненості амброзією полинолистою та повитицею польовою. Окомірний метод обліку бур'янів полягає в тому, що поле проходять по діагоналі і через рівні проміжки реєструють бур'яни. Дані спостережень оцінюють за чотирибальною шкалою, де 1 бал – бур'яни у фітоценозі поодинокі, а 4 бали – рослин більше ніж інших рослин, і вони їх пригнічують.

Результати. У списку карантинних організмів, обмежено поширених в Україні (А-2), на території нашої держави поширені 5 видів комах, 5 збудників хвороб, 1 вид нематод, 6 видів

бур'янів. У список регульованих некарантинних шкідливих організмів (Б-3) занесено 3 види комах, 5 – хвороб, 2 – нематоди, 1 вид бур'янів (<http://surl.li/ttid>). На території Сумської області поширені такі карантинні організми сільськогосподарських культур: американський білий метелик (АБМ), золотиста картопляна нематода, амброзія полинолиста, повитиця польова.

Батьківщиною амброзії полинолистої є Північна Америка. В Україні цей бур'ян уперше виявлено у 1914 році в с. Кудашівка Дніпропетровської області. Після 50-х років ХХ ст. амброзія почала активно «крокувати» у північному і західному напрямках України. Вперше у Сумській області амброзію полинолисту було виявлено в 1972 році на полях поблизу с. Самоївка Краснопільського району (<https://is.gd/foAqmv>). Засмічує всі польові культури (особливо просапні й ярі зернові), овочеві, плодові, виноград, пасовища. При експорті зернових та олійних культур країни-імпортери вимагають відсутність у вантажі насіння амброзії полинолистої. А це додаткові витрати на очищення зерна від насіння амброзії для сільськогосподарських виробників (<https://is.gd/D1SJhH>). Розвиваючи потужну надземну масу й кореневу систему, амброзія сильно пригнічує культурні рослини та виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин. Крім конкуренції за елементи живлення й вологу, амброзія впливає аделопатично активними речовинами як на проростання насіння, так і на ріст культурних рослин. При сильному засміченні посівів амброзією полинолистою врожайність культур значно знижується. Крім цього, при збиранні врожаю засмічених посівів пізньостиглих культур (коноплі, соняшник, люцерна, насінники овочевих), у нього потрапляє насіння амброзії, яке досить важко відокремити. В таких випадках необхідні додаткові фінансові витрати на очищення насінневого матеріалу. При засміченні посівів багаторічних і однорічних трав на зелений корм, а також луків і пасовищ, якість корму знижується. У рослинах амброзії утворюється 0,07–0,15 % (відносно сирової маси) гірких речовин і ефірних масел. При згодовуванні корму з амброзією коровам смак молока стає гірким (<http://surl.li/mjrv>).

Амброзію полинолисту можна назвати екологічно небезпечним бур'яном. Добре відомо, що пилок амброзії викликає у людей захворювання – амброзійний поліноз. У період цвітіння амброзії від цього захворювання страждає величезна кількість населення. У людей знижується працездатність, опухають слизові оболонки верхніх дихальних шляхів та очі, з'являється нежить і слюзотеча, розвивається астма. Від материнської рослини насіння може переноситися на значні відстані з водними потоками (талими водами навесні, по струмках, ярах, річках). Насіння довго тримається на поверхні води, тому що в ньому є повітряний мішок (між сім'янкою й оплодом), і, крім того, поверхня оплодня має гідрофобні властивості й довго не розмокає (до 2 годин). Розповсюдженню бур'яну сприяють: вітер (у зимовий період, коли з нескошених рослин облітає насіння й сповзає по сніговому покриву); птахи, для яких насіння амброзії є кормом; транспорт (колеса тракторів, автомашин й інших транспортних засобів); взуття людей, до якого насіння прилипає разом із ґрунтом. Насіння *A. artemisiifolia* може потрапити у регіони, вільні від цього бур'яну, з вітчизняним та імпортованим насінням і продовольчим зерном, продуктами переробки зерна (соевий шрот, комбікорми та ін.), відходами від пере-

робки насіння сільськогосподарських культур (макуха соняшникова, відходи насіння люцерни або конюшини та ін.), із силосом, сіном, соломом, з підстилкою у вантажних автомобілях, з розсадою й іншими матеріалами (Neilyk, 2008).

Станом на 2020 рік *A. artemisiifolia* виявлена у 18 районах Сумської області, у 209 населених пунктах, на площі 1834,28 га. (табл. 1). Амброзія полинолиста виявлена у таких районах: Білопільський, Буринський, Великописарівський, Глухівський, Конотопський, Краснопільський, Кролевецький, Лебединський, Липоводолинський, Недригайлівський, Охтирський, Путивльський, Роменський, Середино-Будський,

Сумський, Тростянецький, Шосткинський та Ямпільський. Найбільша площа зараження спостерігається в Буринському, Великописарівському, Конотопському, Краснопільському районах, м. Суми: відповідно 200,70; 188,95; 237,46, 371,70 і 100,03 га. В переважній більшості районів заражено землі не сільськогосподарського призначення. Виключенням є лише Буринський, Конотопський, Краснопільський та Липоводолинський райони. Приватні присадибні ділянки громадян виявилися вільними від амброзії.

Таблиця 1

Зараженість земель Сумської області *A. artemisiifolia*

| № | Найменування районів, міст | Заражено, шт. | | | Площа зараження, га | | | | кількість карантинних зон |
|---------|----------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------|---------------------------|
| | | населених пунктів | присадибних ділянок | господарств всіх форм власності | на присадибних ділянках | в господарствах усіх форм власності | на інших землях | всього | |
| 1 | Білопільський | 15 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 54,00 | 54,00 | 17 |
| 2 | Буринський | 5 | 0 | 1 | 0,00 | 182,00 | 18,70 | 200,70 | 6 |
| 3 | Великописарівський | 33 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 188,95 | 188,95 | 34 |
| 4 | Глухівський | 6 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 9,55 | 9,55 | 6 |
| 5 | Конотопський | 12 | 0 | 1 | 0,00 | 78,60 | 158,85 | 237,45 | 14 |
| 6 | Краснопільський | 22 | 0 | 2 | 0,00 | 278,50 | 93,20 | 371,70 | 22 |
| 7 | Кролевецький | 5 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 15,50 | 15,50 | 5 |
| 8 | Лебединський | 20 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 50,90 | 50,90 | 20 |
| 9 | Липоводолинський | 11 | 0 | 0 | 0,00 | 18,00 | 26,70 | 46,00 | 11 |
| 10 | Недригайлівський | 6 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 36,50 | 36,50 | 6 |
| 11 | Охтирський | 19 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 139,00 | 139,00 | 20 |
| 12 | Путивльський | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1,50 | 1,50 | 1 |
| 13 | Роменський | 6 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 43,15 | 43,15 | 6 |
| 14 | Середино-Будський | 2 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 4,40 | 4,40 | 3 |
| 15 | Сумський | 15 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 86,70 | 86,70 | 16 |
| 16 | Тростянецький | 20 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 76,70 | 76,70 | 22 |
| 17 | Шосткинський | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 57,80 | 57,80 | 3 |
| 18 | Ямпільський | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 6,50 | 6,50 | 1 |
| 1. | м. Глухів | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 2,10 | 2,10 | 1 |
| 2. | м. Конотоп | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 50,61 | 50,61 | 1 |
| 3. | м. Лебедин | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 11,90 | 11,90 | 1 |
| 4. | м. Охтирка | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 25,70 | 25,70 | 1 |
| 5. | м. Ромни | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 11,34 | 11,34 | 1 |
| 6. | м. Суми | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 100,03 | 100,03 | 1 |
| 7. | м. Шостка | 1 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 5,60 | 5,60 | 1 |
| Всього: | | 209 | 0 | 5 | 0,00 | 557,10 | 1275,89 | 1834,30 | 220 |

Повитиця польова (*C. campestris* Yunck.) є об'єктом внутрішнього карантину Сумської області. Станом на 2020 р. цей бур'ян виявлено у Великописарівському районі на площі 1 га (<http://surl.li/mjrh>). Повитиця польова – карантинний бур'ян, що живиться за рахунок рослини-господаря, на якій паразитує. Рослина не має ні коренів, ні листків. Найчастіше страждають від них польові культури: люцерна, льон, вика, буряк, морква, картопля, цибуля, тощо. Уражені рослини спочатку слабнуть, а потім призупиняють ріст і розвиток, поступово гинуть. Крім того, повитиці є переносниками вірусних хвороб (Vorzykh, 2014). Паразитичні рослини роду *Cuscuta* або взагалі не мають хлорофілу, або містять його лише у невеликій кількості і зазвичай не мають фотосинтетичної активності. Тільки кілька видів *Cuscuta* все ще демонструють залишковий фотосинтез (García et al., 2014; Hibberd et al., 1998).

Обговорення. В сільському господарстві найбільш важливі види повитиці *C. species*, *C. campestris* та

C. pentagona, які поширені майже по всьому світу і мають широкий спектр господарів. *C. campestris* паразитує на багатьох різних рослинах з *Brassicaceae*, *Leguminosae*, *Solanaceae* та інших таксонів, негативно впливаючи на ріст і врожайність заражених господарів, а також значно впливає на структуру і функції рослинних угруповань, заражених цими паразитами. Повитиця може завдати значної шкоди молодим багаторічним бобовим культурам (люцерна або конюшина). Збиток, нанесений цим культурам, складається в основному у зниженні врожайності свіжої біомаси, яка може перевищувати 50 %, і значному зниженні виробництва насіння люцерни (Press et al., 1999).

При вивченні впливу повитиці польової на фізіологічні та анатомічні зміни у необробленому гербіцидами цукровому буряку (Saric-Krmanovic et al., 2017) було встановлено зменшення товщини губчатих тканин, що прямо вплинуло на товщину мезофілу листя у рослин, заражених *C. campestris*. У дослідженнях, проведених у Канаді, було встановлено, що у

заражених цукрових буряків повитиця значно зменшила площу провідних тканин, а також гідравлічну провідність черешка, порівняно з незараженими рослинами. Повитиця викликала значне зниження вмісту пігментів у заражених рослинах люцерни (15–68 %) і цукрових буряків (1–54 %). Результати, отримані в цьому дослідженні, підтвердили, що ця рослина-паразит впливає на більшість анатомічних параметрів стебла і листя люцерни, а також листка і черешка цукрових буряків. Також було виявлено, що повитиця збільшує вміст N, P₂O₅, K₂O й органічні поживні речовини у заражених рослинах люцерни, в той час як заражені рослини цукрових буряків мали більш високий вміст азоту та органічних поживних речовин, порівняно з незараженими рослинами (Saric-Krsmancic et al., 2019).

Дослідженнями, проведеними у 2014 році у степовій зоні України (Vorzykh, 2012), встановлено, що через зміни погодних умов та технологій вирощування більшості сільськогосподарських культур такі бур'яни, як амброзія полинолиста, гірчак рожевий та повитиця польова займають значні території. У більшості південних областей ці бур'яни ростуть не лише вздовж автошляхів, залізничних колій, зерносховищ, складів, але і часто їх виявляють у посівах, де вони забруднюють урожай і ускладнюють його збирання, що суттєво позначається на якості одержаної продукції.

На острові Зміїний (Чорне море, Україна) у 2003–2010 рр. був проведений флоро-генетичний аналіз фітобіоти. Було виявлено 197 видів рослин із 139 родів та 46 родин, що належать до 3 класів та 2 відділів. Одним із видів була повитиця польова, яка була занесена на острів туристами, фахівцями і будівельниками (Vasylieva et al., 2019).

У дослідженні, проведеному у Румунії, встановлено, що *A. artemisiifolia* завдає великої шкоди і є реальною основною загрозою для агробіорізноманіття. Через цю рослину відбуваються величезні втрати у сільському та лісовому господарствах країни (Niculescu et al., 2019).

Амброзія полинолиста була одним із головних засмічувачів посівів соняшнику в умовах Приазов'я. При проведенні дослідження було встановлено, що при засміченні посівів соняшнику амброзією на перших етапах розвитку культури, слід очікувати суттєвого зниження урожайності. Чим доросліша культурна рослина, тим менше чутливою вона стає до засміченості бур'янами. В дослідженні для боротьби з бур'янами використовували гербіциди класу сульфонілсечовини (Hrynkо & Taradun, 2018). На чорноземах центрального Передкавказзя, на основі комплексної оцінки агрофізичних й агробіологічних факторів родючості, проведені дослідження по визначенню оптимальних умов обробітку ґрунту під соняшник. Було встановлено, що оранка знижує засміченість бур'янами, у тому числі і амброзією полиноистою. Зменшення глибини оранки, чи використання дискування не сприяє зменшенню засміченості посівів соняшнику бур'янами. Також було встановлено, що амброзія полинолиста мала аделопатичний вплив на проростання насіння редиски та соняшнику. Водна витяжка з наземних органів *A. artemisiifolia* у співвідношенні (5 : 50) мала сильний негативний вплив на проростання насіння соняшнику, коли проросло не більше 30 % насіння (Kasmpun, 2004).

Разом із негативним ставленням до амброзії полиноистої як до шкодочинної рослини, деякі дослідники зазначали лікарські властивості рослини. В дослідженнях, прове-

дених в умовах Національного фармацевтичного університету, вивчали елементний склад амброзії. В ході дослідження елементного складу трави, листя, стебел, плодів та коренів амброзії полиноистої було виявлено не менше 19 елементів. В усіх досліджуваних видах сировини амброзії полиноистої переважали такі елементи, як калій, кальцій, силіцій, магній та фосфор. Установлено, що найбільший сумарний вміст елементів спостерігався в листі амброзії. Достатньо високий вміст макро- та мікроелементів дозволяє вважати амброзію полинолисту перспективним джерелом мінеральних елементів та пояснює її використання у народній медицині при різноманітних захворюваннях опорно- рухового апарату (Horiacha & Zhuravel, 2014).

Висновки. *A. artemisiifolia* виявлена у 18 районах Сумської області (Білопільський, Буринський, Великописарівський, Глухівський, Конотопський, Краснопільський, Кролевецький, Лебединський, Липоводолинський, Недригайлівський, Охтирський, Путивльський, Роменський, Середино-Будський, Сумський, Тростянецький, Шосткинський, Ямпільський), в 209 населених пунктах, на площі 1834,28 га. Найбільша площа зараження спостерігається в Буринському, Великописарівському, Конотопському, Краснопільському районах, м. Суми і складає відповідно 200,70; 188,95; 237,46; 371,70 та 100,03 га. В переважній більшості районів заражено землі не сільськогосподарського призначення, виключенням є лише Буринський, Конотопський, Краснопільський та Липоводолинський райони. Приватні присадибні ділянки громадян виявилися вільними від амброзії.

Повитиця польова (*C. campestris*) є об'єктом внутрішнього карантину Сумської області. Цей бур'ян виявлено у Великописарівському районі на площі 1 га.

Так як *A. artemisiifolia* та *C. campestris* є особливо небезпечними адвентивними видами бур'янів, це вимагає особливої уваги до заходів боротьби із ними. В умовах Сумської області пропонуємо дотримуватись інструкції з виявлення, локалізації та ліквідації вогнищ карантинних бур'янів (<http://surl.li/vsks>). Ця інструкція визначає порядок здійснення комплексу фітосанітарних заходів із виявлення, локалізації і ліквідації вогнищ карантинних бур'янів. Вона є обов'язковою для виконання юридичними та фізичними особами, які займаються вирощуванням, вивезенням, ввезенням, заготівлею, переробкою, зберіганням, перевезенням, реалізацією та використанням підкарантинних матеріалів і об'єктів. Інструкція встановлює: посилення карантинних заходів, спрямованих на недопущення потрапляння та поширення бур'янів у вільні від них райони із заражених районів. Важливо своєчасно проводити обстеження схилів доріг та узбіч, територій станцій, пунктів ввезення, приймання, зберігання та використання засміченого посівного матеріалу, прилеглих до них територій (в радіусі не менше 3 км), сільськогосподарських угідь. При виявленні карантинних бур'янів негайно проводити локалізацію та ліквідацію. Необхідно знищити рослини одразу після виявлення, оптимально ще до початку цвітіння та плодоношення, адже амброзія розмножується тільки насінням. Скошені рослини треба знищити: спалити або закопати, щоб пилок з них не продовжував поширюватись. При виявленні значних площ, заражених амброзією полиноистою, застосовувати гербіциди, дозволені до використання в Україні. Використовувати запобіжні заходи боротьби, до яких відносять очищення посівного матеріалу від насіння бур'янів. З агротех-

нічних методів боротьби використовувати правильне чергування культур у сівозміні. Проводити обробку ґрунту та догляд за посівами, спрямовані на зниження запасів насіння даного виду бур'яну в ґрунті й запобігання повторного за-

смічення як ґрунту, так і врожаю сільськогосподарських культур. На дуже засмічених амброзією землях, кращим заходом по очищенню ґрунту від запасів насіння є використання чистого пару, де, за правильного обробітку, засміченість бур'яном знижується на 70–80 %.

Бібліографічні посилання:

1. Agnew, M., Banic, I., Lake, I. R., Goodess, C., Grossi, C. M., Jones, N. R., Plavec, D., Epstein, M., & Turkalj, M. (2018). Modifiable Risk Factors for Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Allergy and Disease in Children: A Case-Control Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1339. doi: 10.3390/ijerph15071339.
2. Ahrarnyi sektor Ukrainy. Buriyani. Ambrozija polynolycta. [Weeds. Ambrosia artemisiifolia]. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/mjrv> (in Ukrainian).
3. Borzykh, O. I. (2012). Fitocanitarna bezpeka Ukrainy [Phytosanitary safety of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roclyn*, 58, 3–8. (in Ukrainian).
4. Borzykh, O. I. (2014). Karantynni buriyani v Ukraini [Quarantine weeds in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 8, 11–14. (in Ukrainian).
5. Burdulaniuk, A. O., Rozhkova, T. O., & Tatarynova, V. I. (2018). Ocnovy karantynu roclyn [Basics of plant quarantine]. *Navchalnyi posibnyk. SNAU, Sumy*, 151 (in Ukrainian).
6. Den'. V OON nazvaly chyselnist naseleennia Zemli [The OUN named the population of the Earth]. [Electronic resource]. Access mode: <https://is.gd/khlEbq> (in Ukrainian).
7. Derzhavna sluzhba Ukrainy z bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv [State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection]. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.consumer.gov.ua> (in Ukrainian).
8. Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv. Derzhavna ustanova "Kirovohradska oblasna fitosanitarna laboratoriiia" [State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection. Kirovohrad Regional Phytosanitary Laboratory State Institution]. [Electronic resource]. Access mode: <http://fitolab.kr.ua/> (in Ukrainian).
9. Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv. Derzhavna ustanova "Ternopil'ska oblasna fitosanitarna laboratoriiia". [State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection. Ternopil Regional Phytosanitary Laboratory State Institution *Cuscuta campestris*]. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/ttid> (in Ukrainian).
10. Derzhavna ustanova «Sum'ska oblasna fitosanitarna laboratoriiia» [Sumy Regional Phytosanitary Laboratory]. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/mjgy> (in Ukrainian).
11. Garcia, M. A., Costea, M., Kuzmina M., & Stefanovic, S. (2014). Phylogeny, character evolution, and biogeography of *Cuscuta* (dodders; *Convolvulaceae*) inferred from coding plastid and nuclear sequences. *Am. J.*, 101, 670–690. doi: 10.3732/ajb.1300449.
12. Hibberd, J. M., Bungard, R. A., Press, M. C., Jeschke, W. D., Scholes, J. D., & Quick, W. P. (1998). Localization of photosynthetic metabolism in the parasitic angiosperm *Cuscuta reflexa*. *Planta*, 205, 506–513. doi: 10.1007/s004250050349.
13. Holovne upravlinnia Derzhprodsposhyzsluzhby v Sum'skii oblasti. [The main department of the State Consumer Service in Sumy region]. *Upravlinnia fitosanitarnoi bezpeky*. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/mjrh> (in Ukrainian).
14. Horiacha L. M., & Zhuravel, I. O. (2014). Elementnyi sklad ambrozii polynolyctoi (*Ambrosia artemisiifolia*) [Elemental composition. (*Ambrosia artemisiifolia*)]. *Ukrainkyi medychnyi almanakh*, 17(1), 145–146 (in Ukrainian).
15. Hrynko A. V., & Taradyn S. A. (2018) Ekonomycheskaia otsenka prymereneniya pochvennykh herbytsydov na podsolnechnyke [Economic evaluation of the use of soil herbicides on sunflower]. *Ekonomyka y byznes: teoriya y praktyka, Nauchnyi zhurnal*. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/mmja> (in Russian).
16. Infoindustriia. Vash putevodytel v myre ahroindustry. Ambrozija polynolysta [Infoindustry. Your guide to the world of the agroindustry]. [Electronic resource]. Access mode: <https://is.gd/D1SJhH> (in Russian).
17. Kasmynyn, H. H. (2004). Effektivnost' osnovnoj obrabotki pochvy v upravlenii faktorami pochvennogo plodorodija pri vozdeylivani podsolnechnika na chernozeme vyshhelachennom Central'nogo Predkavkaz'ja [The effectiveness of the main tillage in the management of soil fertility factors in the cultivation of sun flower on leached black soil of the Central Ciscaucasia]. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/mmj> (in Russian).
18. Kosolap, M. P. (2004). Herbolohiia [Herbology]. *Navchalnyi posibnyk. Aristei, Kyiv*, 367 (in Ukrainian).
19. List Vasc. Pl., Isles, Br. (2015). Biological Flora of the British Isles. *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Ecology*, 103, 1069–1098, 135, 74, 1 doi: 10.1111/1365-2745.12424
20. Neilyk, M. M. (2008). Herbolohichni monitorynh ahrotsenoziv ta osoblyvosti poshyrennia ambrozii polynolyctoi u Vinnytskii oblasti. Kormy i kormovyrobnytstvo [Herbological monitoring of agrocenoses and peculiarities of *Ambrosia artemisiifolia* L. distribution]. *Mizhvidomchy tematychnyi naukovyi zbirnyk*, 60, 79–82 (in Ukrainian).
21. Niculescu, M., Fagaras, M. M., Olaru, L. A., & Niculescu, L. (2016). The corology, egology and phytosociology of the *Ambrosia artemisiifolia* L., invasive alien plantin the southwestern part of Romania. *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference: Sofia: Surveying Geology & Mining Ecology Management (SGEM)*. Sofia, 3, 363–370. doi: 10.5593/SGEM2016/HB63/S08.047.
22. Press, M. C., Scholes, J. D., & Watling, J. R. (1999). Parasitic plants: physiological and ecological interactions with their hosts. *Physiological plant ecology*. Blackwell Science, Oxford, UK, 175–197. doi: 10.1093/aob/mcn214.

23. Pro zatverdzhennia Instruksii z vyjavlennia, lokalizatsii ta likvidatsii vohnyshch karantynnykh burianiv [About the statement of the instruction on detection, localization and liquidation of the centers of quarantine weeds]. [Electronic resource]. Access mode: <http://surl.li/vsks>
24. Pylypenko, L. A. (2016). Analiz fitocanitarnoho ryzyku rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmv, vidsutnykh v Ukraini [Analysis of phytosanitary risk of regulated pests absent in Ukraine], Koloobih, Kyiv, 56 (in Ukrainian).
25. Samotoivka. Wikipedia. [Electronic resource]. Access mode: <https://is.gd/foAqmv>
26. Saric-Krsmanovic, M., Bozic, D., Radivojevic, L., & Umiljendic, J. G. (2019). Vrbnicinin Response of alfalfa and sugar beet to field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) parasitism: a physiological and anatomical approach. *Canadian Journal of Plant Science*, 99–209. doi.org/10.1139/CJPS-2018-0050.
27. Saric-Krsmanovic, M. M., Bozic, D. M., Radivojevic, L. M., Gajic Umiljendic, J. S., & Vrbnicinin, S. P. (2017). Effect of *Cuscuta campestris* parasitism on the physiological and anatomical changes in untreated and herbicide-treated sugar beet. *J. Environ. Sci. Health, Part B: Pestic., Food Contam., Agric. Wastes*, 52, 812–816. doi: 10.1139/cjps-2018-0050.
28. Skálová, H. Guo WenYong, Wild, J. & Pyšek, P. (2017). *Ambrosia artemisiifolia* in the Czech Republic: history of invasion, current distribution and prediction of future spread, *Preslia*, 89(1), 1–16. doi: 10.23855/preslia.2017.001
29. Stankevych, S. V. (2017). Metody ohliadu ta ekspertyzy pidkarantynnykh materialiv [Methods of inspection and examination of quarantine materials]. *Navch. Posibnyk. FOP Brovin O.V., Kharkiv*, 255 (in Ukrainian).
30. Uhoda pro asotsiatsiiu. Uriadovi portal [Association Agreement. Government portal]. [Electronic resource]. Access mode: <https://is.gd/rWwL9J> (in Ukrainian).
31. Vasylieva, T. V., Kovalenko, S. H., & Nemertsalov, V. V. (2017). Floro-henetychnyi analiz fitobioty ostrova Zmiinyi (Chorne more, Ukraina) [Floro-genetic analysis of Snake Island (Black Sea, Ukraine)]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahogichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: Biologia*, 2, 16–20 (in Ukrainian).
32. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., & Kostohryz, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruch [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Diia, Kyiv*, 186 (in Ukrainian).

Burdulanyuk A. O., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Tatarynova V. I., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Rozhkova T. O., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Yemets O. M., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Demenko V. M., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

PHYTOSANITARY RISK OF SPREAD AND REPRODUCTION OF QUARANTINE ORGANISMS, CONTROL OF THEIR NUMBER IN THE CONDITIONS OF THE SUMY REGION OF UKRAINE

The littering of lands of different purposes of Sumy region of Ukraine, with quarantine weeds of ragweed and field cover was analyzed. The research was conducted in 2018–2020 in the conditions of Sumy region, which is territorially part of the north-eastern part of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. Research methods are generally accepted.

In the list of quarantine organisms of limited distribution in Ukraine (A-2), 5 species of insects, 5 diseases, 1 nematode and 6 species of weeds are widespread in our country. *Hyphantria cunea*, *Globodera rostochiensis*, *Ambrósia artemisiifolia*, *Cuscuta campestris* Yuncker are widespread in the Sumy region. *H. cunea* is distributed in 6 districts of the region: Velykopysarivsky, Konotop, Okhtyrsky, Romensky, Trostyanetsky and Sumy on the area of 10.0; 40.0; 5.0; 167.0; 11.2; 5.6 hectares, respectively. The total affected area was 238.81 hectares. *G. rostochiensis* was found in 4 districts of the region: Okhtyrsky (17.19), Seredino-Budsky (140.43), Sumy (335.21), Yampil'sky (77.12), on an area of 569.95 hectares. *A. artemisiifolia* was found in 18 districts of the region: (Bilopil'sky, Buryn'sky, Velykopysarivsky, Glukhiv'sky, Konotop, Krasnopil'sky, Krolevets, Lebedyn'sky, Lipovodolinsky, Nedrygailiv'sky, Okhtyrsky, Putivl'sky, Romensky, Seredino-Budsky, Sumy, Trostyanetsky, Shostkyn'sky, Yampil'sky) settlements, on the area of 1834.3 hectares. The largest area of infection is observed in Buryn, Velykopysarivsky, Konotop, Krasnopil districts, Sumy: respectively 200.7; 188.9; 237.5; 371.7; 100.0 hectares. In most districts, non-agricultural lands are infected, with the exception of Buryn, Konotop and Krasnopil and Lipovodolinsky districts. Private homesteads of citizens were free of ragweed. *C. campestris* was found in Velykopysarivsky district on the area of one hectares.

Key words: *Ambrosia artemisiifolia*, *Cuscuta campestris* Yuncker, quarantine condition, quarantine organisms, distribution hectares

Дата надходження до редакції: 22.02.2021 р.

РОСЛИННІ ПРОБІОТИКИ: ВПЛИВ НА РОСЛИНИ В УМОВАХ СТРЕСУ

Дацько Оксана Миколаївна

аспірантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-9610-3087

datsko.oksana.nikol@gmail.com

Світове сільське господарство стоїть на порозі нової революції. Агровиробники прагнуть використовувати менше мінеральних добрив та пестицидів і при цьому отримувати високі врожаї. Одним із інструментів, що можуть сприяти цьому, є рослинні пробіотики. Тому мета цієї статті дослідити вплив корисних мікроорганізмів на сільськогосподарські культури, а саме на те які бактерії чи гриби можуть сприяти в боротьбі рослин проти стресу від посухи, засоленних ґрунтів чи патогенів. Важливим аспектом дослідження стала також інформація про те, що мікроорганізми позитивно впливають на поглинання рослинами поживних речовин. Всі ці фактори негативно впливають на вирощування кукурудзи на силос (*Zea mays L.*), особливо в умовах швидкої зміни клімату. Для проведення дослідження було проаналізовано літературні джерела зарубіжних та вітчизняних авторів. В результаті дослідження було з'ясовано, що на стрес від посухи у посівах кукурудзи впливає *Azospirillum lipoferum*. На засоленних ґрунтах рослини кукурудзи краще переживають стрес за інокуляції рослин *Pseudomonas syringae*, *Enterobacter aerogenes*, *P. fluorescens*, *Bacillus aquimaris*, *Serratia liquefaciens*, *Gracilibacillus*, *Staphylococcus*, *Virgibacillus*, *Salinicoccus*, *Bacillus*, *Zhihengliuella*, *Brevibacterium*, *Oceanobacillus*, *Exiguobacterium*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Halomonas* та ін. Дію на патогени в посівах кукурудзи виявляють *Pseudomonas fluorescens*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Pseudomonas*, *Bacillus cereus*. На засвоєння рослинами кукурудзи поживних речовин впливають *Pseudomonas alcaligenes*, *Bacillus polymyxa*, *Mycobacterium phlei*, *Burkholderia*, *Bacillus spp.*, *Herbaspirillum*, *Enterobacteriales*, *Streptomyces pseudovenezuelae*, *Ruminobacter amylophilus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Enterococcus faecium*, Арбускулярні мікоризні гриби, *Enterobacter E1S2*, *Klebsiella MK2R2*, *Bacillus B2L2*, *Azospirillum brasilense*, *Micromonospora*, *Streptomyces*, *Bacillus*, *Hyphomicrobium*, *Rhizobium*, *Azohydromonas spp.*, *Azospirillum spp.* та інші. Цікавим фактом, що було виявлено в результаті цієї статті стало те, що деякі мікроорганізми можуть виявляти позитивну дію на рослину-господаря не лише в одному напрямку як наприклад, *Pseudomonas fluorescens*.

Ключові слова: пробіотики, *Zea mays L.*, стрес від посухи, стрес від засолення ґрунту, патогени.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>

Вступ. Зелена революція внесла свої корективи у розвиток сільського господарства у кожній країні світу. Було створено нові сорти, які покращили продовольчу безпеку (Kharchenko et al., 2019). Однак, всі ці сорти були розраховані на вирощування за мінерального удобрення (Martínez-Hidalgo et al., 2019; Zakharchenko, 2019). Зараз світ стоїть на порозі нової революції. Сільське господарство сьогодення орієнтоване на зменшення використання синтетичних добрив чи пестицидів (Ciccillo et al., 2002). Натомість використовуючи біологічні засоби удобрення чи захисту рослин (Zakharchenko & Martynenko, 2017; Mischenko et al., 2017; Zakharchenko & Tkachenko, 2017). Одним із засобів, що може сприяти вирощуванню сільськогосподарських культур без використання мінеральних добрив, стали пробіотики. Південна Америка – приклад широкого поширення пробіотиків у світі, де інокулянтами із вмістом *Azospirillum sp.* обробляють близько 3,5 млн. га (Artyszak & Gozdowski, 2020). Поняття «пробіотики» як таке з'явилося на початку 20-го століття завдяки відкриттю І. Мечникова (Carro & Nouioui, 2017). Серед тих, що використовуються у сільському господарстві, вирізняють рослинні про- та пребіотики. Рослинні пробіотики – це живі мікроорганізми, які при застосуванні у необхідній концентрації, приносять користь здоров'ю рослин і зазвичай складаються з ризобактерій, стимулюючих ріст рослин (PCPP). В свою чергу, PCPP – це бактерії, які, переважно, виділені із ризосфери чи ризоплану і сприяють росту рослин, пригнічують ґрунтові фітопатогени та мобілізують поживні речовини рослин (Kremer, 2017; Santos et al. 2020). Існують також пребіотики, які покращують різноманіття мікробів за рахунок природних продуктів, які вони містять у своєму складі. Зазвичай,

пребіотики – це агропромислові відходи (компост, перегній, мул стічних вод та ін.) (Vassileva et al., 2020).

Для того, щоб зрозуміти, яку важливу роль відіграють мікроорганізми в агроєкосистемі, необхідно відновити систему «мікробіота-ґрунт-рослина» (Walker et al., 2020; Sharma et al., 2017). Рослина-господар отримує поживні речовини не лише завдяки фотосинтезу, а й кореневій системі. В свою чергу, на кореневій системі, і у ризосфері (Pandey et al., 2012), живуть різноманітні мікроорганізми (бактерії, мікоризні гриби, нематоди та ін.). Коріння рослин виділяє низькомолекулярні ексудати (Carrion et al., 2018), які приваблюють мікроорганізми. В той же час мікробіота сильно впливає на живлення рослин шляхом мінералізації органічних поживних речовин та перетворення неорганічних поживних речовин, тобто пришвидшують кругообіг та використання поживних речовин (Iyanyi, 2020; Yu & Hochholdinger, 2018; Rajper, 2015; Schmidt et al., 2016; Dutta, & Bora, 2019; Singh et al., 2019; Zhatova & Trotsenko, 2017;). Також мікроорганізми виділяють такі сполуки як індол-3-оцтова кислота, сидерофори або 1-аміноциклопропан-1-карбонова кислота, що допомагають при солубілізації фосфору та фіксації азоту (Marag et al., 2018; Menéndez & Raço, 2020; Liu et al., 2019). Для захисту рослин від стресу (екстремальна температура, рН, засоленість ґрунту чи засуха) мікроорганізми виділяють фітогормони і екзополісахариди (Woo & Pere, 2018; Spence et al., 2012). Важливою функцією ризосферно-асоційованих мікроорганізмів є захист рослини-господаря від патогенів (Lombardi et al., 2018). Хоча не всі пробіотичні інокулянти можуть виявляти позитивний вплив. Дослідженнями Й. Гершковіч та ін. було встановлено, що застосування *Azospirillum brasilense* не

порушує досліджувані природні популяції (Herschkovitz et al., 2005). Проте, у дослідженні П. С. Маварда та ін., де було проаналізовано більше 100 джерел, встановлено, що у 80 % випадків після інокуляції, ґрунтова мікрофлора вже не повертається до попереднього стану (Mawarda et al., 2020), тобто змінюється.

Пробіотичні організми різняться своїм видовим складом для кожної рослини, а серед однакових видів рослин можуть відрізнятися залежно від умов середовища (Teotia et al., 2017; Jansson & Hofmockel, 2020). Прикладом цього є дослідження Б. А. Мете та ін., в якому було доведено, що на трьох польових ділянках в умовах посухи мікробні угруповання відрізнялись між собою (Methe et al., 2020). Проте, дослідження Х. С. Манчінг та ін. (Manching et al., 2017), які були зосереджені на встановленні зміни кількості мікроорганізмів упродовж вегетаційного періоду кукурудзи довели, що змін мікробіоти на листках рослин майже не відбувалось. Ф. Чічілло та ін. (Ciccillo et al., 2002) при вивченні різних способів внесення ґрунтових пробіотиків довели, що при інокуляції насіння кількість мікробіоти у ризосфері зменшилась, тоді як при внесенні їх у ґрунт кількість бактерій збільшилась. Однак, для оптимального впливу мікроорганізмів на рослину-господаря потрібно не лише правильно застосувати пробіотик, а й мати відповідні умови. З. Х. Перваїз та ін. (Pervaiz et al., 2020) довели, що на мікробіоту ґрунту може впливати тип ґрунту, коливання температури і вологи, рН ґрунту, наявність кисню та поживних речовин (Abatenh et al., 2017).

При вирощуванні кукурудзи на силос дуже важливо зменшити вплив всіх вище наведених негативних факторів,

оскільки вони впливають як на урожайність, так і на якість отриманого врожаю. Вплив пробіотиків на урожайність, біометричні показники (Jarak et al., 2012; von Felten, 2010; Naveed et al., 2014; Narayan et al., 2021; Gomes et al., 2018; Mrkovacki et al., 2014; Young et al., 2013; Mowafy et al., 2021; Vidotti et al., 2019; Fernández et al., 2012) та схожість (Ahmad et al., 2012; Bradáčová et al., 2019; Kimmelshue et al., 2019) зернової кукурудзи були широко вивчені. Тому, метою цього дослідження було встановлення корисних пробіотичних організмів та їх позитивний вплив для кукурудзи на силос в умовах посухи, засоленних ґрунтів, впливу на засвоєння поживних речовин, а також дію на патогени.

Результати. Вплив пробіотиків на стреси від посухи.

Важливим фактором при вирощуванні кукурудзи є доступна волога. Однак, за останні роки її кількість у вегетаційний період культури на силос є непередбачуваною. За даними Гідрометцентру України сумарна кількість опадів (за середніми показниками) складає 346 мм з квітня по вересень, у той час, коли за сезон необхідна кількість опадів складає 450–600 мм (Basanets', 2020). Мікроорганізми кореневої зони, або ризосфери, сприяють захисту рослин від посухи за допомогою різних механізмів дії на рослину-господаря. За допомогою вироблення гіберелінів, абсцизової кислоти, індол оцтової кислоти, фітогормонів та інших продуктів життєдіяльності мікроорганізми ризосфери сприяють посиленню механізмів протистояння до посухи (табл. 1) (Yarullina et al., 2014). Деякими дослідженнями було встановлено, що грибові організми краще захищають рослину-господаря від посухи, ніж бактеріальні, завдяки розгалуженій мережі гіфів (Alori et al., 2017).

Таблиця 1

Мікроорганізми, які сприяють рослині-господарю під час стресу від посухи

| Мікроорганізм | Речовина | Культура | Посилання |
|--|---|---|-----------------------------|
| <i>Achromobacter piechaudii</i> ARV8 | 1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа | <i>Capsicum annuum</i> , <i>Solanum lycopersicum</i> | Dubey et al., 2018 |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> штами (VUPF5, CHA0, T17-4); <i>Bacillus subtilis</i> штами (Bs96, BsVRU, BsVRU1) | Пролін, цукри, загальні фенольні сполуки, фенілаланін-аміачна ліаза, ензими | <i>Cucumis sativus</i> L. | Saberi et al., 2018 |
| <i>Azospirillum lipoferum</i> | Абсцизова кислоти і гібереліни | <i>Zea mays</i> L. | Vandenbergh et al., 2017 |
| <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas otitidis</i> , <i>Pseudomonas sp.</i> | Фермент 1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа | <i>Glycine max</i> (L.) Merr | Dubey et al., 2021 |
| <i>Raenibacillus polymyxa</i> | Формує біоплівку | Озима пшениця | Kim & Anderson et al., 2018 |

Вплив пробіотиків на засвоєння рослинами елементів живлення. Питання засвоєння рослинами тих чи інших елементів живлення зазвичай стоїть надзвичайно гостро під час вирощування сільськогосподарських культур. Адже нестача будь-якого макро- чи мікроелемента може призвести

до втрат урожаю (Yeremko & Bridnya, 2020). Використовуючи ґрунтові пробіотики, можна знизити цю нестачу екологічно чистим способом (Hussain et al., 2020). У таблиці 2 відображено вплив ґрунтових пробіотиків на кукурудзу.

