

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**ПРИСЯЖНЮК ОЛЕГ ІВАНОВИЧ**



УДК: 631.547:57.087

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ  
АБІОТИЧНОГО СТРЕСУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА  
ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ТОЛЕРАНТНОСТІ**

06.01.09 – рослинництво

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України впродовж 2014–2020 рр.

**Науковий консультант** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН України,  
**РОЇК Микола Володимирович**,  
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, директор

**Офіційні опоненти:**

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**МЕЛЬНИК Андрій Васильович**, Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри рослинництва

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**РАХМЕТОВ Джамал Бахлулович**, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, заступник директора з наукової роботи (інноваційний розвиток),  
завідувач відділу культурної флори

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**ЧИНЧИК Олександр Сергійович**, Подільський державний аграрно-технічний університет МОН України,  
професор кафедри екології, карантину і захисту рослин

Захист дисертації відбудеться «30» вересня 2021 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.360.01 при Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН за адресою: вул. Клінічна, 25, корпус 1, м. Київ, 03110.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН за адресою: вул. Клінічна, 25, корпус 2, м. Київ, 03110.

Автореферат розісланий «30» \_серпня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
доктор сільськогосподарських наук



Л. І. Сторожик

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність досліджень** полягає у комплексному експериментальному вивченні та програмному й інформаційному забезпеченні елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, спрямованих на мінімізацію абіотичних стресів та максимальну реалізацію біологічного потенціалу буряків цукрових, гороху та сочевиці.

Так, серед усіх видів стресів водний дефіцит для рослин є найбільш згубним, причому переважна більшість культур С3 типу фотосинтезу не має механізмів протистояти цьому явищу. В той час як рослини С4 типу фотосинтезу поступово поширюються на українських полях, найбільш ефективними з точки зору накопичення біомаси залишаються традиційні для України культури: буряки цукрові, горох та сочевиця.

Сільськогосподарські культури в основному чутливі до впливу абіотичних стресів, а особливо водного дефіциту, на ранніх етапах свого росту та розвитку. Адже тільки для проростання насіння усі з досліджуваних нами культур потребують більше 100 % води від його маси. Якщо наявність вологи на час сівби ми можемо контролювати, змінюючи строки сівби та зменшуючи втрату вологи від випаровування, то на ранніх етапах вегетації рослини беззахисні до дії посухи. Причому якраз відсутність достатньо розвиненої кореневої системи в шарах ґрунту з достатнім запасом вологи робить посіви вразливими.

Водночас з розвитком біосенсорних технологій з'явилася реальна можливість застосування комп'ютерних технологій в сільському господарстві. Для ідентифікації стресів рослин майже всі наукові установи світу та переважна більшість аграрних корпорацій користуються спеціальними комп'ютерними датчиками або методами безконтактної зйомки. Однак серед безлічі датчиків та методів роботи з ними немає чітко напрацьованих алгоритмів ідентифікації стресів рослин з автоматизованим їх розрахунком. Застосування ручної праці для обліку великої кількості даних збільшує ризик помилок, а використання безконтактних технологій істотно зменшує точність прогнозів.

А тому розробка методів автоматизованої ідентифікації стресів рослин та способів мінімізації їх впливу на ріст та розвиток і формування урожайності є актуальним питанням сьогодення аграрної науки.

**Зв'язок роботи з науковими програмами і темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувались впродовж 2014–2020 рр. відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України згідно з завданнями: «Розробити математичні моделі й бази даних технологічного процесу вирощування цукрових буряків» (номер державної реєстрації 0111U003275, 2011–2015 рр.), «Розробити теоретичні та практичні аспекти застосування портативних спектрофотометрів для визначення стану рослин» (номер державної реєстрації 0116U000386, 2016 р.), «Розробити математичну модель сорту наукового супроводу технологій вирощування сільськогосподарських культур» (номер державної реєстрації 0116U000387, 2016 р.) та «Розробити теоретичні основи та алгоритми функціонування системи електронної ідентифікації хвороб та

шкідників рослин» (номер державної реєстрації 0116U000388, 2016 р).

**Мета досліджень.** Метою дослідження було теоретично обґрунтувати та визначити агробіологічні основи ідентифікації абіотичного стресу буряків цукрових, гороху та сочевиці, встановити закономірності росту й розвитку рослин та методи підвищення їх толерантності.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі основні **завдання**:

- обґрунтувати агробіологічну ефективність вирощування буряків цукрових, гороху та сочевиці в Україні;

- теоретично обґрунтувати основи (довести доцільність) зонального сортовипробування сортів сільськогосподарських культур за проведення кваліфікаційної експертизи;

- обґрунтувати особливості формування баз даних та інформаційної системи технологічного процесу вирощування буряків цукрових, гороху та сочевиці;

- визначити екологічну стабільність та пластичність вирощування гібридів буряків цукрових;

- теоретично обґрунтувати і розробити методику ідентифікації стресу рослин від абіотичних чинників;

- виявити ефективність застосування вологоутримувача, мікробного препарату, регулятора росту та мікродобрив на ріст та розвиток і підвищення толерантності до абіотичних факторів буряків цукрових;

- встановити ефективність застосування вологоутримувача, мікоризоутворюючого препарату, регулятора росту та мікродобрив на ріст та розвиток і підвищення толерантності до абіотичних факторів гороху та сочевиці;

- дати економічну й енергетичну оцінку ефективності вирощування буряків цукрових, гороху та сочевиці.

**Об'єкт досліджень.** Теоретичні основи та процеси росту, розвитку та формування продуктивності буряків цукрових, гороху та сочевиці.

**Предмет дослідження:** погодні умови вегетаційного періоду, сорти, гібриди, врожайність та якість насіння, елементи технології вирощування та їх економічна й енергетична ефективність.

**Методи дослідження:** Аналітичні – для визначення технологічних якостей і хімічного складу основної та побічної продукції. Лабораторний – для аналізу показників якості. Польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин, умовами зовнішнього середовища. Вимірально-ваговий – для обліку динаміки росту і врожайності. Математично-статистичний – для оцінки достовірності результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що:

*Уперше:*

- розроблено методи ідентифікації та автоматизованої обробки даних абіотичного стресу рослин за допомогою портативних фотометрів з подальшою інтеграцією їх в базу даних технологій вирощування сільськогосподарських культур;

- теоретично обґрунтовано, розроблено та практично вивчено і

апробовано комплексні методи мінімізації абіотичних стресів рослин;  
 - обґрунтовано і розроблено нові методи вивчення сортів рослин в умовах Державного сорто випробування.

*Набули подальшого розвитку:*

- наукові положення управління процесами росту і розвитку буряків цукрових, гороху, сочевиці та показниками якості рослинної продукції;  
 - експериментальні питання щодо встановлення продуктивності посівів культури, що є функцією взаємодії погодних та технологічних факторів.

Новизна розроблених положень офіційно підтверджена отриманими патентами на корисну модель: Спосіб вирощування сочевиці: пат. 138887 Україна : МПК (2019.01) A01B 79/00. № u 2019; 05879; заявл. 29.05.2019; опубл. 10.12.2019, Бюл. №23 та: Спосіб комбінованого застосування мікродобрив та регуляторів росту на посівах гороху: пат. 141321 Україна : МПК (2020.01) A01C 21/00. № u 2019; 05880; заявл. 29.05.2019; опубл. 10.04.2020, Бюл. №7.

**Практична цінність досліджень.** На основі багаторічних досліджень розроблені науково обґрунтовані рекомендації стосовно автоматичної ідентифікації стресів рослин за допомогою портативних спектрофотометрів. Сформовані в результаті теоретичних досліджень та перевірені в польових умовах способи мінімізації абіотичних стресів рослин показали свою ефективність з точки зору формування кращого стану рослин та як наслідок – отримання високого рівня продуктивності буряків цукрових (78–79 т/га), гороху (5,55–5,57 т/га) та сочевиці (3,15–3,17 т/га).

Результати досліджень впроваджені в господарствах Кіровоградської області на площі 300 га (буряки цукрові) та Київської області на площах 120 та 70 га (горох та сочевиця). Річний економічний ефект становив відповідно 3204, 1944 та 1960 тис. грн.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійним дослідженням. Автором проведено: пошук та узагальнення наукової літератури, розроблено програму досліджень, удосконалено методики ведення і закладки дослідів, визначено теоретичні положення дисертаційної роботи. Проведено польові та лабораторні дослідження, статистично обчислено і доведено їх достовірність, опрацьовано і опубліковано їх у наукових виданнях самостійно та в співавторстві. Частка участі в наукових працях, опублікованих у співавторстві, становить 50–65 % і полягає в плануванні, виконанні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів та підготовки тексту. Впровадження у виробництво розробок здійснювалось за безпосередньої участі здобувача або під його науковим супроводом відповідно до зареєстрованих НТП Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення й результати досліджень доповідалися на засіданнях лабораторії математичного моделювання та інформаційних технологій Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (2014–2018 рр.), засіданнях Вченої ради Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, державній науково-практичній конференції: Новітні технології в рослинництві (6 листопада 2014 року, Біла Церква); IV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та

молодих вчених: Біотехнологія: звершення та надії (м. Київ, 21–22 травня 2015 р.); Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченій 20-річчю членства України в Міжнародному союзі з охорони нових сортів рослин (UPOV): Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку (м. Київ, 3 листопада 2015 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції: Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: (м. Київ, 3 листопада 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 95-річчю від дня заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН: Новітні агротехнології: теорія та практика (м. Київ, 11 липня 2017 р.); II інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту». (м. Київ, 30 серпня 2018 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів "Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур" (с. Центральне, 24 квітня 2020 р.); I Міжнародній науково-практичній конференції "Новітні агротехнології" (м. Київ, 10 вересня 2020 р.)

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 2 монографії, 27 наукових праць, зокрема 24 статті у фахових виданнях (із них 14 – у виданнях, які індексуються в міжнародних наукометричних базах, та 3 – що індексуються у базах даних Web of science та Scopus), 2 методики проведення досліджень, 7 науково-практичних рекомендацій, 2 патенти на корисну модель та 9 тез доповідей наукових конференцій та 3 статті, що додатково висвітлюють результати проведених досліджень.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 11-ти розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (895 найменувань, з яких 628 латиницею), додатків. Загальний обсяг дисертації 586 сторінок комп'ютерного тексту, 135 таблиць, 52 рисунки, 7 додатків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

(огляд наукової літератури)

На підставі аналізу вітчизняної і зарубіжної наукової літератури визначено проблему підвищення толерантності культурних рослин до абіотичних стресів, що виникають за їх вирощування в сучасних умовах зміни клімату. Розглянуто особливості ідентифікації стресів рослин за допомогою встановлення ефективності роботи фотосинтетичного апарату. Висвітлені особливості застосування додаткових агрозаходів, спрямованих на активізацію росту та розвитку рослин та взаємодію їх з мікробіотою ґрунту задля мінімізації абіотичних стресів.

### **УМОВИ, МЕТОДИКА ТА ПРОГРАМА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження з сочевицею та горохом виконували в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції (зона достатнього зволоження), а з буряками цукровими – в умовах Дослідного поля Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (зона нестійкого зволоження) та в Монголії, м. Дзунхараа (зона недостатнього зволоження).

Ґрунт дослідного поля Уладово-Люлинецької ДСС – чорнозем глибокий малогумусний середньосуглинковий. Вміст гумусу – 3,9 % (за Тюріним і Коновою), реакція ґрунтового розчину слабокисла, ближче до нейтральної. Вміст нітратного азоту 16,4 мг/кг, амонійного азоту 38,7 мг/кг, рухомих фосфатів 83 мг/кг (за Чиріковим) та обмінного калію 103 мг/кг (за Чиріковим). Забезпеченість мінеральним азотом (нітратний + амонійний) – середня, фосфором – низька та обмінним калієм – підвищена.

Ґрунт Дослідного поля ІБКіЦБ – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку: вміст гумусу – 2,58 % (за Тюріним), лужногідролізованого азоту – 176 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом), рухомих сполук фосфору та калію – 160 і 95 мг/кг ґрунту (за Чиріковим),  $pH_{\text{сольове}}$  – 6,75, сума ввібраних основ – 305 мг-екв/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 9,1 мг-екв/кг. Вміст гумусу та лужногідролізованого азоту середній, вміст рухомого фосфору високий та підвищений вміст калію.

Ґрунт дослідного поля Монголії, м. Дзунхараа – темнокаштановий середньосуглинковий, має нейтральну та слаболужну реакцію ( $pH$  7,6–8,3). Ємність поглинання становить 22–29 мг-екв на 100 г ґрунту, вміст Са – 13,5–16,7; Mg – 10,5–11,5; K – 0,44–0,36 мг-екв на 100 г ґрунту. Вміст загального азоту по Кьельдалю 0,243–0,281, фосфору по Труагу 10–14 мг-екв на 100 г ґрунту, калію по Голубеву 9–15 мг-екв на 100 г ґрунту. Гумусовий горизонт темно-сірого кольору має потужність 40–60 см з міцною грудочковато-зернистою структурою і вмістом гумусу 4–6 %.