Таблиця 2

Вплив ґрунтових пробіотиків на кукурудзу

| Назва мікроорганізму | Ефект | Посилання |
|---|---|--|
| <i>Pseudomonas alcaligenes</i> , <i>Bacillus polymyxa</i> , <i>Mycobacterium phlei</i> | Стимулюють розвиток і засвоєння рослинами N, P і K в ґрунті з низьким вмістом поживних речовин і на солонцях | Kremer, 2017 |
| <i>Pseudomonas spp.</i> | Покращують розвиток кукурудзи в умовах стресу від посухи, збільшують вагу сухої маси рослин і урожайність Підвищують вологу масу кореня і стебла | Kremer, 2017; Cohen et al., 2009; Jarak et al., 2012 |
| <i>Agrobacterium sp.</i> штам NGB-11, <i>Flavobacterium sp.</i> штам NGB-31 | У складі біоінокулянта вплинули на довжину кореня і пагонів у сходах кукурудзи (тепличні умови) | Youseif, 2018 |
| (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pseudomonas putida</i> біотип А) + 1-аміноциклопропан-1-карбонова кислота | Сприяли збільшенню довжини кореня і стебла, а також збільшенню свіжої біомаси проростків | Shaharoona et al., 2006 |

| Назва мікроорганізму | Ефект | Посилання |
|---|--|--|
| <i>Burkholderia</i> | Продукуює сидерофори за умови низького вмісту розчинного заліза у ґрунті | Spence et al., 2012 |
| <i>Bacillus spp.</i> | Покращили поглинання поживних речовин, висоту рослин, підвищили кореневу та листову біомасу в умовах стресу від посухи Продукують сидерофори та сприяють фіксації калію | Moreno-Galván et al., 2020; Menendez & Garcia-Fraile, 2017; Jarak et al., 2012 |
| <i>Herbaspirillum, Enterobacteriales</i> | Сприяють фіксації азоту | Menendez & Garcia-Fraile, 2017 |
| <i>Klebsiella oxytoca, Serratia marcescens, Pseudomonas aeruginosa</i> + суперабсорбуючий полімер | Впливають на підвищення росту та урожайності рослин під час стресу від посухи | Yaseen et al., 2020 |
| <i>Azospirillum</i> + <i>Pseudomonas</i> ; <i>Azospirillum</i> + <i>Rhizobium</i> + <i>Pseudomonas</i> . | Впливають на швидкість сходів кукурудзи (лабораторні умови) | Khokhar et al., 2006 |
| <i>Streptomyces pseudovenezuelae</i> + поліетиленгліколь | Збільшує довжину кореня | Chukwuneme et al., 2020 |
| <i>Ruminobacter amylophilus, Fibrobacter succinogenes, Enterococcus faecium</i> | Стимулюють ріст, а також сприяють солюбілізації фосфору, поглинанню нітрогену та утворенню індол оцтової кислоти і сидерофорів | Mello et al., 2020 |
| Арбускулярний мікоризний гриб | Викликав накопичення загального цукру і білка, який служить для збільшення сухої речовини пагонів та кореня, однак не вплинув на стрес від посухи | Abd El-Samad et al., 2019 |
| <i>Enterobacter E1S2, Klebsiella MK2R2, Bacillus B2L2</i> | Пришвидшують схожість зерна кукурудзи | Elsayed et al., 2019 |
| <i>Azospirillum brasilense</i> | Посилює надходження поживних речовин | Yadav et al., 2017 |
| <i>Micromonospora, Streptomyces, Bacillus, Hyphomicrobium, Rhizobium, Burkholderia, Azohydromonas spp.</i> | Надають рослині здатність відчувати і реагувати на посуху | Lakshmanan et al., 2014 |
| <i>Azospirillum spp.</i> | Сприяє збільшенню кількості сухої речовини і Mg у рослині | Bildirici, 2020 |

Вплив пробіотиків на рослину-господаря в умовах засолених ґрунтів. Засоленість ґрунтів може призвести до зменшення врожаю у засушливих та напівзасушливих регіонах. Сіль може природним чином виникати в надрах або потрапляти у ґрунт із зрошувальною водою (Munns & Gilliham, 2015). В Україні кількість земель, що відносять до засолених складає 4 млн. га (Курчук et al., 2007). Майже таку ж площу займають посіви кукурудзи на зерно 4,0–4,5 млн. га (Kolisnyk et al., 2019). Засоленість викликає низький водний потенціал

у ґрунті. Рослини поглинають солі одночасно із водою і часто накопичують іони Na⁺ та Cl⁻, які внаслідок механізмів дисбалансу іонів є токсичними для клітин рослин. Внаслідок цього може порушуватись ферментативна активність клітин. Ці фактори викликають різні реакції у рослин, що проявляються різноманітними симптомами як на рівні клітини, так і на рівні органу (Otlewska et al., 2020; Yan et al., 2015). Для зменшення впливу солей при вирощуванні кукурудзи можна використовувати пробіотики (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив пробіотиків на кукурудзу, що росте на засолених ґрунтах

| Назва мікроорганізму | Механізм | Посилання |
|---|--|---------------------------|
| <i>Pseudomonas syringae, Enterobacter aerogenes, P. fluorescens</i> | 1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа | Egamberdieva et al., 2019 |
| <i>Gracilbacillus, Staphylococcus, Virgibacillus, Salinicoccus, Bacillus, Zhihengliuella, Brevibacterium, Oceanobacillus, Exiguobacterium, Pseudomonas, Arthrobacter, Halomonas</i> | 1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа, формування ауксинів та біоплівки | Aslam & Ali, 2018 |
| <i>Bacillus aquimaris</i> штам DY-3 | Індол оцтова кислота | Li & Jiang, 2017 |
| <i>Azospirillum brasilense</i> штам Ab-V5, <i>Rhizobium tropici</i> штам CIAT | Пролін та антиоксидантні ензими | Fukami et al., 2018 |
| <i>Serratia liquefaciens</i> KM4 | Антиоксидантні ензими, аскорбінова кислота, глутатіон, виробництво осмопротекторів | El-Esawi et al., 2018 |
| <i>Bacillus safensis</i> штам HL1HP11 і <i>Bacillus pumilus</i> HL3RS14, <i>Kocuria rosea</i> HL1RP8, <i>Enterobacter aerogenes</i> AT1HP4 і <i>Aeromonas veronii</i> AT1RP10 | пролін, гліцин бетаїн та малоновий диальдегід | Mukhtar et al., 2020 |

Вплив пробіотиків на патогени. Важливим фактором, що впливає на вирощування органічної кукурудзи на силос є патогенні організми та захист від них. При вирощуванні органічної продукції існує чіткий регламент використання біодобрив та засобів захисту рослин. Тому бактеріальні ор-

ганізми можуть мінімізувати вплив патогенів на рослину-господаря (Spence et al., 2012). Знання щодо динаміки структури мікробної спільноти ґрунту, може принести користь при формуванні екологічно обґрунтованих методів захисту рослин (Mazzola, 2004) (табл. 4).

Пробіотики, які впливають на патогенні мікроорганізми

| Пробіотик | Культура | Патоген | Хвороба/ шкідник | Посилання |
|--|----------------------|---|---|--|
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | <i>Zea mays</i> L. | <i>Gaeumannomyces graminis</i> | Офіобольозна гниль | Agaras et al., 2017; Couillerot et al., 2009 |
| <i>Fusarium oxysporum</i> | <i>Beta vulgaris</i> | <i>Heterodera schachtii</i> | Ґрунт заражений цистами <i>H. schachtii</i> | Borneman & Becker, 2007 |
| <i>Fusarium verticillioides</i> | <i>Zea mays</i> L. | <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>Ochrobactrum pituitosum</i> , <i>Herbaspirillum frisingense</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Curtobacterium pusillum</i> , <i>Chryseobacterium indologenes</i> . | Фітофтороз сходів | Niu et al., 2020 |
| <i>Pseudomonas</i> | <i>Zea mays</i> L. | <i>Fusarium oxysporum</i> | Коренева гниль | Agaras et al., 2015 |
| <i>Bacillus cereus</i> штам B25 | <i>Zea mays</i> L. | <i>Fusarium verticillioides</i> | Коренева гниль | Martinez-Álvarez et al., 2016 |
| <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> | <i>Zea mays</i> L. | - | <i>Spodoptera frugiperda</i> | Ramos et al., 2020 |

Вплив пробіотиків на здоров'я ґрунту. Однією із важливих функцій пробіотиків є покращення здоров'я ґрунту. Здоров'я ґрунту – дуже широке поняття, що визначається як стійка здатність сільськогосподарських ґрунтів функціонувати та процвітати як екосистема, яка підтримує життєздатність мікробів, рослин, комах і тварин (Pervaiz et al., 2020). Ґрунти України потребують змін у сільськогосподарській діяльності. Вміст гумусу щороку падає, а поля, хоч і локально, але забруднені важкими металами та пестицидами, забезпеченість ґрунтів мікроелементами низька (Yatsuk, 2015; Zhatova & Lavruk, 2013). Ці забруднення впливають не лише на ґрунт і рослини, але й на мікроорганізми. Одним із перших «дзвіночків» про початок деградації ґрунтів може стати зміна мікробіоти (Ayangbenro & Babalola, 2021). Пробіотики надають чудову можливість для управління якістю ґрунту (Majeed et al., 2018). Так, за впливу важких металів α -протеобактерії вдвічі збільшили час поділу, а кількість *Cytophaga*

Flavobacterium у ґрунті зменшилась більш, ніж на дві третини (Kent & Triplett, 2002). Однак, арбускулярні мікоризні гриби здатні переносити різноманітний діапазон концентрації металів у ґрунті (Kumar & Singh, 2019). А кількість *Pythium* spp. при застосуванні гліфосатів або паракватів на бобових полях збільшується (Wolmarans, 2013).

Висновки. Таким чином, з отриманих даних можна зробити висновки, що пробіотики дійсно мають позитивний вплив на рослини та ґрунт. Деякі з мікроорганізмів, наприклад *Pseudomonas fluorescens*, можуть впливати не лише на біометричні показники рослини-господаря, а й захищати від хвороб. Ця тема потребує більш широкого вивчення у відношенні до кукурудзи на силос, оскільки у літературних джерелах немає детально описаних пробіотичних організмів, що можуть сприяти органічному вирощуванню даної культури.

Бібліографічні посилання:

- Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegaye, Z., & Wassie, M. (2017). The role of microorganisms in bioremediation-A review. *Open Journal of Environmental Biology*, 2(1), 038–046. doi: 10.17352/ojeb.000007
- Abd El-Samad, H. M., & Abd El-Hakeem, K. N. S. (2019). Strategy Role of Mycorrhiza Inoculation on Osmotic Pressure, Chemical Constituents and Growth Yield of Maize Plant Grown under Drought Stress. *American Journal of Plant Sciences*, 10(6), 1102–1120. doi: 10.4236/ajps.2019.106080
- Agaras, B. C., Scandiani, M., Luque, A., Fernández, L., Farina, F., Carmona, M., Gally M., Romero A., Wall, L., & Valverde, C. (2015). Quantification of the potential biocontrol and direct plant growth promotion abilities based on multiple biological traits distinguish different groups of *Pseudomonas* spp. isolates. *Biological Control*, 90, 173–186. doi: 10.1016/j.biocontrol.2015.07.003.
- Agaras, B. C., Wall, L. G., & Valverde, C. (2017). *Pseudomonas* Communities in Soil Agroecosystems. Chapter 6. In: *Advances in PGPR Research 1st ed.* Edited by Harikesh B. Singh, Birinchi K. Sarma, Chetan Keswani. Boston, MA: CABI, 126–147.
- Ahmad, I., Ahmad, T. K. A., Basra, S. M., Hasnain, Z., & Ali, A. (2012). Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1127–1137. doi: 10.5897/AJB11.2266
- Alori, E. T., Dare, M. O., & Babalola, O. O. (2017). Microbial inoculants for soil quality and plant health. In *Sustainable agriculture reviews*. Springer, Cham, 281–307. doi: 10.1007/978-3-319-48006-0_9
- Artyszak, A., & Gozdowski, D. (2020). The effect of growth activators and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the soil properties, root yield, and technological quality of sugar beet. *Agronomy*, 10(9), 1262. doi: 10.3390/agronomy10091262
- Aslam, F., & Ali, B. (2018). Halotolerant bacterial diversity associated with *Suaeda fruticosa* (L.) forssk. improved growth of maize under salinity stress. *Agronomy*, 8(8), 131. doi: 10.3390/agronomy8080131
- Ayangbenro, A.S., & Babalola, O.O. (2021). Reclamation of arid and semi-arid soils: The role of plant growth-promoting archaea and bacteria. *Current Plant Biology*, 25. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100173

10. Basanets, O. (2020). Growing corn (full technology). Superahronom. Access mode: <https://superahronom.com/articles/367-viroschuvannya-kukurudzi-povna-tehnologiya> (in Ukrainian)
11. Bildirici, N. (2020). Effects of probiotic bacteria on plants. In: Current researches in agriculture, forestry and aquaculture sciences. Edited by Prof. Atılgan Atılgan, Assoc. Prof. Burak Saltuk. Izmir. 167–181.
12. Borneman, J., & Becker, J. O. (2007). Identifying microorganisms involved in specific pathogen suppression in soil. Annual review of phytopathology, 45. 153–172. doi: 10.1146/annurev.phyto.45.062806.094354
13. Bradáčová, K., Sittinger, M., Tietz, K., Neuhäuser, B., Kandeler, E., Berger, N., Ludewig, U., & Neumann, G. (2019). Maize inoculation with microbial consortia: contrasting effects on rhizosphere activities, nutrient acquisition and early growth in different soils. Microorganisms, 7(9), 329. doi: 10.3390/microorganisms7090329
14. Carrión, V. J., Cordovez, V., Tyc, O., Etalo, D. W., de Bruijn, I., de Jager, V., Medema, M. H., Eberl, L., & Raaijmakers, J. M. (2018). Involvement of Burkholderiaceae and sulfurous volatiles in disease-suppressive soils. The ISME journal, 12(9), 2307–2321. doi: 10.1038/s41396-018-0186-x
15. Carro, L., & Nouioui, I. (2017). Taxonomy and systematics of plant probiotic bacteria in the genomic era. AIMS microbiology, 3(3), 383–412. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.383
16. Chukwuneme, C. F., Babalola, O. O., Kutu, F. R., & Ojuederie, O. B. (2020). Biochemical and Molecular Characterization, and Bioprospecting of Drought Tolerant Actinomycetes from Maize Rhizosphere Soil. bioRxiv. The print server for biology. doi: 10.1101/2020.05.13.094003
17. Ciccillo, F., Fiore, A., Bevivino, A., Dalmastrì, C., Tabacchioni, S., & Chiarini, L. (2002). Effects of two different application methods of Burkholderia ambifaria MCI 7 on plant growth and rhizospheric bacterial diversity. Environmental Microbiology, 4(4), 238–245.
18. Cohen, A. C., Travaglia, C. N., Bottini, R., & Piccoli, P. N. (2009). Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic Azospirillum in the alleviation of drought effects in maize. Botany, 87(5), 455–462. doi: 10.1139/B09-023
19. Couillerot, O., Prigent-Combaret, C., Caballero-Mellado, J., & Moënne-Loccoz, Y. (2009). Pseudomonas fluorescens and closely-related fluorescent pseudomonads as biocontrol agents of soil-borne phytopathogens. Letters in Applied Microbiology, 48, 505–512. doi: 10.1111/j.1472-765X.2009.02566.x
20. Dubey, A., Saiyam, D., Kumar, A., Hashem, A., Abd_Allah, E. F., & Khan, M. L. (2021). Bacterial Root Endophytes: Characterization of Their Competence and Plant Growth Promotion in Soybean (Glycine max (L.) Merr.) under Drought Stress. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(3), 931. doi: 10.3390/ijerph18030931
21. Dubey, R. K., Tripathi, V., Edrisi, Sheikh, A. E., Bakshi, M., Dubey, P. K., Singh, A., Verma, J. P., Singh, A., Sarma, B. K., Raskhit, A., Singh, D. P., Singh, H. B., & Abhilash, P. C. (2018). Role of plant growth-promoting microorganisms in sustainable agriculture and environmental remediation. Chapter 5. In: Advances in PGPR Research 1st ed. Edited by Harikesh B. Singh, Birinchi K. Sarma, Chetan Keswani. Boston, MA: CABI, 75–125.
22. Dutta, J., & Bora, U. (2019). Rhizosphere microbiome and plant probiotics. In: New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, 273–281. doi: 10.1016/B978-0-12-818258-1.00018-2
23. Egamberdieva, D., Wirth, S., Bellingrath-Kimura, S. D., Mishra, J., & Arora, N. K. (2019). Salt-tolerant plant growth promoting rhizobacteria for enhancing crop productivity of saline soils. Frontiers in microbiology, 10, 2791. doi: 10.3389/fmicb.2019.02791
24. El-Esawi, M. A., Alaraidh, I. A., Alsahli, A. A., Alzahrani, S. M., Ali, H. M., Alayafi, A. A., & Ahmad, M. (2018). Serratia liquefaciens KM4 improves salt stress tolerance in maize by regulating redox potential, ion homeostasis, leaf gas exchange and stress-related gene expression. International journal of molecular sciences, 19(11), 3310. doi: 10.3390/ijms19113310
25. Elsayed, A., Fawzy, M. M., Gebreil, A. S., & Mowafy, A. M. (2019). Endophytes isolated from wheat and Phragmites and their effect on maize grain priming: project. [Electronic resource]. Access mode: https://www.researchgate.net/publication/334192892_Endophytes_isolated_from_wheat_and_Phragmites_and_their_effect_on_maize_grain_priming
26. Felten, A. (2010). The role of Pseudomonas fluorescens in the promotion of maize growth and health within a microbial consortium containing Azospirillum spp. and Glomus spp.: molecular tools to monitor P. fluorescens inoculants and the impact on native fluorescent pseudomonads and mycotoxigenic fungi. (Doctoral dissertation, ETH Zurich). doi: 10.3929/ethz-a-006245281
27. Fernández, L., Agaras, B., Zalba, P., Wall, L. G., & Valverde, C. (2012). Pseudomonas spp. isolates with high phosphate-mobilizing potential and root colonization properties from agricultural bulk soils under no-till management. Biology and fertility of soils, 48(7), 763–773. doi: 10.1007/s00374-012-0665-6
28. Fukami, J., Osa, K., Ollero, F. J., Megias, M., & Hungria, M. (2018). Co-inoculation of maize with Azospirillum brasilense and Rhizobium tropici as a strategy to mitigate salinity stress. Functional Plant Biology 45, 328–339. doi: 10.1071/FP17167
29. Gomes, E. A., Lana, U. G. P., Quensen, J. F., Sousa, S. M., Oliveira, C. A., Guo, O. J., Guimarães, L. J. M., & Tiedje, J. M. (2018). Root-associated microbiome of maize genotypes with contrasting phosphorus use efficiency. Phytobiomes, 2(3), 129–137. doi: 10.1094/PBIOMES-03-18-0012-R
30. Herschkovitz, Y., Lerner, A., Davidov, Y., Okon, Y., & Jurkevitch, E. (2005). Azospirillum brasilense does not affect population structure of specific rhizobacterial communities of inoculated maize (Zea mays). Environmental microbiology, 7(11), 1847–1852. doi: 10.1111/j.1462-2920.2005.00926.x
31. Hussain, A., Zahir, Z. A., Ditta, A., Tahir, M. U., Ahmad, M., Mumtaz, M. Z., Hayat, K., & Hussain, S. (2020). Production and implication of bio-activated organic fertilizer enriched with zinc-solubilizing bacteria to boost up maize (Zea mays L.) production

and biofortification under two cropping seasons. *Agronomy*, 10(1), 39. doi: 10.3390/agronomy10010039

32. Iyanyi, N. G. (2020). Identification of fungal organisms associated with the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.): basic molecular techniques. *Nigeria Agricultural Journal*, 51(2), 399–405.

33. Jansson, J. K., & Hofmockel, K. S. (2020). Soil microbiomes and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 18(1), 35–46. doi: 10.1038/s41579-019-0265-7

34. Jarak, M., Mrkovački, N., Bjelić, D., Joscason, D., Hajnal-Jafari, T., & Stamenov, D. (2012). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. *African Journal of Microbiology Research*, 6(27), 5683–5690. doi: 10.5897/AJMR12.759

35. Kent, A. D., & Triplett, E. W. (2002). Microbial communities and their interactions in soil and rhizosphere ecosystems. *Annual Reviews in Microbiology*, 56(1), 211–236.

36. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I., Prasol, V., Pshychenko, O., & Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife scientific journal*, 8(1), 113–119.

37. Mischenko, Y. G., Zakharchenko, E. A., Berdin, S. I., Kharchenko, O. V., Ermantraut, E. R., & Masyk, I. M. (2019). Herbo-logical monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agroecosystem. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 209–219.

38. Khokhar, S. N., Khan, M. A., Afzal, A., & Ahmed, R. (2006). Interaction of diazotrophs with phosphorus solubilizing bacteria: their effect on seed germination, growth and grain yield of maize, under rainfed conditions. *Int. J. Biol. Biotech*, 3(4), 773–777.

39. Kim, Y. C., & Anderson, A. J. (2018). Rhizosphere pseudomonads as probiotics improving plant health. *Molecular plant pathology*, 19(10), 2349–2359. doi: 10.1111/mpp.12693

40. Kimmelshue, C., Goggi, A. S., & Cademartiri, R. (2019). The use of biological seed coatings based on bacteriophages and polymers against *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis* in maize seeds. *Scientific reports*, 9(1), 1–11. doi: 10.1038/s41598-019-54068-3

41. Kolisnyk O. M., Butenko A. O., Malynka L. V., Masik I. M., Onychko V. I., Onychko T. O., Kriuchko L. V., & Kobzhev, O. M. (2019). Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 33–37.

42. Kremer, R. J. (2017). Biotechnology impacts on soil and environmental services. In: *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*. Chapter 16. Editors: M. M. Al-Kaisi, B. Lowery, 353–375. Elsevier. Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-805317-1.00016-6

43. Kumar, S., & Singh, J. (2019). Impact of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in global sustainable environments. In: *Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi*. 419–436. Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-25506-0_17

44. Kupchuk, V. I., Ivanina, V. V., Nesterov, H. I., Tonkha, O. L., Li, M., & Metyu, H. (2007). *Grundy Ukrayiny: vlastyosti, henezys, menezhment rodyuchosti* [Soils of Ukraine: properties, genesis, fertility management]. *Navchalnyy posibnyk*. Kondor, Kyiv, 414 (in Ukrainian).

45. Lakshmanan, V., Selvaraj, G., & Bais, H. P. (2014). Functional soil microbiome: belowground solutions to an aboveground problem. *Plant physiology*, 166(2), 689–700. doi: 10.1104/pp.114.245811

46. Li, H. Q., & Jiang, X. W. (2017). Inoculation with plant growth-promoting bacteria (PGPB) improves salt tolerance of maize seedling. *Russian Journal of Plant Physiology*, 64, 235–241. doi: 10.1134/S1021443717020078

47. Liu, H., Macdonald, C. A., Cook, J., Anderson, I. C., & Singh, B. K. (2019). An ecological loop: host microbiomes across multitrophic interactions. *Trends in ecology & evolution*, 34(12), 1118–1130. doi: 10.1016/j.tree.2019.07.011.

48. Lombardi, N., Vitale, S., Turrà, D., Reverberi, M., Fanelli, C., Vinale, F., Marra, R., Ruocco, M., Pascale, A., d'Errico, G., Woo, S. L., Lorito, M. (2018). Root exudates of stressed plants stimulate and attract *Trichoderma* soil fungi. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 31(10), 982–994. doi: 10.1094/MPMI-12-17-0310-R

49. Majeed, A., Muhammad, Z., & Ahmad, H. (2018). Plant growth promoting bacteria: role in soil improvement, abiotic and biotic stress management of crops. *Plant cell reports*, 37(12), 1599–1609. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2341-2>

50. Manching, H. C., Carlson, K., Kosowsky, S., Smitherman, C. T., & Stapleton, A. E. (2017). Maize phyllosphere microbial community niche development across stages of host leaf growth. *F1000Research*, 6. doi: 10.12688/f1000research.12490.3

51. Marag, P. S., Suman, A., & Gond, S. (2018). Prospecting endophytic bacterial colonization and their potential plant growth promoting attributes in hybrid maize (*Zea mays* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 7, 1292–1304. doi: 10.20546/ijcmas.2018.703.154

52. Martínez-Álvarez, J. C., Castro-Martínez, C., Sánchez-Peña, P., Gutiérrez-Dorado, R., & Maldonado-Mendoza, I. E. (2016). Development of a powder formulation based on *Bacillus cereus* sensu lato strain B25 spores for biological control of *Fusarium verticillioides* in maize plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(5), 75. doi: 10.1007/s11274-015-2000-5

53. Martínez-Hidalgo, P., Maymon, M., Pule-Meulenbergh, F., & Hirsch, A. M. (2019). Engineering root microbiomes for healthier crops and soils using beneficial, environmentally safe bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 65(2), 91–104. doi: 10.1139/cjm-2018-0315

54. Mawarda, P. C., Le Roux, X., van Elsas, J. D., & Salles, J. F. (2020). Deliberate introduction of invisible invaders: A critical appraisal of the impact of microbial inoculants on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 148. doi: 10.1016/j.soilbio.2020.107874

55. Mazzola, M. (2004). Assessment and management of soil microbial community structure for disease suppression. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 42, 35–59.

56. Mello, L. D. P. S., Santos, A. C., Santos, R. M., Kandasamy, S., Lazarovits, G., & Rigobelo, E. C. (2020) Application of the bacterial strains *Ruminobacter amylophilus*, *Fibrobacter succinogenes* and *Enterococcus faecium* for growth promotion in maize and soybean plants. doi: 10.21475/ajcs.20.14.12.2937.pdf
57. Menendez, E., & Garcia-Fraile, P. (2017). Plant probiotic bacteria: solutions to feed the world. *AIMS microbiology*, 3(3), 502–524. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.502
58. Menéndez, E., & Paço, A. (2020). Is the application of plant probiotic bacterial consortia always beneficial for plants? Exploring synergies between rhizobial and non-rhizobial bacteria and their effects on agro-economically valuable crops. *Life*, 10(3), 24. doi: 10.3390/life10030024
59. Methe, B.A., Hiltbrand, D., Roach, J., Xu, W., Gordon, S.G., Goodner, B.W., Stapelton, A.E. (2020) Functional gene categories differentiate maize leaf drought-related microbial epiphytic communities. *PLoS ONE*, 15(9). doi: 10.1371/journal.pone.0237493
60. Moreno-Galván, A., Romero-Perdomo, F. A., Estrada-Bonilla, G., Meneses, C. H. S. G., & Bonilla, R. R. (2020). Dry-caribbean *Bacillus* spp. strains ameliorate drought stress in maize by a strain-specific antioxidant response modulation. *Microorganisms*, 8(6), 823. doi: 10.3390/microorganisms8060823
61. Mowafy, A. M., Fawzy, M. M., Gebreil, A., & Elsayed, A. (2021). Endophytic *Bacillus*, *Enterobacter*, and *Klebsiella* enhance the growth and yield of maize. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 1–10. doi: 10.1080/09064710.2021.1880621
62. Mrkovacki, N., Djalovic, I., Jockovic, D., Jarak, M., & Bijelic, D. (2014). Efficiency of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on agronomic characteristics and yield of maize and sugarbeet. In *Book of proceedings: Fifth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 23–26, 221–228.
63. Mukhtar, S., Zareen, M., Khaliq, Z., Mehnaz, S. & Malik, K. (2020), Phylogenetic analysis of halophyte-associated rhizobacteria and effect of halotolerant and halophilic phosphate-solubilizing biofertilizers on maize growth under salinity stress conditions. *J Appl Microbiol*, 128, 556–573. <https://doi.org/10.1111/jam.14497>
64. Munns, R. & Gilliam, M. (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost? *New phytologist*, 208(3), 668–673. doi: 10.1111/nph.13519
65. Narayan, O. P., Verma, N., Jogawat, A., Dua, M., & Johri, A. K. (2021). Sulfur transfer from the endophytic fungus *Serendipita indica* improves maize growth and requires the sulfate transporter *SiSulT*. *The Plant Cell*. doi: 10.1093/plcell/koab006
66. Naveed, M., Mitter, B., Yousaf, S., Pastar, M., Afzal, M., & Sessitsch, A. (2014). The endophyte *Enterobacter* sp. FD17: a maize growth enhancer selected based on rigorous testing of plant beneficial traits and colonization characteristics. *Biology and fertility of soils*, 50(2), 249–262.
67. Niu, B., Wang, W., Yuan, Z., Sederoff, R. R., Sederoff, H., Chiang, V. L., & Borriss, R. (2020). Microbial Interactions Within Multiple-Strain Biological Control Agents Impact Soil-Borne Plant Disease. *Frontiers in Microbiology*, 11, 2452. doi: 10.3389/fmicb.2020.585404
68. Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., & Pinzari, F. (2020) When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant*. doi: 10.3389/fpls.2020.553087
69. Pandey, P., Bisht, S., Sood, A., Aeron, A., Sharma, G. D., & Maheshwari, D. K. (2012). Consortium of plant-growth-promoting bacteria: Future perspective in agriculture. Chapter 10. In: *Bacteria in agrobiolgy: plant probiotics*. Editor Maheshwari, D. K. Springer, Berlin, Heidelberg. 185–200.
70. Pervaiz, Z. H., Iqbal, J., Zhang, Q., Chen, D., Wei, H., & Saleem, M. (2020). Continuous cropping alters multiple biotic and abiotic indicators of soil health. *Soil Systems*, 4(4), 59. Access mode: <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040059>
71. Rajper, A. M. (2015). Assessing the role of probiotics for the enhancement of soil quality under cover crops. (Doctoral dissertation, University of Missouri–Columbia). Access mode: <https://hdl.handle.net/10355/50186>
72. Ramos, Y., Taibo, A. D., Jiménez, J. A., & Portal, O. (2020). Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1–6. doi: 10.1186/s41938-020-00223-2
73. Saberi Riseh, R., Fathi, F., & Moradzadeh Eskandari, M. (2018). The effect of some probiotic bacteria in induction of drought tolerance in cucumber plants. *Advanced Research in Microbial Metabolites & Technology*, 1(2), 113–127. doi: 10.22104/ARMMT.2019.861
74. Santos, A. C., Kandasamy, S., & Rigobelo, E. C. (2020). *Bacillus cereus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Succinivibrio dextrinosolvens* promoting the growth of maize and soybean plants. *African Journal of Microbiology Research*, 14(5), 189–197. doi: 10.5897/AJMR2020.9322
75. Schmidt, J. E., Bowles, T. M., & Gaudin, A. (2016). Using ancient traits to convert soil health into crop yield: impact of selection on maize root and rhizosphere function. *Frontiers in Plant Science*, 7, 373. doi: 10.3389/fpls.2016.00373
76. Shaharoona, B., Arshad, M., & Zahir, Z. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing ACC deaminase on maize (*Zea mays* L.) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna radiata* L.). *Letters in Applied Microbiology*, 42, 155–159. doi: 10.1111/j.1472-765X.2005.01827.x
77. Sharma, V., Salwan, R., & Sharma, P. N. (2017). The comparative mechanistic aspects of *Trichoderma* and probiotics: scope for future research. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 100, 84–96. doi: 10.1016/j.pmp.2017.07.005
78. Singh, D., Raina, T. K., Kumar, A., Singh, J., & Prasad, R. (2019). Plant microbiome: a reservoir of novel genes and metabolites. *Plant Gene*, 18. doi: 10.1016/j.plgene.2019.100177

79. Spence, K., Alff, E., Shantharaj, D., & Bais, H. (2012). Probiotics for Plants: Importance of Rhizobacteria on Aboveground Fitness in Plants. Chapter 1. In: *Bacteria in agrobiology: plant probiotics*. Editor Maheshwari, D. K. Springer, Berlin, Heidelberg. 1–15.
80. Teotia, P., Kumar, M., Prasad, R., Sharma, S., & Kumar, V. (2017). Endophytic Probiotics and plant health: toward a balanced accost. In *Probiotics and Plant Health* 383-399 Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-3473-2_17
81. Ukrayinskyi hidrometeorologichnyy tsentr [Ukrainian Hydrometeorological Center]. Access mode: https://meteo.gov.ua/ua/33275/climate/climate_stations/12/2/
82. Vandenberghe, L. P. S., Garcia, L.M.B., Rodrigues, C., Camara, M. C., Pereira, M. G. V., Oliveira, J., & Socol, C. R. (2017). Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS microbiology*, 3(3), 629–648. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629
83. Vassileva, M., Flor-Peregrin, E., Malusá, E., & Vassilev, N. (2020). Towards Better Understanding of the Interactions and Efficient Application of Plant Beneficial Prebiotics, Probiotics, Postbiotics and Synbiotics. *Frontiers in plant science*, 11, 1068. doi: 10.3389/fpls.2020.01068
84. Vidotti, M.S., Matias, F.I., Alves, F.C., Pérez-Rodríguez, P., Beltran, G.A., Burgueño, J., Crossa, J., & Fritsche-Neto, R. (2019). Maize responsiveness to *Azospirillum brasilense*: Insights into genetic control, heterosis and genomic prediction. *PLoS ONE*, 14(6). doi: 10.1371/journal.pone.0217571
85. Walker, R., Otto-Pille, C., Gupta, S., Schillaci, M., & Roessner, U. (2020). Current perspectives and applications in plant probiotics. *Microbiology Australia*, 41, 95–99. doi: 10.1071/MA20024
86. Wolmarans, K. (2013). The effect of glyphosate and glyphosate-resistant maize and soybeans on soil micro-organisms and the incidence of disease (Doctoral dissertation, University of the Free State). Access mode: <https://scholar.ufs.ac.za/bitstream/handle/11660/1987/WolmaransK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
87. Woo, S. L., & Pepe, O. (2018). Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in plant science*, 9, 1801. doi: 10.3389/fpls.2018.01801
88. Yadav, G., Vishwakarma, K., Sharma, S., Kumar, V., Upadhyay, N., Kumar, N., Kumar Verma, R., Mishra, R., Kumar Tripathi, D., Upadhyay, R. G. (2017). Emerging Significance of Rhizospheric Probiotics and Its Impact on Plant Health: Current Perspective Towards Sustainable Agriculture. In: Kumar V., Kumar M., Sharma S., Prasad R. (eds) *Probiotics and Plant Health*. Springer, Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-3473-2_10
89. Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(4), 316–323. doi: 10.1016/j.iswcr.2015.11.003
90. Yarullina, D. R., Asafova, E. V., Kartunova, J. E., Ziyatdinova, G. K., Ilnskaya, O. N. (2014). Probiotics for plants: NO-producing lactobacilli protect plants from drought. *Applied biochemistry and microbiology*, 50(2), 166–168. doi: 10.1134/S0003683814020197
91. Yaseen, R., Hegab, R., Kenaway, M., & Eissa, D. (2020). Effect of Super Absorbent Polymer and Bio fertilization on Maize Productivity and Soil Fertility under Drought Stress Conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, 60(4), 377–395. doi: 10.21608/ejss.2020.35386.1372
92. Yatsuk, I. P. (2015). Periodychna dopovid' pidhotovlena na osnovi materialiv 9 turu (2006–2010 roky) ahrokhimichnoho obstezhennya zemel' silskohospodarskoho pryznachennya [Periodic report of the agrochemical survey of agricultural lands prepared on the basis of the material of the 9th round (2006–2010)]. Access mode: URL: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/%D0%94%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C-2015-1.pdf>
93. Yeremko, L. S., & Bridnya, Ye. O. (2020). Vplyv zabezpechenosti roslyn elementamy mineral'noho zhyttya na urozhaynist' nasynnya yachmenyu yaroho. *Materialy IX naukovo-praktychnoyi Internet – konferentsiyi «Aktual'ni pytannya ta problematyka v tekhnolohiyakh vyroshchuvannya produktsiyi roslynnytstva»*, 74–76.
94. Young, L. S., Hameed, A., Peng, S. Y., Shan, Y. H., & Wu, S. P. (2013). Endophytic establishment of the soil isolate *Burkholderia* sp. CC-A174 enhances growth and P-utilization rate in maize (*Zea mays* L.). *Applied Soil Ecology*, 66, 40–47. doi: 10.1016/j.apsoil.2013.02.001
95. Youseif, S. H. (2018). Genetic diversity of plant growth promoting rhizobacteria and their effects on the growth of maize plants under greenhouse conditions. *Annals of Agricultural Sciences*, 63(1), 25–35. doi: 10.1016/j.aos.2018.04.002.
96. Yu, P., & Hochholdinger, F. (2018) The Role of Host Genetic Signatures on Root–Microbe Interactions in the Rhizosphere and Endosphere. *Front. Plant. Sci.*, 9, doi: 10.3389/fpls.2018.01896
97. Zakharchenko, E. A., & Martynenko, V. M. (2017). The problem of reducing the content of microelements in the soils of the Sumy region. Proceedings of the International conference scientific and practical «HONCHARIVSKI CHYTANNYA» dedicated to the 88th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences professor Mykolay Dem'yanovych Honcharov, 25–26 May 2017. Sumy : SNAU, 62–64.
98. Zakharchenko, E. A. (2019). Effect of zinc application on the maize. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series "Agronomy and Biology"*, 4(38). 8–14 (in Ukrainian).
99. Zakharchenko, E. A., & Tkachenko, O. V. (2017). Efficiency of foliar fertilization rokogumin of summer barley. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 9(34), 41–47 (in Ukrainian).
100. Zhatova, H. O., & Trotsenko, V. I. (2017). Dynamics of sunflower rhizosphere microbiota. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1), 22–29 (in Ukrainian).
101. Zhatova, H. O., & Lavryk, I.N. (2013). Influence of preplanting cultivation of seeds with microfertilizers on formation of elements of productiveness of white and blue lupin. *Science and world*, 2(2), 76–78. (in Ukrainian)

Datsko O. M., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

PLANT PROBIOTICS: EFFECT ON CROPS UNDER STRESS

World agriculture is on the threshold of a new revolution. Farmers interested in using less mineral fertilizers and pesticides but still get a high yields. One of the tools that can help with this is plant probiotics. Therefore, the purpose of this article is to investigate the effects of beneficial microorganisms on crops, namely which bacteria or fungi can help control plants against stress from drought, salinity or pathogens. An important aspect of the study was also the information that microorganisms have a positive effect on the absorption of nutrients by plants. All these factors negatively affect the cultivation of silage maize (*Zea mays L.*), especially in conditions of rapid climate change. Literary sources of foreign and native authors were analyzed for the research. As a result of the study, it was recommended that the drought stress in maize crops affects *Azospirillum lipoferum*. On saline soils, maize plants can survive stress better by plants inoculating with *Pseudomonas syringae*, *Enterobacter aerogenes*, *P. fluorescens*, *Bacillus aquimaris*, *Serratia liquefaciens*, *Gracilibacillus*, *Staphylococcus*, *Virgibacillus*, *Salinicoccus*, *Bacillus*, *Bacillus*, *Bacillus aquarium*, etc. *Pseudomonas fluorescens*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides*, *Pseudomonas*, *Bacillus cereus* have an effect on pathogens in maize crops. In mastering the corn plant nutrients affect *Pseudomonas alcaligenes*, *Bacillus polymyxa*, *Mycobacterium phlei*, *Burkholderia*, *Bacillus spp.*, *Herbaspirillum*, *Enterobacteriales*, *Streptomyces pseudovenezuelae*, *Ruminobacter amylophilus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Enterococcus faecium*, *Arbuskulyarni mycorrhizal fungi*, *Enterobacter E1S2*, *Klebsiella MK2R2*, *Bacillus B2L2*, *Azospirillum brasiliense*, *Micromonospora*, *Streptomyces*, *Bacillus*, *Hyphomicrobium*, *Rhizobium*, *Azohydromonas spp.*, *Azospirillum spp.* and other. An interesting fact that was discovered as a result of this article was that some microorganisms can have a positive effect on the host plant in more than one direction, such as *Pseudomonas fluorescens*.

Key words: probiotics, *Zea mays L.*, drought stress, soil salinity stress, pathogens.

Дата надходження до редакції: 01.03.2021 р.

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЛОЖЕ ДЛЯ ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО (*PANICUM VIRGATUM L.*) НА ЙОГО СХОЖІСТЬ

Дрига Вікторія Вікторівна

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

ORCID: 0000.0001.8085.5313

vikadrynika@mail.ru

У статті наведено результати досліджень з впливу режимів зволоження ложа для пророщування насіння на його енергію проростання і схожість залежно від сортових особливостей для зниження стану спокою насіння та підвищення його якості. Встановлено, що найкраще проростало насіння проса прутоподібного за вологості ложа, яке створювали кількістю води 30 мл на одну ростильню – у середньому за роки досліджень по чотирьох сортах на 10-у добу (енергія проростання) отримано 25 % сходів, а на 15-у добу (схожість) – 26 %. За вологості ложа, яке створювали кількістю води 15 (недостатнє зволоження) або більше 35 мл/ростильню (надмірне зволоження) як енергія проростання, так і схожість були достовірно меншими, порівняно з пророщуванням насіння на ложе, які створювали кількістю води 30 мл/ростильню. При зволоженні ложа за додавання води 20–25 та більше 30 мл на одну ростильню, кількість пророслого насіння зменшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де додавали 30 мл води і достовірно збільшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де води додавали 15 та 35 мл/ростильню. Закономірності з інтенсивності проростання насіння сортів різного походження та груп стиглості, залежно від ступеню зволоження, були аналогічними. Найвищі показники якості всіх сортів були за зволоження ложа водою у кількості 25 та 30 мл/ростильню. Зменшення чи збільшення води призводило до зниження інтенсивності проростання насіння. Найкраще на збільшення ступеню зволоження реагував середньостиглий сорт Морозко української селекції, в усі дати обліку кількість насіння, що проросло була найбільшою. Найнижчі показники якості насіння за всіх режимів зволоження отримані у пізньостиглого сорту Алато: на 15-у добу кількість пророслого насіння при зволоженні 15 та 20 мл води на ростильню була меншою на 4 %, за режимів зволоження 30 та 35 мл/ростильню, відповідно – на 7 та 11 %, порівняно з сортом Морозко ($HIP_{0,05\text{ сорт}} = 1,0\%$). З'ясовано, що для проростання насіння проса прутоподібного потреба у воді становить 33,3–40,0 % від його власної маси. Як недостатнє та надмірне зволоження ложа за пророщування насіння проса прутоподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на інтенсивність проростання насіння. Найнижчі показники якості насіння були у пізньостиглого сорту Алато, найвищі – в сорту Морозко.

Ключові слова: режим зволоження, стан спокою, якість насіння, енергія проростання, сортові особливості.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.3>

Вступ. Відновлювальні джерела енергії – важлива альтернатива традиційним викопним енергоресурсам. Україна має великий потенціал біомаси, яка доступна для виробництва енергії, що становить близько 29 млн т умовного палива (у. п.) Основними складовими потенціалу є побічна продукція сільського господарства (стебла, солома, та ін.) та енергетичні культури (Heletukha & Zheliezna, 2017). В Україні вже є певні напрацювання щодо застосування альтернативного палива за такими напрямками як виробництво біоетанолу на базі спиртових та цукрових заводів, виробництво твердого біопалива та збільшення площ під вирощування біоенергетичних культур задля забезпечення потреб вітчизняного агросектору в біоенергетиці. Використання альтернативного біопалива зможе частково вирішити проблеми енергозалежності України, яка має значний енергетичний потенціал біомаси, наявні трудові, матеріальні та земельні ресурси (Doropin, 2013). Перспективними видами біоенергетики є використання біомаси рослинного походження – фітоенергетика. Серед нових перспективних енергетичних рослин родини злакових, що інтродуються в Україні, на особливу увагу заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу – просо прутоподібне, яка належить до рослин з C_4 -типом фотосинтезу (Shcherbakova & Rakhmetov, 2017). Просо прутоподібне має низьку собівартість сировини для виготовлення біопалива та високу урожайність (Roik et al., 2010; Sanderson et al., 1994), потребує незначних матеріальних вкладень, забезпечує високу врожайність біомаси навіть на непродуктивних землях

(Parrish et al., 2008). Таким чином, його можна вирощувати на землях, не придатних для культивування інших сільськогосподарських культур (Vogel et al., 2002). Ця культура має цілий ряд переваг, порівняно з іншими біоенергетичними культурами, а саме: розмноження насінням, високий потенціал продуктивності, висока ефективність використання поживних речовин і води, хороші горючі властивості біомаси, а також той факт, що його можна збирати один раз на рік з пізньої осені до ранньої весни; можливий і відкладений урожай. Слід відзначити, що водовикористання у рослин C_4 фотосинтезу приблизно удвічі більше, ніж у рослин C_3 фотосинтезу (Lewandowska et al., 2003).

Просо прутоподібне відноситься до найпоширеніших енергетичних культур, але в Україні вирощування цієї культури поки що не набуло поширення, через відсутність агротехнічного та економічного обґрунтування (Dumych et al., 2013), а також головним стримуючим фактором широкого використання для промислового вирощування є низька схожість насіння, яка зумовлена значним періодом його стану спокою. Тому, вивчення факторів, які знижують тривалість стану спокою насіння даної культури і, відповідно, підвищують його схожість, є актуальним.

Механізми, що зумовлюють стан спокою насіння можна розділити на два основні типи: ті, що базуються у тканинах, які оточують ембріон і ті, які знаходяться всередині ембріона або ендосперму. У багатьох видів ембріон має здатність до проростання, але спокій зумовлений одним або кількома шарами тканин, які його оточують. Такі тканини можуть

діяти як: а) бар'єри проникності, що перешкоджають поглинанню води або газоподібний обмін; б) механічні бар'єри, що запобігають розширенню ембріона; або слугувати с) джерелом інгібіторів, що знижують проростання (Adkins et al., 2002). За даними S. W. Adkins та ін. (Adkins et al., 2002), Yunwen Wang та ін. (Yunwen Wang et al., 2010) стан біологічного спокою насіння може бути спричинений пониженням активності зародку (зародок не зрілий чи нерозвинений) або різноманітними властивостями його покриву (захисної оболонки). Вчені США вважають, що оболонка насіння проса прутноподібного виступає в якості бар'єру для регулювання надходження кисню до зародка, що і є причиною низької схожості (Duclos et al., 2013). Більшість вчених вважають, що стан спокою у переважній кількості видів контролюється гормональною системою, а саме наявністю абсцизової (Yunwen Wang et al., 2010) та індолілоцтової кислоти (Kulaeva, 1995) і концентрацією гіберелінової кислоти (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). Вихід насіння зі стану спокою контролюють складні фізіолого-біохімічні механізми, на які впливає широкий спектр ендогенних та екзогенних чинників. Ендогенні чинники – фітогормональна система, що регулює метаболізм і сигналінг при переході насіння зі стану спокою до проростання (Bewley & Black, 1994, Liu et al., 2013, Shu et al., 2016). Фітогормони контролюють і координують поділ, ріст та диференціації клітин, а також приймають участь у регуляції процесів спокою і проростання насіння (Graeber et al., 2012, Shu et al., 2016). Серед екзогенних чинників важливе місце посідають температурний, водний і світловий режими (Nykolaeva et al., 1999). Вчені G. Sarath та R. Mitchell (Sarath & Mitchell, 2010) вважають, що існує три основні типи спокою: первинний, вторинний та залишковий. Первинний стан спокою настає відразу після збору врожаю і може бути усунений різними механічними обробками (скарифікацією, післязбиральним сортуванням за аеродинамічними властивостями та масою насіння або стратифікацією – штучне створення періоду природного зимового спокою, умов низької температури та підвищеної вологості). Дослідженнями з'ясовано, що застосування скарифікації – механічного пошкодження поверхні насіння проса прутноподібного за видалення біля 9 % оболонки забезпечило підвищення його енергії проростання і схожості, відповідно – на 9 і 6 %, що свідчить про зниження стану спокою його насіння (Dryha, 2020; Kulyk et al., 2019). Стратифікація насіння забезпечила підвищення лабораторної схожості на 37 %, польової – на 30 %.

Сортування насіння цієї культури за аеродинамічними властивостями забезпечило істотне підвищення його схожості на 10 % а маси 1000 насінин в 1,2 рази, порівняно з контролем – без сортування (Doronin et al., 2021). За даними М. І. Кулика, І. І. Рожко (Kulyk & Rozhko, 2018) сортування насіння за розмірами забезпечувало підвищення його схожості – крупне насіння мало вищу схожість, порівняно з дрібнішим.

Метою досліджень було вивчення впливу режимів зволоження ложа для пророщування насіння на зниження його стану спокою і, відповідно, – підвищення енергії проростання і схожості, залежно від сортових особливостей.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України у 2020–2021 рр. з насінням чотирьох сортів різних груп стиглості: сорти американського походження Forestburg – ранній, Cave-in-rock – середньопізній, Alamo – пізній (Sector, 2008) та українського походження Морозко середньопізній. Насіння вирощене у зоні нестійкого зволоження Лісостепу України в умовах Ялтушківської дослідно-селекційної станції. Схемою досліду передбачено зволоження ложа для пророщування насіння водою у кількостях 15, 20, 25, 30 та 35 мл на одну ростильню з наступним пророщуванням у термостаті за температури 20 °С. Енергію проростання та схожість насіння визначали за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (Doronin et al., 2015), за виключенням попереднього його охолодження на 4-у, 8-у, 10-у (енергія проростання) та 15-у (схожість) добу. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу за методом Р. А. Фішера (Fisher, 2006) з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft.

Результати. Одним з чинників, що може створювати стресову ситуацію для насіння та зниження його стану спокою є недостатнє або надмірне зволоження ложа за пророщування насіння. Встановлено, що найкраще проростало насіння проса прутноподібного за вологості ложа при пророщуванні, яке створювали кількістю води 30 мл на одну ростильню – у середньому за роки досліджень по чотирьох сортах на 10-у добу (енергія проростання) отримано 25 % сходів, а на 15-у добу (схожість) – 26 %. За вологості ложа, яке створювали кількістю води менше 25 мл/ростильню енергія проростання і схожість насіння були нижчими, відповідно – на 2 та 3 % (рис. 1).

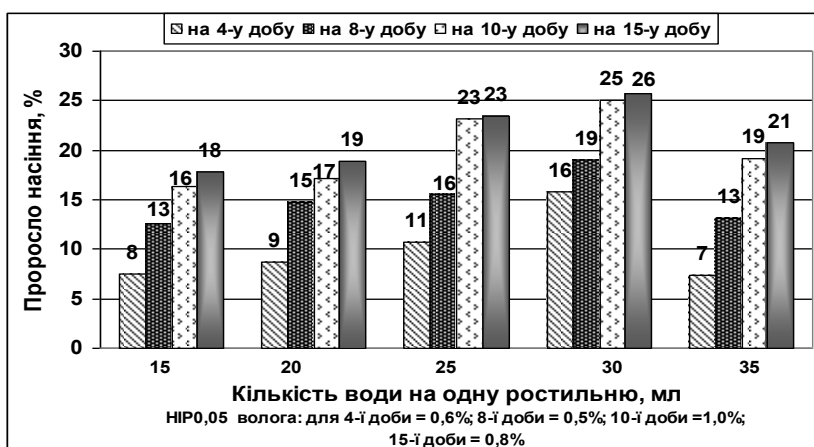


Рис. 1. Інтенсивність проростання насіння, залежно від ступеню зволоження ложа (середнє по 4 сортах, 2020–2021 рр.).

За вологості ложа менше 25 або більше 30 мл/ростильню як енергія проростання, так і схожість були достовірно меншими, порівняно з пророщуванням насіння на ложе, які створювали кількістю води 25 і 30 мл/ростильню відповідно. Аналогічна залежність зберігалася за інтенсивності проростання насіння через 4 та 8 днів після сівби. Зниження інтенсивності проростання насіння, його енергії проростання та схожості за меншої вологості ложа пояснюється не достатньою кількістю вологи, яка необхідна для набухання та проростання насіння. Збільшення кількості вологи понад 30 мл на одну ростильню також призводило до зниження кількості насіння, яке проросло, що можливо зумовлено утворенням водяної плівки навколо насінини, яка перешкоджає доступу кисню, необхідного для проростання насіння. Тобто, як не достатнє (вологість ложа, де додавали 15–25 мл води), так і

надмірне (вологість ложа, де додавали 35 мл води) зволоження ложа для пророщування насіння призводить до зниження якості насіння. Оптимальним зволоженням ложа для насіння був варіант із додаванням 30 мл води на одну ростильню.

Оцінку інтенсивності проростання насіння доцільно проводити не лише по його енергії проростання або схожості, а і по кількості отриманих сходів на початку проростання від загальної їх кількості. Цей показник більше корелює з польовою схожістю і чим від вищий, тим більша гарантія отримання дружних і рівномірних сходів у польових умовах.

З'ясовано, що при зволоженні ложа за додавання води менше 20 та більше 30 мл на одну ростильню, кількість пророслого насіння достовірно зменшувалася, порівняно з пророщуванням на ложе, де додавали 30 мл води (рис. 2).

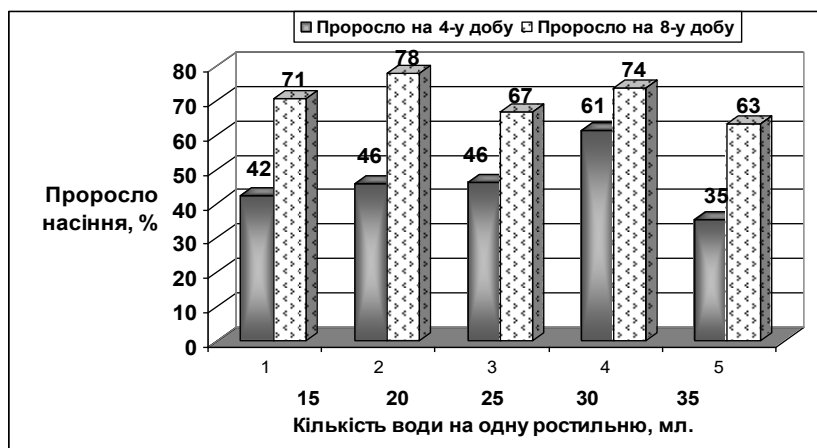


Рис. 2. Кількість насіння, яке проросло від всього, що проросло (середнє по 4 сортах, 2020–2021 рр.).

У середньому по сортах на 4-у добу після сівби за вологості, яку створювали додаванням 15 та 20 мл/ростильню води отримано, відповідно – 42 та 46 % сходів від загальної кількості пророслого насіння, а за вологості, коли додавали води 30 мл/ростильню сходів було в 1,3–1,5 разів більше, ніж за зволоження ложа водою у кількості 15 та 20 мл/ростильню. За надмірного зволоження інтенсивність проростання насіння значно знижувалася, порівняно з оптимальним зволоженням. На 8-у добу підррахунку насіння, яке проросло, спостерігалася

аналогічна залежність. За зволоження ложа 25 мл води отримано на 15 % менше сходів від загальної кількості пророслого, а за зволоження 30 мл води на 13 % сходів було менше. За інших режимів зволоження інтенсивність проростання насіння була значно нижчою.

Інтенсивність проростання насіння сортів різного походження та груп стиглості, залежно від ступеню зволоження були аналогічними (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність проростання насіння різних сортів залежно від ступеня зволоження ложа (середнє за 2020–2021 рр.)

| сорт | Варіант зволоженість ложа, мл/ростильню | Проросло насіння на добу, % | | | |
|--------------|--|-----------------------------|-----|------|------|
| | | 4-у | 8-у | 10-у | 15-у |
| Forestburg | 15 | 8 | 11 | 16 | 18 |
| | 20 | 9 | 12 | 17 | 18 |
| | 25 | 10 | 12 | 25 | 25 |
| | 30 | 15 | 21 | 26 | 26 |
| | 35 | 7 | 9 | 22 | 23 |
| Alamo | 15 | 5 | 6 | 15 | 16 |
| | 20 | 7 | 9 | 16 | 18 |
| | 25 | 10 | 11 | 18 | 19 |
| | 30 | 14 | 16 | 21 | 22 |
| | 35 | 6 | 7 | 13 | 15 |
| Cave-in-rock | 15 | 7 | 12 | 16 | 18 |
| | 20 | 8 | 13 | 17 | 19 |
| | 25 | 10 | 13 | 22 | 22 |
| | 30 | 17 | 24 | 25 | 26 |
| | 35 | 8 | 11 | 18 | 20 |

| сорт | Варіант зволоженість ложа, мл/ростильню | Проросло насіння на добу, % | | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------|-----|------|------|
| | | 4-у | 8-у | 10-у | 15-у |
| Морозко | 15 | 11 | 14 | 19 | 20 |
| | 20 | 11 | 16 | 19 | 22 |
| | 25 | 13 | 17 | 27 | 28 |
| | 30 | 18 | 24 | 29 | 29 |
| | 35 | 8 | 12 | 25 | 26 |
| НІР _{0,05 заг.} | | 1,6 | 1,5 | 2,8 | 2,2 |
| НІР _{0,05 рік урожаю} | | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,5 |
| НІР _{0,05 сорт} | | 0,5 | 0,5 | 0,9 | 0,7 |
| НІР _{0,05 волога} | | 0,6 | 0,5 | 1,0 | 0,8 |

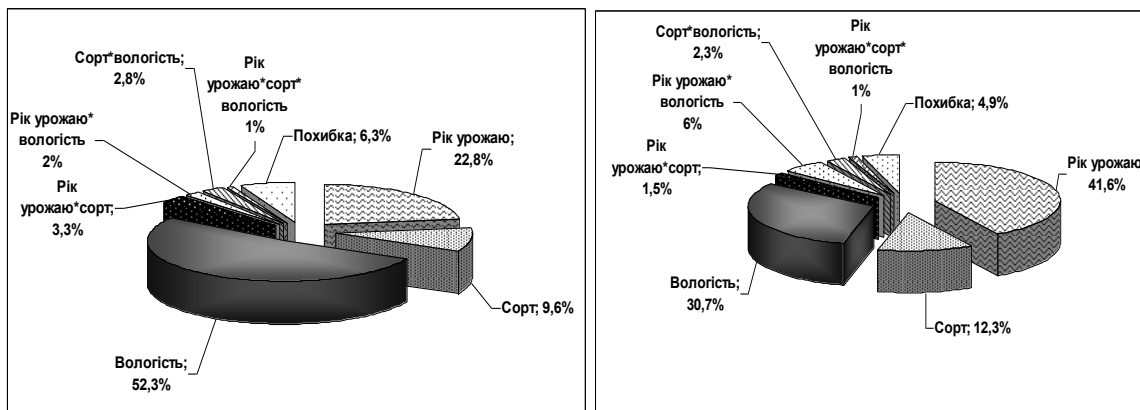
Найвищі показники якості всіх сортів були за зволоження ложе водою у кількості 30 мл/ростильню. Зменшення (менше 30 мл) та збільшення (більше 30 мл) води призвело до зниження інтенсивності проростання насіння.

Найкраще на збільшення ступеню зволоження реагував середньостиглий сорт Морозко, в усі дати обліку кількість насіння, що проросло, була найбільшою. Найнижчі показники якості насіння за всіх режимів зволоження отримані у пізньостиглого сорту Alamo: на 15-у добу кількість пророслого насіння при зволоженні 15 та 20 мл води на ростильню була меншою на 4 % (НІР_{0,05 сорт} = 0,5 %), за режимів зволоження 30 та

35 мл/ростильню, відповідно – на 7 та 11 % (НІР_{0,05 сорт} = 0,9 %), порівняно з сортом Морозко.

Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Cave-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження.

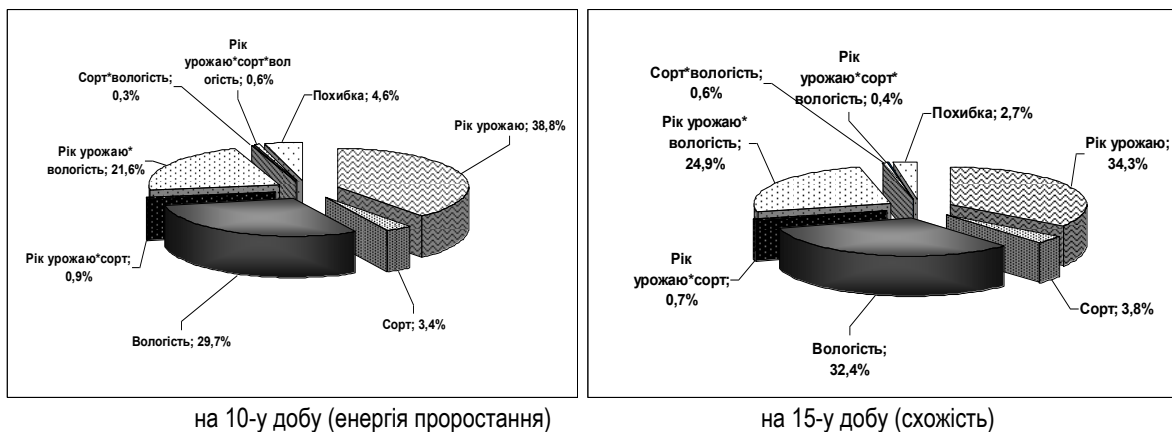
За аналізу факторів, які впливали на інтенсивність проростання насіння виявлено, що на початкових етапах проростання (4-а доба обліку) значний вплив мав фактор «волога», а фактор «сорт» був занадто низьким і становив всього лише 9,6 % (рис. 3, рис. 4).



а) на 4-у добу
б) на 8-у добу
Рис. 3. Вплив факторів на інтенсивність проростання насіння.

За подальшого пророщування насіння на 8-у, 10-у та 15-у добу обліку, частка впливу факторів змінювалася: вплив факторів «волога» та «сорт» зменшувався, а зростав вплив

фактору «рік урожаю насіння» (рис. 4). Вплив фактору «рік урожаю насіння» збільшився з 22,8 % (на 4-у добу обліку) до 41,6 % (на 8-у добу обліку).



на 10-у добу (енергія проростання)
на 15-у добу (схожість)
Рис. 4. Вплив факторів на якість насіння.

Одним із чинників, що впливають на схожість насіння, є умови його пророщування. Температура та кількість води, необхідної для проростання насіння є головними чинниками,

які впливають на його життєздатність – інтенсивність проростання. Наприклад, за даними Інституту біоенергетичних куль-

тур і цукрових буряків для проростання насіння буряків і одержання сходів необхідно 150–180 % води від її маси.

З'ясовано, що для насіння проса прутіподібного потреба у кількості води для проростання значно менша, що зу-

мовлено як його розмірами, так і оболонкою, що набагато менша, ніж в насіння буряків. Найкраще насіння проса прутіподібного проростало при забезпеченні 33,3–40,0 % води від його власної маси (рис. 5).



Рис. 5. Потреба в воді для проростання насіння проса прутіподібного.

Збільшення кількості води понад 40,0 % чи зменшення призводило до достовірного зниження схожості насіння ($HR_{0,05\text{волога}} = 0,8 \%$).

Обговорення. Насіння проса прутіподібного характеризується великим біологічним станом спокою, що є причиною низької енергії його проростання та схожості. Це є одним із стримуючих факторів широкого впровадження культури у виробництво для вирощування біомаси й отримання біопалива. Дослідженням причин, які зумовлюють стан спокою насіння та способів його зниження займаються вчені багатьох країн. І якщо природу цього явища частково розкрито, то ефективних способів зниження стану спокою і підвищення якості насіння ще не розроблено. Тому, для з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій підготовки достатньої кількості високосхожого насіння, дослідження в цьому напрямку доцільно продовжити.

Висновки. Найвищі показники енергії проростання та

схожості отримали за вологості ложа, яке створювали додаванням 30 мл води на одну рослину, відповідно – 25 та 26 %. Як недостатнє (менше 30 мл/рослину) та надмірне (більше 30 мл/рослину) зволоження ложа за пророщування насіння проса прутіподібного, так і його сортові особливості достовірно впливали на інтенсивність проростання насіння. Найнижчі показники якості насіння були у пізньостиглого сорту Алато, найвищі – у сорту Морозко. Якість насіння сортів ранньостиглого Forestburg та середньостиглого Cave-in-rock була майже однаковою, але нижчою, ніж сорту Морозко, за всіх режимів зволоження. Цей захід забезпечує достовірне підвищення енергії проростання та схожості насіння проса прутіподібного але він не вирішує проблеми зниження тривалості його біологічного спокою, тому доцільно продовжити вивчення природи спокою насіння, з метою з'ясування можливостей управління цим явищем і вдосконалення технологій отримання достатньої кількості високосхожого насіння.

Бібліографічні посилання:

- Adkins, S. W., Bellairs, S. M. & Loch, D. S. (2002). Seed dormancy mechanisms in warm season grass species. Netherlands. Euphytica. Academic Publishers. Printed, 126(1), 13–20. doi: 10.1023/A1019623706427
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and Germination. Berlin: Springer doi: 10.1007/978-1-4899-1002-8
- Doronin, A. V. (2013). Formuvannya konkurentospromozhnosti alternatyvnykh vydiv palnoho v konteksti stratehii rozvytku APK Ukrainy [Formation of alternative fuels competitiveness in the context of the development strategy of agro-industrial complex of Ukraine]. Zb. nauk. prats IBKiTsB, Kyiv, 19, 181–187 (in Ukrainian).
- Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., Mandrovska, S. M., & Honcharuk, H. S. (2015). Vyznachennia skhozhosti nasinnia prosa prutopodibnoho (svichhrasu) *Panicum virgatum* L. (Metodychni rekomendatsii) [Determination of millet seeds (candlegrass) *Panicum virgatum* L. germination (Methodical recommendations)]. IBKiTsB NAAN, Kyiv, 10 (in Ukrainian).
- Doronin, V., Polishchuk, V., Dryga, V., Kravchenko, Ju., Sinchenko, V., Zinchenko, O., Karpuk, L., Mykolaiko, V. (2021). Technology of Preparation of Seeds of Rod-Shaped Millet (*Panicum virgatum* L.). Annals of the Romanian Society for Cell Biology. Association of Cell Biology Romania. Wageningen University & Research. Romania, 25(4), 10656–10664. Access mode: <http://analsofscb.ro/index.php/journal/article/view/3831>
- Duclos, D. V., Ray, D. T. Ray, Johnson, D. J., & Taylor, A. G. (2013). Investigating seed dormancy in switchgrass (*Panicum virgatum* L.): understanding the physiology and mechanisms of coat-imposed seed dormancy. Industrial Crops and Products, 45, 377–387.
- Dumych, V. V., Zhurba, H. I., & Kurylo, V. L. (2013). Tekhniko-tekhnologichni zakhody dlia zakladannia enerhoplantatsii svichhrasu v umovakh Polissia Ukrainy [Technical and technological measures for laying energy plantations of candlegrass in the conditions of Polissya of Ukraine]. Zb. nauk. prats IBKiTsB, Kyiv, 19, 37–42 (in Ukrainian).

8. Dryha, V. V. (2020). Biologichnyi stan spokoju nasinnia prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) ta sposoby yoho znyzhennia [Biological dormancy of millet seeds (*Panicum virgatum* L.) and ways of its reduce]. Zb. nauk. prats Umanskooho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, 96(1). Silskohospodarski ta tekhnichni nauky, 193–205. (in Ukrainian).
9. Finch-Savage, W. E. & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*, 171(3), 501–523.
10. Fisher, R. A. (2006). *Statistical methods for research workers*. Cosmo Publications, New Delhi, 354.
11. Graeber, K., Nakabayashi, K., Miatton, E., Leubner-Metzger, G. & Soppe, W. (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ.*, 35(10), 1769–1786. doi: 10.1111/j.1365-3040.2012.02542.x
12. Heletukha, H. H., & Zheliezna, T. A. (2017). Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukrainy. Promyslova teplotehnika [Status and prospects of bioenergy development in Ukraine]. *Industrial heat engineering*, 39(2), 60–64 (in Ukrainian).
13. Vogel, K. P., Brejda, J. J., Walters, D. T. & Buxton, D. R. (2002). Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and nitrogen management. *Agron. J.*, 413–420.
14. Kulaeva, O. N. (1995). Kak rehulyruetsia zhyzn rastenyi [How plant life is regulated]. *Obrazovatelnyi zhurnal*, 1, 20–27. (in Russian).
15. Kulyk, M. I., & Rozhko, I. I. (2018). Urozhaini vlastyvoli ta posivni yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho zalezno vid umov vyroshchuvannia [Yield properties and sowing qualities of millet seeds, depending on growing conditions.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademii*, 2, 78–84. doi: 10.31210/visnyk2018.02.12. (in Ukrainian).
16. Kulyk, M. I., Rozhko, I. I., Syplyva, N. O., & Bozhok, Yu. O. (2019). Ahrobiologichni osoblyvosti formuvannia vrozhaivosti ta yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho [Agrobiological features of yield formation and quality of millet seeds]. *Visnyk ahranoi nauky Prychornomia*, 4, 51–60. doi: 10.31521/2313-092X/2019-4(104) (in Ukrainian).
17. Lewandowskia, I., Jonathan, M. O., Scurlock, Ella Lindvall, Myrsini Christoud (2003). The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*, 25, 335–361.
18. Liu, A., Gao, F., Kanno, Y., Jordan, M., Kamiya, Y., Seo, M. & Ayele, B. (2013). Regulation of wheat seed dormancy by after-ripening is mediated by specific transcriptional switches that induce changes in seed hormone metabolism and signaling. *PLoS One*, 8, e56570. doi: 10.1371/journal.pone.0056570
19. Nykolaeva, M. H., Lianhuzova, Y. V., & Pozdova, L. M. (1999). Byolohiya semian [Seed biology]. *NYU khymy SPbHU*, SPb, 232 (in Russian).
20. Parrish, D. J., Fike, D. I., Bransby, J. H. & Samson, R. (2008). Establishing and managing switchgrass as an energy crop. *Forage and Grazinglands*, 68–82.
21. Roik, M. V., Kurylo, V. L., & Humentyk, M. Ya. (2010). Enerhetychni kultury dlia vyrobnytstva biopalyva [Energy crops for biofuel production]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademii*, 7(26): «Enerhozberezhennia ta alternatyvni dzherela enerhii: problemy i shliakhy yikh vyvishennia». RVV PDAA, Poltava, 12–17 (in Ukrainian).
22. Sanderson, M. A., Reed, R. L., McLaughlin, S. B. & Wullschleger, B. V (1994). Switchgrass as a sustainable bioenergy crop. *Bioresource Technology*, 56, 83–93.
23. Sarath, G., & Mitchell, R. B. (2008). Aged switchgrass seed lot's response to dormancybreaking chemicals. *J. Seed Technol*, 30, 7–16. Access mode: <http://ddr.nal.usda.gov/dspace/bitstream/10113/26968/1/IND44152430.pdf> (accessed 15 May 2010).
24. Sector, B. (2008). Plentiful switchgrass emerges as breakthrough biofuel. *The San Diego Union-Tribune*. Retrieved, 2008, 5–24.
25. Shcherbakova, T. O., & Rakhmetov, D. B. (2017). Osoblyvosti budovy pahoniv prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) v umovakh introduksii v Pravoberezhnomu Lisostepu ta Polissi Ukrainy [Peculiarities of the structure of millet shoots (*Panicumvirgatum* L.) in the conditions of introduction in the Right-bank Forest-steppe and Polissya of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and protection*, 13(1), 85–88. (in Ukrainian).
26. Shu, K., Liu, X., Xie, Q. & He, Z. (2016). Two Faces of One Seed: Hormonal Regulation of Dormancy and Germination. *Mol. Plant.*, 69, 34–45. doi: 10.1016/j.molp.2015.08.010
27. Yunwen Wang, Jianguo Han, Manli Li, Jiefeng Sun, & Yong He (2010). Different seed dormancy levels imposed by tissues covering the Cypopsis in zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud). *Seed Science and Technology*, 38(2), 320–331.

Dryha, V. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

INFLUENCE OF HUMIDITY LODGE SEED FOR GERMINATION OF MILLET ROD-SHAPED (*PANICUM VIRGATUM* L.) ON ITS SIMILARITY

To establish features of influence of modes of moistening of a bed during germination of seeds of different grades of millet rod-shaped on decrease in a condition of its rest and, accordingly, increase of germination. Laboratory, visual, measuring and weighing, mathematical and statistical.

It was found that the best germinated seeds of millet rod-shaped in terms of humidity of the bed for its germination, which was created by the amount of water from 25 to 30 ml on one plant – on the average on four grades on the 10-th day (germination energy) 25 % of sprouts are received, and on the 15-th day (germination) – 26 %. At the humidity of the bed, which was created by the amount of water 15 (not enough moisture) or more than 35 ml/plant (excessive moisture), both germination energy and germination were significantly lower compared to the germination of seeds on the bed, which created the amount of water from 25 to 30 ml/plant. When moistening the bed with the addition of water less than 20 and more than 30 ml per germination, the number of germinated seeds decreased compared to germination on the bed, where 30 ml of water was added, and significantly increased compared to germination

on the bed, where water was added 15 and 35 ml/germination. Regularities of seed germination intensity of varieties of different origin and maturity groups depending on the degree of moisture were similar. The highest quality indicators of all varieties were for moistening the bed with water in the amount of 25 and 30 ml/plant. The decrease or increase of water led to a decrease in the intensity of seed germination. The medium-ripe variety 'Morozko' of the Ukrainian selection reacted best to the increase in the degree of moisture, and the number of germinated seeds was the largest in all accounting dates. The lowest seed quality indicators for all humidification modes were obtained immature variety Alamo: on the 15-th day the amount of germinated seeds when moistened with 15 and 20 ml of water per germination was lower by 4 %, with humidification modes 30 and 35 ml/germination, respectively – by 7 and 11 %, compared to the variety 'Morozko' ($LSD_{0.05}$ grade = 1.0 %). It was found that the need for water for the germination of rod millet seeds is 33.3–40.0 % of water by weight.

Both insufficient and excessive moistening of the bed during the germination of rod millet seeds and its varietal characteristics significantly affected the intensity of seed germination, but was not decisive for a significant reduction in its dormancy and increase in the number of germinated seeds.

Keywords: humidification mode; state of rest; seed quality; germination energy, varietal features.

Дата надходження до редакції: 10.03.2021 р.

ПОТЕНЦІАЛ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЩОДО СТОЛОВИХ ЯКОСТЕЙ БУЛЬБ ЗА ВИПРОБУВАННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Кравченко Наталія Володимирівна

доктор сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4190-0924
kravchenko_5@ukr.net

Подгасцький Анатолій Адамович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-2130-8835
podgaje@ukr.net

Бутенко Євгенія Юрївна

аспірантка
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9639-9826
and.butenko2011@gmail.com

Наведені результати дослідження з визначення потенціалу сортів картоплі щодо прояву столових якостей бульб, які виконані впродовж 2018–2020 років та по два обліки щорічно. Незважаючи на вплив на прояв консистенції бульб умов вирощування та зберігання, виявлений високий потенціал окремих з них за вираженням показника. Частка зразків з максимальною консистенцією бульб (9 балів) була в межах 1,8–8,9 %, а середній бал прояву ознаки – 4,8.

Доведена можливість виділення сортів з дуже борошністими бульбами (9 балів). Частка зразків з такою характеристикою залежно від років виконання дослідження, обліків була в межах 1,7–12,9 %, а середній бал прояву ознаки – 3,8–5,6. Виділені сорти, яким властиві не водянисті бульби. Водночас, на вираження показника впливали умови років виконання дослідження та зберігання чим пояснюється відмінність в частці зразків з максимальним проявом ознаки – 3,5–15,0 %, а середнього вираження показника – 4,9–5,7 бали.

У 2018 та 2019 роках не виділено сортів з дуже неприємним запахом бульб. Водночас, у окремих випадках малою виявилась частка зразків з дуже приємним запахом – 0,9–14,2 %. Відмінності середнього вираження показника також були значними – 5,1–6,4 бали. Тільки за другого обліку урожаю 2019 року не виділено сортів з не розварюваними бульбами. Проте, частка зразків з максимальним вираженням показника знаходилась в межах 8,9–33,6 %, а середній бал – 4,7–6,2. Частка зразків з не темніючі м'якушем була у межах 7,1–12,4 %, причому однаково найбільшою за обох обліків урожаю 2018 року. Незначною відмінністю характеризувалось середнє вираження показника – 4,3–5,2 бали.

Тільки за другого обліку урожаю 2020 року виділений сорт з дуже поганим смаком. Максимальним проявом ознаки також характеризувався один сорт під час першого обліку 2019 року. За середнім вираженням показника за роками, обліки відрізнялись не значною мірою – 5,3–5,9 балів.

Ключові слова: картопля, сорти, консистенція бульб, борошністість, водянистість, запах, розварюваність, потемніння м'якуша варених бульб, смак.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.4>

Вступ. Картопля одна з найбільш поширених продовольчих культур світу та України, ось чому її часто називають «другим хлібом» (Ручко, 2017). Зважаючи на те, що на відміну від європейських країн, більша частина вирощених бульб споживається в Україні у свіжому вигляді (до 95 %), вимоги до столових якостей картоплі інші, ніж за кордоном (Tesluk et al., 2016).

Споживачам надана можливість вибору столових сортів згідно їх уподобань. До Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік занесено 264 шт. з різним поєднанням багатьох (близько 50) господарсько-цінних ознак (Derzhavnyi Reiestr, 2020). Переважаючи кількість сортів має столове призначенням (90,2 % окремо та 6,1 % у поєднанні з іншими напрямками використання). Тільки 11 сортів, або 4,2 % від занесених до Реєстру,

пропонуються для переробки на картоплепродукти, а з комплексним призначенням, включаючи для столового або технічного використання, їх частка складає 6,5 %.

Дуже важливим для характеристики столових якостей бульб картоплі є їх біохімічний склад (Bahautdinova, 1995; Danilova, 1997; Vlasuyk et al., 2000; Gudvin, 2001; Kozhushko & Honcharov, 2009), який впливає на енергетичну цінність сортів. За даними проф. В. А. Колтунова (Vermenko & Bondarchuk, 2010) перед закладанням на зберігання калорійність бульб у 100 г речовини становила в сорту Зарево 96,2 ккал, Світанок київський – 82,4, а, наприклад, у сортів Водограй – 55,1, Слов'янка – 55,5.