**Дослід 1.** Розробка елементів технології, спрямованих на підвищення толерантності до водного дефіциту буряків цукрових на ранніх етапах росту та розвитку

Волого-утримувач	Обробка ґрунту	Регулятор росту	Мікродобриво	№
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	1
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	2
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	3
		КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	4
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	5
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	6
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	7
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	8
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	9
		КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	10
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	11
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	12
Вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га)	Контроль	Контроль	Контроль	13
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	14
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	15
		КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	16
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	17
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	18
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	19
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	20
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	21
		КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	22
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	23
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	24

**Дослід 2.** Розробка елементів технології, спрямованих на підвищення толерантності до водного дефіциту гороху на ранніх етапах росту та розвитку

Вологоутримувач	Обробка ґрунту	Регулятор росту	Мікродобриво	№
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	1
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	2
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	3
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	4
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	5
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	6
	Мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га	Контроль	Контроль	7
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	8
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	9
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	10
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	11
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	12
Вологоутримуючі полімери АQUASORB (200 кг/га)	Контроль	Контроль	Контроль	13
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	14
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	15
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	16
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	17
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	18
	Мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га	Контроль	Контроль	19
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	20
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	21
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	22
			Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14)	23
			Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14)	24

**Дослід 3.** Розробка елементів технології, спрямованих на підвищення толерантності до водного дефіциту сочевиці на ранніх етапах росту та розвитку

Волого-утримувач	Обробка ґрунту	Регулятор росту	Мікродобриво	№
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	1
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	2
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	3
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	4
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	5
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	6
	Мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га	Контроль	Контроль	7
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	8
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	9
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	10
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	11
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	12
Вологоутримуючі полімери АQUASORB (200 кг/га)	Контроль	Контроль	Контроль	13
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	14
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	15
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	16
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	17
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	18
	Мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га	Контроль	Контроль	19
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	20
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	21
		КЕЛПАК РК, 3 л/т (передпосівна обробка насіння)	Контроль	22
			Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14)	23
			Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14)	24



**Дослід 4.** Екологічна оцінка гібридів буряків цукрових української та іноземної селекції

а) Пластичність та стабільність гібридів української та закордонної селекції оцінювали на основі досліджень, проведених в умовах Дослідного поля Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (зона нестійкого зволоження) та Монголії, м. Дзунхараа (зона недостатнього зволоження). Вивчалися гібриди вітчизняної: Рамзес, Ромул, Олександрія, Булава, Український ЧС 72, Злука, Ольжич, та закордонної: Янка, Яриса, Каньйон, Імпакт, селекції.

В умовах Монголії для додаткового вивчення меж адаптивності гібридів буряків цукрових вивчалась ефективність застосування вологоутримувача з нормою внесення 600 кг/га.

б) Екологічну оцінку гібридів буряків цукрових проводили на основі даних пунктів випробування Українського інституту експертизи сортів рослин протягом 2014–2016 рр. Досліджувались усі гібриди, що перебували в дані роки на випробуваннях. Для аналізу взяті загальнодоступні та вільно поширювані через систему «Сорт» дані урожайності гібридів буряків цукрових.

Площа посівної ділянки буряків цукрових 50 м<sup>2</sup>, облікової – 35 м<sup>2</sup>, а для зернобобових культур 35 м<sup>2</sup> та 25 м<sup>2</sup>, повторюваність – 4-разова.

Вологоутримувач ‘Аквасорб’ (AQUASORB) вносили під ранньовесняну культивуацію суцільним способом за допомогою розкидача типу Amazone ZA-TS 3200.

Концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт у дозі 20 л/га або мікоризоутворюючим біопрепаратом МІКОФРЕНД, 1 л/га, обробляли ґрунт безпосередньо перед культивуацією за допомогою польового навісного обприскувача типу Amazone UF з нормою витрати робочої рідини 200 л/га.

Аналіз погодних умов і рівень їхньої мінливості порівняно з середніми багаторічними проводили на основі визначення критеріїв коефіцієнту суттєвості відхилень (Kс) від середніх багаторічних.

Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин під час вегетації проводили згідно Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина.

Вміст хлорофілу визначали на фотоколориметрі КФК-3, розрахунок вели за формулами Вінтерманс де Мотс для 96 %-го спиртового розчину.

Вміст вільного проліну визначали за допомогою колориметричного аналізу з використанням нінгідрину (Carrillo et al., 2008; Carillo, Gibon, 2011).

Уміст N ідентифікували після спалювання на апараті Сереньєва, уміст P – колориметричним способом, уміст K – на полум’яному фотометрі.

Облік поширення хвороб та відсоток ураження рослин визначали згідно Методики фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин Українського інституту експертизи сортів рослин.

Розрахунки екологічної стабільності та пластичності буряків цукрових, гороху та сочевиці виконували на основі методики Еберхарда-Рассела в пакеті прикладних програм РТС Mathcad Prime 3.1.

Вивчення стану фотосинтетичного апарату рослин проводили з

використанням приладів вимірювання флуоресценції хлорофілу «Флоратест», розробник Інститут кібернетики НАН України. Вимірювання проводились згідно методики «Визначення індукції флуоресценції хлорофілу рослин: теоретичні і практичні основи застосування методу». Для репрезентативності вибірки вимірювання виконувались в один час доби, та з однаковою інтенсивністю освітлення рослин.

Біоенергетичну ефективність визначали за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненко.

Економічну ефективність визначали за технологічними картами та методикою, викладеною у книзі «Методики проведення досліджень у буряківництві» (2014), та методикою Інституту аграрної економіки НААН.

## **АГРОБІОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ, ГОРОХУ ТА СОЧЕВИЦІ В УКРАЇНІ**

Аналіз показників стабільності та пластичності урожайності буряків цукрових дозволив підтвердити те, що умови вирощування їх у Вінницькій області переважно сприяють хорошій реалізації їх біологічного потенціалу. Особливо варто виділити Київську область як таку, що має умови, що забезпечують високу пластичність формування урожайності буряків цукрових та інтенсивний тип її утворення. Що стосується степових регіонів, таких як Донецька, Луганська та Херсонська області, то в них буряківництво можливе лише за умови застосування зрошення. За рештою факторів регіони не лімітовані, тому в межах аналізу всього часового періоду умови формування урожайності буряків цукрових є інтенсивними, з високою пластичністю рівня продуктивності. Також перспективним є вирощування буряків цукрових в умовах регіонів, що належать частково або повністю до Полісся і мають кращий рівень вологозабезпечення в порівнянні з Лісостепом України, таких як Житомирська та Рівненська області. Також досліджено, що виробництво буряків цукрових в Україні є доволі потужно інтегроване у світове виробництво. І отримані коефіцієнти кореляцій на рівні сильного зв'язку з загальносвітовими (0,81), Американськими (0,82), Азійськими (0,80) та Європейськими (0,81) площами вирощування буряків цукрових показують нам істотну залежність їх від сформованого попиту в минулий рік.

Вивчення ефективності вирощування гороху в умовах Степових регіонів засвідчує те, що жоден з них не має умов середовища, що сприяють формуванню високого рівня пластичності урожайності гороху та вирощуванню його в інтенсивних умовах. В середньому за весь період досліджень у Вінницькій, Волинській, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській, Тернопільській та Хмельницькій областях склались кращі умови для забезпечення інтенсивних умов та високого рівня пластичності продуктивності. А от найбільш оптимальними для вирощування гороху в Лісостепу України були умови Вінницької області – в усі періоди спостерігались висока пластичність продуктивності в поєднанні з умовами навколишнього середовища, сприятливими для реалізації біологічного потенціалу. Крім того

встановлено, що виробництво гороху в Україні інтегроване у світове виробництво і коефіцієнти кореляцій на рівні сильного зв'язку з загальносвітовими (0,83) та дуже сильного з західноєвропейськими (0,95) площами вирощування показують нам істотну залежність від сформованого попиту в минулий рік. При цьому валовий збір гороху також доволі сильно залежить від попиту, сформованого на Європейському ринку. А результати кластерного аналізу лише підтверджують, що за показниками виробництва Україна перебуває в кластері сформованому Західною Європою як основним споживачем вітчизняного гороху.

Визначено, що кращі умови вирощування для сочевиці впродовж періоду спостережень можна спостерігати в регіонах, що розташовані в Північностеповій, частково Південностеповій підзоні (Кіровоградська, Одеська, Херсонська, Запорізька, Миколаївська, Дніпропетровська області) та Лісостеповій зоні (Київська, Полтавська, Черкаська області). Незважаючи на суттєве потепління, регіони, що належать до зони Полісся, або ж прохолодні регіони Лісостепу України не в повній мірі підходять для промислового вирощування сочевиці, навіть за умови гарного забезпечення рослин вологою.

Аналогічно іншим культурам вирощування сочевиці в Україні доволі сильно інтегроване у світове виробництво. Так, отриманий коефіцієнт кореляції (0,84) на рівні сильного зв'язку з загальносвітовими площами вирощування показує істотну залежність площ вирощування від сформованого попиту в минулий рік. Також достовірні кореляційні зв'язки між валовим збором насіння сочевиці можна виявити на рівні дуже сильних взаємодій (0,93) з Європою, що може бути пов'язане з тим, що основним споживачем української сочевиці є Європа. А от кореляційна залежність на рівні дуже сильного зв'язку (0,92) між валовим збором насіння, отриманим в Україні та Азійському регіоні, засвідчує те, що саме він виступає драйвером формування цін на продукцію. А отже – каталізатором, що спонукає виробників вживати додаткових агрозаходів з підвищення урожайності сочевиці.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Для ефективного польового сортовипробування нових гібридів буряків цукрових перелік їх необхідно формувати з врахуванням зон їх найбільшого поширення по регіонах України таким чином, що в Степу випробовування проходять на Кіровоградській філії УІЕСР, в умовах Лісостепу – на Вінницькій, Полтавській, Київській, Хмельницькій та Тернопільській філіях УІЕСР. А от для умов Полісся України інформацію можна отримувати з Львівської, Рівненської та Житомирської філій УІЕСР. Пропоноване розташування пунктів досліджень дозволяє проводити випробування в умовах регіонів, в яких міститься 85,8 % посівних площ та які забезпечують формування 87,2 % валового виробництва буряків цукрових.

Встановлено, що польові дослідження нових сортів гороху в Степу варто

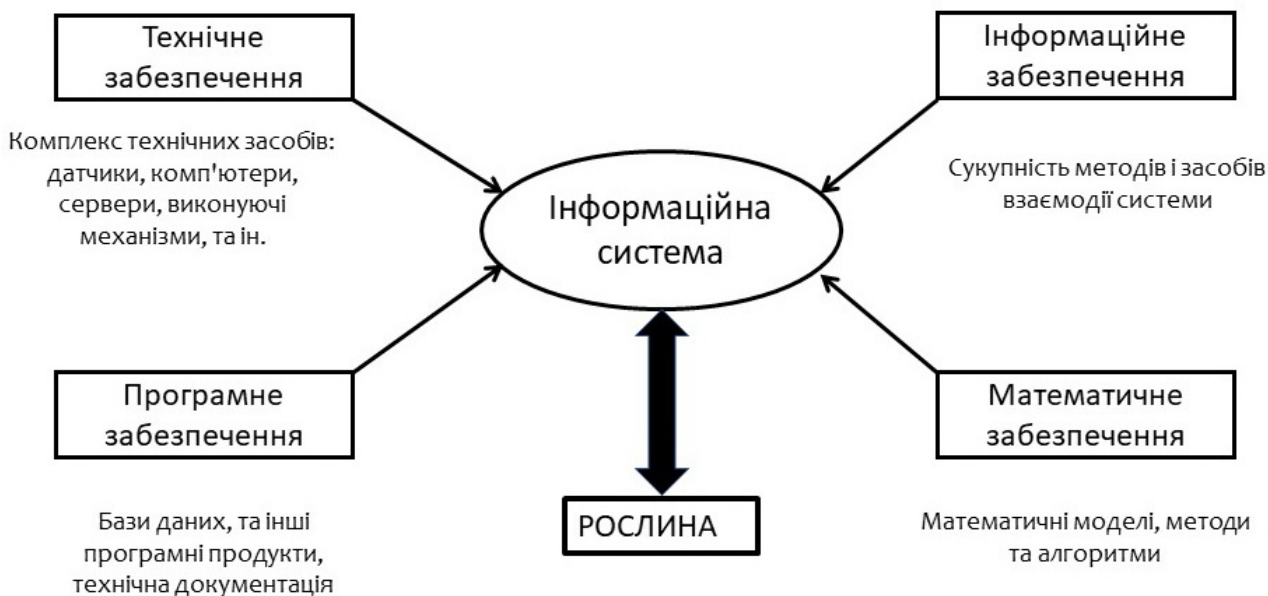
проводити на Донецькій, Дніпропетровській та Кіровоградській філіях УІЕСР, в умовах Лісостепу – на Харківській, Полтавській та Черкаській філіях УІЕСР, а в Поліссі України – Чернігівській філії УІЕСР. У зв'язку з тим, що в Запорізькій та Миколаївській областях горох вирощується на значних площах, рекомендувати Українському інституту експертизи сортів рослин розглянути можливість створення філій в цих регіонах. Загалом запропоноване нами розташування пунктів досліджень гороху дозволяє проводити випробування сортів в умовах регіонів, в яких міститься 73,7 % посівних площ та які забезпечують формування 74,2 % валового виробництва насіння гороху.

Встановлено, що випробування нових сортів сочевиці в умовах Лісостепу України варто проводити на Харківській та Полтавській філії УІЕСР, а в умовах Степу – Одеській та Донецькій філіях УІЕСР. Незважаючи на те, що Донецький регіон в минулому році потрапив під посуху, яка фактично знищила врожай сочевиці, щорічно тут вирощують доволі великі її площі. Також варто рекомендувати УІЕСР розглянути можливість створення Запорізької та Херсонської філій. Це дозволяє охопити в умовах Лісостепу та Степу України зони випробування сортів сочевиці в умовах яких міститься 87,2 % посівних площ та які забезпечують формування 87,8 % валового виробництва.