Значно відрізняються сорти картоплі за прояву столових та інших ознак. На методичну сторону виконання досліджень у цьому напрямі звертали увагу численні вчені (Bukasov et al., 1975; Bukasov et al., 1977; Andruschkina et al.,

1978; Czembor et al., 2001; Banadysev et al., 2003; Bondarchuk et al., 2009). За комплексом їх прояву, а саме: розварюваності, консистенції, борошністості та водянистості виділяють кулінарні типи столових сортів (Ivanjuk et al., 2007; Шанина, Ключина, 2014). До А-типу – салатна картопля належать сорти, які не розварюються і мають щільну консистенцію та водянистий м'якуш. Картопля типу В придатна для відварювання, піджарювання, приготування супів; бульби повинні слабо розварюватись, мати помірно щільну консистенцію, слабку борошність і помірну водянистість. До типу С належать сорти картопля, бульби яких придатні для відварювання, виготовлення пюре; їх бульби повинні сильно розварюватись, мати ніжну консистенцію, бути помірно борошністими та слабо водянистими. До типу D – придатні для відварювання, приготування пюре і запікання; використовуються сорти, бульби яких сильно розварюються, з ніжною консистенцією, дуже борошністі та не водянисті.

Мета дослідження – визначити потенціал сортів картоплі за проявом столових якостей бульб під час випробування у північно-східному Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились у Сумському національному аграрному університеті на дослідному полі кафедри біотехнології та фітофармакології впродовж 2018–2020 років.

Оцінювали прояв столових якостей бульб у колекційного матеріалу сортів картоплі у кількості 116 шт., включаючи три сорти-стандарт. Зразки відрізнялись за групами стиглості та проявом інших господарсько-цінних ознак. В якості сортів-стандартів використані Тирас, Явір і Случ.

Методики дослідження загальноприйняті в картоплярстві (Metodychni rekomendatsii, 2002). Столові якості бульб визначали у процесі дегустації, яку проводили у жовтні та лютому. Для оцінки прояву ознак використовували балоу шкалу, апробовану в Білоруському науково-дослідному інституті картоплярства та плодоовочівництва (Banadysev et al., 2003). Консистенція бульб визначалась за зусиллям, з яким входила виделка у м'якуш за шкалою: 9 балів – дуже ніжна, розпадається після дуже легкого доторкування виделкою; 7 – ніжна, коли бульба розпадається на частини після доторкування виделкою; 5 – помірно щільна, коли після проколювання виделкою бульба розпадається на декілька частин; 3 – щільна, коли після проколювання виделкою бульба

розпадається на дві частини; 1 – дуже щільна, волокниста – не розпадається на частини після проколювання виделкою.

Для оцінки борошністості бульб використовували наступну шкалу: 9 балів – бульба дуже борошніста, великозерниста, на розрізі іноді виблискує; 7 – борошніста, дрібнозерниста, 5 – помірно борошніста, 3 – слабо борошніста, 1 – не борошніста.

Водянистість бульб визначалась у балах за шкалою: 9 балів – не водяниста, 7 – слабо водяниста, 5 – помірно водяниста, 3 – водяниста, 1 – дуже водяниста.

Запах оцінювали після розрізання гарячої бульби за наступною шкалою: 9 балів – дуже приємний, 7 – приємний, 5 – задовільний, 3 – неприємний, 1 – дуже неприємний.

Розварюваність бульб визначали за шкалою: 9 балів – бульби дуже сильно розварюються, розпадаються на шматки; 7 – сильно розварюються, тріщини до 1–2 см; 5 – середня розварюваність, лопається шкірка 3 – слабка розварюваність, ледве видно тріщини; 1 – не розварюються, поверхня бульби ціла.

Потемніння м'якуша варених бульб оцінювали за інтенсивністю потемніння поверхні зрізу шматочків бульб через дві години після варіння за шкалою: 9 балів – не темніють, 7 – слабо темніють, 5 – помірно темніють, 3 – темніють сильно, 1 – дуже сильно темніють.

Смакові якості варених бульб визначали за шкалою: 9 балів – дуже смачні, 7 – смачні, 5 – середньо смачні, 3 – несмачні, 1 – дуже несмачні (Metodyka provedennya erspertysy ..., 2016).

Статистичну обробку даних проводили згідно П. Ф. Рокицького (Rokitskiy, 1973) з використанням пакета Microsoft Excel. Агротехніка та догляд за рослинами картоплі загальноприйняті для Сумської області.

Результати. Як свідчать дані таблиці 1, консистенція бульб залежала від років виконання дослідження та часу проведення обліків. Важливий вплив на середній прояв показника мала частка сортів з дуже щільною, волокнистою текстурою бульб – 1 бал. Найбільша відносна кількість зразків з таким вираженням ознаки відмічена за першого обліку в урожаї 2019 року – 8,0 %. До цього ж класу віднесені два сорти-стандарт: Тирас і Случ. Протилежно спостерігалось і під час другого обліку, що виявилось у 9 разів меншим.

Таблиця 1

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за консистенцією бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|-----|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 38,9 | 26,7 | 27,4 | 3,5 | 4,8 |
| Тирас, стандарт | | | x* | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 2,7 | 36,3 | 37,1 | 20,4 | 3,5 | 4,7 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 8,0 | 36,3 | 38,9 | 12,4 | 4,4 | 4,4 |
| Тирас, стандарт | | x | | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | x | | | | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|-----|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,9 | 33,6 | 42,5 | 21,2 | 1,8 | 4,8 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 45,1 | 25,7 | 16,8 | 8,9 | 4,6 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 41,6 | 35,4 | 16,8 | 2,7 | 4,5 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

Примітка: * у цій таблиці й у подальшому так позначались бали сортів-стандартів

За винятком другого обліку урожаю 2018 року та першого обліку наступного модальним класом розподілу за ознакою був з балом три. Водночас, якщо додати дані цього класу та наступного, різниця між роками і обліками невелика: у межах 70,8–77,0, за винятком першого обліку урожаю 2018 року.

В окремі роки, за результатами обліків виявлений значний потенціал сортів за високим проявом показника. Максимальна частка сортів з дуже ніжною консистенцією мала місце за першого обліку у 2020 році – 8,9 %. Протилежне стосувалось другого обліку урожаю 2019 року, коли ця

частка виявилась нижчою, ніж згадана, у 5 разів.

Незважаючи на викладене, середнє значення показника не дуже відрізнялось за роками за результатами обліків, а, наприклад, у 2018 і 2020 році різниця становила лише 0,1 бал.

Важливою характеристикою столових якостей картоплі є борошністість бульб. Як свідчать дані таблиці 2, прояв ознаки значно залежав від умов періоду вегетації картоплі, умов зберігання і, безумовно, від взаємодії чинників, які впливали на реалізацію контролю ознаки.

Таблиця 2

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за борошністістю бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 6,0 | 24,1 | 34,5 | 25,9 | 9,5 | 5,2 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 7,8 | 27,6 | 31,0 | 24,1 | 9,5 | 5,0 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 4,3 | 17,2 | 39,7 | 25,9 | 12,9 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | x | | | | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | x | | | | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 9,5 | 28,4 | 32,8 | 25,0 | 4,3 | 4,8 |
| Тирас, стандарт | | x | | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 23,3 | 25,9 | 39,7 | 9,5 | 1,7 | 3,8 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 8,6 | 31,0 | 35,3 | 12,1 | 12,9 | 4,8 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

Найбільша частка сортів із не борошністими бульбами виявлена за першого обліку урожаю 2020 року – 23,3 %,

що перевищувало значення показника першого обліку урожаю 2019 року у 5,4 рази. Викладене можна розцінювати як

значну різницю. За винятком першого обліку урожаю 2019 року близька частка сортів мала слабо борошністи бульби – 3 бали. Це ж стосувалось і зразків із середнім вираженням показника.

Обидва обліки врожаю 2020 року характеризувались близькою часткою сортів із борошністими, дрібнозернистими бульбами – 7 балів. Водночас, в інші роки частка такого матеріалу хоча і була за величиною показника дуже близькою, але значно відрізнялась від даних 2020 року.

По-різному розподілялась частка сортів із дуже борошністими бульбами – 9 балів. Однаковою вона виявилась в обидва обліки у 2018 році, проте значно відрізнялась за обліками в інші два роки – у 7,6 разів в урожаї 2020 року.

Викладене обумовило відмінність між роками, обліками середнього значення показника. Максимальна його

величина (5,6 балів) відмічена за першого обліку у 2019 році, а мінімальна (3,8 бали) у результаті першого обліку урожаю 2020 року, тобто з різницею в 1,8 бали.

Лише за обох обліків урожаю 2018 року сорти-стандарт мали однаковий прояв ознаки. Сорт Тирас характеризувався дуже щільною консистенцією у 2019 році, а сорт Случ тільки за другого обліку урожаю 2019 року. Максимальна борошністість виявлена в сорту-стандарту Явір під час першого обліку у 2019 році та другого – 2020 році.

Найбільша частка сортів із дуже водянистими бульбами спостерігалась за першого обліку у 2018 році (табл. 3). Протилежне стосувалось другого обліку урожаю 2020 року з різницею у 3 рази. За дуже великою часткою сортів виділений клас 5 балів під час першого обліку у 2019 році – 44,2 %.

Таблиця 3

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за водянистістю бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 10,6 | 23,9 | 32,7 | 24,8 | 8,0 | 4,9 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 7,1 | 25,7 | 33,6 | 30,1 | 3,5 | 4,9 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 8,9 | 20,4 | 44,2 | 21,2 | 5,3 | 4,9 |
| Тирас, стандарт | | | | | | x | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 5,3 | 18,6 | 34,5 | 33,6 | 8,0 | 5,4 |
| Тирас, стандарт | | | | | | x | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 6,2 | 17,7 | 31,0 | 30,1 | 15,0 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | | | | x | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 12,4 | 38,9 | 37,2 | 8,0 | 5,7 |
| Тирас, стандарт | | | | | x | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | x | | | | | |

Відмінністю у прояві показника характеризувались за роками обліки сортів з балом 7. Мінімальна їх частка виявлена за першого обліку урожаю 2019 року, що можна пояснити великою відносною кількістю зразків, що мали бал вираження показника 5. Протилежне стосувалось другого обліку 2020 року.

Виявлено, що сорти по-різному реагували за вираженням водянистості бульб на умови періоду вегетації картоплі та зберігання. Найбільша частка зразків з не водянистими бульбами відмічена під час першого обліку урожаю 2020 року – 15,0 %. Протилежне стосувалось другого обліку 2018 року з різницею у 4,3 рази.

Викладене, обумовило відмінності у величині середнього балу прояву ознаки, хоча у 2018 році та першому

обліку в 2019 році отримали ідентичні дані. Дуже сприятливими для вираження водянистості були умови 2020 року, коли середнє значення показника було найвищим, відповідно за обліками 5,6 і 5,7 балів.

У 2018 і 2019 роках не виявлено сортів із дуже поганим запахом бульб, а в урожаї 2020 року було по одному зразку в кожному з обліків (табл. 4). Відмічена велика частка зразків з приємним запахом – 7 балів та максимальним вираженням показника у першому обліку 2019 року – 49,6 %. Останнє стосувалось також частки сортів з дуже приємним запахом – 9 балів. Викладене обумовило найбільше середнє значення прояву ознаки за першого обліку у 2019 році – 6,4 бали, що на 1,3 бали більше, ніж під час другого обліку цього ж року.

Таблиця 4

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за запахом бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 15,0 | 35,4 | 36,3 | 13,3 | 6,0 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 23,0 | 31,9 | 38,9 | 6,2 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 8,0 | 28,3 | 49,6 | 14,2 | 6,4 |
| Тирас, стандарт | | | | | x | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 24,8 | 44,2 | 30,1 | 0,9 | 5,1 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,9 | 11,5 | 33,6 | 48,7 | 5,3 | 5,9 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,9 | 13,3 | 33,6 | 46,9 | 5,3 | 5,8 |
| Тирас, стандарт | | | | | x | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

Запах бульб сортів-стандартів не опускався нижче 3 балів, а під час першого обліку у 2019 році та другого – в 2020 році всі вони характеризувались приємним запахом.

Важливим показником, який характеризує столові якості бульб є їх розварюваність. Як свідчать отримані дані

(табл. 5), у кожному з класів отримані різні дані щодо частки сортів з певною характеристикою. Тільки за другого обліку урожаю 2019 року не виявлено зразків з не розварюваними бульбами, хоча під час першого обліку урожаю 2020 року їх було 4,4 %.

Таблиця 5

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за розварюваністю бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 26,6 | 33,6 | 20,4 | 15,9 | 5,4 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 2,7 | 34,5 | 28,3 | 13,3 | 21,2 | 5,3 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 1,8 | 17,7 | 34,5 | 12,4 | 33,6 | 6,2 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 45,1 | 34,5 | 11,5 | 8,9 | 4,7 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Досліджувані сорти | 113 | 4,4 | 38,9 | 27,4 | 10,7 | 18,6 | 5,0 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 3,5 | 42,5 | 30,1 | 12,4 | 11,5 | 4,7 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

У чотирьох обліках з шести модальним класом був з балом 3 і найбільшою часткою сортів, віднесених до нього – 45,1 % під час другого обліку урожаю 2019 року. За першого обліку 2018 року та наступного модальним класом був з середньою розварюваністю бульб.

Особливо виділявся за розподілом сортів щодо ознаки перший облік 2019 року. Частка сортів, віднесених до нього, становила 33,6 %. Вважаємо, саме це обумовило найвищий середній бал прояву показника в цьому році – 6,2, що більше, ніж, наприклад, за другого обліку у 2019 і 2020 роках на 1,5 бали. У більшості випадках сорти-стандарт мали

слабку розварюваність бульб і лише сорт Случ тільки у другому обліку 2020 року характеризувався сильною розварюваністю бульб.

Певна частина сортів мала сильно темніючі бульби (табл. 6) Особливо це стосувалось першого обліку урожаю 2020 року з часткою матеріалу 22,1 %, що негативно вплинуло на середню величину показника. Протилежне викладенню відносилось до другого обліку урожаю 2019 року, хоча і у першому величина показника виявилась не суттєво більшою.

Таблиця 6

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за потемнінням м'якуша варених бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| | | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 10,6 | 21,2 | 26,6 | 29,2 | 12,4 | 5,2 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 9,7 | 26,6 | 26,5 | 24,8 | 12,4 | 5,1 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 8,8 | 17,7 | 37,2 | 29,2 | 7,1 | 5,2 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 8,0 | 33,6 | 33,6 | 16,8 | 8,0 | 4,7 |
| Тирас, стандарт | | x | | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 22,1 | 24,8 | 29,2 | 15,9 | 8,0 | 4,3 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | x | | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 17,7 | 22,1 | 34,6 | 15,9 | 9,7 | 4,6 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

Специфічністю розподілу сортів за проявом ознаки були однакові дані в класах з балами 3 і 5 за другого обліку 2018 та 2019 років, а тому модальними були згадані класи. У результаті першого обліку урожаю 2018 року найбільша частка сортів характеризувалась балом 7, а за першого обліку 2019 і 2020 років та другого у 2020 році модальним класом виявився клас з балом 5.

Певна кількість сортів за роками обліків мала нетемніючі бульби після варіння. Найбільша й однакова частка їх виявлена за обох обліків урожаю 2018 року. Протилежне, хоча і з невеликою різницею стосувалось першого обліку урожаю 2019 року. Найвищий середній бал прояву ознаки – 5,2 виявлений під час перших обліків у 2018 і 2019 роках. Водно-

час, за такого ж обліку у 2020 році мала місце найнижча величина показника. Тільки під час першого обліку урожаю 2018 року та другого у 2020 році сорти-стандарт мали слабо темніючі бульби. У обох випадках виділено за ознакою сорт Случ.

Важливим показником для характеристики столових якостей бульб є їх смак. Одержані дані (табл. 7) свідчать, що

лише у другому обліку урожаю 2020 року виділений сорт з дуже поганими смаковими якостями. Водночас, в усі роки облік модальним класом розподілу зразків за ознакою виявився з балами в межах 5,0–6,9, хоча і з великою різницею за обліками – 26,6 %. Сюди ж віднесені більшість сортів-стандартів.

Таблиця 7

Розподіл сортів, включаючи стандарти, за смаком бульб

| Матеріал | Оцінено, шт. | Серед них з балами прояву ознаки, % | | | | | Середнє, бал |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| | | 1,0–2,9 | 3,0–4,9 | 5,0–6,9 | 7,0–7,9 | 8,0–9,0 | |
| Урожай 2018 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 13,3 | 63,7 | 23,0 | 0,0 | 5,9 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2018 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 24,8 | 53,1 | 22,1 | 0,0 | 5,8 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2019 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 14,2 | 74,3 | 10,6 | 0,9 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | | x | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2019 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 18,6 | 77,0 | 4,4 | 0,0 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | | x | | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | x | | | | |
| Урожай 2020 р., 1-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,0 | 18,6 | 66,4 | 15,0 | 0,0 | 5,6 |
| Тирас, стандарт | | | | x | | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | x | | | |
| Урожай 2020 р., 2-й облік | | | | | | | |
| Досліджувані сорти | 113 | 0,9 | 34,5 | 50,4 | 14,2 | 0,0 | 5,3 |
| Тирас, стандарт | | | | | x | | |
| Явір, стандарт | | | | x | | | |
| Случ, стандарт | | | | | x | | |

Особливо велика частка сортів характеризувалась добрими смаковими якостями урожаю 2018 року незалежно від обліків, що дозволило стверджувати про сприятливі зовнішні умови для прояву ознаки у цьому році, незважаючи на твердження окремих вчених, що смакові якості більшою мірою визначаються генотипом (Vulba, 1988). Протилежне викладеному стосувалось урожаю наступного року, особливо другого обліку. Лише один сорт голландської селекції Воларе віднесений до класу 8,0–9,0 балів. Найвище середнє значення смакових якостей відмічено у 2018 році. Протилежне цьому стосувалось другого обліку урожаю 2020 року.

Обговорення. Численні співродичі селекційних сортів характеризуються високим проявом багатьох ознак, які відсутні у *Solanum tuberosum* L., хоча із давніх часів людина була зацікавлена у споживанні високоякісної картоплі, тому її пошуки були направлені на виділення зразків із високими столовими якостями серед видів *S. chilotanum* Hawk., *S. andigenum* Juz. Et Buk., *S. tuberosum* L. (Bukasov, 1933; Bukasov, 1971; Kostina, 1978). Проте, для розширення генетичної основи вихідного селекційного матеріалу, у тому числі за столовими якостями бульб, починаючи з початку-середини минулого століття, коли основним методом селекції картоплі

стала міжвидова гібридизація (Kameraz, 1973; Gavrilenko, Yermishin, 2017).

Враховуючи те, що на сучасному рівні розвитку селекції картоплі переважна більшість селекційних сортів є міжвидовими гібридами, основним напрямом створення вихідного селекційного матеріалу, зокрема за високими кулінарними якостями бульб, є створення компонентів схрещування з ефективним генетичним контролем численних господарсько-цінних ознак, включаючи згадані.

У зв'язку з вище викладеним, проведені дослідження столових якостей бульб вихідного селекційного матеріалу, створеного за участю 2–6 видів картоплі. Отримані зразки являли собою дво-шестиразові беккриси, а тому серед них вдалося виділити селекційно цінні форми за: борошністістю бульб (Stavytskyi, 2017), стійкістю проти потемніння м'якоті варених бульб (Kravchenko et al., 2018), з присмним запахом (Kravchenko et al., 2018a), розварюваністю бульб (Kravchenko et al., 2018b), водянистістю (Kravchenko et al., 2018c) та іншими столовими якостями бульб (Podhaietskyi et al., 2018).

Окремі створені беккриси успішно використовувались у селекційних процесах Інституту картоплярства, Поліської

дослідної станції, в результаті чого створені високоякісні столові сорти: Дніпрянка, Подолянка, Щедрик, Завія, Анатан та інші (Bondarchuk et al., 2008).

Висновки. Враховуючи вплив на прояв консистенції бульб умов вирощування та зберігання, виявлений високий потенціал окремих з них за вираженням показника. Частка зразків з максимальною консистенцією бульб (9 балів) була в межах 1,8–8,9 %, а середній бал прояву ознаки був 4,4–4,8.

Доведена можливість виділення сортів з дуже борошністими бульбами (9 балів). Частка зразків з такою характеристикою залежно від років виконання дослідження була у межах 1,7–12,9 %, тобто з різницею у 7,6 разів. Значна відмінність виявлена також за середнім проявом ознаки – 3,8–5,6 бали.

Виділені сорти, яким властиві не водянисті бульби. Водночас, на вираження показника впливали умови років виконання дослідження та зберігання, чим пояснюється відмінність у частці зразків з максимальним проявом ознаки – 3,5–15,0 % та середнього вираження показника – 4,9–5,7 бали. Останній був однаковим за двох обліків урожаю 2018 року та першого у 2019 році.

У 2018 та 2019 роках не виділено сортів з дуже

неприємним запахом бульб. Водночас, у окремих випадках малою виявилась частка зразків з дуже приємним запахом – 0,9–14,2 %. Відмінності середнього вираження показника також були значними – 5,1–6,4 бали.

Тільки за другого обліку урожаю 2019 року не виділено сортів з не розварюваними бульбами. Проте, частка зразків з максимальним вираженням показника знаходилась у межах 8,9–33,6 %, а середній бал – 4,7–6,2.

За першого обліку урожаю 2020 року 22,1 % сортів мали дуже темніючий м'якуш варених бульб, хоча під час другого обліку урожаю 2019 року це становило 8,0 %. Частка зразків з не темніючим м'якушем була у межах 7,1–12,4 %, причому однаково найбільшою за обох обліків урожаю 2018 року. Невеликою відмінністю характеризувалось середнє вираження показника – 4,3–5,2 бали.

Тільки за другого обліку урожаю 2020 року виділений сорт з дуже поганим смаком. Максимальним проявом ознаки також характеризувався один сорт під час першого обліку 2019 року. Обліки за середнім вираженням показника за роками, відрізнялись незначною мірою – 5,3–5,9 балів.

Бібліографічні посилання:

1. Andriushkina, N. A., Kliukvyna, Yu. B., Kniazev, V. A., & Pysarenko, B. A. (1978). Metodicheskoe ukazanye po otsenke kartofelia na kachestvo (obzor). Korenevo [Methodical instructions on an estimation of a potato on quality (review). Korenevo]. NYUKKh, 39 (in Russian).
2. Bahandynova, R. N. (1995). Morfolohycheskye korrelyatsyy u funktsyonalnaia tselosnost rastytelnoho orhanyzmaui [Morphological correlations in the functional integrity of a plant organism]. Fyzyolohyia kartofelia. Sverdlovsk, 36–51 (in Russian).
3. Banadysev, S. A., Starovoitov, A. M., & Koliadko, Y. Y. (2003). Metodicheskye rekomendatsyy po spetsyalyzovannoi otsenke sortov kartofelia [Methodical recommendations for specialized assessment of potato varieties]. Myn-vo s.-kh. y prodovolstvya Respublyky Belarus, Mynsk, 70 (in Russian).
4. Bondarchuk A. A., Koltunov V. A., & Kravchenko O. A. (2009). Kartoplia: vyroshchuvannia, yakist, zberezhennist [Potatoes: cultivation, quality, safety]. KYT, Kyiv, 231 (in Ukrainian).
5. Bukasov S. M., Bavyko N. F., Kostyna E. Y., Zholudeva Z. Y., & Morozova E. V. (1975). Metodicheskye ukazanya po opredeleniyu stolovyykh kachestv kartofelia [Methodical instructions for determining the table qualities of potatoes]. VYR, Lenynhrad, 15 (in Russian).
6. Bukasov S. M., Kameraz A. Ya., Lekhnovych V. S. Korneichuk V. A., & Kostyna L. Y. (1977). Shyrokyi unyfytsyrovannyi klasyfykator SEV y mezhdunarodnyi klasyfykator SEV vydov kartofelia seksyy Tuberarium (Dun.) roda Solanum L. [Extensive unified SEV classifier and international CTV classifier of potato species of the Tuberarium (Dun.) Section of the genus Solanum L.]. VYR, Lenynhrad, 61 (in Russian).
7. Bukasov S. M. (1971). Systematyka vydov kartofelia seksyy Tuberarium (Dun.) Buk. roda Solanum L. Solanum tuberosum L. [Systematics of potato species of the Tuberarium section (Dun.) Buk. Solanum tuberosum L.]. Trudy po prykladnoi botanyke, henetyke y selektsyy. Lenynhrad, 46(1), 3–44 (in Russian).
8. Bukasov S. M. Kartofely Yuzhnoi Ameriky y ykh selektsyonnoe yspolzovanye. Lenynhrad: VYR. 1933. 133 s. (Bukasov S.M. Potatoes of South America and their selection use. Leningrad: VIR. 1933. 133 p.)
9. Bulba. Entsyklopedycheskyi spravochnyk o kartofele [Tuber. Encyclopedic reference book on potatoes] (1988). Minsk, Belarusian Soviet Encyclopedia named after P. Brovki, 574 (in Russian).
10. Czombor H. J., Bojanowski J., & Pronczuk S. (2001). Monografie I rozprawy naukowe. INAR: Radzikow, 141.
11. Danylova N. N. Pryroda y nashe zdorove. 1997. 235 s. (Danilova N.N. Nature and our health. 1977. 235 p.)
12. Derzhavnyi Reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini v 2020 rotsi [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine in 2020]. Kyiv, 496.
13. Gavrilenko T. A., & Ermyshyn A. P. (2017). Mezhydyvoaia hybrydyzatsyya kartofelia: teoretycheskye y prykladnye aspekty [Interspecific hybridization of potatoes: theoretical and practical aspects]. Vavylovskyi zhurnal selektsyy y henetyky, 21(1), 16–29.
14. Goodwin, E., & Merser, E. (2001). Vvedenye v byokhymiyu rastenyi [Introduction to plant biochemistry]. Myr, Moskva, 392.
15. Kameraz, A. Ya. (1973). Mezhydyvoaia y vnutryvydoaia hybrydyzatsyya kartofelia [Interspecific and intraspecific hybridization of potatoes]. Nauka, Moskva, 104–121.
16. Kostina, L. Y. (1978). Aboryhennye sorta Solanum chilotanum Hawk. [Aboriginal varieties of Solanum chilitanum Hawk.]. Trudy po prykladnoi botanyke, henetyke y selektsyy. VYR, Lenynhrad, 62(1), 55–83.
17. Kravchenko, N. V., Podhaietskyi, A. A., & Stavyskyi, A. A. (2018). Stiikist do potemninnia miakusha varenykh bulb

mizhvydovykh hibrydiv kartopli, yikh bekkrosiv [Resistance to darkening of pulp of boiled tubers of interspecific hybrids of potatoes, their backcrosses]. Seleksiia i nasinnytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. Kharkiv, 113, 135–143 (in Ukrainian).

18. Kravchenko, N. V., Podhaietskyi, A. A., & Stavtyskyi, A. A. (2018, a). Zapakh varenykh bulb mizhvydovykh hibrydiv, yikh bekkrosiv [The smell of boiled tubers of interspecific hybrids, their backcrosses]. Visnyk tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti: nauково-vyrobnychiy zbirnyk. Kharkiv, 24, 165–173 (in Ukrainian).

19. Kravchenko, N. V., Podhaietskyi, A. A., & Stavtyskyi, A. A. (2018, b). Rozvariuvannist bulb mizhvydovykh hibrydiv kartopli, yikh bekkrosiv [Digestibility of tubers of interspecific hybrids of potatoes, their backcrosses]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, ser. «Ahronomiia», 22(1), 125–133 (in Ukrainian).

20. Kravchenko, N. V., Podhaietskyi, A. A., & Stavtyskyi, A. A. (2018). Vodianyist bulb mizhvydovykh hibrydiv kartopli, yikh bekkrosiv [Water content of tubers of interspecific hybrids of potatoes, their backcrosses]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: naukovyi zhurnal, serii «Ahronomiia i biolohiia», 9(36), 99–103 (in Ukrainian).

21. Kozhushko, N. S., & Honcharov, M. D. (2002). Seleksiia na prydatnist do promyslovoi pererobky [Selection for suitability for industrial processing]. VAT «Bilotserkivska knyzhna fabryka», Bila Tserkva, 270–290 (in Ukrainian).

22. Metodychni rekomendatsii shchodo provedennia doslidzhen z kartopleiu [Methodical recommendations for research with potatoes]. (2002). Nemishaieva, 183 (in Ukrainian).

23. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn kartopli ta hrup ovochevykh, bashtannykh, priano-smakovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methods of examination of potato plant varieties and groups of vegetables, melons, spices for suitability for distribution in Ukraine]. (2016). Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. Ukrainyskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn, 18 (in Russian).

24. Podhaietskyi, A. A., Kravchenko, N. V., & Stavtyskyi, A. A. (2018). Seleksyonnaia tseinnost mezhvydovykh hibrydiv kartofelia, ykh bekkrossov po stolovym kachestvam klubnei [Selection value of interspecific hybrids of potatoes, their backcrosses on table qualities of tubers]. «Kartofelevodstvo»: sb. nauchn. tr. Mynsk, 26, 71–75.

25. Purko, O. Ye., Hristova, T. Ye., & Musienko, M. M. (2017). Ekoloho-fiziolohichni aspekty metabolizmu *S. tuberosum* L. ta yii znachennia dlia liudyny [Ecological and physiological aspects of *Solanum tuberosum* L. metabolism and its significance for humans. Monograph]. «Kolor Prynt», Kyiv-Melitopol, 217.

26. Rokytskyi, P. F. (1973). Byolohycheskaia statystyka [Biological statistics]. Higher school, Minsk, 319 (in Russian).

27. Shanina, E. P., & Kliukyna, E. M. (2014). Kataloh sortov kartofelia [Catalog of potato varieties]. HNU Uralskyi NYYSKh. Ekaterenburh, 21 (in Russian).

28. Stavtyskyi, A. A. (2017). Proiv boroshnystosti bulb sered mizhvydovykh hibrydiv, yikh bekkrosiv [Manifestation of tuber flouriness among interspecific hybrids, their backcrosses]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: naukovyi zhurnal, serii «Ahronomiia i biolohiia», 2(33), 191–194 (in Ukrainian).

29. Tesliuk, P. S., Podhaietskyi, A. A., & Kutsenko, V. S. (2016). Ukrainska kartoplia [Ukrainian potatoes]. Za red. P. S. Tesliuka, L. P. Tesliuk. Rydzy, Kyiv, 242 (in Ukrainian).

30. Vlasjuk, P. A., Vlasenko, N. E., & Mytsko, V. N. (2000). Khymycheskyi sostav kartofelia y puty uluchsheniia eho kachestva [Chemical composition of potatoes and ways to improve its quality]. Naukova dumka, Kyev, 196 (in Russian).

31. Vermenko, Yu. Ya., & Bondarchuk, A. A. (2010). Osnovni skladnyky pozhyvchoi tsinosti kartopli [The main components of the nutritional value of potatoes]. Zb. Kartopliarstvo. Dovira, Kyiv, 39, 85–103 (in Ukrainian).

32. Ivanyuk, V. H., Turko, S. A., & Kolyadko, Y. Y. (2007). Nastolnaia knyha kartofelevoda [Table book of a potato grower]. Minsk, Reiplats, 191 (in Russian).

Kravchenko N. V., Doctor (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Podgayetsky A. A., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Butenko E. Yu., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

POTENTIAL OF POTATO VARIETIES BY TABLE QUALITIES OF TUBERS DURING TESTING IN THE CONDITIONS OF THE NORTHEASTERN FOREST STEPPE OF UKRAINE

The results of a study to determine the potential of potato varieties for the manifestation of table qualities of tubers, which were performed during 2018–2020 and two surveys per year, are presented. Despite the influence on the manifestation of the consistency of tubers of growing and storage conditions revealed a high potential of some of them in terms of expression. The proportion of samples with the maximum consistency of tubers (9 points) was in the range of 1.8–8.9 %, and the average score of the sign was 4.4–4.8.

The possibility of selection of varieties with very floury tubers (9 points) is proved. The share of samples with this characteristic, depending on the years of the study, records was in the range of 1.7–12.9 %, and the average score of the sign – 3.8–5.6. Selected varieties, which are characterized by non-watery tubers. At the same time, the expression of the indicator was influenced by the conditions of years of research and storage, which explains the difference in the proportion of samples with the maximum manifestation of the trait – 3.5–15.0 %, and the average expression of the indicator – 4.9–5.7 points.

In 2018 and 2019, no varieties with a very unpleasant smell of tubers were isolated. At the same time, in some cases the share of samples with a very pleasant odor was small – 0.9–14.2 %. Differences in the average expression of the indicator were also significant – 5.1–6.4 points.

Only in the second accounting of the 2019 harvest, no varieties with unboiled tubers were isolated. However, the share of samples with the maximum expression of the indicator was in the range of 8.9–33.6 %, and the average score was 4.7–6.2. The share of samples with non-darkening crumb was in the range of 7.1–12.4 %, and the same is the largest for both accounts of the 2018 harvest. The average expression of the indicator was characterized by a small difference – 4.3–5.2 points.

Only for the second accounting of the harvest of 2020 the variety with very bad taste is allocated. The maximum manifestation of the trait was also characterized by one variety during the first accounting in 2019. According to the average expression of the indicator of years, the accounts did not differ significantly – 5.3–5.9 points.

Key words: potatoes, varieties, tuber consistency, flour content, wateriness, smell, digestibility, darkening of boiled potato pulp, taste.

Дата надходження до редакції: 10.03.2021 р.

**ВИНОС БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКЦІЄЮ РІПАКУ ОЗИМОГО
ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ І ВАПНЯКОВИХ МЕЛІОРАНТІВ**

Польовий Володимир Мефодійович

доктор сільськогосподарських наук, професор, директор
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України
с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна
ORCID: 0000-0002-3133-9803
rivne_apv@ukr.net

Ященко Людмила Анатоліївна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, провідний науковий співробітник
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України
с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна
ORCID: 0000-0003-1407-0133
yashchenko.liudmyla@gmail.com

Курач Оксана Володимирівна

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України
с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна
ORCID: 0000-0002-1343-097X

Ровна Галина Францівна

старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України
с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна
ORCID: 0000-0002-7599-5650

Гук Богдан Васильович

старший науковий співробітник
Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН
с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна
ORCID: 0000-0002-8666-2667

Наведено вплив застосування $N_{120}P_{90}K_{120}$ сумісно з S_{40} , позакореневим підживленням мікродобривом, а також різних доз і видів вапнякових меліорантів на вміст і винос азоту, фосфору, калію основною та побічною продукцією ріпаку озимого. Мета досліджень – встановити специфіку розподілу біогенних елементів у насінні та соломі ріпаку озимого, залежно від удобрення і вапнування, їх винос на формування одиниці продукції. Методи досліджень: польові, агрохімічні, статистичні.

За вирощування ріпаку озимого на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся застосування вапнякових меліорантів на фоні $N_{120}P_{90}K_{120}$ забезпечило істотне зростання врожайності насіння на 1,08–2,07 т/га, соломи – на 2,09–3,40 т/га до контролю (без добрив) та формування відношення насіння до побічної продукції на рівні 1,95–2,32. Вміст елементів живлення у насінні ріпаку озимого, залежно від удобрення та вапнування, коливався у межах 3,17–3,56 % азоту, 0,85–0,95 фосфору, 1,09–1,17 % калію; у соломі – 1,05–1,24 % азоту, 0,22–0,35 фосфору, 1,39–1,52 % калію. Найбільш вагомий вплив на показники мало застосування на фоні мінерального удобрення 1,0 дози $N_{120}P_{90}K_{120}$ доломітового борошна у поєднанні з сіркою та мікродобривом.

Господарський винос елементів живлення урожаєм і побічною продукцією, головним чином, залежав від поєднання компонентів удобрення та доз вапнування. Максимальним він був за внесення доломітового борошна 1,0 дози $N_{120}P_{90}K_{120}$ сумісно з S_{40} і мікродобривом Нутривант Плюс олійний та 1,5 дози $N_{120}P_{90}K_{120}$: азоту 156,7 і 163,9 кг/га, фосфору 42,8 і 40,3 кг/га, калію 106,1 і 110,9 кг/га.

Встановлено, що найвищий нормативний показник виносу елементів живлення на формування 1 т насіння та відповідної кількості побічної продукції спостерігався за внесення 1,0 дози $N_{120}P_{90}K_{120}$ доломітового борошна із S_{40} та мікродобривом на фоні $N_{120}P_{90}K_{120}$ і становив 59,1 кг азоту, 16,1 фосфору та 40,1 кг калію.

Ключові слова: ріпак озимий, хімічні меліоранти, добрива, насіння, солома, азот, фосфор, калій, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.5>

Вступ. Теоретичною і практичною основою регулювання колообігу речовин у системі ґрунт–рослина–добриво є баланс поживних речовин, найважливішим показником якого є винос їх урожаєм сільськогосподарських культур. Винос

поживних речовин одиницею врожаю залежить від багатьох факторів і в одній тій самій культурі може коливатися у значних межах. Зокрема, системи живлення впливають не лише

на величину врожаю сільськогосподарських культур, а й змінюють хімічний склад товарної і нетоварної його частин (Hospodarenko, 2002; Polovyi, 2007; Zaryshniak, 2015).

Зміна родючості ґрунту, впровадження новітніх технологій вирощування ріпаку озимого, оновлення його сортогібридного складу вимагають корегування показників вносу елементів живлення рослинами, що є основою для розрахунку доз мінеральних добрив на запланований урожай культури, зокрема, в умовах Західного Полісся.

Сільськогосподарські культури, у тому числі й ріпак озимий, споживають із ґрунту елементи живлення у кількостях, необхідних для формування біомаси. Їх внос залежить від багатьох факторів: агротехнічних умов вирощування, особливостей культури, кількості застосованих добрив і рівня врожаю (Voiko et al., 2007)

Кількість і співвідношення елементів живлення у рослинах, характерне для певних видів, значно варіює у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Важливе значення має встановлення закономірностей обміну елементами живлення між ґрунтом і рослинами, що дає змогу більш цілеспрямовано керувати живленням рослин, створювати умови для повнішої реалізації потенційних можливостей нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур відповідно до ґрунтово-кліматичних умов (Polovyi, 2011; Madaras et al., 2017).

Численними дослідженнями встановлено, що оптимальний рівень мінерального живлення дає можливість культурам ефективно засвоювати поживні речовини, підвищуючи урожайність на 30–50 %, та підтримувати бездефіцитний баланс азоту, фосфору і калію в ґрунті (Volkohon et al., 2019).

Ріпак озимий вимогливий до умов живлення і має високий внос елементів, порівняно з іншими культурами. В. В. Лихочвор стверджує, що ріпак вимагає родючих ґрунтів, оскільки на формування 1 т насіння потребує: азоту – 50–70 кг, фосфору – 25–35, калію – 40–70, кальцію – 40–70, магнію – 7–12, бору – 0,08–0,12, сірки – 20–25 кг, що у 3–5 разів більше, ніж для зернових культур (Likhochvor, 2002). Аналогічні дані були отримані й іншими дослідниками: N – 64 кг/т, P₂O₅ – 22, K₂O – 32 кг/т (Dobermann & Cassman, 2002).

За даними Д. Шпаара за різних умов вирощування вміст біогенних елементів у насінні змінювався у межах 2,7–3,9 % для азоту, 1,6–2,0 % для фосфору, 0,9–1,1 % для калію, у соломі 0,6–0,8 %, 0,2–0,4 і 2,0–3,0 % відповідно, що вплинуло на їхній внос, який становив 80–240 кг/га азоту, 25–60 кг фосфору, 20–40 кг/га калію (Shpaar, 2012).

Актуальність досліджень полягає у тому, що параметри вмісту елементів живлення в основній і побічній продукції ріпаку озимого стануть основою для розрахунку оновлених нормативів вносу поживних речовин.

Розробка диференційованого вносу біогенних елементів основною і побічною продукцією ріпаку озимого, залежно від агроресурсного навантаження, дозволить у процесі агропромислового виробництва вирішувати питання, пов'язані з кругообігом поживних речовин для створення оптимальних рівнів живлення рослин, підвищення родючості ґрунту (Hospodarenko, 2010).

Виходячи із цього, актуальним є вивчення можливостей оптимізації умов живлення ріпаку озимого у сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті, за рахунок його окультурення на основі удосконалення систем удобрення та хімічної меліорації.

Мета досліджень – встановити нормативні показники вносу біогенних елементів основною і побічною продукцією ріпаку озимого, залежно від удобрення і вапнування.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили у 2017, 2018 та 2020 роках у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України у короткоротаційній сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті. Дослідження проводили на трьох полях, чергування культур – пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Посівна площа ділянки 99 м², облікова – 50 м², повторність дослідів – триразова. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Технологія вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для зони Полісся. Захист від шкідників, хвороб і бур'янів проводили за інтенсивною технологією.

Схема дослідів включала варіанти: без добрив (контроль); N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ – фон; фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Hг); фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Hг) + S₄₀; фон + CaMg(CO₃)₂ (1,0 Hг) + S₄₀ + мікродобриво; фон + CaMg(CO₃)₂ (1,5 Hг); фон + CaCO₃ (1,0 Hг).

Мінеральні добрива вносили згідно схеми дослідів у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Хімічні меліоранти застосовували перед закладанням стаціонарного дослідів у формі доломітового (CaMg(CO₃)₂) і вапнякового борошна (CaCO₃), 1 Hг доза встановлена за рівнем гідролітичної кислотності відповідала 4,6 т/га вапнякового та 3,8 т/га доломітового борошна.

Азотні (N₃₀), фосфорно-калійні та сірковмісні (S₄₀) добрива вносили під основний обробіток ґрунту, N₉₀ у ранньовесняне підживлення. Позакореневе підживлення посівів мікродобривом Нутривант Плюс олійний (2 кг/га) проводили у фазу весняної розетки та бутонізації.

Статистичну обробку отриманих результатів дослідів проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel, Statistica 5.0.

Незважаючи на коливання температурного режиму та зволоження, погодні умови Західного регіону для ріпаку озимого були наближені до середньобагаторічних значень, що зумовило формування відносно високопродуктивних посівів культури на дерново-підзолистому ґрунті.

Результати. У ході дослідів встановлено певні закономірності у вмісті елементів живлення в основній і побічній продукції ріпаку озимого, залежно від особливостей удобрення, різних видів і доз вапнякових меліорантів. Вміст азоту в насінні коливався у межах 3,05–3,56 %. Застосування на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ доломітового борошна зумовило підвищення цього показника до 3,28–3,46 %, а у поєднанні з S₄₀ та S₄₀ + мікродобриво до 3,51 і 3,56 % відповідно, тоді як за внесення вапнякового борошна вміст азоту склав 3,49 % (табл. 1).

Вміст елементів живлення в продукції ріпаку озимого залежно від удобрення і вапнування, середнє за 2017, 2018, 2020 рр.

| Варіант | Насіння | | | Солома | | |
|---|---------|-------------------------------|------------------|--------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Без добрив – контроль | 3,05 | 0,79 | 1,05 | 0,98 | 0,21 | 1,26 |
| N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон | 3,17 | 0,85 | 1,09 | 1,05 | 0,22 | 1,39 |
| Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (0,5Нг) | 3,28 | 0,89 | 1,00 | 1,07 | 0,25 | 1,35 |
| Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) | 3,45 | 0,92 | 1,12 | 1,18 | 0,28 | 1,44 |
| Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0Нг) + S ₄₀ | 3,51 | 0,94 | 1,13 | 1,21 | 0,30 | 1,47 |
| Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0Нг)+S ₄₀ +ME | 3,56 | 0,95 | 1,12 | 1,24 | 0,35 | 1,52 |
| Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) | 3,41 | 0,90 | 1,16 | 1,19 | 0,26 | 1,41 |
| Фон + CaCO ₃ (1,0 Нг) | 3,49 | 0,91 | 1,17 | 1,22 | 0,27 | 1,42 |

Аналогічна закономірність спостерігалась у зміні вмісту фосфору і калію у насінні ріпаку озимого. Збільшення вмісту фосфору і калію до 0,94 і 1,15 % та 0,95 і 1,12 % відповідно відзначено за внесення доломітового борошна 1,0 дози Нг + S₄₀ та у поєднанні з мікродобривом на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Порівняння дії доломітового і вапнякового борошна на вміст елементів живлення у насінні показало, що CaCO₃ забезпечив дещо вищий вміст азоту 3,49 % і калію 1,17 %, тоді як вміст фосфору був нижчим на 0,01 %. У побічній продукції ріпаку озимого найбільший вміст азоту 1,21 і 1,24 %, фосфору 0,30 і 0,35 %, калію 1,47 і 1,52 % відповідно спостерігався за внесення доломітового борошна у дозі 1,0 Нг + S₄₀

та у поєднанні з мікродобривом Нутривант Плюс олійний (2 кг/га). Слід відмітити, що підвищення дози доломітового борошна з 1,0 до 1,5 Нг спричинило зменшення вмісту в соломі азоту, фосфору і калію.

Результати досліджень засвідчили, що врожайність основної та побічної продукції ріпаку озимого на дерново-підзолистому ґрунті насамперед залежить від його окультурення. Зокрема, без внесення добрив і хімічних меліорантів у середньому за роки досліджень врожайність насіння та соломки склала 0,82 і 2,32 т/га відповідно (рис. 1).

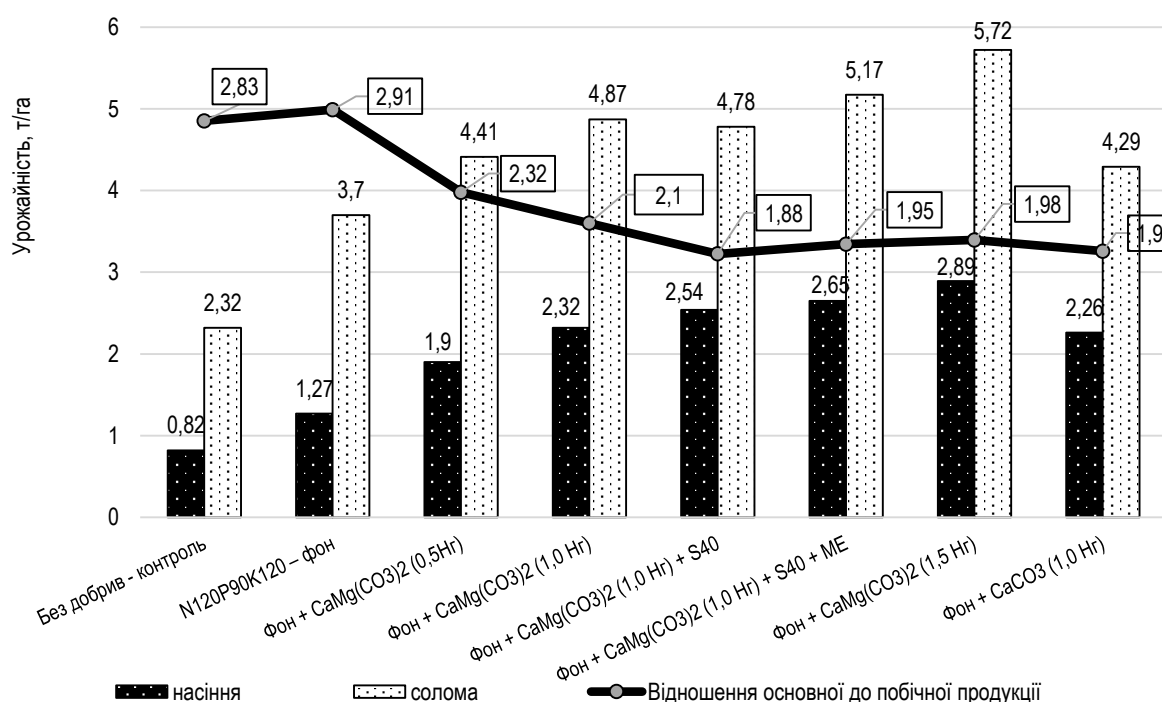


Рис. 1. Урожайність та співвідношення основної і побічної продукції ріпаку озимого залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017, 2018, 2020 рр.

Це свідчить, що такі ґрунти є малопридатними для вирощування культури без попереднього поліпшення поживного режиму та проведення комплексу агрохімічних заходів. Так, застосування мінеральних добрив N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ хоча і зумовило підкислення ґрунту, проте врожайність насіння становила 1,27 т/га, соломки – 3,70 т/га. Лише внесення хімічних меліорантів сумісно з удобренням забезпечило зміну інтервалу кислотності до слабкокислої та нейтральної реакції ґрунтового розчину, що сприяло підвищенню врожайності насіння до

1,90–2,89 т/га, соломки – 4,41–5,72 т/га та формування відношення насіння до побічної продукції на рівні 1,95–2,32. Найвищу врожайність продукції 2,89 т/га насіння і 5,72 т/га соломки отримано за внесення 1,5 Нг доломітового борошна на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀. Дослідженнями встановлено, що врожайність соломки змінювалася з тією ж закономірністю, що й насіння.

За порівняння впливу на врожайність ріпаку озимого доломітового та вапнякового борошна у дозі 1,0 Нг встановлено, що вищу врожайність насіння на 2,6 % і соломки 13,5 %

забезпечило застосування доломітового борошна $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Це, ймовірно, пов'язано з наявністю у ньому крім кальцію, також і магнію, який є дефіцитним на легких ґрунтах.

Винос елементів живлення з ґрунту врожаєм сільськогосподарських культур є важливою статтею їх балансу і одним із критеріїв оцінки ступеня виснаження ними ґрунту. Серед факторів, які мали вплив на зміну виносу поживних речовин продукцією ріпаку озимого, є добрива та хімічні меліоранти (Salatenko, 2008).

У результаті аналізу даних відзначено, що вміст азоту (25 кг/га) був найнижчим у варіанті без добрив, тоді як за внесення $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ (фон) цей показник зріс в 1,6 рази (табл. 2). Застосування доломітового і вапнякового борошна в дозі 1,0 Нг сприяло його зростанню у 3,2–3,9 рази до контролю. Найвищий винос азоту 98,6 кг/га був за внесення дози 1,5 Нг доломітового борошна на фоні удобрення.

Таблиця 2

Винос біогенних елементів живлення урожаєм ріпаку озимого залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017, 2018, 2020 рр., кг/га

| Варіант | Основна продукція | | | Побічна продукція | | | Господарський винос | | |
|--|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Без добрив - контроль | 25,0 | 6,5 | 8,6 | 24,1 | 5,2 | 31,0 | 49,1 | 11,6 | 39,6 |
| $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ – фон | 40,3 | 10,8 | 13,8 | 40,0 | 8,4 | 53,0 | 80,3 | 19,2 | 66,8 |
| Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (0,5 Нг) | 62,3 | 16,9 | 19,0 | 61,0 | 14,2 | 77,0 | 123,3 | 31,1 | 96,0 |
| Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг) | 80,0 | 21,3 | 26,0 | 52,1 | 12,4 | 63,5 | 132,1 | 33,7 | 89,5 |
| Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг) + S ₄₀ | 89,2 | 23,9 | 29,2 | 58,4 | 14,5 | 71,0 | 147,6 | 38,4 | 100,2 |
| Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг) + S ₄₀ + ME | 94,3 | 25,2 | 29,7 | 62,4 | 17,6 | 76,5 | 156,7 | 42,8 | 106,1 |
| Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,5 Нг) | 98,6 | 26,0 | 33,5 | 65,3 | 14,3 | 77,4 | 163,9 | 40,3 | 110,9 |
| Фон + CaCO_3 (1,0 Нг) | 78,9 | 20,6 | 26,4 | 52,3 | 11,6 | 60,9 | 131,2 | 32,2 | 87,4 |

Винос фосфору насінням ріпаку озимого залежав від досліджуваних чинників і коливався в межах 10,8–26,0 кг/га, він був вищим в 1,7–4,0 рази, порівняно з контролем (без добрив). Найбільший винос 26 кг/га цього елемента спостерігався на фоні удобрення із внесенням 1,5 Нг доломітового борошна. Винос калію насінням ріпаку з неудобреного варіанту становив 8,6 кг/га, тоді як застосування удобрення та вапнування сприяло його зростанню в 1,6–3,9 рази. За внесення даної дози доломітового борошна відзначено найвищий винос калію 33,5 кг/га.

Досліджено, що на контролі без добрив винос азоту соломкою складав 24,1 кг/га. Внесення мінеральних добрив підвищувало його в 1,6 рази. Максимальний винос 65,3 кг/га відмічено при застосуванні доломітового борошна 1,5 Нг дози на фоні удобрення.

Винос фосфору підвищувався у 2,7–3,4 рази за хімічної меліорації та удобрення, порівняно з контролем без добрив, та у 1,8–2,1 рази до фону. Найбільше значення цього показника 17,6 кг/га було за 1,0 Нг доломітового борошна у по-

єднанні з сірковмісними добривами та мікродобривом Нутрі-вант Плюс олійний (2 кг/га).

Винос калію соломкою ріпаку озимого на контролі становив 31 кг/га, тоді як застосування удобрення сприяло його зростанню в 1,7 рази. Вищий винос калію 77,4 кг/га спостерігався на варіанті 1,5 дози Нг доломітового борошна, який перевищував контроль у 2,5 рази, а удобрення (фон) в 1,5 рази.

Аналізуючи дані господарського виносу поживних елементів на дерново-підзолистому ґрунті ріпаком озимим у сівозміні встановлено, що за внесення доломітового борошна у дозі 1,0 Нг у поєднанні з сіркою і мікродобривом та 1,5 Нг на фоні удобрення відзначено максимальний господарський винос: азоту – 156,7 і 163,9 кг/га, фосфору – 42,8 і 40,3 кг/га, калію – 106,1 і 110,9 кг/га. Найменшим він був на варіанті без добрив і становив: азоту 49,1 кг/га, фосфору 11,6 кг/га, калію 39,6 кг/га.

Внесення $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ та 0,5 дози Нг доломітового борошна збільшувало винос азоту, фосфору та калію на формування одиниці врожаю щодо контролю без добрив на 5,6 і 8,3 %, 6,3 і 15,5 % та 8,9 і 4,6 % відповідно (рис. 2).

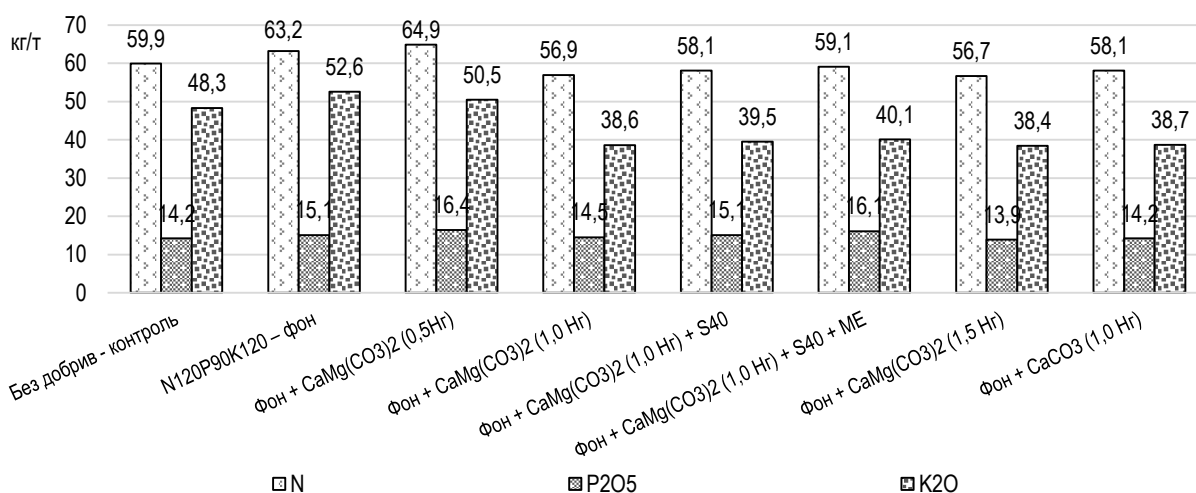


Рис. 2. Нормативні показники виносу елементів живлення на формування основної і відповідної кількості побічної продукції ріпаку озимого залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017, 2018, 2020 рр.

На варіантах удобрення та хімічної меліорації витрати на 1 т врожаю азоту, фосфору та калію варіювали у межах відповідно 56,7–59,1 кг, 13,9–16,1 кг і 38,4–40,1 кг.

Найбільш раціональною системою удобрення і вапнування для ріпаку озимого є внесення доломітового борошна 1,0 дози Нг у поєднанні з S₄₀ та дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Нутривант Плюс олійний (2 кг/га) та 1,5 дози Нг на фоні удобрення, де витрати на одиницю основної і відповідної кількості побічної продукції склали: азоту – 59,1 і 56,7 кг/т, фосфору – 16,1 і 13,9 кг/т, калію – 40,1 і 38,4 кг/т.

Обговорення. За даними Г. М. Господаренка (Hospodarenko, 2010) та інших вчених (Zaryshniak, 2015) одним із основних показників, що використовуються для розрахунків врожайності є винос елементів живлення культури на формування одиниці врожаю. Він дає можливість визначити необхідну кількість мінеральних добрив для отримання певного рівня продуктивності культури. Винос елементів живлення залежить від агротехнічних чинників, системи удобрення, рівня врожаю та особливостей культури і є важливою статтею їх балансу і одним із критеріїв оцінки ступеня виснаження ґрунту.

За дослідженнями Н. В. Бойка, М. Г. Гусева та С. В. Коковіхіна (Boiko et al., 2007) встановлено, що господарський винос елементів живлення урожаєм основною і побічною продукцією змінюється залежно від систем удобрення.

Аналіз наукових публікацій (Shpaar, 2012; Likhochvor, 2002) показав, що для формування 1 т насіння ріпаку споживає елементів живлення у 3–5 разів більше, ніж зернові культури. Отримані дані на дерново-підзолистому ґрунті свідчать, що найбільш раціональною системою удобрення і вапнування для ріпаку озимого є внесення доломітового борошна 1,0 дози Нг у поєднанні з S₄₀ та дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом Нутривант Плюс олійний (2 кг/га) та 1,5 дози Нг на фоні удобрення, де витрати на одиницю основної і відповідної кількості побічної продукції склали: азоту – 59,1 і 56,7 кг/т, фосфору – 16,1 і 13,9 кг/т, калію – 40,1 і 38,4 кг/т.

Висновки. За вирощування ріпаку озимого на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся застосування вапнякових меліорантів на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ забезпечило значне зростання врожайності насіння на 1,08–2,07 т/га, соломи – на 2,09–3,40 т/га до контролю (без добрив) та формування відношення насіння до побічної продукції на рівні 1,95–2,32. Вміст елементів живлення в основній та побічній продукції ріпаку озимого, залежно від доз удобрення та вапнування, коливався у межах у насінні 3,17–3,56 % азоту, 0,85–0,95 % фосфору, 1,09–1,17 % калію; у соломі – 1,05–1,24 % азоту, 0,22–0,35 % фосфору, 1,39–1,52 % калію. Найвищий нормативний показник вносу елементів живлення на формування 1 т насіння та відповідної кількості побічної продукції спостерігався за внесення 1,0 дози Нг доломітового борошна із S₄₀ та мікродобривом на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ і становив 59,1 кг/т азоту, 16,1 кг/т фосфору, 40,1 кг/т калію.

Бібліографічні посилання:

1. Boiko, N. V., Husiev, M. H., & Kokovikhin, S. V. (2007). Produktivnist ripaku ozymoho zalezno vid systemy mineralnogo zhyvlennia ta sortovoho skladu v umovakh zroshennia pivdennoho Stepu [Productivity of winter rape depending on mineral nutrition system and varietal composition in the irrigation conditions of the Southern Steppe]. *Taurida Scientific Herald*, 52, 160–166 (in Ukrainian).
2. Dobermann, A., & Cassman, K. (2002). Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and Soil* 247, 153–175. doi: 10.1023/A:1021197525875.
3. Hospodarenko, H. M. (2002). Osnovy intehrovanooho zastosuvannia dobryv. [Fundamentals of integrated application of fertilizers]. Nichlava, Kyiv (in Ukrainian).
4. Hospodarenko, H. M. (2010). Ahrokhimiia [Agrichemistry]. NNTs «IAE», Kyiv (in Ukrainian).
5. Likhochvor, V. V. (2002). Ripak yarui ta ozymyi [Rapeseed spring and winter]. Lviv: Ukrainski tekhnologii (in Ukrainian).
6. Madaras, M., Mayerová, M., Kumhálová, J., & Lipavský, J. (2017). The influence of mineral fertilisers, farmyard manure, liming and sowing rate on winter wheat grain yields. *Plant Soil Environ.*, 64, 38–46. doi: 10.17221/703/2017-PSE
7. Polovyi, V. M. (2007). Optyimizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi: monohrafiia [Optimization of fertilization systems in modern agriculture: monograph]. Volynski Obereh, Rivne (in Ukrainian).
8. Polovyi, V. M. (2011). Vidtvorennia rodiuchosti ahrokhimichno dehradovanykh gruntiv [Reproduction of agrochemical degraded soils fertility]. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 37–40 (in Ukrainian).
9. Salatenko, V. N. (Ed). (2008). Ozymyi ripak [Winter rape]. Oliini kultury v Ukraini [Oil crops in Ukraine]. Osnova, Kyiv, 318–324 (in Ukrainian).
10. Shpaar, D. (2012). Raps i surepica: vyrashchivanie, uborka, hranenie i ispolzovanie [Rapeseed and rape: cultivation, harvesting, storage and using]. Zerno, Kyiv (in Russian).
11. Volkohon, V. V., Berdnikov, O. M., & Lopushniak V. I. (2019). Ekolohichni aspekty systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur [Ecological aspects of the system of crops fertilization]. Kyiv: Ahrarna nauka (in Ukrainian).
12. Zaryshniak, A. S. (Ed.) (2015). Optyimizatsiia udobrennia ta rodiuchosti gruntu u sivozminakh [Optimization of fertilizers and soil fertility in crop rotations]. Ahrarna nauka, Kyiv (in Ukrainian).

Polovyi V. M., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Director, Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS of Ukraine, Shubkiv, Rivne district, Rivne region, Ukraine

Yashchenko L. A., PhD (Agricultural Sciences), Leading Researcher, Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS of Ukraine, Shubkiv, Rivne district, Rivne region, Ukraine

Kurach O. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS of Ukraine, Shubkiv, Rivne district, Rivne region, Ukraine

Rovna H. F., Senior Researcher, Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS, Shubkiv, Rivne district, Rivne region, Ukraine

Huk B. V., Senior Researcher, Institute of agriculture of Western Polissia of NAAS of Ukraine, Shubkiv, Rivne district, Rivne region, Ukraine

UPTAKE OF MAIN BIOGENIC ELEMENTS BY WINTER RAPE PRODUCTS DEPENDING ON FERTILIZERS AND LIMESTONE MELIORANTS APPLICATION

Influence of fertilizer ($N_{120}P_{90}K_{120}$), sulfur-containing fertilizers, foliar fertilization with micronutrients, different doses, and types of limestone ameliorants on the nitrogen, phosphorus, potassium content in the main and by-products of winter rape are given. The aim of the research was to establish the content of nutrients in the seeds and straw of winter rapeseed depending on fertilizers and liming. Research methods: field, agrochemical, statistical.

The application of limestone ameliorants on the background of $N_{120}P_{90}K_{120}$ provided an increase of winter rapeseed yield by 1.08–2.07 t/ha, straw – by 2.09–3.40 t/ha to relatively of control (without fertilizers) and the formation of the ratio seeds: straw at the level of 1.95–2.32 on sod-podzolic soil of Western Polissia.

The content of nutrients in seeds of winter rapeseed ranged from 3,17 to 3,56% of nitrogen, 0,85–0,95 % of phosphorus, 1,09–1,17 % of potassium; in straw – 1,05–1,24 % of nitrogen, 0,22–0,35 % of phosphorus, 1,39–1,52 % of potassium depending on the fertilizing and doses of limestone application. The most effectiveness variant was the use a 1.0 dose of dolomite flour (by hydrolytic acid) in combination with $N_{120}P_{90}K_{90}$, sulfur and microfertilizer Nutrivant Plus Cereals (2 kg/ha).

The total uptake of nutrients by winter rapeseed products mainly depended on fertilizers and doses of liming too. The maximum total uptake of elements was obtained in variants of using 1.0 dose of dolomite flour with addition S_{40} and microfertilizer Nutrivant Plus and 1.5 dose on the background of $N_{120}P_{90}K_{120}$: nitrogen 156.7 and 163.9 kg/ha, phosphorus 42.8 and 40.3 kg/ha, potassium 106.1 and 110.9 kg/ha.

The highest normative nutrients removal by a 1 ton of seeds and the appropriate amount of by-products (59,1 kg of nitrogen, 16.1 of phosphorus and 40.1 kg of potassium) were observed by the applying 1,0 dose of dolomite flour with S_{40} and microfertilizer on the background of mineral fertilizer ($N_{120}P_{90}K_{120}$).

Key words: winter rape, chemical ameliorants, fertilizers, seeds, straw, nitrogen, phosphorus, potassium, yield.

Дата надходження до редакції: 01.03.2021 р.

РЕГУЛЮВАННЯ МІКОФЛОРИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ШЛЯХОМ ОБПРИСКУВАННЯ

Рожкова Тетяна Олександрівна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-0791-9736

rozhkova8@gmail.com

Спичак Юрій Іванович

магістр

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Деякі представники мікофлори насіння пшениці озимої з'являються у ній з моменту цвітіння до збору врожаю. Тому обприскування рослин на початку цвітіння та пізніше повинно істотно впливати на мікокомплекс зерна. Впродовж 2018–2020 рр. провели вивчення впливу обприскування на формування мікофлори насіння пшениці озимої в умовах північно-східного Лісостепу України. До дослідження залучили такі препарати: Фалькон, к.е, Імуноцитофіт, тб, Трихофіт, р., Гаупсин, р. і Хітозан, тб. Аналіз мікокомплексу провели на картопляно-глюкозному агарі.

Хімічний та біологічний препарати істотно регулювали формування мікофлори. Цей захід не лише змінив кількість виділених видів/родів, але і загальний склад грибів. У 2018 р. вони зменшили кількість домінуючих альтернативних грибів і викликали появу мукорових, особливо у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е та Імуноцитофіту, тб. У 2019 р. застосування фунгіцидів призвело до зменшення кількості домінуючих *A. pullulans* й *Alternaria* sp. та до збільшення виділення небезпечного *N. oryzae*, що істотно вплинуло на довжину проростків. Найвищу кількість цього виду відмітили у варіантах із застосуванням Фалькону, к.е. У 2020 р. відмітили найбільшу зміну складу мікофлори за три роки вивчення ефективності фунгіцидів. Всі препарати знизили кількість домінуючих альтернативних грибів та викликали значну появу *A. pullulans*, який був відсутній на контролі.

Трирічний аналіз випробування Фалькону, к.е. та Трихофіту, р. проти домінуючих альтернативних грибів показав істотні зміни їх чисельності. Середній показник ефективності за три роки у першого препарату склав 65,1 %, у другого – 26,2 %.

Обприскування фунгіцидами також істотно вплинуло на масу 1000 насінин. Здебільшого їх застосування збільшило цей показник, за винятком 2018 р., коли у мікофлорі насіння вони спровокували появу мукорових грибів. Найбільш виповненим насіння сформувалось у варіантах з обприскуванням біологічними препаратами. Вивчення впливу обприскування рослин на довжину рослин за проростання насіння показало найкращі результати у варіантах також з біофунгіцидами.

Отже, обприскування пшениці озимої хімічними та біологічними препаратами викликає зменшення домінуючих видів у мікофлорі насіння, що призводить до появи чи збільшення інших її складових. Дуже часто одні представники замінюють інші гриби.

Ключові слова: пшениця озима, насіння, мікофлора, обприскування, хімічні та біологічні препарати.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.6>

Вступ. Обприскування рослин у другій половині вегетації пшениці дозволяє впливати на склад грибів насіння. Для цього застосовують препарати різного походження, наприклад, хімічні та біологічні фунгіциди, індуктори стійкості.

Хімічні препарати на сьогодні використовують більше, порівняно з іншими. Вони допомагають стримувати втрати врожаю від хвороб за інтенсивних технологій (Ons et al., 2020). Завдяки комбінуванию різних діючих речовин у сучасних фунгіцидах зменшується кратність обробок та пестицидне навантаження на пшеничний фітоценоз. Разом з перевагами не завжди маємо високий ефект хімічних препаратів, особливо у регуляції польової насінневої інфекції, яку спричиняють фітопатогенні гриби, здатні продукувати мікотоксини. Найбільш вивченим є це питання щодо захисту пшениці від фузаріозу колосу та зерна, коли для його регулювання обприскування проводять на початку цвітіння. Найвища ефективність препаратів на перше десятиріччя XXI ст. оцінювалась на рівні 60–70 % зниження наочних симптомів у полі (Gagkaeva et al., 2011). Але деякі дослідники в умовах створення штучного зараження мають і високі результати обмеження розвитку збудників фузаріозу. Вивчення фунгіцидів

(Аканто Плюс КС, 0,6 л/га; Амистар Екстра СК, 1 л/га; Зантара, к.е., 1 л/га) проти фузаріозу колосу за штучного інфікування культури *Fusarium avenaceum* мало значні показники ефективності їх застосування – від 94 до 100 % на 14 та 30 добу після обприскування (Dubrovskaya, 2020). Щодо обмеження інших грибів мікофлори, здатних також до продукування мікотоксинів, наприклад, альтернативних, які переважають у північно-східному Лісостепу України (Rozhkova & Karpenko, 2016), інформації недостатньо. Здебільшого вивчають вплив фунгіцидного обприскування на вміст цих вторинних метаболітів, аніж чисельність *Alternaria* sp. (Scarpino et al., 2015).

Екологізація виробництва зернової продукції можлива за рахунок застосування проти хвороб біологічних препаратів на основі різних мікроорганізмів. Механізми біологічного контролю розглядають на сьогодні дуже ретельно, так як фунгіциди негативно впливають на інші нецільові об'єкти (Köhl et al., 2019). Наприклад, бактерії з роду *Pseudomonas*, ризосферні мікроорганізми, мають декілька захисних механізмів проти фітопатогенів: конкуренція/антагонізм з продукуванням вторинних метаболітів, індукція системної стійкості рослин (Çakmakçı et al., 2017). *P. aureofaciens* здатні синтезувати

ряд антибіотиків феназинового типу, ефективно пригнічуючи ріст ряду фітопатогенних грибів і бактерій, стимулювати ріст рослин за рахунок продукування фітогормонів (Burova et al., 2012).

Гриби з роду *Trichoderma* мають декілька механізмів біологічного контролю: антагонізм, продукування вторинних метаболітів (антибіотиків) та гіпепаразитизм (Sood et al., 2020). У всьому світі з нього отримують більше 60 % ефективних біофунгіцидів (Abbeey et al., 2019). Добре відомо, що види цього роду конкурують за поживні речовини, біологічні ніші або місця зараження з патогенами у ризосфері рослин (Ahluwalia et al., 2015). Більше 180 вторинних метаболітів, що вказують на різні класи хімічних речовин, були виділені з *Trichoderma* sp. Наприклад, *T. lignorum* здатний продукувати конініни, віридин, дермадин, триховіридин, лігнорен та конігінову кислоту, а також гліотоксин і гліовірин (Masi et al., 2018). Як гіпепаразити *Trichoderma* sp. продукують спеціалізовані ферменти, які руйнують клітинну стінку грибів-мішеней (глюканазви, хітинази та протеази), а також активують ферменти останнього (Harman et al., 2004).

Використання біотичних еліситорів, які ще називають індукторами стійкості, для активації неспецифічної стійкості рослин дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища пестицидами (Zhuk et al., 2019). Еліситори належать до різних класів хімічних сполук. Більшість описаних є вуглеводами, пептидами, ліпідами, глікопротеїнами, гліколіпідами (Rozhkova, 2016).

Хітозан отримують з хітину, який є найпоширенішим природним полімером після целюлози (Younes et al., 2015). Він має деякі переваги, порівняно з іншими агентами біоконтролю не лише у потенціальних можливостях зі стримання розвитку хвороб, але і у підвищенні стійкості рослин (Yin et al., 2010), а також розширенні біорізноманіття у ризосфері рослин (Park & Chang, 2012; Hassan & Chang, 2017). Хітозан у сільському господарстві можливо застосовувати для регуляції грибів (Chowdappa et al., 2014), бактерій (Yang et al., 2014), вірусів (Jia et al., 2016), фітонематод (El-Sayed & Mahdy, 2015) та в якості харчового конзерванта (Zhang et al., 2011). За порівняння ефективності проти розвитку фузаріозу пшениці та ячменю біохімічного хітозану та бактерії *Pseudomonas fluorescens* МКВ 158, встановили вищу ефективність першого у зниженні розвитку фузаріозу колосу та запобіганні зниження маси 1000 зернин (Khan & Doohan, 2009).

Препарати на основі арахідонової кислоти (імуноцитотифіт) включають механізми стійкості до патогенів різної етіології, стимулюють гени рослин, які відповідають за ростові процеси та утворення фітогормонів (Sharoval et al., 2014). Застосування імуноцитотифіта на персику за для зниження розвитку збудників хвороб листя призвело до активації ферментів антиоксидантної системи захисту (каталази, загальної пероксидази) (Mikhaylova et al., 2018).

Метою дослідження було дослідити механізми регулювання мікофлори насіння пшениці озимої за використання хімічних препаратів та біофунгіцидів шляхом обприскування рослин у польових умовах.

Матеріали і методи досліджень. Вивчення ефективності обприскування пшениці озимої провели на дослідному полі Навчально-наукового виробничого комплексу Сумського

національного аграрного університету. Рослини пшениці озимої (сорту Богдана) обприскали ручним обприскувачем у вечірній години. Було закладено дрібноділянковий дослід, повторення трикратне. У 2018 р. у досліді було 5 варіантів, у 2019 р. – 4, у 2020 – 6. До дослідження залучили такі препарати: Фалькон, к.е. (д.р. тебуконазол 167 г/л + триадименол 43 г/л + спіроксамін 250 г/л) з нормою витрати 2 мл/л, Імуноцитотифіт, тб (д.р. ефір арахідонової кислоти етиловий) – 2 табл./л, Трихофіт, р (д.р. спори гриба *Trichoderma lignorum*, титр – 2,0 млрд./см³) – 25 мл/л, Гаупсин, р. (д.р. бактерії *Pseudomonas aureofaciens* Kluver, штами В-306 та В-111, титр – не менше 10 млрд. кл/см³) – 20 мл/л, Хітозан, тб (виробник ТОВ Еліт-фарм, Україна) – 3 табл./л.

Ефективність препаратів (Е_д, %) визначили за формулою (Trybel' et al., 2001):

$$E_d = \frac{100 (P_k - P_d)}{P_k}$$

де P_к, P_д – відсотки виявлення грибів, відповідно у контрольному і дослідному варіантах.

Мікофлору насіння визначали біологічним методом у лабораторних умовах (Naumova, 1970). Перед аналізом насіннєвий матеріал промивали впродовж години під проточною водою. Потім його витримували в 1 %-му розчині марганцевокислого калію впродовж 1–2 хвилин для вивчення внутрішнього комплексу грибів насіння. Після чого насінини просушили на фільтрувальному папері та розклали у чашки Петрі (20 шт) на КГА (картопляно-глюкозний агар). Чашки поміщали у термостат, де відбулось проростання колоній та насіння за температури 22–24 °С упродовж 7 діб. Гриби визначали за будовою міцелю та спороношення (Watanabe, 2012). В кожному варіанті аналізували по 100 насінин. Відсоток виділення грибів розраховували, виходячи зі всієї кількості виділених колоній у варіанті. На 7-му добу визначали довжину проростків пшениці. Також визначали вплив обприскування на масу 1000 зернин.

Результати. Хімічний захист вважають найефективнішим. Тому дослідження з визначення ефективного регулювання мікофлори насіння розпочали у 2018 р. з детального дослідження обприскування фунгіцидами. Першу обробку препаратами провели під кінець колосіння на початку цвітіння озимої пшениці, другу – наприкінці цвітіння. Припустили, що обробка фунгіцидом призведе до збільшення маси 1000 зерен, а подвійне застосування покаже ще кращі результати.

Спочатку провели макроаналіз вирощеного насіння, який показав доволі неочікувані результати. Найменшу кількість чорного зародку, зморшкуватого та дрібного насіння отримали з варіанту з одноразовим застосуванням Фалькону, к.е. Непоганий результат мали у варіанті з обприскуванням Трихофітом, р. Але цей біологічний препарат підвищив кількість чорного зародку. Значну кількість зморшкуватого насіння відмітили у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е. та Імуноцитотифіту, тб. Застосування препаратів призвело до зниження маси 1000 зерен, яке виявилось максимальним у варіанті з дворазовим обприскуванням Фальконом, к.е. (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2018 р.)

| Варіант | Виділення колоній, % | Маса 1000 зерен, г |
|---|---|--------------------|
| Контроль | <i>Alternaria</i> sp. 76,8 <i>Melanospora</i> sp. 10,2 <i>Nigrospora oryzae</i> 5,6 <i>Cladosporium</i> sp. 1,9 <i>Aureobasidium pullulans</i> 1,9 <i>Penicillium</i> sp. 1,9 Інші види грибів 1,7 | 52,90 |
| Фалькон, к.е. (1 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 31,5 <i>Mucor</i> sp. 17,5 <i>Trichothecium roseum</i> 8,4 <i>Trichoderma</i> sp. 7 <i>Cladosporium</i> sp. 4,2 <i>Fusarium poae</i> 2,8 <i>A. pullulans</i> 2,1 <i>Penicillium</i> sp. 1,4 Інші види грибів 25,1 | 48,66 |
| Фалькон, к.е. (2 обприскування) | <i>Mucor</i> sp. 34,9 <i>N. oryzae</i> 11,6 <i>Tr. roseum</i> 11,6 <i>Trichoderma</i> sp. 8,1 <i>Curvularia</i> sp. 5,8 <i>Penicillium</i> sp. 3,4 <i>Cladosporium</i> sp. 2,3 <i>Aspergillus niger</i> 2,3 Інші види грибів 20 | 43,52 |
| Імуноцитозит, тб (2 обприскування)+ Фалькон, к.е. | <i>Alternaria</i> sp. 21,6 <i>Mucor</i> sp. 61,8 <i>Penicillium</i> sp. 5,9 <i>Trichoderma</i> sp. 4,9 <i>Cladosporium</i> sp. 2,9 <i>A. pullulans</i> 2,9 | 46,22 |
| Трихофіт, р. (2 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 64,1 <i>Mucor</i> sp. 9,9 <i>Penicillium</i> sp. 2,1 <i>Chaetomium</i> sp. 1,4 <i>N. oryzae</i> 1,4 <i>A. pullulans</i> 0,7 <i>Cladosporium</i> sp. 1 Інші види грибів 19,7 | 48,44 |
| НІР ₀₅ | <i>Alternaria</i> sp. 2,23 <i>Mucor</i> sp. 5,1 <i>Cladosporium</i> sp. 1,4 <i>Penicillium</i> sp. 2,0 <i>A. pullulans</i> 0,9 Інші види грибів 1,8 | 1,9 |

Обприскування препаратами призвело до істотних змін у мікофлорі насіння пшениці озимої: змінилась не лише кількість виділення грибів, але і їх склад. Вони зменшили кількість домінуючих альтернативних грибів і викликали появу мукових, особливо у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е. та Імуноцитозиту, тб. За обробки хімічним фунгіцидом у мікофлорі з'явилися зі значним відсотком виділення гриби *Trichoderma* sp. та *Tr. roseum*. Дворазова обробка Фальконом, к.е. викликала появу рідкого для мікофлори нашої зони роду *Curvularia* sp., а також значний відсоток виділення *N. oryzae*. У варіанті із застосуванням Трихофіту, р. відмітили ізолювання *Chaetomium* sp.