Розташування пунктів досліджень відповідно до диференціації по регіонах найбільш масового вирощування культури допомагає запобігти їх скупченню в умовах що істотно відрізняються від умов агрокліматичної зони проведення досліджень. Причому зональне вивчення сортів дозволить запропонувати виробникам перевірені наукові знання – рекомендуючи в тому числі й кращі сорти для адаптивного, зонального їх вирощування з ціллю отримання високого рівня врожаю з відповідними показниками якості.

## **ФОРМУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ, ГОРОХУ ТА СОЧЕВИЦІ**

Упровадження моделі адаптивної інформаційної системи прогнозування продуктивності, заснованої на цифровій технології вирощування рослин (рис. 1), в технологічному процесі вирощування буряків цукрових, гороху та сочевиці дозволяє з високою точністю спрогнозувати перебіг процесів росту та розвитку рослин та рекомендувати проведення додаткових агрозаходів, орієнтуючись не тільки на багаторічні дані по вирощуванню культур в умовах конкретного господарства, а й на оперативні дані сенсорів. Використання сенсорів флуоресценції хлорофілу «Флоратест» дозволяє значно підвищити рівень точності прогнозів, адже прилад отримує оперативну інформацію саме від рослин, а не на основі прогнозних змін. Крім того, прилад опирається саме на базові аспекти рослин – ефективність функціонування фотосинтетичного апарату, які у випадку дії екстремальних факторів навколишнього середовища або нестачі ресурсів технології вирощування реагують кардинальними змінами в роботі фотосинтетичного апарату рослин.



**Рис. 1. Структура взаємодії основних компонентів цифрової технології вирощування рослин**

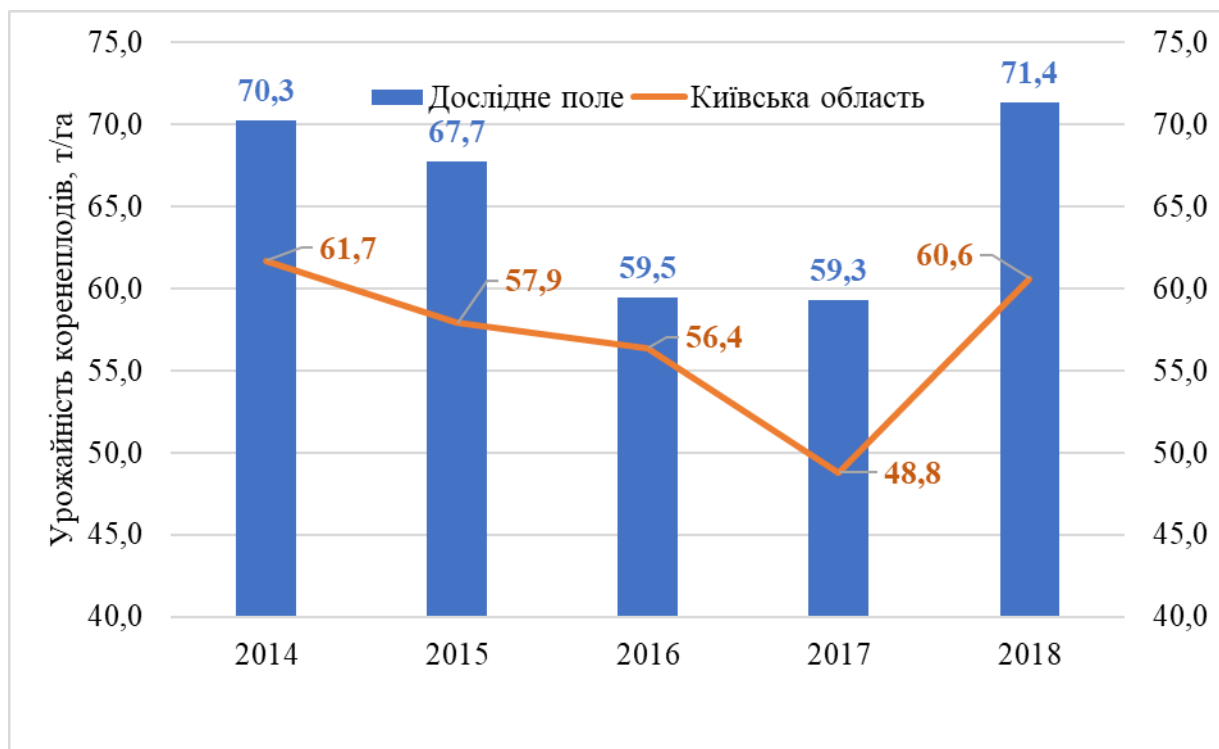
Для ефективного визначення стресів рослин та запровадження заходів нівелювання їх впливу слід проводити вимірювання ефективності роботи фотосинтетичного апарату за допомогою приладу «Флоратест» у буряків цукрових у макростадії 3 (ВВСН 30-39), коли вміст вологи в ґрунті менше 60 % від найменшої вологоємності. У рослин гороху вимірювання проводити в часовий інтервал починаючи з макростадії 5 (ВВСН 51-59) та аж до завершення макростадії 7 (71-79), що відповідає періоду критичної залежності рослин, коли вологи в ґрунті менше 70 % від найменшої вологоємності, що спричиняє погіршення зав'язування, формування та наливу насіння. А для сочевиці застосування приладу «Флоратест» ефективно в макростадії 6 (ВВСН 61-69), за умови коли вологи в ґрунті менше 60 % від найменшої вологоємності, що спричиняє незворотні зміни в рослинах, і може спостерігатись навіть 100 % абортивність квіток та зав'язі на ранніх етапах її розвитку.

## **ЕКОЛОГІЧНА СТАБІЛЬНІСТЬ ТА ПЛАСТИЧНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ**

Досліджено, що кращу урожайність в умовах України забезпечували такі гібриди як: Ромул – 71,0 т/га та Злука – 71,5 т/га. А от максимум збору цукру формували такі гібриди як: Рамзес – 11,6 т/га, Ромул – 11,9 т/га та Злука – 12,3 т/га. При цьому біологічні особливості досліджуваних нами гібридів визначали показник збору цукру на 46 %, однак доволі високе значення впливу є й в умов вегетаційного періоду (35 %), а сумарно із взаємодією факторів (16 %) вони навіть перевищують вклад гібриду у формування даної ознаки.

В усі роки досліджень урожайність коренеплодів буряків цукрових в

умовах Дослідного поля істотно перевищувала середні показники по Київській області на 8,6–10,8 т/га, і лише в посушливому 2016 році різниця була мінімальною – 3,1 т/га (рис. 2).

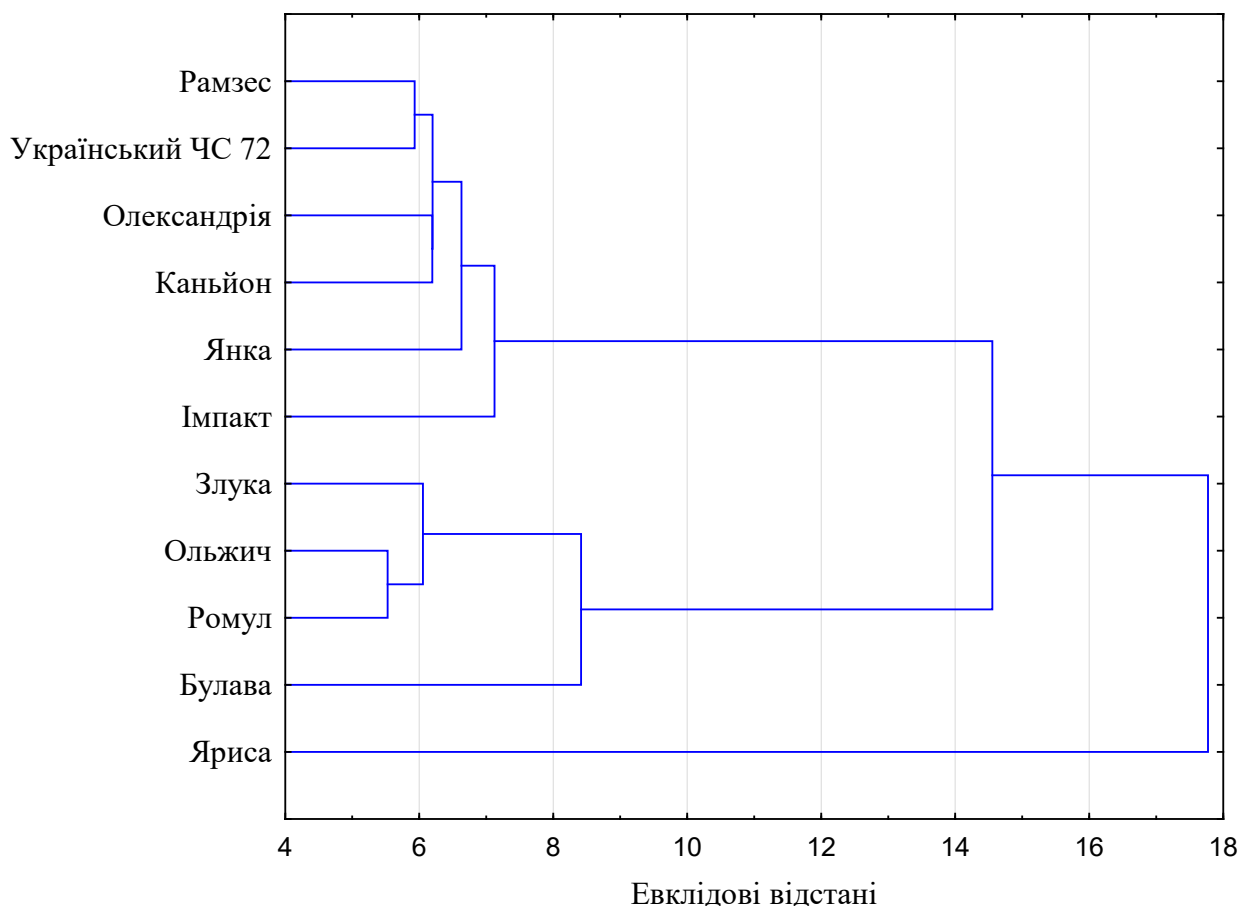


**Рис. 2. Урожайність коренеплодів буряків цукрових в умовах Дослідного поля та Київської області**

Найбільша урожайність в Монголії була забезпечена гібридами української селекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України: Злука, Ольжич, Ромул та Булава. В ґрунтово-кліматичних умовах Дарханського аймаку на варіантах застосування вологоутримувача вони сформували урожай 38,9-42,4 т/га. Також вони забезпечили збір цукру на рівні 8,5-9,1 т/га на варіантах застосування вологоутримувача.

Досліджено, що в умовах Монголії на урожайність найбільш істотно впливали погодні умови років вирощування буряків цукрових (38 %) і це цілком закономірно, виходячи навіть з простого аналізу експериментальних даних за роки досліджень. А от застосування вологоутримувача визначало на 31 % рівень продуктивності досліджуваних гібридів, частка останніх в зміні урожайності склала 20 %.

Встановлено, що у випадку кластеризації досліджуваних гібридів за вирощування їх в умовах як України, так і Монголії нами не було чітко ідентифіковано (на рівні закономірностей) відмінностей між гібридами селекції різних установ. Що, ймовірно за все, пов'язано з тим, що загалом генетичний апарат сучасних гібридів буряків цукрових сформовано селекціонерами задля максимальної реалізації біологічного потенціалу, тому й спостерігається подібність гібридів за оцінювання багатовимірними методами аналізу.



**Рис. 3. Кластеризація гібридів буряків цукрових за господарськоцінними ознаками (варіанти застосування вологоутримувача), Монголія**

В умовах України за урожайністю високу пластичність та інтенсивний тип розвитку формували гібриди: Рамзес, Олександрія, Імпакт, Злука, Ольжич та Ромул. А от умови вирощування Монголії вплинули на гібриди таким чином, що без застосування вологоутримувача високу пластичність та інтенсивну реакцію по трьох показниках проявляли гібриди Рамзес, Ольжич та Булава, а по двох Ромул. По суті вони й є тим пулом гібридів, які мали високі значення урожайності, вмісту цукру в коренеплодах та збору цукру за роки досліджень. За застосування вологоутримувача (600 кг/га) відбувся незначний перерозподіл між кращими гібридами, і до групи інтенсивних та таких, що позитивно реагують на поліпшення умов можна віднести Злука, Ольжич, Ромул та Булава.