У 2019 р. обприскування хімічним та біологічними препаратами призвело до збільшення маси 1000 насінин

(табл. 2). Зовнішній огляд насіння показав, що найбільше дрібного насіння було у варіанті з використанням Фалькону, к.е., а найбільше зморшкуватого – у варіанті з обприскуванням хімічним препаратом та Імуноцитозитом, тб.

Таблиця 2

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2019 р.)

| Варіант | Виділення колоній, % | Маса 1000 зерен, г |
|--|--|--------------------|
| Контроль | <i>A. pullulans</i> 32,1 <i>Alternaria</i> sp. 29,6 <i>N. oryzae</i> 19,4 <i>Penicillium</i> sp. 3,2 <i>Cladosporium</i> sp. 3,2 <i>F. poae</i> 1,6 Інші види грибів 11,4 | 37,94 |
| Фалькон, к.е. | <i>N. oryzae</i> 67,8 <i>A. pullulans</i> 11 <i>Acremonium</i> sp. 3,4 <i>Cladosporium</i> sp. 1,7 <i>Alternaria</i> sp. 1,7 <i>Penicillium</i> sp. 0,8 Інші види грибів 13,6 | 38,52 |
| Трихофіт, р. (2 обприскування) | <i>N. oryzae</i> 36,8 <i>Alternaria</i> sp. 23,2 <i>A. pullulans</i> 13,7 <i>Cladosporium</i> sp. 8,4 <i>F. poae</i> 2,1 Інші види грибів 15,8 | 44,72 |
| Імуноцитозит, тб + Фалькон, к.е. | <i>N. oryzae</i> 67,3 <i>A. pullulans</i> 7,1 <i>Cladosporium</i> sp. 7,1 <i>Penicillium</i> sp. 3,5 <i>Monilia</i> sp. 2,7 <i>Fusarium</i> sp. 2,7 <i>Trichoderma</i> sp. 2,7 <i>Alternaria</i> sp. 1,8 <i>Acremonium</i> sp. 0,9 Інші види грибів 4,2 | 39,86 |
| НІР ₀₅ | <i>Alternaria</i> sp. 1,9 <i>A. pullulans</i> 2,5 <i>N. oryzae</i> 3,3 <i>Penicillium</i> sp. 1,6 <i>Cladosporium</i> sp. 1,7 Інші види грибів 2,5 | 2,2 |

На контролі домінували *A. pullulans* та альтернативні гриби. Також відмітили і значний відсоток виділення *N. oryzae*, який негативно впливав на параметри росту проростків пшениці, знижуючи довжину проростків та коренів. Застосування фунгіцидів призвело до зменшення кількості домінуючих видів та до збільшення виділення небезпечного *N. oryzae*, що істотно вплинуло на довжину проростків (рис. 1). Найвищу кількість цього виду відмітили у варіантах із застосуванням Фалькону, к.е. Цей препарат убрав незначну присутність *F. poae*, але за обприскування з Імуноцитозитом, тб з'явився інший вид фузарієвого гриба.

У 2020 р. обприскування фунгіцидом та біопрепаратами також покращило виповненість насіння. Найкращі показники маси 1000 зерен відмітили у варіантах з використанням індукторів стійкості (Імуноцитозит, тб та Хітозан, тб). (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2020 р.)

| Варіант | Виділення колоній, % | Маса 1000 зерен, г |
|---------------------------------------|---|--------------------|
| Контроль | <i>Alternaria</i> sp. 62,7 <i>Tr. roseum</i> 11,7 <i>A. atra</i> 7,4 <i>Mucor</i> sp. 3,7 <i>F. poae</i> 1,6 <i>Rh. stolonifer</i> 1,2 Інші грибні колонії 11,7 | 38,16 |
| Фалькон, к.е. | <i>Alternaria</i> sp. 25,9 <i>Tr. roseum</i> 13,4 <i>A. pullulans</i> 10,7 <i>Cladosporium</i> sp. 1,8 <i>Penicillium</i> sp. 0,9 Інші грибні колонії 47,3 | 39,54 |
| Гаупсин, р. (2 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 49,1 <i>A. pullulans</i> 22,8 <i>Trichoderma</i> sp. 7 <i>Mucor</i> sp. 6,1 <i>Tr. roseum</i> 5,3 <i>Penicillium</i> sp. 1,8 <i>Microdochium nivale</i> 0,9 <i>Cladosporium</i> sp. 0,9 Бактерії 0,9 Інші грибні колонії 5,2 | 38,20 |
| Імуноцитофіт, тб (2 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 48,1 <i>A. pullulans</i> 27,8 <i>Tr. roseum</i> 17,7 <i>Trichoderma</i> sp. 2,5 <i>Mucor</i> sp. 1,3 <i>Arthrinium caricicola</i> 1,3 Інші грибні колонії 1,3 | 40,30 |
| Трихофіт, р. (2 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 37,6 <i>A. pullulans</i> 32,3 <i>N. oryzae</i> 3,2 <i>Cladosporium</i> 2,2 <i>Penicillium</i> sp. 2,2 <i>Tr. roseum</i> 1,1 <i>Phoma</i> sp. 1,1 Інші грибні колонії 20,6 | 38,88 |
| Хітозан, тб (3 обприскування) | <i>Alternaria</i> sp. 39,7 <i>A. pullulans</i> 35,1 <i>Tr. roseum</i> 12,6 <i>Mucor</i> sp. 1,8 <i>Phoma</i> sp. 1,8 <i>Trichoderma</i> sp. 0,9 <i>Cladosporium</i> sp. 0,9 <i>Penicillium</i> sp. 0,9 Інші грибні колонії 6,3 | 43,00 |
| НІР ₀₅ | <i>Alternaria</i> sp. 1,8 <i>Tr. roseum</i> 2,1 <i>A. pullulans</i> 2,2 Інші грибні колонії 1,5 | 3,0 |

Всі препарати знизили кількість домінуючих альтернативних грибів та викликали значну появу *A. pullulans*, який був відсутній на контролі. Також звернули увагу на найбільшу зміну складу мікофлори за три роки вивчення ефективності фунгіцидів. У варіантах з препаратами залишилися лише *Alternaria* sp., *Tr. roseum* та інші грибні колонії. За обприскування Фальконом, к.е. виділили додатково колонії трьох, Імуноцитофіту, тб – чотирьох, Трихофіту, р. – п'яти, Хітозану, тб – шести, Гаупсину, р. – семи видів, порівняно з контролем.

Якщо розглянути вплив обприскування не на мікофлору у цілому, а на її домінуючий рід *Alternaria* sp., то можливо стверджувати про істотне регулювання альтернативних грибів упродовж трьох років (табл. 4).

Таблиця 4

Ефективність обприскування проти домінуючого роду (*Alternaria* sp.) мікофлори насіння пшениці озимої

| Варіант | Відсоток виділення серед інших колоній, % | | | Середні дані за три роки | Ефективність, % |
|------------------------------|---|------|------|--------------------------|-----------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | | |
| Контроль | 76,8 | 29,6 | 62,7 | 56,4 | - |
| Фалькон, к.е. (1 обробка) | 31,5 | 1,7 | 25,9 | 19,7 | 65,1 |
| Трихофіт, р. (2 обробки) | 64,1 | 23,2 | 37,6 | 41,6 | 26,2 |
| НІР ₀₅ | 1,8 | | | | |

Найкраще зменшив кількість альтернативних грибів хімічний препарат. Біологічний фунгіцид мав низьку ефективність, за винятком 2020 р., тому середній показник склав лише 26,2 %. Фалькон, к.е. найкраще зменшив чисельність *Alternaria* sp. у 2019 р. (94 %), але середній показник ефективності за три роки виявився 65,1 %.

Разом з визначенням грибів на агаровому середовищі виміряли довжину проростків пшениці озимої (рис. 1). У 2019 р. обприскування фунгіцидами призвело до зниження довжини рослин. Цей факт можливо пояснити тим, що препарати знизили чисельність домінуючих альтернативних грибів та спровокували появу *N. oryzae*. Останній за нашими багаторічними дослідженнями викликає пригнічення росту рослин, суттєво зменшуючи довжину зародкових корінців та колеоптиля. Найбільшу кількість *N. oryzae* виділили у варіантах з обприскуванням Фальконом, к.е. (біля 67 %), тому тут відмітили найменшу довжину проростків. Найгірший варіант для розвитку рослин був із одночасним застосуванням Імуноцитофіту, тб та Фалькону, к.е., тому що окрім *N. oryzae* виділили ще і фузарієві гриби, фітотоксини яких також негативно впливають на проростання рослин.

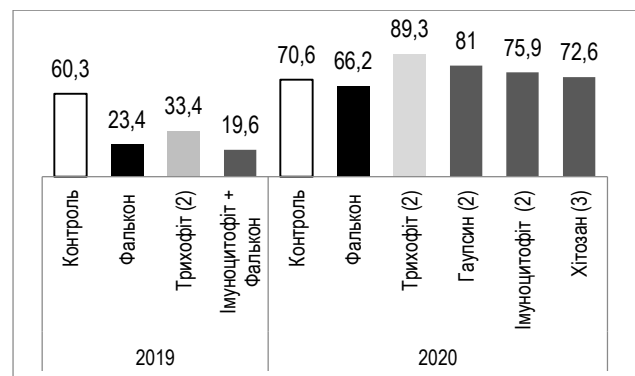


Рис. 1. Вплив обприскування рослин на довжину проростків пшениці озимої (НІР₀₅(2019) = 1,4, НІР₀₅(2020) = 2,3)

У 2020 р. довжина проростків за обприскування була більшою, ніж на контролі, за винятком варіанту зі застосуванням Фалькону, к.е. Найкраще рослини проросли у варіанті зі застосуванням Трихофіту, р. Цей варіант відрізнявся від інших однаковою домінуючою присутністю *Alternaria* sp. та *A. pullulans*, а також найнижчим відсотком виділення *Tr. roseum*, який також здатний пригнічувати розвиток проростків пшениці.

Обговорення. Дослідження щодо ефективності фунгіцидів на формування мікофлори насіння пшениці здебільше присвячено фузарієвим грибам, тому що давно відома їх значна токсичність. За вивчення їх впливу на один рід, як і у наших дослідженнях на *Alternaria* sp., мають зниження чисельності грибів з підвищенням урожайності. Вивчення ефективності Фалькону, к.е. (норма 0,6 л/га) проти фузаріозу за умов штучної інокуляції в умовах Краснодарського краю, показало збільшення маси 1000 насінин на 1,7 г, порівняно з контролем. Аналіз насіння у лабораторних умовах на 7-му добу показав зменшення зараження фузаріозом на 82 % (Kremneva et al., 2018). Вивчення фунгіцидів за штучного зараження колосся пшениці *F. graminearum*, які провели у цьому ж регіоні, але раніше, разом з невисокою ефективністю фунгіцидів Спортака (прохлораз) та Альто (ципроконазол) продемонструвало підвищення врожайності на фоні їх фунгіцидної дії проти значного розвитку іржастих хвороб та корневих гнилей – 6,3 та 6,7 ц/га, відповідно. У той же час ефективність цих препаратів проти кількості фузаріозних зерен склала 50,6 та 19,2 % (Grushko et al., 2004). У наших дослідженнях застосування фунгіцидів також призвело до збільшення маси 1000 зерен, за винятком одного року, коли обприскування викликало значне польове зараження мукоровими грибами, які, ймовірно, мали такий негативний ефект.

Хімічні препарати зменшуючи чисельність одних видів, призводять до збільшення інших. Наприклад, за прямої обробки насіння пшениці фунгіцидами домінуючий вид у мікофлорі насіння був знижений (*Drechslera australiensis*), тоді як рідкий вид *Aspergillus terreus* збільшився за використання Acrobat MZ, Aliette та сумісного використання Metalaxyl та Mancozeb. Види, які не виділили у контролі (*Alternaria alternata* та *Fusarium oxysporum*), з'явилися за замочування у розчинах деяких фунгіцидів (Javaid et al., 2016). У наших дослідженнях найбільші зміни у мікофлорі насіння викликало дворазове обприскування фальконом, яке спровокувало появу нетипового роду для нашої зони, та застосування Гаупсину, р. у 2020 р.

Біологічні препарати на основі мікроорганізмів (Трихофіт, р. та Гаупсин, р.) менше знизили чисельність домінуючого альтернативного роду, порівняно з Фальконом, к.е., але викликали зміни у складі мікокомплексу, тим самим зумовили найкраще проростання рослин. Подібні дослідження зі схожими результатами було отримано за вивчення біопрепаратів на житі. За дворазового обприскування рослин жита озимого біофунгіцидами Триходермін БТ, р. (2 л/га) та Гаупсин, р. (5 л/га) відмітили зменшення виділення альтернативних грибів з насіння в умовах вологої камери. Також було поліпшено елементи структури врожаю, зокрема відмітили збільшення маси 1000 зерен на 8,8 та 8,0 г, відповідно. Застосування препаратів вплинуло на проростання рослин у лабораторних умовах: відмітили збільшення маси та довжини проростків, довжини їх коренів. Найкращі ростові параметри жита спостерігали за використання Триходерміну БТ, р. (Polishchuk et al., 2018).

Одночасне застосування фунгіцидів та індукторів стійкості дозволяє знизити ризики виникнення резистентних форм мікроорганізмів, знизити залежність останніх від умов навколишнього середовища (Ons et al., 2020). Вивчення одночасного застосування Фалькону, к.е. з Імуноцитозитом, тб

упродовж двох років мало свої позитивні результати: у 2018 р. вони краще знизили чисельність альтернативних грибів, у 2019 р. підвищили масу 1000 насінин, порівняно з використанням лише хімічного препарату. Але вивчення одного Імуноцитозиту, тб мало кращі результати за масою 1000 зернин та довжиною проростків, порівняно з Фальконом, к.е. Подібні результати було отримано Т. А. Сорокою та ін. (Soroka et al., 2017), коли за обробки озимої пшениці по вегетації Імуноцитозитом (0,5 г/га) отримали найкращий результат під час пророщування отриманого насіння за енергією проростання та довжиною проростків, ніж за застосування препарату Росток та Рибав-Екстра. Одночасне застосування Ростку та Імуноцитозиту не завжди мало кращі результати, порівняно з використанням одного еліситору.

У 2020 р. застосування Хітозану, тб призвело до отримання найбільшої маси 1000 насінин, можливо, за рахунок того, що у цей рік спостерігали епіфітотію септоріозу на пшениці, а цей еліситор за іншими дослідженнями здатний стримувати його розвиток. Відмічено високу ефективність хітозанових комплексів проти листових хвороб пшениці ярої: «Хітозан І» та «Хітозан ІІ» показали свою ефективність у стриманні розвитку септоріозу, «Хітозан ІІ» добре стримав весь комплекс хвороб листя, а особливо буру іржу (Kolesnikov et al., 2017).

Застосування Фалькону, к.е. викликало зменшення довжини проростків пшениці, порівняно з контролем. У 2019 р. причиною цього стало збільшення чисельності *N. oryzae*, а у 2020 на інших варіантах довжина проростків перевищила контроль. Зменшення показників проростання та росту пшениці було відмічено за вивчення різних фунгіцидів: Acrobat низив схожість насіння навіть у рекомендованій дозі, порівняно з контролем; Metalaxyl та Mancozeb за сумісного використання із зменшеною нормою негативно вплинули на довжину проростків; Acrobat, Dithane, Aliette, Metalaxyl та Mancozeb найбільше знизили біомасу рослин; вплив на біомасу коренів виявився більш позитивним, за винятком негативної дії сумісного застосування препаратів (Arshad et al., 2006).

Висновки. В умовах Північного Сходу України за обприскування фунгіцидами встановлено вплив біологічних та хімічних препаратів на мікофлору насіння пшениці озимої. Цей захід не лише змінював кількість виділених видів/родів, але і загальний склад грибів. Найбільші зміни останнього були відмічені у 2020 р. за застосування Гаупсину, р. Але за аналізу трирічних досліджень Фалькон, к.е. більше впливав на мікокомплекс, знижуючи чисельність домінуючих альтернативних грибів, порівняно з біологічними препаратами. Дворазове обприскування хімічним препаратом призвело до появи нетипового для нашої зони роду *Curvularia* sp.

Використання фунгіцидів також істотно вплинуло на масу 1000 насінин. Здебільшого їх застосування збільшило цей показник, за винятком 2018 р., коли у мікофлорі насіння вони спровокували появу мукорових грибів. Найбільш виповненим насінням сформувалося у варіантах з обприскуванням біологічними препаратами. Вивчення впливу обприскування рослин на довжину рослин за проростання насіння показало найкращі результати у варіантах також з біофунгіцидами.

Бібліографічні посилання:

1. Abbey, J.A., Percival, D., Abbey, L., Asiedu, S.K., Prithiviraj, B., & Schilder, A. (2019). Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*)—prospects and challenges. *Biocontrol. Sci. Technol.*, 29, 207–228. doi: 10.1080/09583157.2018.1548574
2. Ahluwalia, V., Kumar, J., Rana, V.S., Sati, O.P., & Walia, S. (2015). Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. *Nat. Prod. Res.*, 29, 914–920. doi: 10.1080/14786419.2014.958739
3. Arshad, J., Ashraf, A., Akhtar, N., Hanif, M., & Farooq, M. A. (2006). Efficacy of some fungicides against seed-borne mycoflora of wheat. *Mycopath.*, 4, 45–49.
4. Burova, Yu. A., Ibragimova, S. A., & Revin, V. V. (2012). Deystvie kulturalnoy zhidkosti bakterii *Pseudomonas aureofaciens* na razvitie semyan pshenitsyi i fitopatogennykh gribov [The effect of the culture liquid of the bacterium *Pseudomonas aureofaciens* on the development of wheat seeds and phytopathogenic fungi]. *Izvestiya Tuskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye nauki*, 3, 198–206 (in Russian).
5. Çakmakçı, R., Turan, M., Kıtır N., Gunes, A., Nikerel, E., Sogutmaz, O., Yildirim, E., Olgun, M., Topcuoglu, B., Tufenkci, S., Karaman, M., Tarhan, L., & Mokhtari, N. (2017). The Role of Soil Beneficial Bacteria in Wheat Production: A Review. doi: 10.5772/67274
6. Chowdappa, P., Gowda, S., Chethana, C. S., & Madhura, S. (2014). Antifungal activity of chitosan-silver nanoparticle composite against *Colletotrichum gloeosporioides* associated with mango anthracnose. *African Journal of Microbiology Research*, 8(17), 1803–1812. doi: 10.5897/AJMR2013.6584
7. Dubrovskaya, N. N. (2020). Izuchenie vliyaniya fungitsidov na vzbuditelya fuzarioza kolosa pshenitsyi [Study of the effect of fungicides on the causative agent of Fusarium head blight of wheat]. *Colloquium-journal*, 6(58), 5–7 (in Russian). doi: 10.24411/2520-6990-2020-11448
8. El-Sayed, S.M. & Mahdy, M.E. (2015). Effect of chitosan on root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato plants. *Int. J. ChemTech Res.*, 7, 1985–1992.
9. Gagkaeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., Levitin, M. M., & Novozhilov, K. V. (2011). Fuzarioz zernovykh kultur [Fusarium sp. of cereals]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 5, 70–112 (in Russian).
10. Grushko, G. V., Zhalieva, L. D., & Linchenko, S. N. (2004). Himicheskie metody borby s fuzariozami kolosa ozimoy pshe-nitsyi [Chemical methods of Fusarium head blight of winter wheat]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 11, 66–67 (in Russian).
11. Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2, 43–56. doi: 10.1038 / nrmicro797.
12. Hassan, O., & Chang, T. (2017). Chitosan for Eco-friendly Control of Plant Disease. *Asian Journal of Plant Pathology*, 11, 53–70. doi: 10.3923/ajppaj.2017.53.70.
13. Jia, X., Meng, Q., Zeng, H., Wang, W., & Yin, H. (2016). Chitosan oligosaccharide induces resistance to Tobacco mosaic virus in *Arabidopsis* via the salicylic acid-mediated signalling pathway. *Scient. Rep.*, 6. doi: 10.1038/srep26144.
14. Khan, M. R., & Doohan, F. M. (2009). Comparison of the efficacy of chitosan with that of a fluorescent pseudomonad for the control of Fusarium head blight disease of cereals and associated mycotoxin contamination of grain. *Biological Control*, 48(1), 48–54. doi: 10.1016/j.biocontrol.2008.08.014.
15. Kolesnikov, L. Ye., Novikova, I. I., Popova, E. V., Priyatkin, N. S., & Kolesnikova, Yu. R. (2017). Biologicheskoye obosnovaniye sovmejnogo ispol'zovaniya mikrobov antagonistov i khitozanovykh kompleksov v zashchite yarovoy myagkoy pshe-nitsyi ot kornevoy gnili i listovykh pyatnistostey [Biological substantiation of the combined use of antagonist microbes and chitosan complexes in the protection of spring soft wheat from root rot and leaf spots]. *Vestnik zashchity rasteniy*, 2(92), 28–35 (in Russian).
16. Kremneva, O. Yu., Kudinova, O. A., & Volkova, G. V. (2018). Effektivnost' fungitsida «Fal'kon», ke protiv fuzarioza kolosa pshe-nitsyi v usloviyakh Krasnodarskogo Kraya [The effectiveness of the fungicide "Falcon", ce against fusarium spike of wheat in the Krasnodar Kray]. *Sovremennyye podkhody i metody v zashchite rasteniy, Yekaterinburg*, 29–31 (in Russian).
17. Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. *Front. Plant Sci.*, 10, 845. doi: 10.3389 / fpls.2019.00845.
18. Masi, M., Nocera, P., Reveglia, P., Cimmino, A., & Evidente, A. (2018). Fungal metabolites antagonists towards plant pests and human pathogens: Structure-activity relationship studies. *Molecules*, 23, 834. doi: 10.3390/molecules23040834.
19. Mikhaylova, Ye. V., Karpun, N. N., Yanushevskaya, E. B., & Mel'kumova, Ye. A. (2018). Otsenka effektivnosti primeneniya immunoinduktorov po pokazatelyam bolezneustoychivosti persika [Evaluation of the effectiveness of the use of immunoinducers in terms of peach disease resistance]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(57), 48–58 (in Russian). doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.48
20. Naumova, N. A. (1970). Analysis of seeds for fungal and bacterial infections [Analysis of seeds for fungal and bacterial infections]. *Kolos, Leningrad*. 206 (in Russian).
21. Ons, L., Bylemans, D., Thevissen, K., & Cammue, B. P. A. (2020). Combining Biocontrol Agents with Chemical Fungicides for Integrated Plant Fungal Disease Control. *Microorganisms*, 8(12), 1930. doi: 10.3390/microorganisms8121930.
22. Park, K.C., & Chang, T.H. (2012). Effect of chitosan on microbial community in soils planted with cucumber under protected cultivation. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.*, 30, 261–269. doi.org/10.7235/hort.2012.11148.
23. Polishchuk, V. O., Zhuravel', S. V., Hrytsyuk, N. V., & Bakalova, A. V. (2018). Vplyv orhanichnykh tekhnolohiy na produktyvnist' ta fitosanitarny stan zhyta ozymoho zony Polissya Ukrayiny [Influence of organic technologies on productivity and phytosanitary condition of rye in the winter zone of Polissya of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 9–10, 5–8 (in Ukrainian).

24. Rozhkova, T. O. (2016). Elisitory zakhysnykh reaktsiy roslin [Elicitors of protective reactions of plants]. *Agroexpert*, 2 (91), 32–35 (in Ukrainian).
25. Rozhkova, T. O., & Karpenko, K. O. (2016). Endofitna mikroflora nasinnya pshenytsi ozymoyi na pivnichnomu skhodi Ukrainy [Endophytic microflora of winter wheat seeds in northeastern Ukraine]. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiya i biolohiya*, 9, 16–20 (in Ukrainian).
26. Scarpino, V., Reyneri, A., Sulyok, M., Krska, R., & Blandino, M. (2015). Effect of fungicide application to control Fusarium head blight and 20 Fusarium and Alternaria mycotoxins in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Mycotoxin Journal*, 8(4), 499–510. doi.org/10.3920/WMJ2014.1814.
27. Shapoval, O. A., Mozharova, I. P., & Korshunov, A. A. (2014). Regulyatory rosta rastenyi v agrotekhnologiyakh [Plant growth regulators in agricultural technologies]. *Zashchita i karantin rastenyi*, 6, 16–20 (in Russian).
28. Soroka, T. A., Shchukin, V. B., & Il'yasova, N. V. (2017). Posevnyye kachestva semyan, morfologicheskoye fiziologicheskoye pokazateli rastenyi ozimoy pshenitsy v nachal'nyy period rosta i razvitiya v zavisimosti ot vliyaniya razlichnykh ekzogenykh faktorov na formirovaniye semyan [Sowing qualities of seeds, morphological and physiological indicators of winter wheat plants in the initial period of growth and development, depending on the influence of various exogenous factors on seed formation]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/posevnye-kachestva-semyan-morfologicheskie-i-fiziologicheskie-pokazateli-rastenyi-ozimoy-pshenitsy-v-nachalnyy-period-rosta-i-razvitiya/viewer> (in Russian).
29. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M.S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). Trichoderma: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. *Plants*, 9(6), 762. doi: 10.3390/plants9060762.
30. Trybel', S. O., Sihar'ova, D. D., & Sekun, M. P. (2001). Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]. *Svit, Kyiv*, 448 (in Ukrainian).
31. Watanabe, T. (2002). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi*. CRS Press LLC, Boca Raton, 486.
32. Yin, H., Zhao, X., & Du, Y. (2010). Oligochitosan: A plant diseases vaccine – A review. *Carbohydrate Polymers*, 82(1), 1–8. doi: 10.1016/j.carbpol.2010.03.066.
33. Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications. *Marine Drugs*, 13(3), 1133–1174. doi: 10.3390/md13031133.
34. Zhang, H., Li, R., & Liu, W. (2011). Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a review. *Int J Mol Sci*, 12(2), 917–934. doi: 10.3390/ijms12020917.
35. Zhuk, I. V., Dmytriyev, O. P., Lisova, H. M., & Kucherova, L. O. (2019). Vplyv koyevoyi kysloty ta donora NO na *Triticum aestivum* L. za umov biotychnoho stresu [Influence of kojic acid and NO donor on *Triticum aestivum* L. under conditions of biotic stress]. *Fakty eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmv*, 25, 225–230 (in Ukrainian). doi: 10.7124/FEEO.v25.1166

Rozhkova T. O., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Spychak Y. I., Master, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

REGULATION OF MYCOFLORA OF WINTER WHEAT SEEDS BY SPRAYING WITH FUNGICIDES

Some members of the mycoflora of winter wheat seeds appear in it from the moment of flowering to harvest. Therefore, spraying plants at the beginning of flowering and later should significantly affect the mycocomplex of the grain. During 2018–2020, the impact of spraying on the formation of winter wheat seed mycoflora in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine was studied. The study involved the following fungicides: Falcon, c.e., Immunocytophyte, tb, Trichophyte, s., Gaupsin, s., and Chitosan, tb. The analysis of the mycocomplex was performed on potato-glucose agar.

Chemical and biological preparations significantly regulated the formation of mycoflora. This measure not only changed the number of selected species / genera, but also the general composition of fungi. In 2018, they reduced the number of dominant Alternaria fungi and caused the appearance of Mucor sp., especially in the variant with the simultaneous use of Falcon, c.e., and Immunocytophyte, tb. In 2019, the use of fungicides led to a decrease in the number of dominant A. pullulans and Alternaria sp. and to increase the isolation of dangerous N. oryzae, which significantly affected the length of seedlings. The highest number of this species was noted in the variants with the use of Falcon, c.e. In 2020, the largest change in the composition of the mycoflora in three years of studying the effectiveness of fungicides was noted. All fungicides reduced the number of dominant Alternaria fungi and caused a significant appearance of A. pullulans, which was absent from the control.

Three-year analysis of Falcon's test, c.e. and Trichophyte, s. against dominant Alternaria fungi showed significant changes in their numbers. The average efficiency for three years of the first was 65.1 %, of the second – 26.2 %.

Fungicide spraying also significantly affected the weight of 1000 seeds. For the most part, their use increased this index, except in 2018, when in the mycoflora of seeds they provoked the appearance of Mucor sp. The most complete seeds were formed in variants with spraying with biological fungicides. The study of the effect of spraying wheat on plant length during seed germination showed the best results in variants also with biofungicides.

Thus, spraying of winter wheat with chemical and biological preparations causes a decrease in the dominant species in the seed mycoflora, which leads to the appearance or increase of its other components. Very often some representatives replace other fungi.

Key words: winter wheat, seeds, microflora, spraying, chemicals and biologicals.

Дата надходження до редакції: 08.03.2021 р.

РІВЕНЬ ГЕТЕРОЗИСУ ТА СТУПІНЬ ФЕНОТИПОВОГО ДОМІНУВАННЯ ОСНОВНИХ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ У F₁ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Тромсюк Валентина Дмитрівна

науковий співробітник

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0003-4741-6284

troms23@i.ua

Бугайов Василь Дмитрович

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, м. Вінниця, Україна

ORCID: 0000-0003-1799-6599

bugayovvd@ukr.net

При створенні сортів тритикале озимого для досягнення більш високих результатів продуктивності, а саме оволодіння ефектом гетерозису, необхідно попередньо оцінити батьківські форми. Найбільш повну характеристику матеріалу, що досліджується, можна отримати, використовуючи метод діалельного аналізу, який базується на результатах оцінки F₁ і дає змогу визначити комбінаційну здатність форм, які беруть участь у схрещуванні.

Наведені результати досліджень (2014–2017 рр.) прояву ефектів гетерозису та характеру успадкування основних ознак продуктивності у 30 гібридних популяціях (F₁). У схрещуваннях за схемою повного діалельного аналізу використали шість сортів тритикале озимого різного еколого-географічного походження та прояву цінних господарських ознак: Половецьке (Україна), Амос (Україна), Каприз (Росія), Цекад 90 (Росія), Дубрава (Білорусія), і Раво (Польща).

Визначення ступеня фенотипового домінування та рівня ефектів гетерозису дозволив виявити за продуктивною куцистістю 16 кращих гібридних комбінацій, порівняно з батьківськими формами; кількістю зерен з колосу – 6 гібридних комбінацій; масою зерна з колосу – 15 гібридних комбінацій; масою зерна з рослини – 16 гібридних комбінацій.

Отримані результати досліджень щодо ефектів гетерозису та ступеня фенотипового домінування в гібридних комбінаціях (F₁) тритикале озимого. Виявлено, що різні ознаки мали різні типи успадкування. Так, за ознаками «продуктивна куцистість», «маса зерна з колосу» та «маса зерна з рослини» спостерігався переважно гетерозис, тоді як за «кількістю насіння з колосу» – проміжне успадкування. За окремими комбінаціями спостерігалось частково позитивне домінування, частково від'ємне успадкування та депресія.

Виділено та пропонуються до використання в селекційному процесі кращі гібридні комбінації тритикале озимого за ознаками «продуктивна куцистість» – Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, у яких *h_r* становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно; «кількість зерен з колосу» – Половецьке / Каприз (*h_r* = 29,1), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %; «маса насіння з колосу» – Дубрава / Каприз (*h_r* = 95,7), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %; «маса зерна з рослини» – Дубрава / Каприз (*h_r* = 603), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Ключові слова: селекція, гібридні популяції, успадкування, гіпотетичний та істинний гетерозис.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.7>

Вступ. Сучасне сільськогосподарське виробництво, зорієнтоване на подальший розвиток завдяки інтенсивним факторам, висуває нові вимоги до пропонованих для впровадження нових сортів тритикале (Bililiuk et al., 2004). Тритикале, порівняно з іншими злаками, виділяється більш високою екологічною пластичністю в поєднанні з продуктивністю до 10–12 т/га зерна, здатністю забезпечувати задовільні врожаї на бідних ґрунтах, що робить його перспективною культурою в умовах дефіциту ресурсів та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва (Maisak, 2020). Економічна ефективність упровадження тритикале підтверджується значними площами цієї культури в Європі, на які припадає 90 % світового виробництва (Skowrońska et al., 2020).

Створення нових сортів, які відповідають необхідним параметрам й ефективність селекційного процесу багато в чому залежать від різноманітності і вивченості вихідного матеріалу (Kriuchkova et al., 2021). До процесу гібридизації необхідно включати сорти різних екологічних груп, щоб підвищити імовірність найбільш сприятливих комбінацій. Найчастіше ви-

користовують внутрішньовидову гібридизацію еколого-географічно віддалених форм (Mazur, 2017; Diordiieva et al., 2020).

При створенні сортів тритикале озимого для досягнення більш високих результатів продуктивності, а саме оволодіння ефектом гетерозису, необхідно попередньо оцінити батьківські форми. Найбільш повну характеристику матеріалу, що досліджується, можна отримати використовуючи метод діалельного аналізу, який базується на результатах оцінки F₁ і дає змогу визначити комбінаційну здатність форм, які беруть участь у схрещуванні (Huzhov et al., 1991).

Тритикале має великий потенціал прояву гетерозису, ніж пшениця, внаслідок того, що до складу геному цієї культури входить набір хромосом жита, який обумовлює схильність до перехресного запилення (Oettler et al., 2005). Доведено, що гетерозис може з успіхом застосовуватись для підвищення урожайності та окремих компонентів якості зерна (Weissmann, 2002).

Ступінь фенотипового домінування як показник для

оцінки селекційного матеріалу на ранніх етапах випробування використовується у багатьох культурах: пшениці, тритикале, гречці, ячмені та інших. Дослідження за цим показником підтверджують можливість його використання при підборі пар для схрещування, а також для швидкої оцінки гібридних нащадків (Zhuchenko, 1980).

Аналіз останніх досліджень свідчить про різні типи успадкування ознак у F₁ тритикале. Так, Т. В. Лілік визначила, що успадкування у F₁ ознак кількість продуктивних стебел, маса зерна з колосу, маса 1000 насінин, маса зерна з рослини відбувається за типом від негативного домінування до позитивного наддомінування (Lilyk, 2013). Дослідженнями Т. А. Асеєвої та ін. виявлено різні типи успадкування ознак (продуктивної кущистості, довжини колосу, кількості колосків з колосу, маси зерна з рослини, маси 1000 насінин в F₁ тритикале ярого) – від негативного наддомінування до позитивного (Aseeva & Zenkina, 2018). За результатами досліджень С. І. Лятамборг встановлено, що у більшості вивчених гібридів (F₁) гетерозис проявляється одночасно за двома трьома ознаками, а дві гібридні комбінації Ир. Болгария / Гайдук і Канар / Стил перевершили батьківські форми за всіма п'ятьма ознаками (довжина колоса, кількість колосків, кількість і маса зерен з колосу, маса 1000 насінин) (Ljatamborg, 2020).

Рівень гетерозису жита можна порівняти з рівнем гетерозису кукурудзи, проте він набагато вищий, ніж у пшениці, рису та ячменю, в яких істинний гетерозис не перевищує 5–10 % (Biliiuk, 1999). Досвід селекціонерів Німеччини зі створення гетерозисних гібридів першого покоління жита озимого на основі ЦЧС переконливо показав переваги гетерозисної селекції над популяційною, які оцінюються у середньому додатковою 15 % надбавкою урожаю (Adamchuk et al., 1981).

На основі проведеного аналізу гібридного матеріалу першого покоління жита озимого встановлено, що за ознакою «багатоквітковість» виявлено три типи успадкування, а саме: часткове позитивне домінування, проміжне та часткове негативне успадкування (Huba, 2021).

Аналіз морфологічних елементів структури аналізу батьківських форм та простих гібридів F₁ жита озимого показав, що ознака продуктивної кущистості та маса зерна з рослини успадкувалася як домінантна з ефектом гетерозису. За ознакою маса зерна з рослини у гібридів ЧС-16/лінія 44, ЧС20/лінія 44 та ЧС-201А/лінія 44 спостерігається гетерозис (Mazur, 2020).

За результатами досліджень Є. В. Заїки успадкування ознаки пшениці м'якої озимої «кількість зерен з колосу» у семи з дванадцяти гібридних комбінацій йшло за типом позитивного наддомінування в однієї – за типом позитивного домінування, у двох – за типом проміжного успадкування; в однієї – негативне наддомінування (Zaika, 2015).

Дослідженнями О. М. Бакуменко виявлено значну диференціацію за масою 1000 насінин комбінацій F₁ пшениці озимої. Спостерігається тенденція щодо прояву гетерозису та наддомінування у гібридів, у яких батьківські форми містять у своєму генотипі 1BL/1RS або 1AL/1RS транслокацію. Успадкування маси 1000 насінин відбувається за типами: наддомінування (37 %), часткове позитивне домінування (10 %), проміжне успадкування (20 %), часткове від'ємне успадкування (7 %), депресія (27 %) (Bakumenko, 2015).

За дослідженнями Л. Г. Білявської кількісних ознак F₁ сої в усіх комбінацій за ознаками кількості бобів і кількості

насінин з однієї рослини відмічено позитивний гетерозис. З урахуванням комплексу ознак для подальшого селекційного опрацювання відібрано дві гібридні популяції – Аметист / Мяо-ян-Дуу та Аметист / Краса Поділля (Bilavaska, 2012).

Ю. А. Лісова встановила гетерозисні ефекти за ознаками продуктивності у 10 гібридних популяцій вівса в першому поколінні. Виділено гібридні популяції з позитивними значеннями різних видів гетерозису за ознаками продуктивної кущистості, кількості зерен у волоті та маси зерна у волоті і з рослини. Виявлено, що сорт Ант і селекційна лінія ІЗО 198-4 були найбільш ефективними батьківськими формами для створення гетерозисних гібридів за ознаками продуктивності (Lisova, 2014).

Мета статті – визначення закономірності прояву гетерозису та ступінь фенотипового домінування F₁ тритикале озимого за продуктивною кущистістю, кількістю зерен із колосу та масою насіння з колосу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились у 2014–2017 рр. на полях Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН України. Грунтовий покрив дослідної ділянки, де проводились дослідження представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами із вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2 %. Уміст гумусу (за Тюріним) 2,1–2,4 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 90–112 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим), відповідно, 121–142 і 81–116 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину, в основному, слабокисла, рН 5,1–5,3.

У схрещуваннях за схемою повного діалельного аналізу використали шість сортів тритикале озимого різного еколого-географічного походження та прояву цінних господарських ознак: Половецьке (UA0602494), Амос (UA0602627) походженням з України; Каприз (UA0601781), Цекад 90 (UA0602066) – Росії; Дубрава (UA0602222) – Білорусії і Раво (UA0602555) – Польщі.

Гідротермічні умови за період досліджень 2014–2017 рр. характеризувалися неоднорідними розподілом опадів та температурним режимом, порівняно з середньобаторічними значеннями. У цілому, гідротермічні умови у роки досліджень можна вважати задовільними для формування елементів продуктивності рослин тритикале озимого.

Статистичну обробку вихідних даних проводили за допомогою програмного забезпечення "Microsoft Excel".

Прояв гетерозису визначали за D. F. Matzinger (Mazinger et al., 1962) та S. Fonseca й F. Patterson (Fonseca & Patterson, 1968).

$$Ht (\%) = (F_1 - MP) / MP \cdot 100, \quad (1)$$

$$Hbt (\%) = (F_1 - BP) / BP \cdot 100, \quad (2)$$

де F₁ – середнє арифметичне значення ознаки гібрида;

MP – найвищий прояв ознаки одного з батьків;

BP – середнє арифметичне значення показника обох батьківських форм.

Гіпотетичний гетерозис (Ht) показує перевищення прояву ознаки у гібрида F₁ над середнім значенням батьківських компонентів (Mazer & Dzhynks, 1985). Гетерозис істинний (Hbt) – дає змогу виявити найбільш сильний прояв ознаки у F₁, порівняно з кращою батьківською формою й оцінити селекційну цінність гібрида (Singh et al., 2004).

Ступінь фенотипового домінування у гібридних комбінаціях визначали за формулою В. Griffing (Griffing,

1950):

$$h_r = (F_1 - MP) / (BP - MP), \quad (3)$$

Групування отриманих даних проводили згідно класифікації G. M. Veil та R. E. Atkins (Veil & Atkins, 1965):

| Клас домінування | Числове значення h_r |
|--------------------------------|--------------------------|
| Гетерозис (наддомінування) | $h_r > +1$ |
| Часткове позитивне домінування | $+0,5 < h_r \leq +1$ |
| Проміжне успадкування | $-0,5 \leq h_r \leq 0,5$ |
| Часткове від'ємне успадкування | $-1 \leq h_r < -0,5$ |
| Депресія | $h_r < -1$ |

Результати. Визначення ступеня фенотипового домінування та рівня ефектів гетерозису дозволило виявити 16 кращих гібридних комбінацій за продуктивною куцистістю, порівняно з батьківськими формами (табл. 1).

Таблиця 1

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за продуктивною куцистістю в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

| Назва зразка | Продуктивна куцистість, шт. | | | Ht, % | Hbt, % | h_r |
|-----------------------|-----------------------------|----------------|----------------|-------|--------|-------|
| | P ₁ | P ₂ | F ₁ | | | |
| Половецьке / Амос | 7,5 | 6,2 | 7,6 | 10,7 | 1,1 | 1,1 |
| Половецьке / Каприз | 7,5 | 6,7 | 12,0 | 69,4 | 60,0 | 11,8 |
| Половецьке / Дубрава | 7,5 | 6,3 | 10,3 | 50,1 | 37,8 | 5,6 |
| Амос / Цекад 90 | 6,2 | 6,8 | 6,9 | 6,6 | 1,9 | 1,4 |
| Амос / Каприз | 6,2 | 6,7 | 7,0 | 8,8 | 4,9 | 2,4 |
| Амос / Дубрава | 6,2 | 6,3 | 6,8 | 9,4 | 8,7 | 16,7 |
| Амос / Раво | 6,2 | 5,9 | 6,4 | 6,2 | 3,7 | 2,6 |
| Цекад 90 / Половецьке | 6,8 | 7,5 | 7,9 | 10,6 | 5,5 | 2,2 |
| Цекад 90 / Амос | 6,8 | 6,2 | 7,3 | 11,8 | 6,9 | 2,6 |
| Цекад 90 / Дубрава | 6,8 | 6,3 | 8,7 | 33,9 | 28,7 | 8,4 |
| Цекад 90 / Раво | 6,8 | 5,9 | 7,0 | 10,1 | 2,9 | 1,4 |
| Каприз / Амос | 6,7 | 6,2 | 7,6 | 18,8 | 14,6 | 5,1 |
| Дубрава / Амос | 6,3 | 6,2 | 7,2 | 15,5 | 14,8 | 27,6 |
| Дубрава / Цекад 90 | 6,3 | 6,8 | 7,0 | 7,1 | 2,9 | 1,8 |
| Дубрава / Каприз | 6,3 | 6,7 | 9,0 | 39,1 | 34,9 | 12,7 |
| Раво / Амос | 5,9 | 6,2 | 7,7 | 27,4 | 24,4 | 11,4 |

Примітка: P₁ – материнська форма, P₂ – батьківська форма, F₁ – гібрид, Ht – гіпотетичний гетерозис, Hbt – істинний гетерозис, h_r – ступінь фенотипового домінування.

Серед них слід виділити Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, у яких h_r становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно.

У цілому з 30 гібридних комбінацій ефект гетерозису за продуктивною куцистістю виявлено у 16 гібридів, проміжне успадкування – у 4, часткове від'ємне успадкування – у 3, депресія – у 7.

Покращення продуктивності сорту може бути за рахунок збільшення кількості зерен із колосу. Спадковість кількості зерен із колосу більш достовірна і вести добір за цією ознакою ефективно та значною мірою визначається впливом різних умов середовища і, передусім, метеорологічних (Shelepov et al., 2007; Prosunko, 2004). За кількістю зерен із колосу виявлено 6 кращих гібридних комбінацій, порівняно з вихідними батьківськими формами (табл. 2).

Таблиця 2

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за кількістю зерен з колосу в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

| Назва зразка | Кількість зерен, шт. | | | Ht, % | Hbt, % | h_r |
|-----------------------|----------------------|----------------|----------------|-------|--------|-------|
| | P ₁ | P ₂ | F ₁ | | | |
| Половецьке / Амос | 71,9 | 65,6 | 64,8 | -5,8 | -9,9 | -1,3 |
| Половецьке / Каприз | 71,9 | 73,3 | 93,0 | 28,1 | 26,9 | 29,1 |
| Половецьке / Дубрава | 71,9 | 94,1 | 82,0 | -1,2 | -12,9 | -0,1 |
| Амос / Цекад 90 | 65,6 | 70,1 | 76,4 | 12,5 | 8,9 | 3,8 |
| Амос / Каприз | 65,6 | 73,3 | 57,8 | -16,8 | -21,1 | -3,0 |
| Амос / Дубрава | 65,6 | 94,1 | 76,4 | -4,4 | -18,8 | -0,2 |
| Амос / Раво | 65,6 | 96,1 | 80,4 | -0,5 | -16,3 | 0,0 |
| Цекад 90 / Половецьке | 70,1 | 71,9 | 77,3 | 8,8 | 7,5 | 7,0 |
| Цекад 90 / Амос | 70,1 | 65,6 | 63,9 | -5,9 | -8,9 | -1,8 |
| Цекад 90 / Дубрава | 70,1 | 94,1 | 80,4 | -2,1 | -14,6 | -0,1 |
| Цекад 90 / Раво | 70,1 | 96,1 | 85,8 | 3,2 | -10,7 | 0,2 |
| Каприз / Амос | 73,3 | 65,6 | 64,8 | -6,7 | -11,6 | -1,2 |
| Дубрава / Амос | 94,1 | 65,6 | 70,9 | -11,2 | -24,7 | -0,6 |
| Дубрава / Цекад 90 | 94,1 | 70,1 | 88,1 | 7,4 | -6,3 | 0,5 |
| Дубрава / Каприз | 94,1 | 73,3 | 96,0 | 14,7 | 2,0 | 1,2 |
| Раво / Амос | 96,1 | 65,6 | 62,9 | -22,3 | -34,6 | -1,2 |

Серед них слід виділити Половецьке / Каприз (hp = 29,1), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %. Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: проміжне успадкування – 15, часткове від'ємне успадкування – 2, депресія – 9.

Обговорення. Одним з головних елементів структури урожаю, який безпосередньо цікавить кожного селекціонера,

є маса зерна з колосу – комплексний показник, що характеризує одночасно масу і загальну кількість зерен із колосу (Lozinska, 2019).

За масою зерна з колосу виявлено 15 кращих гібридних комбінацій порівняно із батьківськими формами (табл. 3). Серед них слід виділити комбінацію Дубрава / Каприз (hp = 95,7), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %.

Таблиця 3

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за масою зерна з колосу в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

| Назва зразка | Маса зерна з колосу, г. | | | Ht, % | Hbt, % | hp |
|-----------------------|-------------------------|----------------|----------------|-------|--------|------|
| | P ₁ | P ₂ | F ₁ | | | |
| Половецьке / Амос | 4,1 | 3,4 | 4,0 | 6,5 | -2,7 | 0,7 |
| Половецьке / Каприз | 4,1 | 4,5 | 5,9 | 38,7 | 32,6 | 8,4 |
| Половецьке / Дубрава | 4,1 | 4,5 | 4,4 | 3,0 | -1,8 | 0,6 |
| Амос / Цекад 90 | 3,4 | 4,3 | 5,3 | 37,8 | 23,1 | 3,2 |
| Амос / Каприз | 3,4 | 4,5 | 3,3 | -15,5 | -25,8 | -1,1 |
| Амос / Дубрава | 3,4 | 4,5 | 4,3 | 9,2 | -4,4 | 0,6 |
| Амос / Раво | 3,4 | 5,1 | 4,7 | 10,7 | -8,4 | 0,5 |
| Цекад 90 / Половецьке | 4,3 | 4,1 | 5,0 | 19,4 | 16,5 | 7,7 |
| Цекад 90 / Амос | 4,3 | 3,4 | 4,6 | 21,8 | 8,8 | 1,8 |
| Цекад 90 / Дубрава | 4,3 | 4,5 | 4,9 | 11,1 | 8,5 | 4,6 |
| Цекад 90 / Раво | 4,3 | 5,1 | 5,6 | 20,0 | 9,9 | 2,2 |
| Каприз / Амос | 4,5 | 3,4 | 3,9 | -1,2 | -13,3 | -0,1 |
| Дубрава / Амос | 4,5 | 3,4 | 3,8 | -2,6 | -14,7 | -0,2 |
| Дубрава / Цекад 90 | 4,5 | 4,3 | 4,5 | 3,5 | 1,1 | 1,5 |
| Дубрава / Каприз | 4,5 | 4,5 | 5,9 | 32,1 | 31,7 | 95,7 |
| Раво / Амос | 5,1 | 3,4 | 3,8 | -10,8 | -26,2 | -0,5 |

Високий рівень гетерозису свідчить про перспективність доборів за цією ознакою. Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: часткове позитивне домінування – 4, проміжне успадкування – 4, часткове від'ємне успадкування – 1, депресія – 6.

За масою зерна з рослини виявлено 16 кращих гібридних комбінацій, порівняно із батьківськими формами (табл. 4). Серед них слід виділити комбінацію Дубрава / Каприз (hp = 603), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Таблиця 4

Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування за масою зерна з рослини в F₁ тритикале озимого (2016 р.)

| Назва зразка | Маса зерна з рослини, г. | | | Ht, % | Hbt, % | hp |
|-----------------------|--------------------------|----------------|----------------|-------|--------|-------|
| | P ₁ | P ₂ | F ₁ | | | |
| Половецьке / Амос | 20,9 | 14,6 | 20,6 | 15,9 | -1,6 | 0,9 |
| Половецьке / Каприз | 20,9 | 17,7 | 57,1 | 195,9 | 173,2 | 23,6 |
| Половецьке / Дубрава | 20,9 | 17,8 | 30,2 | 55,9 | 44,3 | 7,0 |
| Амос / Цекад 90 | 14,6 | 21,6 | 23,4 | 29,0 | 8,1 | 1,5 |
| Амос / Каприз | 14,6 | 17,7 | 17,0 | 5,1 | -4,1 | 0,5 |
| Амос / Дубрава | 14,6 | 17,8 | 20,4 | 26,2 | 14,8 | 2,6 |
| Амос / Раво | 14,6 | 18,7 | 19,3 | 16,1 | 3,4 | 1,3 |
| Цекад 90 / Половецьке | 21,6 | 20,9 | 26,9 | 26,5 | 24,5 | 16,1 |
| Цекад 90 / Амос | 21,6 | 14,6 | 25,3 | 39,7 | 17,0 | 2,1 |
| Цекад 90 / Дубрава | 21,6 | 17,8 | 34,8 | 76,4 | 60,9 | 7,9 |
| Цекад 90 / Раво | 21,6 | 18,7 | 28,7 | 42,3 | 32,8 | 5,9 |
| Каприз / Амос | 17,7 | 14,6 | 20,2 | 24,8 | 13,8 | 2,6 |
| Дубрава / Амос | 17,8 | 14,6 | 19,7 | 21,4 | 10,4 | 2,2 |
| Дубрава / Цекад 90 | 17,8 | 21,6 | 20,7 | 5,2 | -4,0 | 0,5 |
| Дубрава / Каприз | 17,8 | 17,7 | 47,9 | 169,9 | 169,1 | 603,0 |
| Раво / Амос | 18,7 | 14,6 | 16,8 | 0,6 | -10,4 | 0,1 |

Решта гібридних комбінацій тритикале озимого за ступенем домінування розподілились наступним чином: часткове позитивне домінування – 4, проміжне успадкування – 2, часткове від'ємне успадкування – 1, депресія – 8.

Висновки. Отримано результати досліджень щодо ефектів гетерозису та ступеня фенотипового домінування у

гібридних комбінаціях (F₁) тритикале озимого. Виявлено, що різні ознаки мали різні типи успадкування. Так, за ознаками «продуктивна кущистість», «маса зерна з колосу» та «маса зерна з рослини» спостерігався переважно гетерозис, тоді як за «кількістю насіння з колосу» – проміжне успадкування. За окремими комбінаціями спостерігалось частково позитивне

домінування, частково від'ємне успадкування та депресія.

Виділено та пропонуються до використання у селекційному процесі кращі гібридні комбінації тритикале озимого за ознаками «продуктивна куцистість» – Дубрава / Амос та Амос / Дубрава, в яких h_r становив 27,6 і 16,7, гіпотетичний гетерозис – 15,5 % та 9,4 %, справжній гетерозис – 14,8 % та 8,7 % відповідно; «кількість зерен з колосу» – Половецьке /

Каприз ($h_r = 29,1$), гіпотетичний гетерозис – 28,1 %, справжній гетерозис – 26,9 %; «маса насіння з колосу» – Дубрава / Каприз ($h_r = 95,7$), гіпотетичний гетерозис – 32,1 %, справжній гетерозис – 31,7 %; «маса зерна з рослини» – Дубрава / Каприз ($h_r = 603$), гіпотетичний гетерозис – 169,9 %, справжній гетерозис – 169,1 %.

Бібліографічні посилання:

1. Adamchuk, G. K., Zdril'ko, A. F., & Derevjanko, V. P. (1981). Sozdanie geneticheskoy sistemy CMS dlja korotkostebel'noj rzhii [Creation of the CMS genetic system for short-stemmed rye]. *Novoe v selekcii, semenovodstve, tehnologii vozdeljvanija ozimoi rzhii i opyt ispol'zovanija kampakazana*, 126–128 (in Russian).
2. Aseeva, T. A., & Zenkina, K. V. (2018) Nasledovanie osnovnykh hozjajstvenno cennykh priznakov gibridami jarovogo tritikale F_1 v uslovijah Srednego Priamur'ja. [Inheritance of the main economically valuable traits by hybrids of spring triticale F_1 in the conditions of Middle Amur region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 4(48), 7–12 (in Russian).
3. Bakumenko, O. M., & Vlasenko, V. A. (2015) Heterozys ta uspadkuvannia masy 1000 nasynyn v F_1 pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.). [Heterosis and inheritance of 1000 seed weight in F_1 soft winter wheat]. *Avtokhtonni ta introdukovani roslyny*, 11, 67–73 (in Ukrainian).
4. Beil, G. M., & Atkins, R. E. (1965) Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*, 39, 3.
5. Biliavska, L. H., & Kornieieva, O. M. (2012) Fenotypovy proiav kisnykh oznak u hibrydnykh kombinatsiakh F_1 soi [Phenotypic manifestation of quantitative traits in F_1 soybean hybrid combinations]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*, 1, 28–31 (in Ukrainian).
6. Bilitiuk, A. P. (1999) Porivnialna produktyvnist ozymykh zernovykh kultur u Lisostepovii zoni Volyni [Comparative productivity of winter grain crops in the Forest-Steppe zone of Volyn]. *Visnyk ahraryoi nauky*, 1, 31–34 (in Ukrainian).
7. Bilitiuk, A. P., Hirko, V. S., Kalenska, S. M., & Andrushkiv, M. I. (2004) Trytykale v Ukraini [Triticale in Ukraine]. *Navch. posibn. Ahrarya nauka*, Kyiv, 371 (in Ukrainian).
8. Diordiieva, I., Riabovol, Ia., & Riabovol, L. (2020). Triticale breeding improvement by the intraspecific and remote hybridization. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(4), 67–71. doi: 10.15421/2020_169.
9. Fonseca, S., & Patterson, F. L. (1968) Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 1, 85–88.
10. Griffing, B. (1950) Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, 35, 303–321.
11. Guzhov, Ju. L., Fuks, A., & Valichek, P. (1991). Selekcija i semenovodstvo kul'turnykh rastenij [Selection and seed production of cultivated plants]. *Agroizdat, Moskva* (in Russian).
12. Huba, I. I. (2021) Proiav i minlyvist bahatokvitkovosti u hibrydiv pershoho pokolinnia zhyta ozymoho [Manifestation and variability of multicolor in the hybrids of the first generation of winter rye]. *Colloquium-journal*, 5(92), 55–57 (in Ukrainian). doi: 10.24412/2520-6990-2021-592-55-57
13. Krjuchkova, N. A., Murugova, G. A., & Klykov, A. G. (2021) Velichina geterozisa hozjajstvenno-cennykh priznakov u mnogorjadnykh gibridov F_1 jarovogo jachmenja pri nasyshhajushhiih skreshhivaniyah. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 1(73), 26–30. doi: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-26-30.
14. Lilyk, T. V., Bortnovskiy, V. M., & Buhaiova, N. A. (2013). Metody i rezultaty selektsii trytykale ozymoho furazhnogo typu vykorystannia [Methods and results of triticale selection of winter fodder type of use]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 77, 9–15 (in Ukrainian).
15. Lisova, Yu. A. (2014) Heterozys kilkisnykh oznak u hibrydiv vivsa v pershomu pokolinni [Heterosis of quantitative traits in oat hybrids in the first generation]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 56(1), 108–116 (in Ukrainian).
16. Ljatamborg, S. I. Vevericje, E. K., Ratar', S. G., & Gore, A. I. (2020). Osnovnye rezultaty sozdaniya novykh form ozymykh tritikale [The main results of the creation of new forms of winter triticale]. *Protectija plantelor - realizari si perspective*, 57, 337–342 (in Russian).
17. Lozinska, T. P. (2019). Uspadkuvannia ta transhresyva minlyvist masy zerna kolosa u F_1 i F_2 pshenytsi yaroi [Inheritance and transgressive variability of ear grain mass in F_1 and F_2 of spring wheat]. *Lohos. Mystetstvo naukovoi dumky*, 4, 129–131.
18. Majsak, G. P. Itogi ispytaniya sortov tritikale ozimoi v Permskom krae [Results of testing winter triticale varieties in the Perm Territory]. *Permskij agrarnyj vestnik*, 1, 53–59. doi: 10.24411/2307-2873-2020-10002 (in Russian).
19. Matzinger, D. F., Mannand, T. J., & Cockerham, C. C. (1962). Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Science*, 2, 238–286.
20. Mazer, K., & Dzhinks, Dzh. (1985) Biometricheskaja genetika [Biometric genetics]. *Mir, Moskva* (in Russian).
21. Mazur, O. V. (2017) Heterozys, stupin dominuvannia oznak zernovoi produktyvnosti sortiv soi [Heterosis, the degree of dominance of signs of grain productivity of soybean varieties]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 5, 91–98 (in Ukrainian).
22. Mazur, Z. O. (2020) Porivnialnakharakterystykakil'kisnykhhoznakbatkivskykhformtakrashchykhhibrydivzhytaozymoho [Heterosis, the degree of dominance of signs of grain productivity of soybean varieties]. *Scientific collection «Interconf»*, 3(33), 162–170 (in Ukrainian).

23. Oettler, G., Tams, S. H., & Utz, H. F. (2005). Prospect for hybrid breeding in winter triticale: I. Heterosis and combining ability for agronomic traits in European elite germplasm. *Crop. Sci.*, 45, 1476–1482.
24. Prosunko, V. M. (2004). Naslidky hlobalnoho poteplinna klimatu v zemlerobstvi [The effects of global warming on agriculture]. *Ahronom*, 4, 67–69 (in Ukrainian).
25. Singh, H., Sharma, S. N., & Sain, R. S. (2004). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*, 141, 106–114.
26. Shelepov, V. V., Havryliuk, M. M., Chebakov, M. P., & Honchar, O. M. (2007) Seleksiia, nasynnytstvo ta sortoznavstvo pshenytsi [Breeding, seed production and varietal science of wheat]. Myronivka, 405.
27. Skowrońska, R., Mariańska, M., & Ulaszewski, W. (2020). Development of triticale × wheat prebreeding germplasm with loci for *s7* low-rusting resistance. *Front Plant Sci.*, 11, 1–8. doi: 10.3389/fpls.2020.00447
28. Weissmann, S. & Weissman, E. A. (2002). Hybrid triticale – prospects for research and breeding – Part I: Why hybrids? *Proceedings of the 5th International triticale symposium, June 30 – July 5 2002, Poland*, 187–191.
29. Zaika, Ye. V. (2015) Efekt heterozyosu ta uspadkuvannia hospodarsko tsinnykh oznak u hibrividiv F_1 pshenytsi miakoi ozymoi v zoni Pivnichnoho Lisostepu [The effects of heterosis and inheritance of economically valuable traits in F_1 hybrids of soft winter wheat in the Northern Forest-Steppe zone]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 5. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_19 (in Ukrainian).
30. Zhuchenko, A. A. (1980) *Jekologicheskaja genetika kul'turnykh rastenij* [Ecological selection of cultivated plants]. Kishinev: Shtiinca (in Russian).

Tromsyuk V. D., *Researcher, Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine, Vinnytsia, Ukraine*

Bugayov V. D., *PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Head of the Department of Breeding of Forage, Grain and Industrial Crops Institute of Feed and Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine, Vinnytsia, Ukraine*

THE LEVEL OF HETEROSIS AND THE DEGREE OF PHENOTYPIC DOMINANCE OF THE MAIN TRAITS OF PRODUCTIVITY IN THE F_1 WINTER TRITICAL

When creating varieties of winter triticale to achieve higher productivity results, namely mastering the effect of heterosis, it is necessary to evaluate parental forms. The most complete description of the material under study can be obtained using the method of dialysis analysis, which is based on the results of the F_1 assessment and allows to determine the combinatorial ability of the forms involved in crossing.

The results of research (2014–2017) on the manifestation of the effects of heterosis and the nature of inheritance of the main traits of productivity in 30 hybrid populations (F_1) are presented.

Six varieties of winter triticale of different ecological and geographical origin and the manifestation of valuable economic characteristics were used in crosses according to the scheme of full diallel analysis: Polovetske (Ukraine), Amos (Ukraine), Kapryz (Russia), Tsekad 90 (Russia), Dubrava (Belarus), and Pawo (Poland).

Determining the degree of phenotypic dominance and the level of effects of heterosis allowed to identify the best productive bushiness of 16 best hybrid combinations compared to the parental forms; the number of grains from the ear – 6 hybrid combinations; the weight of grain from the ear – 15 hybrid combinations; grain weight from the plant – 16 hybrid combinations.

The results of research on the effects of heterosis and the degree of phenotypic dominance in hybrid combinations (F_1) of winter triticale were obtained. It was found that different traits had different types of inheritance. Thus, on the grounds of "productive bushiness", "grain weight from the ear" and "grain mass from the plant" were observed mainly heterosis, while the "number of seeds per ear" – intermediate inheritance. Some combinations showed partly positive dominance, partly negative inheritance, and depression.

The best hybrid combinations of winter triticale have been selected and proposed for use in the selection process on the grounds of "productive bushiness" – Dubrava / Amos and Amos / Dubrava, in which h_p was 27.6 and 16.7, hypothetical heterosis – 15.5 % and 9.4 %, true heterosis – 14.8 % and 8.7 %, respectively; "number of grains from the ear" – Polovetske / Kapryz ($h_p = 29.1$), hypothetical heterosis – 28.1 %, true heterosis – 26.9 %; "mass of seeds from the ear" – Dubrava / Kapryz ($h_p = 95.7$), hypothetical heterosis – 32.1 %, true heterosis – 31.7 %; "grain weight from the plant" – Dubrava / Kapryz ($h_p = 603$), hypothetical heterosis – 169.9 %, true heterosis – 169.1 %.

Key words: selection, hybrid populations, inheritance, hypothetical and true heterosis.

Дата надходження до редакції: 01.03.2021 р.

ВПЛИВ РЕТАРДАНТІВ НА РІСТ РОСЛИН ТА СТРУКТУРУ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ

Троценко Володимир Іванович

доктор сільськогосподарських наук., професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-8101-0849
vtrotsenko@ukr.net

Жатова Галина Олексіївна

кандидат сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-8606-6750
gzhatova@ukr.net

Яценко Віталій Миколайович

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
vitaliiyatsenko1@gmail.com

Колосок Інна Олександрівна

аспірантка
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ikolosok85@gmail.com

У статті висвітлені результати лабораторних та польових досліджень з вивчення реакції рослин соняшнику на застосування ретарданту Моддус. За результатами змін в анатомічній будові гіпокотилія рослин визначено, що максимальний очікуваний рівень скорочення стебла, за рахунок зменшення прозенхімності клітин, складає біля 30 %.

В умовах польового дослідження з кліновидним розміщенням рядків вивчали реакцію рослин соняшнику на різні способи використання препарату. Досліджували зміни висоти стебла та алгоритм формування урожайності, залежно від рівня внутрішньовидової конкуренції. Дослідження проводили у діапазоні густоти від 20 до 160 тис. шт./га, вивчали варіанти із обробкою насіння, обробкою вегетуючих рослин та комбінованим застосуванням ретарданту.

Встановлено, що фактичний рівень зменшення висоти стебла визначається фазою розвитку рослин та рівнем внутрішньовидової конкуренції у посіві. Ефект зростає за комбінованого використання ретарданту та зі збільшенням густоти стояння рослин. Фактором зниження розрахункової урожайності були зміни у структурі продуктивності рослин, що супроводжувалися звуженням та зміщенням діапазону показників оптимальної густоти посіву.

Ключові слова: соняшник, алгоритм формування урожайності, структура посіву, ретарданти, внутрішньовидова конкуренція.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.8>

Вступ. Використання ріст-гальмуючих препаратів є важливим фактором управління процесами формування урожаю сільськогосподарських культур. Ріст-гальмуючі речовини виконують важливу роль у процесах росту, впливаючи на безліч фізіологічних процесів, що забезпечують підвищення адаптаційних можливостей рослин до факторів середовища. За хімічним складом та механізмом дії більшість цих речовин належать до однієї з шести груп, а саме: синтетичні аналоги абсцизової кислоти, етиленвмісні препарати, антиауксинові препарати, антицитокінінові препарати, антибрасиностероїди та антигіберелінові препарати (Shevchenko & Tagasenko, 1998). Серед останніх важливе місце займають ретарданти, використання яких є найбільш відпрацьованим елементом сучасних технологій. Ретарданти застосовують з метою оптимізації морфологічних параметрів рослин, зокрема зменшення загальної довжини стебла.

Результати вивчення ретардантів на різних культурах свідчать, що при уніфікованому механізмі дії, який забезпечується інгібуванням гіберелінів, спостерігається різниця у видовій і навіть сортової реакції рослин. Різниця у реакції

визначається комплексом анатомічних та фізіологічних особливостей рослин. Насамперед, це різниця у кількості судинно-волокнистих пучків, співвідношенні у них ксилемних та флоємних елементів, динаміці росту стебла в окремі фази вегетації тощо. Важливим питанням застосування ретардантів є рівень їх впливу на продуктивність рослин, оскільки у багатьох випадках зміна габітусу має комплексний характер, що охоплює всю рослину, включаючи репродуктивні органи.

На сьогодні результати досліджень вказують, що за рахунок коригування доз препарату, його концентрації, часу та кількості обробок у більшості сільськогосподарських культур зміна габітусу відбувається без зниження (або навіть з підвищенням) врожайності (Hrytsaienko et al., 2008, Tahsin & Kolev, 2006). Крім групи зернових культур, традиційної для застосування ретардантів, підвищення врожайності насіння спостерігається в гречки, гірчиці, на насіннєвих посівах овочевих культур (Kuriata et al., 2006). У деяких випадках використання ретардантів забезпечує підвищення якості урожаю. Так, при застосуванні підвищених доз азотних добрив вико-

ристання ретардантів сприяє збільшенню вмісту білку у пшениці (Espindula et al., 2009).

Менш вивченими залишаються питання застосування ретардантів на посівах високорослих культур із низьким рівнем саморегуляції густоти посіву, насамперед соняшнику, кукурудзи й сорго. Так, проблема ретардантного контролю висоти посівів соняшнику досліджувалася, в основному, у напрямках оптимізації індексу врожайності, вмісту та хімічного складу олії, особливостей формування сухої речовини та біологічного урожаю (Ibrahim, 2012; Kheybari et al., 2013; Ernst et al., 2016; Domingos et al., 2016). Поряд із цим, у ґрунтовній статті, присвяченій використанню хлормекватхлориду на соняшнику олійному дослідники зазначають, що на сьогодні жоден із ретардантів не є ідеальним для контролю висоти стебла у цієї культури (Koutroubas & Damalas, 2016). Такий висновок авторів базується на результатах досліджень, які вказують, що технологічно суттєве скорочення висоти рослин (на 45 см і більше) можливе лише за дворазової обробки вегетуючих рослин. При цьому друга обробка може викликати зниження врожайності на 17–20 %.

Таким чином, завдання з використання ретардантів на соняшнику є актуальним та маловивченим. Недостатньо висвітленими у науковій та виробничій літературі залишаються питання доцільності коригування структурних параметрів посіву, зокрема розрахункової густоти рослин у посіві, зв'язку зі зміною вертикальної структури ярусів.

Метою досліджень було визначити потенційний та фактичний рівень скорочення стебла рослин соняшнику під впливом ретарданту, а також оцінити ефективність обробки насіння і вегетуючих рослин соняшнику, змін в алгоритмах формування урожайності.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у рамках програми з розробки моделі сорту соняшнику для умов північно-східного Лісостепу та Полісся України, номер державної реєстрації 0116U001506, що виконувалася у 2016–2020 рр. в Інституті сільського господарства Північного Сходу (СГПС) НААН України та Сумському національному аграрному університеті, в умовах польового досліді із клиновидним розміщенням рядків (рис. 1).

Площа живлення рослин у досліді, близька до прямокутної, забезпечувалася покроковим збільшенням віддалі між рослинами у рядку. Мінімальна відстань між рядками (та рослинами у рядку) становила 0,25 м максимальна – 0,71 м. Загальна довжина рядка була 11,5 м, що забезпечувало формування градієнту площі живлення рослин у діапазоні від 0,06 до 0,50 м². Це розрахунково відповідало діапазону густоти посіву від 19,84 до 160,0 тис. рослин/га.

Як фактор мінливості на градієнті густоти вивчали варіанти із різною схемою обробки регулятором росту Моддус (трінексапак-етил, 250 г/л), а саме: 0 – без обробки (контроль), 1 – обробка насіння (Моддус 5 мл/1 кг насіння), 2 – обробка вегетуючих рослин у фазу 8–10 листків (Моддус 1,0 л/га); 3 – комплексна обробка (обробка насіння + обробка у фазу 8–10 листків). Розрахункові параметри витрати робочої суміші: для обробки насіння 75 мл/1 кг; для обробки вегетуючих рослин 250 л/га.

| Густота тис. шт./га | Відстань рядками та рослинами в рядку, см. | Площа живлення, м ² |
|---------------------|--|--------------------------------|
| 160 | 25 | 0,06 |
| 137,17 | 27 | 0,07 |
| 118,91 | 29 | 0,08 |
| 104,06 | 31 | 0,1 |
| 91,83 | 33 | 0,11 |
| 86,51 | 34 | 0,12 |
| 77,16 | 36 | 0,13 |
| 73,05 | 37 | 0,14 |
| 65,75 | 39 | 0,15 |
| 59,49 | 41 | 0,17 |
| 54,08 | 43 | 0,18 |
| 49,38 | 45 | 0,2 |
| 45,27 | 47 | 0,22 |
| 41,65 | 49 | 0,24 |
| 38,45 | 51 | 0,26 |
| 35,6 | 53 | 0,28 |
| 33,06 | 55 | 0,3 |
| 30,78 | 57 | 0,32 |
| 28,73 | 59 | 0,35 |
| 26,87 | 61 | 0,37 |
| 25,2 | 63 | 0,4 |
| 23,67 | 65 | 0,42 |
| 22,28 | 67 | 0,45 |
| 21 | 69 | 0,48 |
| 19,84 | 71 | 0,5 |
| 19,29 | 72 | 0,52 |

Рис. 1. Принципова схема досліді із клиновидним розміщенням рядків соняшнику.

Під час дослідження визначали швидкість росту та кінцеві показники висоти стебла, продуктивність рослин, розрахункові показники урожайності та насінневої продуктивності. Польові дослідження були доповнені лабораторними експериментами з горщиковою культурою соняшнику (фіто-бокс із середньодобовою температурою + 18 °С) та дослідженнями із використанням растрового електронного мікроскопа РЭММА-106-И виробництва ВАТ "Selmi".

До статті включені матеріали польових (2018–2020 рр.), вегетаційних та лабораторних досліджень ранньостиглого гібриду Хорал. Оригіатор гібриду – Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН України. Базові характеристики гібриду за результатами конкурсного випробування: урожайність – 4,25 т/га; маса 1000 штук насіння – 62,5 г; лушпинність – 21,8 %; вміст олії у насінні – 49,3 %.

Цифрові дані оброблено з використанням пакету Statistica 6.0 (Carenko et al., 2000). Коментар та узагальнення матеріалу викладено з урахуванням специфіки біологічних об'єктів (Lakin, 1980).

Результати. Основним методом визначення реакції рослин на використання регуляторів росту є вивчення їх впливу на розвиток окремих міжвузлів. Для соняшнику найбільш інформативним є вивчення особливостей розвитку

гіпокотилі, як частини стебла з генетично детермінованою кількістю клітин. За умов нормального розвитку плоду формування підсідьядольного коліна, зокрема його первинної структури, закінчується у постембріональний період. У подальшому, в процесі проростання насіння та проходження

фази сходів відбувається ріст і розтягуванням клітин. За умов приблизно однакової кількості клітин, різниця у довжині гіпокотилі розглядається як результат зменшення їх розміру та показника прозенхімності (рис. 2).

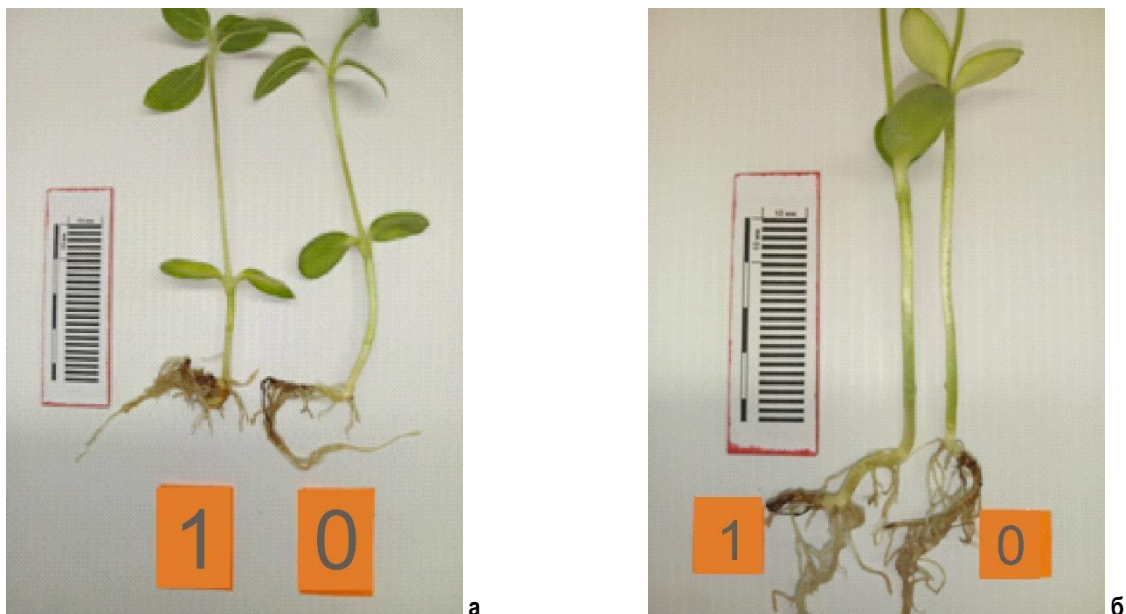


Рис. 2. Горщикова культура соняшнику у фазу 2-х (а) та 4-х справжніх листків (б): 0 – необроблене насіння (к); 1 – оброблене насіння.

На рис. 2 проілюстровано різницю у загальній довжині підсідьядольного коліна ювенільних рослин, отриманих із необробленого насіння та насіння, обробленого препаратом Моддус. У варіантах із обробкою насіння середня довжина гіпокотилі у фазу 2-х справжніх листків складала $24,52 \pm 2,8$ мм проти $35,4 \pm 3,6$ мм на контролі. При цьому різниця у довжині гіпокотилі (30–33 %) не змінювалася протягом наступних фаз розвитку (рис. 2, б). Варто зазначити, що скорочення довжини гіпокотилі, супроводжувалося деяким збільшенням його діаметру лише з початком активного

вторинного розвитку стебла або з фази 5–6 листків.

На рис. 3 представлена клітинна структура середньої частини гіпокотилі рослин у фазі 4–6 справжніх листків. На варіантах контролю середній розмір клітин ксилеми склав $192,5 \pm 5,0 \times 27,6 \pm 2,3$ мкм із показником прозенхімності 7,1. На варіанті з обробкою насіння препаратом Моддус середній розмір клітин становив $155,5 \pm 5,0 \times 33,6 \pm 2,3$ мкм зі значенням показника прозенхімності 4,6.