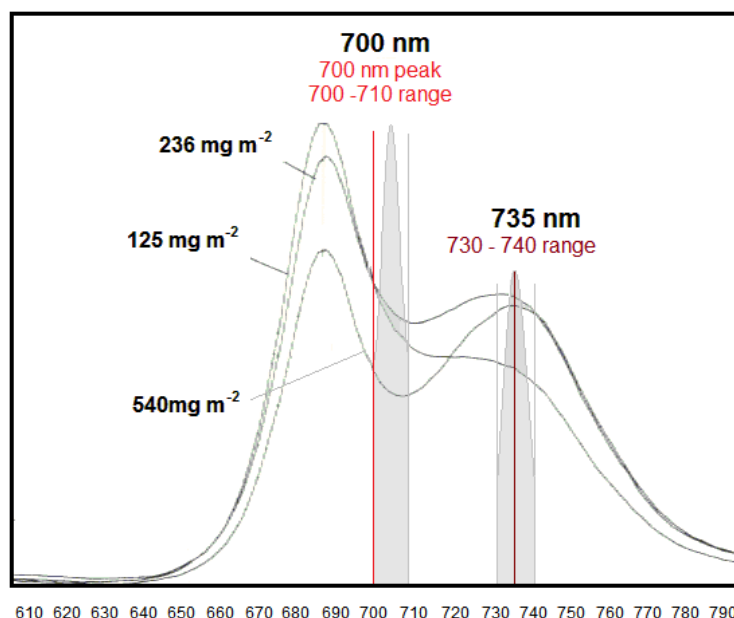
Дослідження урожайності гібридів буряків цукрових, що вивчались в пунктах УІЕСР, показали високу ефективність методу визначення стабільності та пластичності ознаки за Ебергардом-Расселом для відбору кращих гібридів. Причому метод дозволяє відібрати не тільки кращі гібриди, а й визначити їх норму реакції на абіотичні фактори. Так, урожайність відібраних кращих гібридів стабільно переважала середньогрупові показники урожайності усіх досліджуваних гібридів в роки проведення досліджень. Причому одні й ті ж гібриди в різні роки можуть бути як високопластичними та інтенсивними, так і такими, що мають низьку пластичність та витримують ліміт факторів, що викликане різною реакцією генотипу на умови року.

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ СТРЕСУ РОСЛИН ВІД АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Серед усіх методів приладової ідентифікації стану рослин найбільш цінними є ті, що дозволяють оперативно отримувати інформацію. А тому застосування фотометрів для визначення активності фотосинтезу буряків цукрових, гороху та сочевиці в критичні фази їх росту та розвитку є дієвим методом оперативного контролювання стану рослин (рис 4-5).



**Рис. 4. Вимірювання інтенсивності флуоресценції хлорофілу приладом «Флоратест»**



**Рис 5. Діапазон вимірювання флуоресценції хлорофілу за методикою Гітельсона, Ліхтенталера та Бушманна**

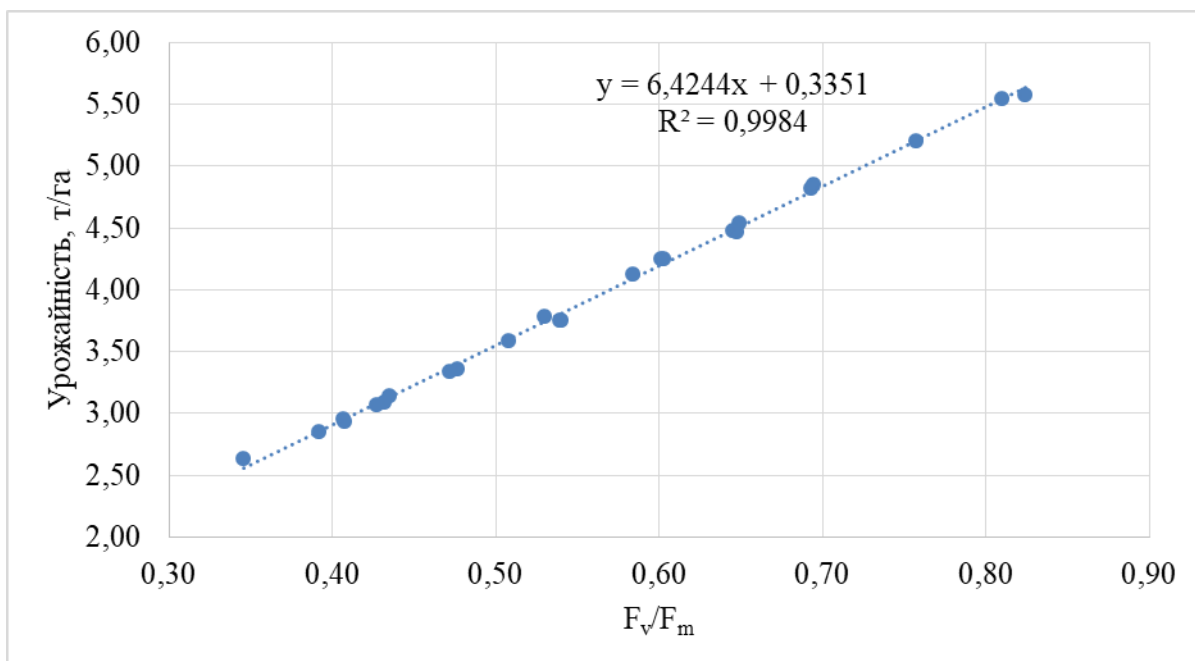
Аналіз співвідношення змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ) фотосистеми рослин визначено нами як найбільш ефективний спосіб оперативної діагностики посухового стресу рослин за допомогою спектрофотометрів. Так, співвідношення  $F_v/F_m$  змінювалось відповідно до умов вегетаційного періоду буряків цукрових, гороху та сочевиці, і в роки з гіршим забезпеченням доступною вологою були менші значення коефіцієнта.

Рослини буряків цукрових у фазу змикання рядків (ВВСН 31) піддавались стресу, викликаному посухою, тоді як внесення вологоутримувача істотно поліпшувало фізіологічний стан рослин, і показник  $F_v/F_m$  в середньому по таких варіантах дослідів був 0,51, тоді як без гідрогелю становив 0,44.

У рослин гороху за внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, передпосівної обробки насіння КЕЛПАК РК, 3 л/т, та позакореневого підживлення мікродобривом Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14), або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) отримано показники  $F_v/F_m$  на рівні 0,81-0,82, що свідчить про гарний стан роботи фотосистеми рослин.

Графічне представлення залежності між урожайністю гороху та показником  $F_v/F_m$  фотосистеми наведено на рис. 6.

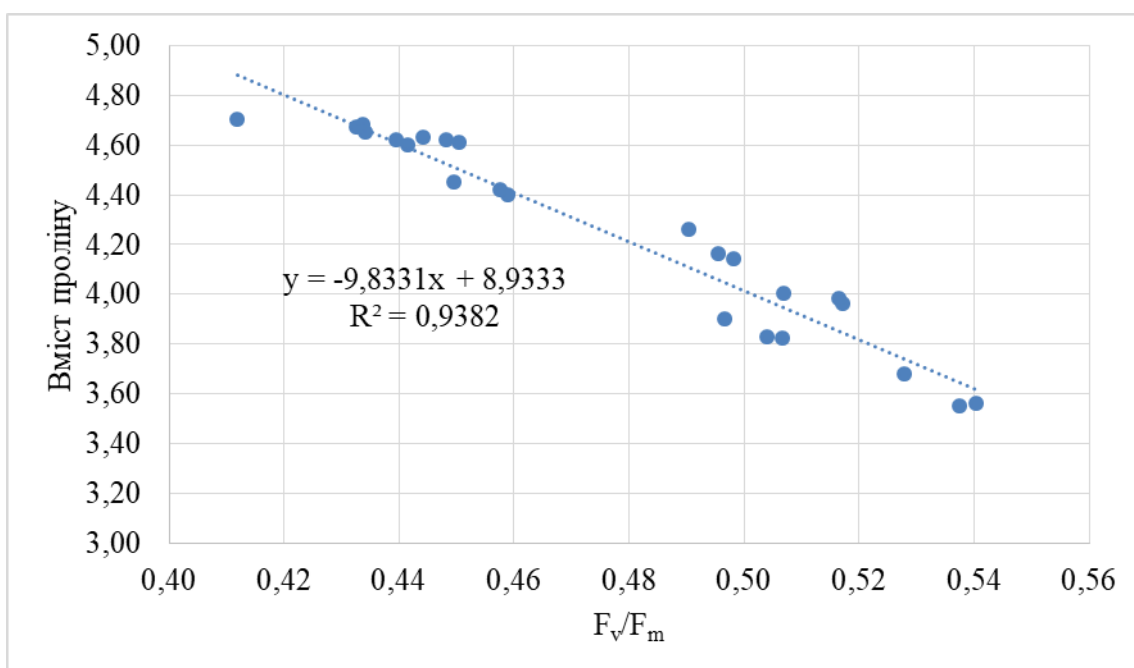




**Рис. 6. Регресійна залежність між урожайністю гороху та показником  $F_v/F_m$  фотосистеми**

Пролін належить до так званих «стресових» амінокислот, а тому активізація його синтезу спостерігається не тільки за старіння організму рослини, а й в процесі розвитку стрес-реакції. Тому накопичення проліну в органах рослин є адаптивною реакцією рослинного організму на дію стресу.

А отже, важливим питанням є визначення особливостей типу та сили залежності між вмістом вільного проліну та співвідношення змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ) фотосистеми досліджуваних культур (буряків цукрових, гороху та сочевиці) (рис. 7).



**Рис. 7. Регресійна залежність між вмістом проліну в буряках цукрових та показником  $F_v/F_m$  фотосистеми**

Отже, встановлено високий рівень взаємозв'язку між концентрацією вільного проліну та співвідношенням змінної до максимальної флуоресценції (Fv/Fm) фотосистеми досліджуваних культур. Так, нами отримано коефіцієнти кореляції для буряків цукрових  $r = -0,96$ , гороху  $r = -0,97$  та сочевиці  $r = -0,86$ , що відповідають дуже сильному та сильному рівню зв'язку.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ВПЛИВУ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОСЛИНИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Встановлено, що на варіанті поєднання вологоутримуючих полімерів з внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) отримано кращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108-109,3 тис. шт./га. Що в свою чергу пояснюється високою ефективністю даного препарату проти коренеїду буряків цукрових. Так, за середнього поширення на посівах коренеїду 2,73 % ураженість коренеїдом буряків на варіантах досліді з поєднанням вологоутримувача та препарату Міразоніт становила 1,4-1,7 %.

Показники довжини бічних корінців та маса кореневої системи рослин буряків цукрових наведені в таблиці 1.

*Таблиця 1*

### Довжина бічних корінців у шарі ґрунту 0-10 см, см, буряків цукрових та маса кореневої системи на час збирання, г, середнє за 2014-2018 рр.

Варіант, №	Перша пара справжніх листків (ВВСН 12)	Друга пара справжніх листків (ВВСН 14)	Третя пара справжніх листків (ВВСН 16)	Четверта пара справжніх листків (ВВСН 18)	Змикання листків в рядку (ВВСН 30)	Змикання листків в міжряддях (ВВСН 39)	Маса кореневої системи на час збирання, г
1	4,2	6,1	10,2	12,4	16,7	27,3	109,7
2	4,3	6,0	10,3	12,6	16,4	27,4	109,9
3	4,2	6,2	10,2	12,5	16,6	27,6	109,8
4	4,1	6,1	10,4	12,7	16,9	28,0	111,3
5	4,3	6,3	10,5	12,6	17,0	28,2	111,7
6	4,2	6,1	10,4	12,8	17,1	28,0	111,4
7	4,3	6,0	10,2	12,5	16,6	29,0	108,7
8	4,1	6,1	10,2	12,4	16,5	29,3	109,0
9	4,0	6,2	10,3	12,6	16,4	29,1	108,8
10	4,2	6,2	10,6	13,0	17,3	30,3	110,2
11	4,3	6,3	10,5	13,1	17,8	30,0	110,2
12	4,2	6,2	10,6	13,0	17,5	30,2	109,8
13	4,4	6,8	11,3	13,9	18,3	44,5	121,6
14	4,3	6,7	11,2	13,8	18,2	44,0	121,5
15	4,5	6,9	11,2	13,9	18,4	44,7	121,1
16	4,3	6,8	11,8	14,3	19,4	46,8	123,7
17	4,5	6,9	11,7	14,2	19,2	47,2	123,7
18	4,4	6,8	11,8	14,4	19,5	47,0	123,1
19	4,3	6,9	11,6	14,5	19,0	48,8	119,7
20	4,4	6,7	11,8	14,6	19,3	48,4	119,6
21	4,5	6,9	11,8	14,5	19,4	48,7	119,9
22	4,6	7,0	12,2	14,7	20,2	49,5	123,1
23	4,4	6,8	12,3	14,8	20,0	50,1	123,0
24	4,4	6,9	12,2	14,7	20,3	50,2	123,5
HP <sub>0,05</sub>	0,4	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	3,2

Застосування регулятора росту КЕЛПАК РК 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців у фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30). А от у фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) на варіантах внесення вологоутримуючих полімерів рослини мали на 18,8 мм довші бічні корінці. Що в кінцевому підсумку забезпечило й формування більшої маси кореневої системи на 11,9 г/рослину. А впливу інших регуляторів росту як окремо, так і в комбінації з агрозаходами на довжину корінців нами виявлено не було.

Вивчено, що у фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) рослини буряків цукрових сформували площу асиміляційної поверхні на рівні 54,1 тис. м<sup>2</sup>/га, різниця між варіантами застосування гідрогелю та контролю була 3,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Також кращі показники формування площі листя забезпечили варіанти комбінованого поєднання усіх елементів досліджу – 56,36-56,47 тис. м<sup>2</sup>/га. Що, на нашу думку, викликано впливом їх на фізіологічний стан рослин та як наслідок – формування дещо більшого асиміляційного апарату.