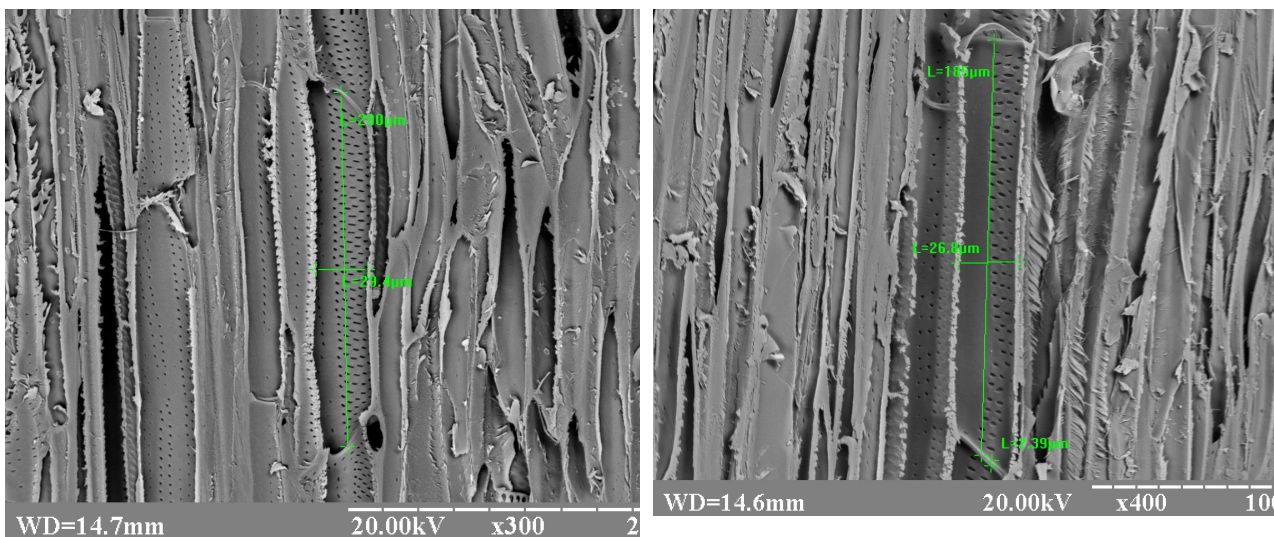


Рис. 3. Діапазон розмірів провідних елементів (трахей) гіпокотилі рослин соняшнику у фазі 8–10 справжніх листків. Варіант без обробки (к): розмір клітин зліва $200 \times 29,4$ мкм, справа – $180 \times 26,8$ мкм.

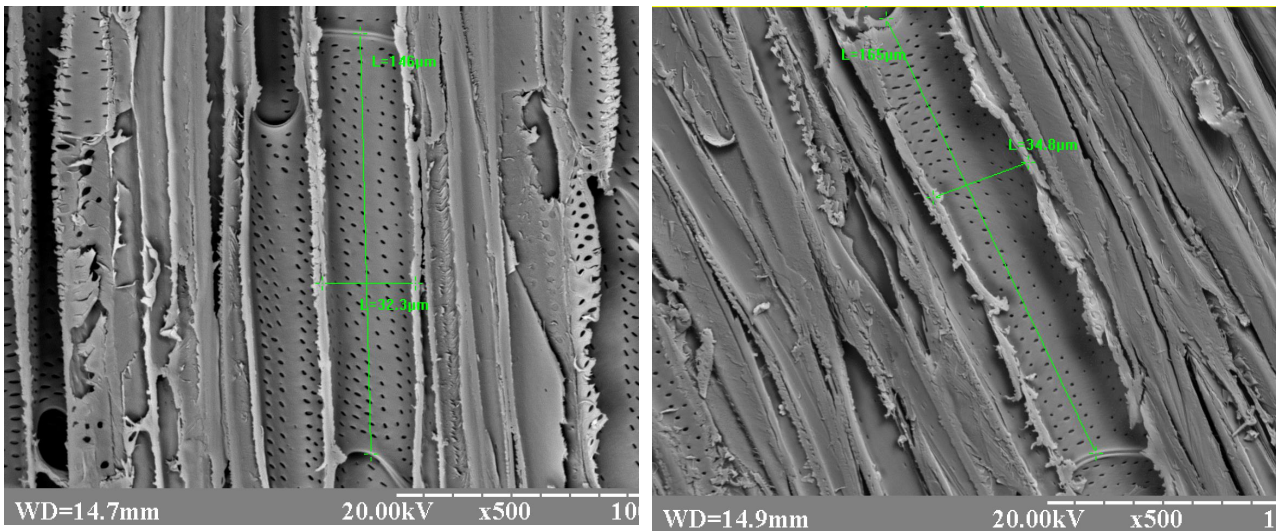


Рис. 4. Діапазон розмірів провідних елементів (трахей) гіпокотила рослин соняшника у фазі 8–10 справжніх листків. Варіант із обробкою насіння: розмір клітин зліва 146 x 37,3 мкм, справа – 155 x 34,8 мкм.

Більш неоднозначною була оцінка різниці товщини клітинних стінок. Значна варіабельність цього параметру, залежно від особливостей розміщення клітин, а також щільності їх «пакування» у пучку, зумовили значну варіабельність цієї ознаки. Однак за результатами замірів товщини стінок у центральній частині судин значення складало $2,4 \pm 0,21$ мкм на

варіантах контролю проти $3,1 \pm 0,28$ мкм у варіантах із обробкою Моддусом. Різниця в розмірах та щільності розташування перфорації стінок (рис. 5 а, б) підтверджує більш щільний характер «пакування» клітинної оболонки судин під впливом препарату.

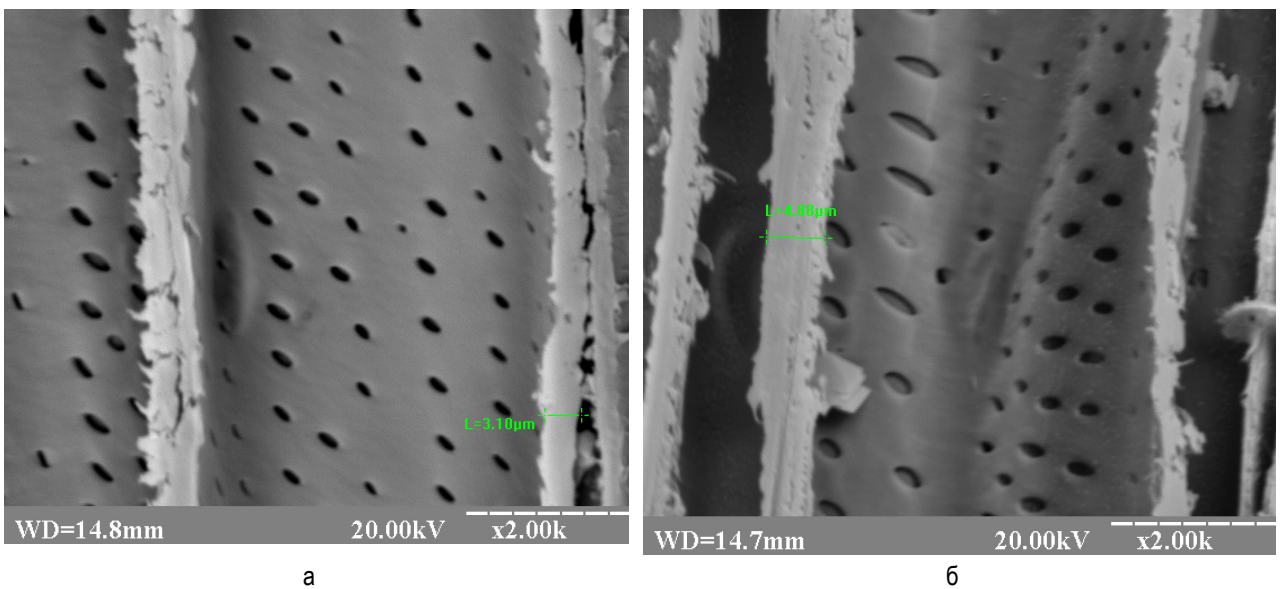


Рис. 5. Товщина та характер перфорації стінок трахей гіпокотила рослин соняшника у фазі 8–10 справжніх листків: а – варіант без обробки (к) – товщина стінки 3,1 мкм, б – варіант із обробкою насіння – товщина стінки 4,8 мкм

Враховуючи домінуючий вплив фактору обробки насіння саме на цю частину стебла вважаємо, що максимальний очікуваний рівень скорочення міжвузлів за рахунок блокування процесів розтягування клітин може складати до 30 % від показників контролю.

Більш детальна інформація стосовно динаміки росту та формування врожайності соняшнику під впливом ретарданту була отримана у польових модельних дослідках із клонувидним розміщенням рядків (рис. 1).

Середні показники висоти стебла рослин соняшнику,
залежно від варіантів використання ретарданту та густоти посіву, см, (2018–2020 рр.)

| Варіант обробки ретардантом | Висота стебла рослин, см | ± до контролю, см | Середнє для | |
|--|--------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| | | | густоти посіву | варіанту обробки |
| 160,0 тис. шт. рослин/га* | | | | |
| Без обробки (к) | 209,3 | – | 185,85 | 187,54 |
| Обробка насіння | 207,8 | 1,50 | | 181,88 |
| Обробка рослин у фазу 8–10 листків | 166,5 | 42,80 | | 157,04 |
| Комплексна обробка (насіння + фаза 8–10 листків) | 159,8 | 49,50 | | 149,70 |
| НІР _{0,05} | | 6,24 | | |
| 77,16 тис. шт. рослин/га | | | | |
| Без обробки (к) | 193,0 | – | 172,35 | |
| Обробка насіння | 190,8 | 2,20 | | |
| Обробка рослин у фазу 8–10 листків | 155,3 | 37,70 | | |
| Комплексна обробка | 150,3 | 42,70 | | |
| НІР _{0,05} | | 6,18 | | |
| 41,65 тис. шт. рослин/га | | | | |
| Без обробки (к) | 183,6 | – | 169,08 | |
| Обробка насіння | 183,9 | -0,30 | | |
| Обробка рослин у фазу 8–10 листків | 160,3 | 23,30 | | |
| Комплексна обробка | 148,5 | 35,10 | | |
| НІР _{0,05} | | 6,52 | | |
| 26,87 тис. шт. рослин/га | | | | |
| Без обробки (к) | 180,0 | – | 163,80 | |
| Обробка насіння | 172,6 | 7,40 | | |
| Обробка рослин у фазу 8–10 листків | 155,3 | 24,70 | | |
| Комплексна обробка | 147,3 | 32,70 | | |
| НІР _{0,05} | | 5,12 | | |
| 19,84 тис. шт. рослин/га | | | | |
| Без обробки (к) | 171,8 | – | 154,13 | |
| Обробка насіння | 154,3 | 17,50 | | |
| Обробка рослин у фазу 8–10 листків | 147,8 | 24,00 | | |
| Комплексна обробка | 142,6 | 29,20 | | |
| НІР _{0,05} | | 5,06 | | |

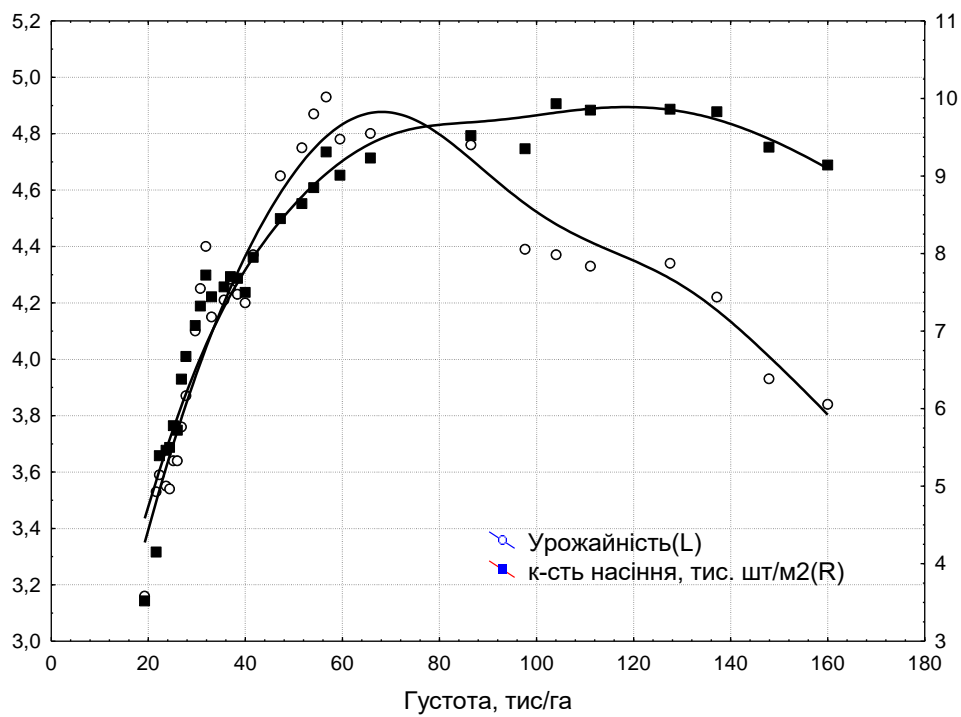
*розрахункова густина на відрізу градієнту.

В абсолютних показниках висота рослин на градієнті (у напрямі збільшення густоти) змінилася з 171,8 до 209,3 см (+ 21,8 %) на ділянках контролю, з 154,3 до 207,8 см (+ 34,7 %) на варіанті з обробкою насіння, з 147,8 до 166,5 см (+ 12,7 %) при обробці вегетуючих рослин та з 142,6 до 159,8 см (+ 12,1 %) на варіанті комплексної обробки. При цьому вплив різних варіантів обробки змінювався залежно від густоти стояння рослин. Найбільший ефект скорочення стебла спостерігали на ділянках із максимальною густиною (160 тис. шт./га.). Статистично суттєве скорочення, порівняно до контролю (209,3 см), було відмічено при обробці у фазі зірочки – 42,8 см та – 49,5 см при комплексній обробці, що складало 20,45 та 23,65 % відповідно. Різниця у висоті рослин на варіанті контролю та варіанті із обробкою насіння (207,8 см) була статистично несуттєвою.

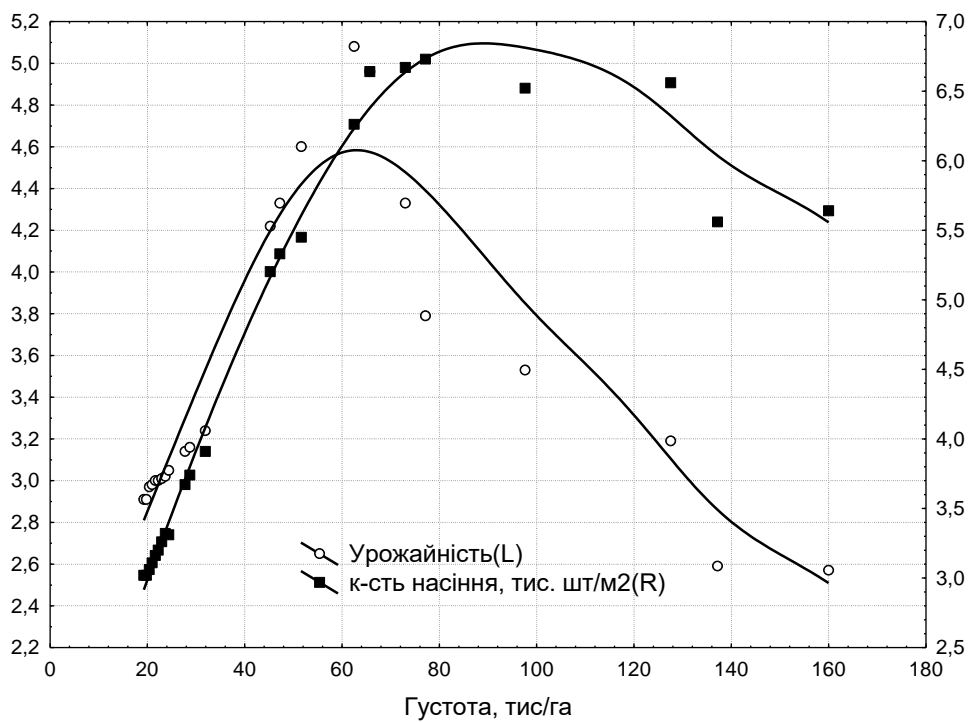
Деяко інша залежність спостерігалася на ділянках із мінімальною густиною 19,84 тис./га. Статистично суттєве скорочення висоти рослин – 17,5 см або 9,8 % мало місце на

ділянках із обробкою насіння – 24,0 см або 13,6 % при обробці вегетуючих рослин та – 29,2 см або 16,6 % у варіанті із комплексною обробкою. Загалом, із збільшенням густоти стояння рослин та рівнем конкуренції простежувалася тенденція до зменшення впливу ретардантів у варіанті із обробкою насіння та зростання (впливу) при обробці вегетуючих рослин у фазу 8–10 листків та комплексній обробці.

Важливим для розуміння процесів формування врожайності посіву при різних варіантах використання ретарданту є аналіз динаміки продуктивності рослин на градієнті густоти (рис. 6, 7). За звичайних умов (ділянки контролю) найвища урожайність 4,8–4,9 т/га формувалася у діапазоні густоти 55–65 тис. шт./га. Стабільність показника врожайності підтримувалася варіабельністю кількості насіння у кошику. При цьому зона максимального рівня насінневої продуктивності або кількості насіння, що формувалося на одиницю площі (біля 10 тис. шт./м²), перебувало у діапазоні від 60 до 140 тис. шт./м².



а



б

Рис. 6. Динаміка врожайності (т/га, шкала зліва) та насінневої продуктивності (тис. насінин/м², шкала справа) залежно від розрахункової густоти стояння рослин: а – без обробки (к), б – передпосівна обробка насіння (2018–2020 рр.).

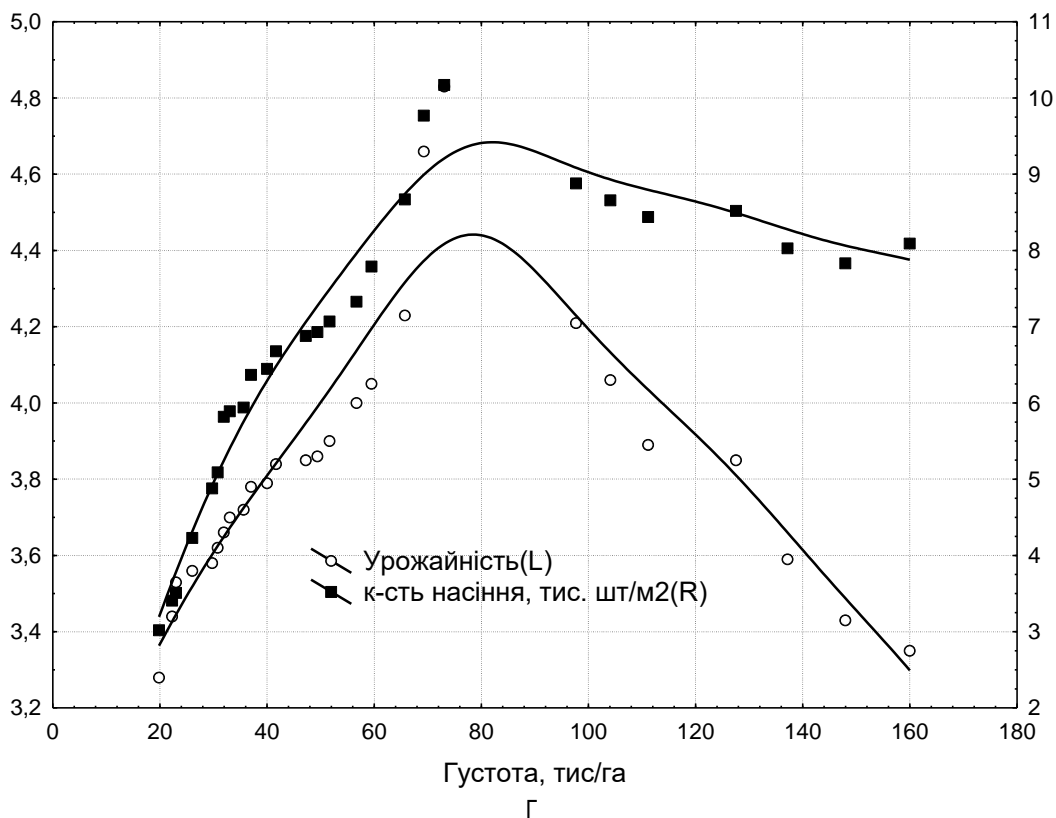
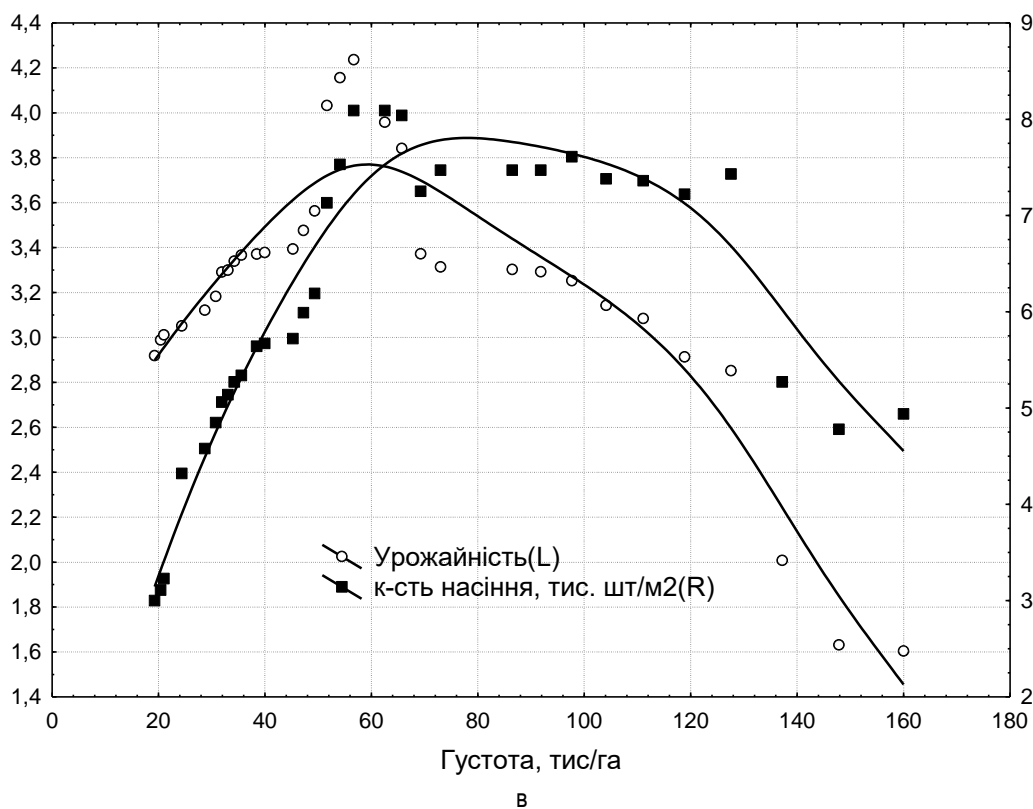


Рис. 7. Динаміка врожайності (т/га, шкала зліва) та насінневої продуктивності (тис. насінин/м², шкала справа) залежно від розрахункової густоти стояння рослин: в – обробка рослин у фазі 8–10 листків, г – комплексна обробка (обробка насіння + фаза 8–10 листків), (2018–2020 рр.).

Кожен із варіантів використання ретарданту зумовлював зміну алгоритму формування урожайності. Так, обробка

насіння забезпечувала деяке зростання показника максимальної урожайності до 5,1 т/га, однак у звуженому діапазоні густоти: 60–62 тис/га. Подібна ситуація, проте зі зниженням

врожайності до 4,0–4,2 т/га мала місце у варіанті обробки рослин у фазі 8–10 листків. Комплексна обробка не супроводжувалася зниженням максимальної врожайності. Однак цей показник (на рівні 4,9 т/га) був реалізований на відрізках із густиною біля 70,0 тис/га.

Обговорення. Враховуючи тяжіння сучасної культури соняшнику до областей із низьким рівнем вологозабезпечення, проблема використання ретардантів наразі розглядається, переважно, у контексті зональних та сортових технологій для зони північного Лісостепу та Полісся (Melnyk, 2004; Kirichenko, 2005) або умов зрошуваного землеробства (Amjed et al., 2011). Поширення високопродуктивних високорослих гібридів за умов достатнього рівня вологозабезпечення обумовлює необхідність додаткових заходів, направлених на зниження ймовірності вилягання рослин та зменшення втрат за рахунок проведення передзбиральної десикації. У цьому випадку (при використанні самохідних оприскувачів) максимальна висота рослин у посіві не повинна перевищувати 170–175 см (Trocenko & Zhatova, 2015). Таким чином, основним завданням використання ретардантів на соняшнику наразі є зниження висоти рослин, що не супроводжується суттєвим зменшенням урожайності посіву (Spitzer et al., 2011; Shevchuk & Kuriata, 2008).

Загалом, дані, отримані з горщиковою культурою соняшнику та зміни, виявлені в анатомічній будові стебла узгоджуються з дослідженнями, проведеними В. В. Рогач (Rohach, 2011) та О. А. Шевчук (Shevchuk & Kur'iat, 2007). Разом із тим, результати дослідів не виявили ефекту зростання продуктивності рослин за рахунок оптимізації розмірів стебла та посиленого розвитку кореневої системи, що відмічалось дослідниками для деяких зернових (Gatan & González, 2015), технічних (Burgel et al., 2020; Hu et al., 2014; Giridhar & Giri, 1997) та декоративних (Zhang et al., 2013) культур.

Загалом в процесі проведення досліджень було виокремлено кілька ключових позицій, що пояснювали відмінності в результатах досліджень із використанням ретардантів на соняшнику. Насамперед, це результативність обробки насіння та зміни у структурі формування продуктивності рослин.

В умовах дослідів статистично суттєве скорочення висоти рослин у варіанті із обробкою насіння було відмічено лише в умовах мінімальної конкуренції (розрахункова густина менше 27 тис. рослин/га), тобто за відсутності ефекту «втягування за світлом». В інших випадках, тобто в умовах, близьких до густоти товарних посівів і вище, різниця у довжині нижніх міжвузлів, що мала місце у ювенільних фазах онтогенезу, нівелювалася за рахунок розвитку середніх і верхніх міжвузлів. Інтенсивність цього процесу визначалася рівнем внутрішньовидової конкуренції. Це пояснює, чому позитивні результати досліджень, отримані для соняшнику та інших культур під час лабораторного пророщування насіння або із їх горщиковою культурою, як правило, не знаходили підтвердження в умовах польових дослідів та виробничих посівах (Taşkın et al., 2017; Gibbs, 2004; Cerný & Veverková, 2012).

Разом із тим, результати дослідів показали, що ефект від обробки насіння проявлявся у зміні структури продуктивності, зокрема показника кількості насіння у кошику та кількості насіння на одиниці площі, що вказує на негативний вплив препарату на процеси формування розміру суцвіть, та очікуване правостороннє (у бік збільшення) зміщення зони

оптимальної густоти посіву. Опосередковано отримані дані узгоджуються з результатами досліджень В. Грея (Gray, 2004) стосовно можливості підвищення фактичної насінневої продуктивності соняшнику за рахунок обробки рослин у фазі 4–6 листків сумішами препаратів гетероауксину та гібереліну.

Більш складними для коментування були результати, отримані у варіантах із обробкою вегетуючих рослин та комплексною обробкою за схемою «насіння + фаза 8–10 листків». Перший варіант забезпечував близький до максимального у досліді рівень скорочення висоти стебла, однак викликав зменшення показників продуктивності рослин у всьому діапазоні густот. Це зумовило статистично суттєве зниження розрахункової урожайності зі звууженням зони оптимальної густоти. Наразі, описані у науковій літературі випадки зменшення урожайності як правило стосуються результатів обробки рослин ретардантами у більш пізні фази розвитку або їх дворазової обробки, коли відбувається блокування ростових процесів протягом більшої половини вегетації (Rohach et al., 2016; Rohach, 2017). Ми вважаємо, що у нашому досліді зниження врожайності було результатом зміни конкурентних відносин у критичний для рослин період вирівнювання параметрів генеративних органів до фактичного розвитку вегетативної сфери (Zhatova, 2009).

Більш цікавим в аспекті зміни конкурентних відношень у посіві та можливостей стабілізації урожайності за рахунок збільшення густоти посіву був варіант із комплексною обробкою. Відносно тривала дія препарату Модус забезпечувала скорочення нижніх міжвузлів та зменшення потенційної продуктивності рослин (розміру суцвіть). Однак саме цей захід забезпечував зміщення початку конкурентних відносин у посіві на більш пізні фази розвитку. Додатковим фактором було блокування ростових процесів середніх та верхніх міжвузлів за рахунок обробки вегетуючих рослин. У комплексі це забезпечувало зміщення показника оптимальної густоти до 70–75 тис./га, що у технологічному відношенні відповідало параметрам вирощування ультра-ранньостиглих гібридів із висотою стебла 155–165 см. Таким чином, саме варіант комплексної обробки, за умов оптимізації густоти посіву, є найбільш прийнятним для вирощування високорослого гібриду Хорал.

Висновки. Отримані дані значною мірою пояснюють існуючі наразі протиріччя у результатах досліджень щодо впливу ретардантів на динаміку росту, алгоритм формування продуктивності та врожайність культур із низьким рівнем саморегуляції густоти посіву. За результатами досліджень із горщиковою культурою соняшнику в умовах контрольованого середовища та дослідження змін анатомічної будови гіпокотилу рослин визначено, що максимально очікуваний рівень зниження висоти рослин, за рахунок зменшення показника прозенхімності клітин, може складати біля 30 %.

Фактичний рівень зменшення висоти стебла рослин визначається фазою розвитку рослин та рівнем внутрішньовидової конкуренції у посіві. Ефект зростає при комбінованому використанні ретардантів та зі збільшенням густоти стояння рослин. Фактором зниження врожайності посівів є зміни в структурі продуктивності рослин, що супроводжуються звууженням та зміщенням діапазону показників оптимальної густоти посіву.

Бібліографічні посилання:

1. Amjed, A., Muhammad, A., Ijaz, R., Safdar, H. & Matlob, A. (2011) Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids performance at different plant spacing under agro-ecological conditions of Sargodha, Pakistan. International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE, IACSIT Press, Singapore, 9, 317–322.
2. BURGEL, L., Hartung, J., Schibano, D. & Graeff, S. (2020). Impact of Different Phytohormones on Morphology, Yield and Cannabinoid Content of *Cannabis sativa* L. *Plants*, 9, 725. doi: 10.3390/plants9060725
3. Carenko, O. M., Zlobin, Ju. A., Skljár, V. G. & Panchenko, S. M. (2000). Kompjuterni metodi v silskomu gospodarstvi ta biologii [Computer Methods in Agriculture and Biology]. Universitetska kniga, Sumi (in Ukrainian).
4. Cerný, I. & Veverková, A. (2012) Production parameters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) influenced by weather conditions and foliar application of Pentakeep-V and Atonik. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1(1), 887–896.
5. Da Costa Ferreira Júnior Domingos, Luiz Gonçalves Machado Jorge, Alves Silva Polianna, & Ferreira de Souza Monique (2016). Sunflower seed treatment with growth inhibitor: Crop development aspects and yield. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 3182–3187. doi: 10.5897/AJAR2016.11296
6. Hrytsaienko Z. M., Ponomarenko S. P., Karpenko V. P. & Leontyuk I. B. (2008) Bioloichno aktyvni rechovyny v roslynnystvi [Biologically active substances in crop production], ZAT «NICH LAVA», Kyiv (in Ukrainian).
7. Hu, S., Zhang, Y., Yu, H., Lin, B., Ding, H., Zhang, D., Ren Y. & Fang, Z. (2014). Paclobutrazol Application Effects on Plant Height, Seed Yield and Carbohydrate Metabolism in Canola. *Int. J. Agric. Biol.*, 16(3), 471–479.
8. Ernst, D., Kovár, M. & Černý, I. (2016). Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower Vplyv dvoch rôznych rastlinných regulátorov rastu na produkčné ukazovatele slnečnice ročnej urnal of Central European Agriculture, *Journal of Central European Agriculture*, 17(4), 998–1012. doi: 10.5513/JCEA01/17.4.1804
9. Espindula, M. C., Rocha, V. S., Gross, J. A. S., Souza, M. A., Souza, L. T. & Favarato, L. F. (2009). Use of growth retardants in wheat. *Planta Daninha*, 27, 2379–2387. doi: 10.1590/S0100-83582009000200022
10. Gatan, M. G. B. & González, V. D. M. (2015) Effect of different levels of paclobutrazol on the yield of Asha and Farmer's Variety of Peanut. *JPAIR Multidis. Res.* 2, 1. doi: 10.7719/jpair.v2i1i.324
11. Gibbs, M. (2004) Effect of light intensity on the distribution of C14 In sunflower leaf metabolites during photosynthesis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 45(1), 156–160.
12. Giridhar, K. & Giri, G. (1997) Influence of chlormequat chloride (CCC) and phosphorus on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea*) during the summer season in North West India. *Journal of Agricultural Science*, 129, 303–306. doi: 10.1017/S002185969700467X
13. Gray, W. M. (2004) Hormonal regulation of plant growth and development. *PLoS Biology*, 2, 311. doi: 10.1371/journal.pbio.0020311
14. Ibrahim, H. M. (2012) Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. *APCBEE Procedia*, 4, 175–182. doi: 10.1016/j.apcbee.2012.11.030
15. Kheybari, M., Daneshian, J., Rahmani, H. A., Seyfzadeh, S. & Khiavi, M. (2013) Response of sunflower head characteristics to PGPR and amino acid application under water stress conditions. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(8), 1760–1765.
16. Koutroubas, S. D. & Damalas, C. A. (2016). Morpho-physiological responses of sunflower to foliar applications of chlormequat chloride (CCC). *Bioscience Journal*, 32(6), 1493–1501. doi: 10.14393/bj-v32n6a2016-33007
17. Kuriata V.H., Tkachuk O. O. & Rohalska L. M. (2006). Vmist krokhmalu ta riznykh form tsukriv u bulbakh kartopli pry vykhodi iz stanu spokoju za dii retardantiv [The content of starch and various forms of sugars in bubble potatoes when brought from a state of rest for the action of retardants]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu. Seria: Bioloichni nauky*, 1, 95–99 (in Ukrainian).
18. Lakin, G. F. (1980). *Biometrija* [Biometrics]. Vysshaja shkola, Moscow (in Russian).
19. Shevchenko, A. O. & Tarasenko, V. O. (1998). Regulatori rostu. Principovo novij viskoefektivnij element sil'skogospodars'kih tehnologij [Growth regulators. A fundamentally new high-performance element of agricultural technology]. *Zahist roslin*, 1, 17–19 (in Ukrainian).
20. Tahsin, N. & Kolev, T. (2006) Investigation on The Effect of Some Plant Growth Regulators on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 3(2), 229.
21. Melnik, A. V. (2004). Porivnjalnij analiz koreljacij morfologichnih oznak ta produktivnosti sonjashniku [Comparative analysis of correlations of morphological features and sunflower productivity]. *Visnik Sums'kogo NAU*, 1(8), 82–84 (in Ukrainian).
22. Rohach, V. V. (2011) Vplyv khlormekvatkhlorodyu na produktyvnist ta yakist produktsii ozymoho ripaku [Influence of chlormequat chloride on productivity and quality of winter rapeseed products]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrranoho universytetu. Seria : Silskohospodarski nauky*, 8(48), 43–49 (in Ukrainian).
23. Rohach, V. V., Poprotska, I. V. & Kur'iata, V. H. (2016) Diia hiberelinu i retardantiv na morfogenezu, fotosyntetychnyj aparat ta produktyvnist kartopli [Effect of gibberellin and retardants on morphogenesis, photosynthetic apparatus and potato productivity]. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Biolohiia, ekolohiia*. 24(2), 416–420 (in Ukrainian).
24. Rohach, V. V. (2017). Dynamika nakopychennia i pererozpodylu riznykh form vuhlevodiv v orhanakh roslyn tomativ za dii rehulatoriv rostu [Dynamics of accumulation and redistribution of various forms of carbohydrates in the organs of tomato plants for the action of growth regulators]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu. Seria: Biolohiia*, 1(68), 70–76 (in Ukrainian).

25. Spitzer, T., Matusinsky, P., Klemová, Z. & Kazda, J. (2011). Management of sunflower stand height using growth regulators. *Plant Soil and Environment*, 57(8), 357–363. doi: 10.17221/75/2011-PSE
26. Shevchuk, O. A. & Kuriata, V. H. (2008) Osoblyvosti nasinnievoi produktyvnosti roslyn tsukrovoho buriaka pry obrobtsi kvitkonosnykh pahoniv retardantamy [Features of seed productivity of sugar burkak plants at processing of flower shoots by retardants]. *Naukovi zapysky TNPU im. V. Hnatiuka. Seriya: Biologhiia*, 2(36), 42–46. (in Ukrainian)
27. Shevchuk, O. A. & Kuriata, V. H. (2007) Nakopychennia ta pererozpodil elementiv mineralnogo zhyvlennia u vehetatyvnykh orhanakh roslyn tsukrovoho buriaka za dii retardantiv [Accumulation and redistribution of mineral nutrients in the vegetative organs of sugar beet plants under the action of retardants]. *Zbirnyk naukovykh prats VDPU*, 32, 18–26. (in Ukrainian).
28. Taşkın, P., Ozer, H., Öztürk, E. & Sefaoğlu, F. (2017). Effects of mepiquat chloride applications on non-oilseed sunflower. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 41, 472–479. doi: 10.3906/tar-1705-77
29. Trocenko, V. I. & Zhatova, G. O. (2015). Etapi formuvannja produktivnosti roslin ta urozhajnist posiviv sonjashniku [Stages of formation of plant productivity and yield of sunflower crops]. *Visnik centru naukovogo zabezpechennja APV Harkivskoi oblasti*, 18, 165–173 (in Ukrainian).
30. Zhang, W., Xu, F., Cheng, H., Li, L., Cao, F. & Cheng, S. (2013). Effect of Chlorocholine Chloride on Chlorophyll, Photosynthesis, Soluble Sugar and Flavonoids of Ginkgo biloba. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 97–103. doi: 10.15835/nbha4118294
31. Zhatova, H. O. (2009). General seed studies. University Book, Sumy, 272 (in Ukrainian).

Trotsenko V. I., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zhatova H. O., PhD (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Yatsenko V. M., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kolosok I. O., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

INFLUENCE OF RETARDANTS ON PLANT GROWTH AND SUNFLOWER YIELD STRUCTURE

The results of laboratory and field experiments to study the reaction of sunflower plants to the use of retardant Moddus are covered in the article.

The research was carried out within the the program for the development of variety model for the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe and Polissya of Ukraine, (state registration number of 0116U001506). This program was implemented in 2016–2020 at the Institute of Agriculture of North-Eastern Ukraine and Sumy National Agrarian University

In an experiment with pot culture of sunflower, it was found that the treatment of seeds with retardant provided a reduction in the length of the hypocotyl from 35.4 ± 3.60 to 24.52 ± 2.80 mm. In the anatomical structure there was a decrease in cell prosenchyme from 7.1 to 4.6 and an increase in cell wall thickness from 2.4 ± 0.21 to 3.1 ± 0.28 μ m. According to the results of changes in the anatomical structure of the plant hypocotyl, it was determined that the maximum level of stem contraction due to the reduction of cell prosenchyma was about 30 %.

In the conditions of a field experiment with a wedge-shaped arrangement of rows, changes in stem height and yield formation algorithm depending on the level of intraspecific competition were investigated. The study was conducted in the density range from 20 to 160 thousand pieces plants / ha, variants with seed treatment, treatment of vegetative plants, and combined use of retardant were studied.

Seed treatment with Moddus provided statistically significant reduction in plant height only in areas with minimum level of intraspecific competition.

The highest effect of reducing plant height – from 209.3 to 166.5 and 159.8 cm - was observed in areas with maximum sowing density (160 thousand plants / ha) in variants with treatment of vegetative plants in the phase of 8–10 leaves or with complex treatment according to the scheme “seeds + phase of 8–10 leaves”.

It is established that the actual level of stem height reduction is determined by the phase of plant development and the level of intraspecific competition in sowing. The effect increased with the combined use of retardant and with increasing plant density. The factor of yield reduction was changes in the structure of plant productivity, accompanied by a narrowing and shifting of the range of indicators of optimal sowing density

Key words: sunflower, yield formation algorithm, crop structure, retardants, intraspecific competition.

Дата надходження до редакції: 10.03.2021 р.