У період змикання листків у рядках – змикання листків у міжряддях (ВВСН 30-39) на варіантах застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB рослини в середньому на 0,9 г/м<sup>2</sup> за добу мали більш інтенсивне накопичення сухої речовини. А от по мірі росту головного кореня та освоєння кореневою системою глибших шарів ґрунту рослини буряків цукрових ставали все більш незалежними від впливу застосовуваних нами агротехнічних заходів. Особливо яскраво це видно на порівнянні варіантів застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB, що в середньому лише на 0,2 г/м<sup>2</sup> за добу мали більш інтенсивне накопичення сухої речовини в міжфазний період змикання листків у міжряддях – технічна стиглість (ВВСН 39-49).

Показники урожайності, цукристості та збору цукру буряків цукрових по роках досліджень наведені в таблиці 2. При цьому досліджено, що найбільш дієвим агрозаходом було застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB, що сприяло зростанню урожайності коренеплодів на 12,47 %. Загалом кращий рівень урожайності отримано за комбінованого внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) – 79,0 т/га або ж мікродобривом Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 78,9 т/га.

Також застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) сприяло формуванню заводського виходу цукру 15,95 % або ж за застосування мікродобрива Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 15,96 %. Що свідчить про те, що за зростання урожайності та збору цукру в результаті дії комплексу факторів мінеральне живлення буряків залишається на оптимальному рівні, що забезпечує отримання високоякісної продукції.

**Урожайність, цукристість та збір цукру буряків цукрових,  
середнє за 2014-2018 рр.**

Варіант, №	Урожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га	Чистота соку, %	Втрати цукру в меясі, %
1	67,2	16,8	11,3	92,92	1,91
2	67,6	16,9	11,4	92,97	1,93
3	67,4	16,8	11,3	93,03	1,91
4	69,0	16,8	11,6	92,97	1,92
5	69,3	16,9	11,7	92,98	1,89
6	69,2	16,9	11,7	93,01	1,91
7	67,7	16,6	11,2	93,02	1,93
8	68,0	16,8	11,4	92,99	1,91
9	67,9	16,8	11,4	92,99	1,91
10	69,5	17,0	11,8	92,93	1,91
11	69,9	17,1	11,9	93,06	1,93
12	69,8	17,1	11,9	92,99	1,89
13	75,4	17,1	12,9	93,05	1,92
14	75,8	17,2	13,1	92,94	1,90
15	75,6	17,3	13,1	93,01	1,88
16	77,6	17,2	13,3	93,02	1,93
17	78,0	17,3	13,5	93,03	1,94
18	77,8	17,3	13,5	93,03	1,91
19	76,0	17,4	13,2	92,96	1,89
20	76,3	17,5	13,4	93,05	1,92
21	76,2	17,5	13,3	93,00	1,91
22	78,5	17,7	13,9	93,04	1,92
23	79,0	17,9	14,1	92,85	1,93
24	78,9	17,8	14,1	92,99	1,88
НІР <sub>0,05</sub>	1,82	0,48	0,68	2,30	0,23

У середньому по досліді буряки цукрові виносили з врожаєм коренеплодів 130,9 кг/га азоту, 21,9 кг/га фосфору, 109,3 кг/га калію, 7,3 кг/га натрію, 36,5 кг/га кальцію, 29,4 кг/га магнію, 26,2 кг/га сірки, 362,6 г/га бору, 436 г/га марганцю, 65,4 г/га міді, 656 г/га заліза та 509,1 г/га цинку. Крім того, за комбінованого застосування додаткових елементів технології вирощування формувалася більший винос макро- та мікроелементів за рахунок отримання додаткового урожаю коренеплодів.

**ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ, СПРЯМОВАНИХ НА  
ПІДВИЩЕННЯ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ВПЛИВУ АБІОТИЧНИХ  
ФАКТОРІВ НА РОСЛИНИ ГОРОХУ**

Передпосівна обробка насіння регулятором росту КЕЛПАК РК та внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB і мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, а також обробка рослин мікродобривами Біовіт або Фрея-Аква Бобові сприяли подовженню періоду стеблуння-бутонізація (ВВСН 31-51) до 23 діб, що позитивно позначилось на формуванні вегетативної частини рослин та утворенні генеративних органів.

Встановлено, що у фазу сходів (ВВСН 09) у середньому по досліді в гороху маса кореневої системи була 40,3 мг, а за передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т – 43,7 мг. А от у фазу формування 4-го

вусика з прилистками різниця між варіантами контрольними та тими, на яких застосовувався КЕЛПАК РК в масі кореневої системи склала 11,8 мг/рослину, а на варіантах застосування AQUASORB (200 кг/га) – 5,6 мг/рослину.

Показники ураження посівів гороху хворобами наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

**Ураження рослин гороху хворобами, %, середнє за 2015-2019 рр.**

Варіант, №	Фузаріозне в'янення, %		Поширення аскохітозу гороху, %
	поширення	загиблих рослин	
1	7,29	5,10	8,03
2	6,34	4,53	7,46
3	6,17	4,47	7,43
4	5,46	4,10	7,06
5	5,20	3,91	6,88
6	4,72	3,63	6,63
7	3,18	2,81	5,86
8	2,62	2,49	5,59
9	2,54	2,47	5,55
10	1,90	1,73	4,91
11	1,90	1,73	4,85
12	2,11	1,90	5,01
13	4,01	3,26	6,28
14	3,24	2,70	5,77
15	3,18	2,65	5,74
16	2,55	2,19	5,48
17	2,37	2,07	5,19
18	2,27	1,98	5,13
19	-	-	3,40
20	-	-	3,34
21	-	-	3,27
22	-	-	2,92
23	-	-	2,72
24	-	-	2,71
НІР <sub>0,05</sub>	0,56	0,41	0,83

Досліджено, що обробка ґрунту мікоризоутворюючим біопрепаратом МІКОФРЕНД, 1 л/га, сприяла істотному зменшенню числа уражених фузаріозним в'яненням рослин гороху. Причому найбільш ефективно даний препарат працював у поєднанні з вологоутримуючими полімерами AQUASORB (200 кг/га), адже на таких варіантах дослідження ураження рослин фузаріозним в'яненням не було виявлено.

У період цвітіння на варіантах застосування передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, внесення в ґрунт мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД і позакореневого підживлення рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га, або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) асиміляційна поверхня була на рівні 34,37 та 35,02 тис. м<sup>2</sup>/га. А от кращі показники фотосинтетично активної площі були на варіантах дослідження, що передбачали передпосівну обробку насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД і позакореневого підживлення рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га, або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) – 36,61 та 37,30 тис. м<sup>2</sup>/га.

Винос, засвоєння з повітря та частка у формуванні врожаю гороху симбіотичного азоту показані в таблиці 4.

Таблиця 4

**Винос, засвоєння та частка симбіотичного азоту у формуванні врожаю гороху, середнє за 2015-2019 рр.**

Варіант, №	Винос азоту з біомасою, кг/га	Винос азоту з урожаєм, кг/га	Засвоєно азоту з повітря, кг/га	Частка азоту у формуванні біомаси, %	Частка азоту у формуванні урожаю, %
1	126,3	97,3	62,2	49,3	64,0
2	138,1	109,1	75,2	54,5	68,9
3	134,2	105,2	74,2	55,3	70,5
4	145,4	116,4	78,2	53,8	67,2
5	153,3	124,3	84,5	55,1	68,0
6	152,2	123,2	85,2	56,0	69,1
7	137,5	108,5	120,1	87,3	110,7
8	143,3	114,4	125,0	87,2	109,3
9	142,4	113,4	130,6	91,7	115,2
10	161,4	132,4	145,3	90,0	109,7
11	167,9	138,9	156,4	93,1	112,5
12	167,7	138,7	161,5	96,3	116,4
13	168,7	139,7	117,9	69,9	84,4
14	186,2	157,1	138,2	74,2	87,9
15	181,6	152,6	140,3	77,3	92,0
16	197,1	168,1	147,8	75,0	87,9
17	208,4	179,4	161,2	77,4	89,9
18	207,3	178,3	162,1	78,2	90,9
19	185,8	156,9	216,7	116,6	138,1
20	194,8	165,7	228,9	117,6	138,1
21	194,3	165,3	236,6	121,8	143,2
22	221,3	192,3	246,1	111,2	127,9
23	234,2	205,2	260,9	111,4	127,1
24	235,2	206,2	259,9	110,5	126,1
НІР <sub>0,05</sub>	2,0	2,2	1,4	1,0	1,2

Визначено, що на варіантах застосування передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, та позакореневого підживлення рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) отримано 260,9 та 259,9 кг/га біологічно фіксованого азоту. За таких умов з урожаєм засвоювалось 205-206 кг/га азоту, 51 кг/га фосфору та 55 кг/га калію.

Дані урожайності та вмісту і збору протеїну і крохмалю в насінні в гороху показані в таблиці 5. Так, в середньому за роки досліджень застосування передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, з наступною обробкою рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) сприяло формуванню урожайності гороху 5,55 та 5,57 т/га відповідно.

Застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB позитивно позначилось на формуванні вмісту сирого протеїну та сприяло накопиченню в насінні на 1,93 % більше в порівнянні з варіантами без внесення гідрогелю.

**Урожайність, вміст та збір сирого протеїну і крохмалю в насінні гороху,  
т/га, середнє за 2015-2019 рр.**

Варіант, №	Урожайність, т/га	Сирий протеїн, %	Збір сирого протеїну, т/га	Вміст крохмалю, %	Збір крохмалю, т/га
1	2,63	22,71	0,60	50,15	1,32
2	2,95	22,81	0,67	50,10	1,48
3	2,85	22,78	0,65	50,16	1,43
4	3,14	22,86	0,72	50,20	1,58
5	3,36	23,42	0,79	50,36	1,69
6	3,33	23,35	0,78	50,43	1,68
7	2,93	22,97	0,67	50,36	1,48
8	3,09	23,08	0,71	50,60	1,56
9	3,07	23,16	0,71	50,72	1,56
10	3,58	23,10	0,83	50,70	1,82
11	3,75	23,22	0,87	50,82	1,91
12	3,75	23,30	0,87	50,89	1,91
13	3,78	24,08	0,91	50,50	1,91
14	4,25	24,25	1,03	50,62	2,15
15	4,12	24,30	1,00	50,68	2,09
16	4,54	24,90	1,13	50,74	2,30
17	4,85	25,53	1,24	50,91	2,47
18	4,82	25,60	1,23	50,87	2,45
19	4,24	24,50	1,04	50,80	2,16
20	4,48	24,70	1,11	50,94	2,28
21	4,47	24,90	1,11	50,90	2,28
22	5,20	25,54	1,33	51,10	2,65
23	5,55	25,82	1,43	51,37	2,85
24	5,57	25,74	1,43	51,30	2,86
НР <sub>0,05</sub>	0,21	0,25	0,08	0,23	0,10

На другому місці за ефективністю була обробка насіння регулятором росту КЕЛПАК РК. Причому за застосування гідрогелю прибавка вмісту сирого протеїну в насінні гороху становила 0,82-1,04 %, а на варіантах без вологоутримуючих полімерів всього 0,13-0,15 %. Дія ж таких препаратів як внесення в ґрунт мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД та обробка рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14), сприяла формуванню на 0,15-0,42 % та 0,07-0,49 % вищого вмісту в насінні гороху сирого протеїну.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ, СПРЯМОВАНИХ НА  
ПІДВИЩЕННЯ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ВПЛИВУ АБІОТИЧНИХ  
ФАКТОРІВ НА РОСЛИНИ СОЧЕВИЦІ**

Визначено, що у фазу сівба-сходи (ВВСН 00-11) за тривалості проростання на контролі 11 діб обробка насіння сочевиці регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, позитивно позначилась на прискоренні отримання сходів на одну добу. Також ефективним було внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га), що прискорювали проростання насіння сочевиці як окремо, так і в поєднанні з регулятором росту КЕЛПАК РК.

Дані довжини та маси кореневої системи сочевиці за впливу елементів технології показані в таблиці 6.

Таблиця 6

**Довжина та суха маса кореневої системи сочевиці, середнє за 2015-2020 рр.**

Варіант, №	Довжина головного кореня, мм		Маса кореневої системи, мг/рослину			
	ВВСН 09	ВВСН 14	ВВСН 09	ВВСН 14	ВВСН 61	ВВСН 91
1	41,7	217,2	24,8	62,4	591,3	536,2
2	41,4	219,7	24,7	75,0	654,9	584,5
3	42,4	217,5	22,3	63,1	664,7	579,0
4	47,9	248,1	24,4	67,6	718,4	646,5
5	48,7	248,0	26,4	90,0	786,9	707,4
6	49,0	247,4	22,3	89,3	784,7	696,5
7	42,0	225,0	21,5	77,8	654,1	593,5
8	41,8	226,0	23,3	74,7	702,0	643,2
9	41,9	225,7	26,9	77,7	743,7	648,8
10	49,0	254,8	30,9	76,7	814,6	693,1
11	48,8	256,8	30,2	91,0	839,4	745,7
12	49,1	255,3	31,6	93,9	837,2	761,7
13	46,3	231,4	20,4	81,6	767,1	683,8
14	46,1	232,6	31,8	95,8	849,5	738,9
15	46,6	230,8	28,6	80,6	825,6	752,5
16	54,4	265,9	31,4	88,2	960,1	838,4
17	54,8	266,5	33,6	116,8	1009,5	899,0
18	55,1	266,0	28,8	121,4	1022,2	905,9
19	46,6	235,2	27,9	103,7	857,8	758,7
20	46,7	235,8	30,5	95,1	911,4	826,7
21	45,7	236,5	35,3	104,8	959,0	856,6
22	54,1	277,3	40,6	98,4	1030,4	921,9
23	54,5	279,0	39,6	124,2	1153,1	1022,1
24	54,1	277,1	42,0	123,4	1110,2	991,1
НІР <sub>0,05</sub>	1,8	7,3	1,2	2,0	12,5	18,2

Досліджено, що у фазу цвітіння (ВВСН 61) в середньому по досліді маса кореневої системи була 843,7 мг/рослину. Також у даний період підсилювався вплив на формування кореневої системи усіх факторів досліді, і на варіанті застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) з мікоризоутворюючим біопрепаратом МІКОФРЕНД, 1 л/га, передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, та позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) отримано кращі показники маси – 1153,1-1110,2 мг/рослину.

Встановлено, що поєднання мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, з внесенням у ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) сприяло більш ефективній роботі корисної мікрофлори, і на таких варіантах ми не спостерігали поширення фузаріозного в'янення та був мінімальний прояв кореневої гнилі.

Досліджено, що площа листя сочевиці у фазу цвітіння (ВВСН 61) у середньому по досліді була 38,56 тис. м<sup>2</sup>/га, а от за поєднання факторів досліді: передпосівна обробка насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, внесення в ґрунт мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД та вологоутримуючих полімерів AQUASORB і позакореневе підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові або Квантум-Бобові було сформовано 43,46 та 43,51 тис. м<sup>2</sup>/га.

Визначено, що на початкових етапах росту кількість активних бульбочок на коренях рослини та їх маса в основному залежать від застосування



вологоутримувача та передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК. А от уже у фазу бутонізації рослин сочевиці ефективно працюють усі елементи досліду, які за рахунок формування кращого фізіологічного стану рослин забезпечують активність симбіотичного апарату.

Дані виносу, засвоєння з повітря та частки у формуванні врожаю сочевиці симбіотичного азоту за впливу елементів технології показані в таблиці 7.

Таблиця 7

**Винос, засвоєння та частка симбіотичного азоту у формуванні врожаю сочевиці, середнє за 2015-2020 рр.**

Варіант, №	Винос азоту з біомасою, кг/га	Винос азоту з урожаем, кг/га	Засвоєно азоту з повітря, кг/га	Частка азоту у формуванні біомаси, %	Частка азоту у формуванні урожаю, %
1	114,9	92,9	18,1	15,7	19,4
2	125,7	101,8	21,7	17,3	21,3
3	126,6	102,5	21,1	16,6	20,6
4	141,3	114,3	22,0	15,5	19,2
5	151,6	122,7	23,3	15,4	19,0
6	152,3	123,2	23,7	15,5	19,2
7	130,6	105,6	35,7	27,3	33,8
8	140,9	114,0	39,0	27,7	34,2
9	143,6	116,1	40,6	28,3	35,0
10	157,5	127,4	47,4	30,1	37,2
11	167,9	135,9	49,7	29,6	36,6
12	168,5	136,4	49,8	29,5	36,5
13	152,3	123,2	34,9	22,9	28,3
14	167,9	136,0	42,4	25,3	31,2
15	169,3	137,1	42,2	24,9	30,8
16	189,0	153,1	45,6	24,1	29,8
17	203,8	165,0	47,3	23,2	28,7
18	205,0	165,9	48,3	23,6	29,1
19	175,4	141,9	67,7	38,6	47,7
20	190,1	153,9	71,6	37,7	46,5
21	194,7	157,6	73,3	37,6	46,5
22	213,1	172,6	75,4	35,4	43,7
23	229,4	185,8	76,9	33,5	41,4
24	231,1	187,2	75,4	32,6	40,3
НІР <sub>0,05</sub>	4,3	2,7	1,2	0,9	1,0

Встановлено, що на кращих варіантах рослини сочевиці здатні за рахунок симбіотичної азотфіксації забезпечити себе на 40,3-47,7 % азотом, необхідним на формування насіння. У той же час найбільший винос біогенних елементів був за обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК, внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB та біопрепарату МІКОФРЕНД в поєднанні з обробкою мікродобривами Реаком-СР-Бобові або Квантум-Бобові. За таких умов з врожаем засвоювалось 185,8-187,2 кг/га азоту, 63,0-63,5 кг/га фосфору та 88,2-88,9 кг/га калію.

Дані урожайності та вмісту і збору протеїну і крохмалю в насінні сочевиці показані в таблиці 8. Досліджено, що застосування передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, з наступною обробкою рослин

мікродобривами Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) сприяло формуванню урожайності сочевиці за роки досліджень на рівні 3,15 та 3,17 т/га відповідно.

Таблиця 8

**Урожайність, вміст та збір сирого протеїну і крохмалю в насінні сочевиці, т/га, середнє за 2015-2020 рр.**

Варіант, №	Урожайність, т/га	Сирий протеїн, %	Збір сирого протеїну, т/га	Вміст крохмалю, %	Збір крохмалю, т/га
1	1,58	25,63	0,40	52,30	0,82
2	1,73	25,70	0,44	52,21	0,90
3	1,74	25,72	0,45	52,33	0,91
4	1,94	25,81	0,50	52,30	1,01
5	2,08	25,90	0,54	52,50	1,09
6	2,09	25,93	0,54	52,52	1,10
7	1,79	26,02	0,47	52,35	0,94
8	1,93	26,10	0,50	52,40	1,01
9	1,97	26,08	0,51	52,44	1,03
10	2,16	26,40	0,57	52,82	1,14
11	2,30	26,60	0,61	52,80	1,22
12	2,31	26,56	0,61	52,89	1,22
13	2,09	25,75	0,54	52,90	1,10
14	2,30	25,84	0,60	53,02	1,22
15	2,32	25,90	0,60	53,08	1,23
16	2,59	26,00	0,67	53,35	1,38
17	2,80	26,03	0,73	53,46	1,50
18	2,81	26,08	0,73	53,40	1,50
19	2,41	26,60	0,64	53,48	1,29
20	2,61	26,80	0,70	53,53	1,40
21	2,67	26,80	0,72	53,50	1,43
22	2,93	26,83	0,78	53,62	1,57
23	3,15	26,90	0,85	53,59	1,69
24	3,17	27,01	0,86	53,63	1,70
HP <sub>0,05</sub>	0,16	0,36	0,06	0,78	0,02

Одним з найбільш ефективних агрозаходів було внесення в ґрунт мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, що сприяло формуванню на 0,51 % більшого вмісту сирого протеїну. Комбінація його з вологоутримуючими полімерами AQUASORB позитивно позначалась на формуванні вмісту сирого протеїну та сприяла накопиченню в насінні на 0,89 % більше в порівнянні з варіантами без застосування гідрогелю.

### **ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ**

Низька вартість коренеплодів буряків цукрових не дозволяє забезпечити ефективну компенсацію витрат, пов'язаних з застосуванням максимального впливу додаткових елементів технології (Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) + концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) + КЕЛПАК РК, 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) + вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га)). Рівень рентабельності отримано нижче значення контрольних варіантів (51,1-51,7 % порівняно з 71,2 %), а лише для компенсації витрат потрібно додатково отримати врожай коренеплодів на рівні 13,0 т/га.

За вирощування гороху та внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) отримано рівень рентабельності 125,3 та 128,0 % та КЕЕ 3,62 та 3,64. Аналогічні варіанти застосування додаткових елементів технології вирощування сочевиці сприяли формуванню рентабельності 257,1 та 262,0 % та КЕЕ на рівні 2,06 та 2,08.

Аналіз енергетичної ефективності показує нам, що найбільше енергії можна отримати за вирощування буряків цукрових, хоча з економічної точки зору вони дуже недооцінені (КЕЕ становить 4,76-5,06). А от коефіцієнти енергетичної ефективності сочевиці (1,39-2,08 в порівнянні з горохом 2,24-3,64) показують нам, що культура переоцінена з економічної точки зору.

### ВИСНОВКИ

1. У дисертації викладено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми – ідентифікації та автоматизованої обробки даних абіотичного стресу рослин за допомогою портативних фотометрів з подальшою інтеграцією їх у базу даних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Отримано нові оригінальні знання та розроблено, практично вивчено і апробовано комплексні методи мінімізації абіотичних стресів рослин у польових умовах.

2. Досліджено, що умови вирощування буряків цукрових у Лісостепу України сприятливі для росту та розвитку культури. Традиційно умови вирощування у Вінницькій області сприяють хорошій реалізації біологічного потенціалу культури, а Київська область має умови, що забезпечують високу пластичність формування урожайності буряків цукрових та інтенсивний тип її утворення. Вирощування буряків цукрових в умовах Степу, а саме: Донецької, Луганської та Херсонської областей можливе лише за застосування зрошення, так як за рештою факторів регіони не лімітовані. Також перспективним є вирощування буряків цукрових в умовах регіонів, що належать частково або повністю до Полісся і мають кращий рівень вологозабезпечення в порівнянні з Лісостепом України, таких як Житомирська та Рівненська області.

3. Визначено, що за вирощування гороху в умовах Степу України жоден з регіонів не має умов середовища, що сприяють формуванню високого рівня пластичності урожайності гороху та вирощуванню його в інтенсивних умовах. А от в Вінницькій, Волинській, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській, Тернопільській та Хмельницькій областях складаються кращі умови сприятливі для реалізації біологічного потенціалу гороху.

4. Встановлено, що кращі умови вирощування для сочевиці сформовані в регіонах, що розташовані в Північностеповій та частково Південностеповій підзоні: Кіровоградська, Одеська, Херсонська, Запорізька, Миколаївська, Дніпропетровська області, та Лісостеповій зоні: Київська, Полтавська, Черкаська області. А от регіони зони Полісся або ж прохолодні регіони Лісостепу України не повною мірою підходять для промислового вирощування сочевиці.

5. Для ефективного польового сортовипробування Українським інститутом експертизи сортів рослин нових гібридів буряків цукрових у Степу випробовування доцільно проводити на Кіровоградській філії УІЕСР, в умовах Лісостепу – на Вінницькій, Полтавській, Київській, Хмельницькій та Тернопільській філіях УІЕСР. Для умов Полісся України інформацію можна отримувати з Львівської, Рівненської та Житомирської філій УІЕСР. Відповідно польові дослідження нових сортів гороху в Степу варто проводити на Донецькій, Дніпропетровській та Кіровоградській філіях УІЕСР, в умовах Лісостепу – на Харківській, Полтавській та Черкаській філіях УІЕСР, а в Поліссі України – Чернігівській філії УІЕСР. Випробування нових сортів сочевиці в умовах Лісостепу України варто проводити на Харківській та Полтавській філіях УІЕСР, а в умовах Степу – Одеській та Донецькій філіях УІЕСР.

6. Досліджено, що сформована нами адаптивна інформаційна система прогнозування продуктивності в технологічному процесі вирощування буряків цукрових, гороху та сочевиці дозволяє з високою точністю спрогнозувати перебіг процесів росту та розвитку рослин та рекомендувати проведення додаткових агрозаходів, орієнтуючись не тільки на багаторічні дані по вирощуванню культур в умовах конкретного господарства, а й на оперативні дані сенсорів. Саме для ефективного визначення стресів рослин та запровадження заходів нівелювання їх впливу проводити вимірювання ефективності роботи фотосинтетичного апарату за допомогою приладу «Флоратест» в буряків цукрових потрібно в макростадію 3 (ВВСН 30-39), коли вміст вологи в ґрунті менше 60 % від найменшої вологості. У рослин гороху вимірювання слід проводити, починаючи з макростадії 5 (ВВСН 51-59) до завершення макростадії 7 (ВВСН 71-79), що відповідає періоду критичної залежності рослин, коли вологи в ґрунті менше 70 % від найменшої вологості. Для сочевиці застосування приладу «Флоратест» ефективно за настання макростадії 6 (ВВСН 61-69), коли вологи в ґрунті менше 60 % від найменшої вологості.

7. Визначено, що кращу урожайність в умовах України забезпечували такі гібриди як: Ромул – 71,0 т/га та Злука – 71,5 т/га. Максимум збору цукру формували такі гібриди як: Рамзес – 11,6 т/га, Ромул – 11,9 т/га та Злука – 12,3 т/га. Найбільша урожайність в умовах Монголії була забезпечена гібридами української селекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України: Злука, Ольжич, Ромул та Булава. У ґрунтово-кліматичних умовах Дарханського аймаку вони на варіантах застосування вологоутримувача сформували урожай 38,9-42,4 т/га.

8. Визначено, що в умовах України за урожайністю високу пластичність та інтенсивний тип розвитку формували гібриди: Рамзес, Олександрія, Імпакт, Злука, Ольжич та Ромул. Умови вирощування Монголії вплинули на досліджувані гібриди таким чином, що без застосування вологоутримувача високу пластичність та інтенсивну реакцію по трьох показниках проявляли гібриди Рамзес, Ольжич та Булава, а по двох – Ромул. По суті вони і є тим пулом гібридів, які мали високі значення урожайності, вмісту цукру в

коренеплодах та збору цукру за роки досліджень. За застосування вологоутримувача (600 кг/га) відбувся незначний перерозподіл між кращими гібридами, і до групи інтенсивних та таких, що позитивно реагують на поліпшення умов середовища, можна віднести: Злука, Ольжич, Ромул та Булава.

9. Проведений аналіз урожайності гібридів буряків цукрових, що вивчались в пунктах досліджень Українського інституту експертизи сортів рослин, засвідчив високу дієвість методу визначення стабільності та пластичності ознаки за Ебергардом-Расселом для відбору кращих гібридів. Застосування даного методу для проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин дозволяє відібрати не тільки кращі гібриди, а й визначити їх норму реакції на абіотичні фактори.

10. Досліджено, що за використання фотометрів для визначення активності фотосинтезу буряків цукрових, гороху та сочевиці в критичні фази їх росту і розвитку для ідентифікації посухового стресу рослин слід проводити аналіз співвідношення змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ) фотосистеми. Так, визначено високий рівень взаємозв'язку між концентрацією вільного проліну та співвідношення змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ) фотосистеми досліджуваних культур і отримано коефіцієнти кореляції для буряків цукрових  $r = -0,96$ , гороху  $r = -0,97$  та сочевиці  $r = -0,86$ , що відповідають дуже сильному та сильному рівню зв'язку.

11. Визначено, що за вирощування буряків цукрових на варіанті поєднання вологоутримуючих полімерів з внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) отримано кращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108-109,3 тис. шт./га. Застосування регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців у фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30), тоді як у фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) на варіантах внесення вологоутримуючих полімерів рослини мали на 18,8 мм довщі бічні корінці.

12. Вивчено, що у фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) рослини буряків цукрових формували кращі показники площі листя на варіантах комбінованого поєднання усіх елементів досліджу – 56,36-56,47 тис. м<sup>2</sup>/га. Також у період змикання листків у рядках – змикання листків у міжряддях (ВВСН 30-39) варіанти застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB в середньому на 0,9 г/м<sup>2</sup> за добу мали більш інтенсивне накопичення сухої речовини. А от по мірі росту головного кореня рослини буряків цукрових забезпечували себе вологою в більшій мірі, та в період змикання листків у міжряддях – технічна стиглість (ВВСН 39-49) на варіантах застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB лише на 0,2 г/м<sup>2</sup> за добу було більш інтенсивне накопичення сухої речовини.

13. Досліджено, що кращий рівень урожайності буряків цукрових отримано за комбінованого внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га

(ВВСН 18) і мікродобрином Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) – 79,0 т/га або ж мікродобрином Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 78,9 т/га. На цих же варіантах досліду отримано кращі показники заводського виходу цукру – 15,95 % та 15,96 %.

14. Встановлено, що обробка ґрунту мікоризоутворюючим біопрепаратом МІКОФРЕНД, 1 л/га, сприяла істотному зменшенню числа уражених фузаріозним в'яненням рослин гороху. Причому найбільш ефективно даний препарат працював у поєднанні з вологоутримуючими полімерами AQUASORB (200 кг/га), адже на таких варіантах досліду ураження рослин фузаріозним в'яненням нами не було виявлено.

15. Досліджено, що кращі показники фотосинтетично активної площі в гороху були на варіантах досліду, що передбачали передпосівну обробку насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД і позакореневого підживлення рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га, або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) – 36,61 та 37,30 тис. м<sup>2</sup>/га.

16. Встановлено, що краща урожайність гороху за роки досліджень формувалась за застосування передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, з наступною обробкою рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14) на рівні 5,55 та 5,57 т/га відповідно.

17. Досліджено, що у фазу цвітіння сочевиці (ВВСН 61) на варіанті застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) з мікоризоутворюючим біопрепаратом МІКОФРЕНД, 1 л/га, передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, та позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) отримано кращі показники маси кореневої системи – 1153,1-1110,2 мг/рослину. Причому, починаючи з фази бутонізації рослин сочевиці, ефективно працюють усі елементи досліду, які за рахунок формування кращого фізіологічного стану рослин забезпечують також високу активність симбіотичного апарату.

18. Встановлено, що краща площа листя сочевиці у фазу цвітіння (ВВСН 61) за поєднання факторів досліду: передпосівна обробка насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, внесення в ґрунт мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД та вологоутримуючих полімерів AQUASORB і позакореневого підживлення мікродобривом Реаком-СР-Бобові, або Квантум-Бобові була сформована на рівні 43,46 та 43,51 тис. м<sup>2</sup>/га площі листя.

19. Досліджено, що за передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, внесення в ґрунт вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, з наступною обробкою рослин мікродобривами Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) отримано кращу врожайність сочевиці на рівні 3,15 та 3,17 т/га.

20. Досліджено, що при вирощуванні гороху та застосуванні

вологоутримуючих полімерів AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючого біопрепарату МІКОФРЕНД, 1 л/га, передпосівної обробки насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14) рівень рентабельності склав 125,3 та 128,0 % та КЕЕ 3,62 та 3,64. Аналогічні варіанти застосування додаткових елементів технології вирощування сочевиці сприяли формуванню рентабельності 257,1 та 262,0 % та КЕЕ на рівні 2,06 та 2,08. А от найбільше енергії можна отримати за вирощування буряків цукрових, хоча з економічної точки зору вони дуже недооцінені (КЕЕ становить 4,76-5,06).

### РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Для ефективного визначення стресів рослин проводити вимірювання ефективності роботи фотосинтетичного апарату за допомогою приладу «Флоратест» у буряків цукрових у макростадію 3 (ВВСН 30-39), в рослин гороху – починаючи з макростадії 5 (ВВСН 51-59) та до завершення макростадії 7 (ВВСН 71-79), а в сочевиці – в макростадію 6 (ВВСН 61-69). Визначати при цьому співвідношення змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ).

Українському інституту експертизи сортів рослин при проведенні кваліфікаційної експертизи задля ефективного польового сортовипробування дотримуватись пропозицій із зонального адаптивного вивчення сортів, що дозволяє краще дослідити сорти та запропонувати виробникам перевірені наукові знання. При цьому оцінку сортів та гібридів сільськогосподарських культур проводити за методикою визначення їх стабільності та пластичності, що дозволяє визначити їх норму реакції на вплив абіотичних факторів.

Для зменшення негативного впливу посухи на ріст та розвиток рослин використовувати такі агротехнічні заходи:

*При вирощуванні буряків цукрових:* перед сівбою вносити вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га), а під час вегетації проводити позакореневу обробку рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) та підживлення мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18).

*При вирощуванні гороху:* перед сівбою вносити в ґрунт вологоутримуючі полімери AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га, а також проводити передпосівну обробку насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, та по вегетації застосовувати позакореневе підживлення рослин мікродобривами Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14).

*При вирощуванні сочевиці:* перед сівбою вносити в ґрунт вологоутримуючі полімери AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га, а також проводити передпосівну обробку насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т, а під час вегетації проводити позакореневу обробку рослин мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14).

За вирощування буряків цукрових в умовах в Монголії рекомендується використовувати такі гібриди: Злука, Ольжич, Ромул та Булава. А серед заходів, що ефективно підвищують толерантність рослин до абіотичних стресів, рекомендовано застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (600 кг/га).

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ Монографії

1. Балан В. М., **Присяжнюк О. І.**, Балагура О. В., Карпук Л. М. Рослинництво основних культур : монографія. Київ : ТОВ Нілан-ЛТД, 2018. 381 с. (54 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання розділів монографії).

2. **Присяжнюк О. І.**, Топчій О. В., Слободянюк С. В., Карпук Л. М., Маляренко О. А., Павліченко А. А., Свистунова І. В. Сочевиця. Біологія та вирощування : монографія. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с. ISBN 978-966-949-472-6 (50 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання розділів монографії).

### Статті в наукових фахових виданнях України

3. Karpuk L., **Prisyazhniuk O.** Construction of multiple regressive models of sugar beet growth and development. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво.* Харків, 2014. Вип. 2. С. 74–82. (55 % – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

4. Карпук Л. М., Крикунова О. В., **Присяжнюк О. І.**, Поліщук В. В. Моделювання процесів росту та розвитку цукрових буряків залежно від комплексного впливу кліматичних факторів. *Агробіологія.* Біла Церква, 2014. №2(113). С. 26–29. (50 % – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

5. Карпук Л. М., **Присяжнюк О. І.** Математичні моделі росту та розвитку рослин цукрових буряків залежно від кліматичних факторів. *Цукрові буряки.* 2014. №6. С. 13–15. (55% – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

6. **Присяжнюк О. І.**, Коровко І. І. Розроблення методу експрес-діагностики стану фотосинтетичного апарату рослин цукрових буряків на основі інтенсивності флуоресценції хлорофілу. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 3. С. 72–76. doi: 10.21498/2518-1017.3(24).2014.56073. (55% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

7. **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В. Оцінка адаптивних особливостей нових сортів гороху. *Новітні агротехнології.* 2014. № 1. С. 12–22. <http://jna.bio.gov.ua/article/view/119078> (65 % – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

8. Палагін О. В., Сахаран Є. В., **Присяжнюк О. І.**, Коровко І. І. Інформаційні можливості основних показників кривої індукції флуоресценції хлорофілу на прикладі цукрових буряків. *Комп'ютерні засоби мережі та*



системи : зб. наук. пр. Київ, 2015. № 14. С. 101–108. (55% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

9. **Присяжнюк О. І.**, Коровко І. І. Динаміка вмісту хлорофілу у листках цукрових буряків. *Новітні агротехнології*. 2015. № 1. URL: <http://plant.gov.ua/uk/2015-1-3>. (55% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

10. **Присяжнюк О. І.**, Калюжна Е. А., Король Л. В. Оцінка сучасних сортів гороху за основними господарсько-цінними ознаками. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 3. С. 106–116. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті. Особистий внесок – 60 %).

11. **Присяжнюк О. І.**, Сонець Т. Д., Половинчук О. Ю., Коровко І. І. Комплексна оцінка сучасних гібридів цукрових буряків. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. Київ, 2016. Вип. 24. С. 18–27. (50% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

12. **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В. Оцінка сортів гороху на основі кореляції кількісних ознак та індексів. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2016. № 4. С. 51–55. doi: 10.21498/2518-1017.4(33).2016.88674. (65 % – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті.).

13. **Присяжнюк О. І.** Вивчення продуктивності сучасних гібридів цукрових буряків в умовах Монголії. *Наукові доповіді НУБіП України*. Київ, 2016. №5(6). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7238>

14. Сонець Т. Д., **Присяжнюк О. І.**, Гринів С. М., Коровко І. І. Оцінка екологічної стабільності та пластичності нових гібридів цукрових буряків. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ, 2016. Вип. 2. С. 148–159. (50% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

15. Роїк М. В., **Присяжнюк О. І.**, Коровко І. І., Дячинська О. М. Параметри екологічної пластичності та стабільності гібридів вітчизняної селекції буряків цукрових. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 7, Т. 2. С. 25–32. (50% – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

16. **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В. Фотосинтетична діяльність гороху залежно від впливу агротехнічних прийомів в умовах Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 57–71. (60 % – Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті.).

17. **Присяжнюк О. І.**, Топчій О. В., Шевченко Т. В. Біохімічні показники насіння сочевиці залежно від елементів технології вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Т. 13, № 4. С. 409–415. doi: [10.21498/2518-1017.13.4.2017.117750](https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117750). (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

18. **Присяжнюк О. І.**, Топчій О. В. Вплив елементів технології на формування бобів та продуктивність сочевиці. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ, 2017. Вип. 3. С. 35–47. (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

19. **Присяжнюк О. І.**, Топчій О. В. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрих і регуляторів росту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. 2017. Вип. 25. С. 72–78. (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

20. **Присяжнюк О. І.**, Карпук Л. М., Топчій О. В. Ефективність агротехнологічних прийомів вирощування сочевиці. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122230>. (50 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

21. **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В., Половинчук О. Ю. Урожайність та якість зерна гороху залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 116–123. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126520. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті. Особистий внесок – 65 %).

22. Цвей Я. П., **Присяжнюк О. І.**, Бондар С. О., Сенчук С. М. Технологічні якості коренеплодів буряків цукрових залежно від удобрення та сівозмін. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, № 1. С. 99–104. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162492> (50 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

23. Каленська С. М., **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В., Половинчук О. Ю. Порівняльна характеристика шкал росту та розвитку гороху посівного (*Pisum sativum*). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 16, № 2. С. 99–104. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162492> (50 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

24. **Присяжнюк О. І.**, Слободянюк С. В. Біохімічні показники насіння сочевиці залежно від елементів технології вирощування. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2020. Т. 16, № 3. С. 270–276. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214928> (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

25. Мельник С. І., **Присяжнюк О. І.**, Стариченко Є. М., Мажуга К. М., Бровкін В. В., Мартинов О. М., Маслечкін В. В. Модель адаптивної інформаційної системи прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Vol. 16, № 1. С. 63–77. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201349> (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання

рекомендацій).

26. Роїк М. В., **Присяжнюк О. І.**, Кононюк Н. О., Кулік О. Г. Особливості формування продуктивності гібридів буряків цукрових вітчизняної селекції. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Vol. 16, № 3. С. 277–283. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214929> (50 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

#### Статті в наукових виданнях, включених до баз даних Web of Science та Scopus

28. Tsvei Ya. P., **Prysiazhniuk O. I.**, Horash O. S., Klymchuk O. V., Klymyshena R. I. and Shudrenko I. V. Effect of crop rotation and fertilization of sugar beet on the formation of maximum bioethanol yield. *Plant Archives*. Vol. 20, Supplement 2, 2020. P. 268–274. <http://www.plantarchives.org/List%20SI%2020%20SUPP-2,2020.html> (54 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

29. **Prysiazhniuk O. I.**, Slobodianiuk S. V., Topchii O. V., Sukhova H. I., Karpuk L. M., Kryvenko A. I., Svystunova I. V., Pavlichenko A. A. Peculiarities of the lentil productivity formation under the use of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing microorganisms. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2020. Vol. 4, № 386. P. 81–89. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1467.107> (55 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

30. **Prysiazhniuk O.**, Hryhoriev V., Svystunova I., Bukhalo V., Karpuk L., Kryvenko A., and Pavlichenko A. Effect to crop rotation and fertilization system in yield and technological quality in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Archives*. Vol. 21, Supplement 1, 2021. P. 1768–1774. <http://www.plantarchives.org/List%20SI%2021%20SUPP-1,2021.html> (65 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

#### Статті, що додатково висвітлюють результати досліджень

31. Карпук Л. М., **Присяжнюк О. І.**, Стасієв Г., Поліщук В. В., Миколайко В. П. Застосування методів системного аналізу як інструменту математичного моделювання в буряківництві. *Агробіологія*. Біла Церква. 2018. №1(138). С. 35–43. (50 % – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

32. Сківка Л. М., Гудзь С. О., Цвей Я. П., **Присяжнюк О. І.** Біологічна ефективність вирощування культур агроценозу. *Новітні агротехнології*. 2019. № 7. <https://doi.org/10.21498/na.7.2019.204823> (50 % – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

33. Сківка Л. М., Гудзь С. О., Цвей Я. П., **Присяжнюк О. І.** Економічна ефективність вирощування культур агроценозу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць*. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2020. Вип. 28. С. 121–128. (50 % – Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).

### Методики проведення досліджень

34. Роїк М. В., Гізбуллін Н. Г., Сінченко В. М., **Присяжнюк О. І.** та ін. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с. (50 % – *Аналіз, підготовка та написання методики*).

35. Ткачик С. О., **Присяжнюк О. І.**, Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с. (50 % – *Аналіз, підготовка та написання методики*).

### Науково-практичні рекомендації

36. **Присяжнюк О. І.**, Шевченко І. Л., Шевченко О. П., Половинчук О. Ю., Шклярчук С. М., Танчин С. М., Навроцька Е. Е. Математичні моделі й бази даних технологічного процесу вирощування цукрових буряків : методичні рекомендації. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2015. 64 с. (50 % – *Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

37. Роїк М.В., Сінченко В.М., **Присяжнюк О.І.**, Ермантраут Е.Р. Проведення демонстраційних дослідів. Методичні рекомендації. К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2017 22 с. (50 % – *Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

38. **Присяжнюк О. І.**, Коровко І. І., Половинчук О. Ю., Шевченко О. П., Шклярчук С. М., Танчин С. М., Навроцька Е. Е. Визначення індукції флуоресценції хлорофілу рослин: теоретичні і практичні основи застосування методу : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2017. 42 с. (55% – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка методичних рекомендацій*).

39. **Присяжнюк О. І.**, Король Л. В., Калюжна Е. А., Українець В. В. Технологія вирощування гороху в умовах Правобережного Лісостепу України : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2018. 56 с. (50 % – *Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

40. **Присяжнюк О. І.**, **Топчій О. В.**, Калюжна Е. А., Українець В. В. Технологія вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України: методичні рекомендації. Київ: Нілан-ЛТД, 2018. 52 с. (55 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка методичних рекомендацій*).

41. **Присяжнюк О. І.**, Чернуський В.В., Шевченко О. П., Половинчук О. Ю., Шклярчук С. М., Танчин С. М., Навроцька Е. Е. Методичні рекомендації з алгоритмів функціонування системи електронної ідентифікації хвороб та шкідників рослин. Київ : Нілан-ЛТД, 2020. 44 с. (50 % – *Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

42. **Присяжнюк О. І.**, Чернуський В.В., Половинчук О. Ю., Шевченко О. П., Шклярчук С. М., Танчин С. М., Навроцька Е. Е. Оцінка стану рослин з використанням портативних спектрофотометрів : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2020. 23 с. (50 % – *Проведення досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

### Матеріали наукових конференцій

43. Карпук Л. М., **Присяжнюк О. І.** Математичні моделі росту та розвитку рослин цукрових буряків залежно від кліматичних факторів. Новітні технології в рослинництві: тези доповідей державної науково-практичної конференції, 6 листопада 2014 року. Біла Церква, 2014. С. 23. (50 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

44. **Присяжнюк О. І., Коровко І. І.** Експрес-діагностика фотосинтетичного апарату рослин цукрових буряків на основі інтенсивності флуоресценції хлорофілу. *Біотехнологія: звершення та надії*: матер. IV Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Київ, 21–22 травня 2015 р.). Київ, 2015. С. 121–122. (55 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

45. **Присяжнюк О. І., Коровко І. І.** Параметри екологічної пластичності та стабільності нових гібридів цукрових буряків. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 20-річчю членства України в Міжнародному союзі з охорони нових сортів рослин (UPOV) (м. Київ, 3 листопада 2015 р.). Київ, 2015. С. 86. (55 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

46. **Присяжнюк О. І.** Продуктивність буряків цукрових в умовах Монголії. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матер. II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 3 листопада 2016 р.) Київ, 2016. С. 220.

47. **Присяжнюк О. І., Король Л. В.** Вплив мінерального живлення та регуляторів росту на фотосинтетичну діяльність гороху в умовах Лісостепу України. *Новітні агротехнології: теорія та практика: тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*, присвяченої 95-річчю від дня заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, 11 липня 2017 р.). Вінниця, 2017. С. 138. (54 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

48. **Присяжнюк О. І., Слободянюк С. В., Маляренко О. А.** Площі та поширеність сочевиці в світі та Україні. Матеріали II інтернет-конференції молодих учених «Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту». (м. Київ, 30 серпня 2018 р.). Вінниця, 2018. С. 22. (50 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

49. **Присяжнюк О. І., Слободянюк С. В.** Ефективність застосування азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів на посівах сочевиці в умовах Лісостепу України. "Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур" VIII : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 24 квітня 2020 р.). Вінниця, 2020. С. 86. (55 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

50. **Присяжнюк О. І., Слободянюк С. В.** Вплив елементів технології вирощування на формування площі листя та продуктивність сочевиці в умовах

Лісостепу України. "Новітні агротехнології" : матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 10 вересня 2020 р.). 2020. С. 20. (57 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

51. **Присяжнюк О. І., Шульга С. С.** Вивчення елементів екологізації технології вирощування буряків цукрових в умовах Північного Степу України. "Новітні агротехнології" : матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 10 вересня 2020 р.). 2020. С. 21. (54 % – *Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка тез*).

#### Патенти

52. **Присяжнюк О. І., Топчій О. В.** Спосіб вирощування сочевиці: пат. 138887 Україна : МПК (2019.01) А01В 79/00. № u 2019; 05879; заявл. 29.05.2019; опубл. 10.12.2019, Бюл. №23.

53. **Присяжнюк О. І., Король Л. В.** Спосіб комбінованого застосування мікродобрив та регуляторів росту на посівах гороху: пат. 141321 Україна : МПК (2020.01) А01С 21/00. № u 2019; 05880; заявл. 29.05.2019; опубл. 10.04.2020, Бюл. №7.

#### АНОТАЦІЯ

**Присяжнюк О. І.** Теоретичні та агробіологічні основи ідентифікації абіотичного стресу сільськогосподарських культур та підвищення їх толерантності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, Київ, 2021.

У роботі висвітлено результати проведених упродовж 2014–2020 років комплексних досліджень з теоретичного обґрунтування та визначення агробіологічних основ ідентифікації абіотичного стресу буряків цукрових, гороху та сочевиці, встановлення закономірностей росту й розвитку рослин та методів підвищення їх толерантності.

Проаналізовано праці вітчизняних та зарубіжних вчених щодо механізмів формування толерантності культурних рослин до абіотичних стресів, що виникають за їх вирощування в сучасних умовах зміни клімату. Розглянуто особливості ідентифікації стресів рослин за допомогою визначення ефективності роботи фотосинтетичного апарату. Висвітлені особливості застосування додаткових агрозаходів, спрямованих на активізацію росту та розвитку рослин та взаємодію їх з мікробіотою ґрунту задля мінімізації абіотичних стресів.

Запропоновано, задля ефективного визначення стресів рослин, проводити вимірювання ефективності роботи фотосинтетичного апарату за співвідношенням змінної до максимальної флуоресценції ( $F_v/F_m$ ) хлорофілу. Вимірювання виконувати за допомогою приладу «Флоратест» у буряків цукрових в макростадію 3 (ВВСН 30-39), в рослин гороху – починаючи з макростадії 5 (ВВСН 51-59) та до завершення макростадії 7 (ВВСН 71-79), а в сочевиці – в макростадію 6 (ВВСН 61-69).

При проведенні кваліфікаційної експертизи задля ефективного польового сортовипробування дотримуватись закономірностей зонального адаптивного вивчення сортів, при цьому їх оцінку проводити за методикою визначення стабільності та пластичності, що дозволяє встановити норму реакції на вплив абіотичних факторів.

В умовах Монголії вирощувати гібриди буряків цукрових Злука, Ольжич, Ромул та Булава. А для збільшення толерантності рослин до абіотичних стресів використовувати вологоутримуючі полімери AQUASORB (600 кг/га).

В умовах України перед сівбою буряків цукрових застосовувати вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га), а під час вегетації проводити позакореневу обробку регулятором росту КЕЛПАК РК, 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) та підживлення мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18).

В умовах України при вирощуванні гороху або сочевиці перед сівбою вносити в ґрунт вологоутримуючі полімери AQUASORB (200 кг/га) та мікоризоутворюючий біопрепарат МІКОФРЕНД, 1 л/га, а також проводити передпосівну обробку насіння регулятором росту КЕЛПАК РК, 3 л/т.

Для позакореневого підживлення рослин гороху використовувати мікродобрива Біовіт, 7 л/га (ВВСН 14) або Фрея-Аква Бобові, 1,5 л/га (ВВСН 14). А от для позакореневого підживлення рослин сочевиці застосовувати позакореневу обробку рослин мікродобривом Реаком-СР-Бобові, 3 л/га (ВВСН 14) або Квантум-Бобові, 1,0 л/га (ВВСН 14).

**Ключові слова:** буряки цукрові, горох, сочевиця, стрес рослин, флуоресценція хлорофілу, вологоутримуючі полімери, мікоризоутворюючий препарат, регулятор росту.

## ABSTRACT

***Prysiashniuk O. I. Theoretical and agrobiological bases of identification of abiotic stress of agricultural crops and increase of their tolerance.*** – Qualifying paper as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of agricultural sciences on speciality 06.01.09 – Plant growing. – Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The paper highlights the results of comprehensive research conducted during 2014 - 2020 on the theoretical justification and determination of agrobiological basis for identifying abiotic stress of sugar beets, peas and lentils, establishing patterns of growth and development of plants and methods to increase their tolerance.

The works of domestic and foreign scientists on the mechanisms of formation of tolerance of cultivated plants to abiotic stresses that arise during their cultivation in modern conditions of climate change are analyzed. Peculiarities of plant stress identification by determining the efficiency of the photosynthetic apparatus are considered. The peculiarities of the application of additional agricultural measures aimed at stimulating the growth and development of plants and their interaction with the soil microbiota in order to minimize abiotic stresses are highlighted.

It is proposed to measure the efficiency of the photosynthetic apparatus by the ratio of variable to maximum fluorescence ( $F_v/F_m$ ) of chlorophyll in order to effectively determine the stress of plants. Measurements should be performed with the help of the device "Floratest" in sugar beets in macro stage 3 (30-39), in pea plants - from macro stage 5 (51-59) to the end of macro stage 7 (71-79), and in lentils - in macro stage 6 (61-69).

When conducting a qualification examination for effective field testing to follow the laws of zonal adaptive study of varieties, while assessing them by the method of determining their stability and plasticity, which allows to determine their response rate to the influence of abiotic factors.

In the conditions of Mongolia to grow hybrids of sugar beets Zluka, Olzhych, Romul and Bulava. And to increase the tolerance of plants to abiotic stresses to use moisture-retaining polymers AQUASORB (600 kg/ha).

In Ukraine, before sowing sugar beets apply moisture-retaining polymers AQUASORB (300 kg/ha) with a concentrate of soil bacteria Mirazonite (20 l/ha), and during the growing season to carry out foliar treatment with growth regulator KELPAK RK, 2 l/ha (BBCH 14) + 4 l/ha (BBCH 18) and fertilization with microfertilizer Alpha-Grow-Extra Beets, 3 l/ha (BBCH 18) or Micro-Mineralis (Beets), 1.5 l/ha (BBCH 18).

In Ukraine, when growing peas or lentils before sowing, apply moisture-retaining polymers AQUASORB (200 kg/ha) and mycorrhizal biopreparation MICOFREND, 1 l/ha, as well as pre-sowing seed treatment with growth regulator KELPAK RK, 3 l/t.

For foliar feeding of pea plants use biofertilizers Biovit, 7 l/ha (BBCH 14) or Freya-Aqua Beans, 1.5 l/ha (BBCH 14). But for foliar feeding of lentil plants to apply foliar treatment of plants with microfertilizer Reakom-SR-Beans, 3 l / ha (BBCH 14) or Quantum-Beans, 1.0 l/ha (BBCH 14).

**Key words:** *sugar beets, peas, lentils, plant stress, chlorophyll fluorescence, moisture-retaining polymers, mycorrhizal preparation, growth regulator.*