

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА

**МИХАЙЛИН ВОЛОДИМИР ІГОРЕВИЧ**

УДК 635.341: 631.816: 581.192

**УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ КАПУСТИ ЧЕРВОНОГОЛОВОЇ  
ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ  
ЗРОШЕННЯ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.06 – овочівництво

**Автореферат**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України протягом 2009–2014 рр.

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Гончаренко Василь Юхимович**,  
Інститут овочівництва і баштанництва НААН,  
провідний науковий співробітник лабораторії  
адаптивного овочівництва, зберігання і  
стандартизації

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік НААН України, заслужений діяч  
науки і техніки України  
**Хареба Володимир Васильович**,  
Апарат президії НААН України,  
заступник Академіка-секретаря Відділення  
аграрної економіки і продовольства

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Улянич Олена Іванівна**,  
Уманський національний університет  
садівництва МОН України,  
завідувач кафедри овочівництва

Захист відбудеться "27" грудня 2017 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 65.357.01 при Інституті овочівництва і баштанництва НААН за адресою: 62478, вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне, Харківський район, Харківська область  
тел./факс (057) 784-91-91, email [ovoch.iob@gmail.com](mailto:ovoch.iob@gmail.com)

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Інституту овочівництва і баштанництва НААН за адресою: 62478, вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне, Харківський район, Харківська область

Автореферат розіслано "27" листопада 2017 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

О.В. Сергієнко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Капуста головчаста – чи не найпоширеніша овочева рослина Лівобережного Лісостепу України, як за площею вирощування, так і за масштабами споживання. Одним із її видів є капуста червоноголова. Вона відрізняється від білоголової наявністю антоціану (ціанідину), який обумовлює червоно-фіолетове забарвлення, має радіопротекторні властивості і підсилює біологічну дію аскорбінової кислоти. Вітамін С знаходиться у вигляді аскорбігену, який не руйнується при подрібненні, переробці і тривалому зберіганні. Капуста червоноголова містить велику кількість біологічно-активних речовин: вітамінів С, В1, В2, В3, В6, В9, РР, Н, каротину, метіоніну, холіну, цукрів, сирого білку, мінеральних солей. Не дивлячись на високу лікувальну і дієтичну цінність червоноголової капусти її вирощують мало і вона належить до малорозповсюджених овочевих рослин.

На сьогодні під капусту червоноголову не розроблені науково-обґрунтовані системи удобрення. Рекомендовані дози мінеральних добрив встановлені теоретично за результатами досліджень з білоголовою капустою. Крім того, не проведено досліджень щодо визначення ефективності використання комплексних мікродобрив, стимуляторів росту та мікробіологічних препаратів. Не менш цікавим є також дослідження впливу мінерального живлення рослини на зміну різноманітних фізіолого-біохімічних процесів, накопичення біологічно активних речовин, визначення кореляційних залежностей між показниками, що характеризують інтенсивність протікання фізіолого-біохімічних процесів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота є складовою частиною наукових досліджень лабораторії агрохімічних досліджень і якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН і виконана у відповідності з науково-технічною програмою НААН: 16 «Овочівництво» за завданням 16.03/142 «Розробити зонально-адаптовані технології застосування різних видів макро- і мікродобрив, направлені на збереження родючості ґрунтів, підвищення продуктивності овочевих рослин та екологічно безпечне і економічно ефективне землекористування» (номер державної реєстрації 0106U003673, 2006–2010 рр.) та програмою наукових досліджень НААН 17 «Овочеві і баштанні культури» за завданням 17.02.00.05.Ф «Альтернативні енергоощадні системи удобрення капусти головчастої на чорноземних зрошуваних ґрунтах Лівобережжя України» (номер державної реєстрації 0111U005097, 2011–2015 рр.).

**Мета і завдання досліджень.** Основна мета – оптимізація мінерального живлення капусти червоноголової для отримання стабільного урожаю та продукції з високим вмістом біологічно активних речовин.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- встановлення динаміки вмісту основних елементів живлення у ґрунті за використання добрив;
- визначення фотосинтетичної діяльності рослин капусти червоноголової при застосуванні добрив;

- обґрунтування зміни активності пероксидази в листках капусти червоноголової за внесення різних видів та доз добрив;
- виявлення впливу добрив на ріст і розвиток рослин капусти червоноголової;
- визначення рівнів урожайності та біохімічних показників продукції капусти червоноголової за використання добрив;
- визначення вмісту, виносу, споживання та коефіцієнтів використання основних макро- і мікроелементів рослинами капусти червоноголової;
- виявлення дії добрив на накопичення важких металів у продукції капусти червоноголової;
- лежкість та зміна біохімічних показників продукції капусти червоноголової під час зберігання;
- визначення ураженості капусти червоноголової хворобами при її зберіганні в осінне-зимовий період;
- встановлення кореляцій між показниками росту і розвитку капусти червоноголової, її продуктивністю, якістю та основними параметрами оптимізації живлення;
- обґрунтування ефективності використання добрив у технології вирощування капусти червоноголової за економічними та біоенергетичними показниками.

*Об'єкт дослідження* – закономірності формування високого рівня урожайності та якості капусти червоноголової за рахунок оптимізації мінерального живлення.

*Предмет досліджень* – капуста червоноголова, добрива, їх дози і способи внесення (мінеральні, комплексні мікродобрива та мікробні препарати), фізіологічні процеси у рослинах (фотосинтетична діяльність, активність пероксидази), біометричні параметри рослин, урожайність, якість та лежкість продукції, вміст, винос та коефіцієнти використання макро- і мікроелементів.

**Методи дослідження.** Розробка науково-обґрунтованої системи удобрення капусти червоноголової поєднувала теоретичні та експериментальні дослідження на основі системного підходу. Польові дослідження включали спостереження за ростом, розвитком та формуванням урожайності рослин капусти червоноголової; лабораторні – визначення фізіологічних та біохімічних показників, вмісту макро- та мікроелементів у рослинах і ґрунті; вимірально-вагові – облік урожаю, чистої продуктивності фотосинтезу; математично-статистичні (дисперсійний і кореляційний) – встановлення вірогідності даних, з'ясування залежності між досліджуваними показниками; порівняльно-розрахунковий – обґрунтування економічної і біоенергетичної ефективності елементів технології.

**Наукова новизна одержаних результатів.** *Уперше* в умовах Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому встановлені закономірності формування високого рівня урожайності та якості капусти червоноголової за рахунок оптимізації мінерального живлення для різних технологій вирощування (інтенсивної, ресурсощадної та органічної), що обумовлює зростання рівня урожайності (до 40 т/га) та покращення якості продукції. Встановлено кореляцію між рівнем мінерального живлення капусти

червоноголової та показниками інтенсивності протікання фізіологічних процесів (чистою продуктивністю фотосинтезу, активністю пероксидази ( $r = 0,80-0,93$ )) і якістю продукції (вітамінами: аскорбіною та фолієвою кислотами, каротином; білком, вуглеводами ( $r = 0,61-0,89$ )).

Визначено виноси та коефіцієнти використання основних макро- і мікроелементів капустою червоноголовою за різних рівнів забезпеченості рослин елементами живлення. Виявлена дія добрив на накопичення важких металів у продукції капусти червоноголової.

Розрахована біоенергетична оцінка та проведено економічний аналіз використання добрив під капусту червоноголову в умовах зрошення для різних технологій вирощування.

*Удосконалено* технологію вирощування капусти червоноголової шляхом оптимізації системи удобрення за використання мікродобрив в якості позакореневих підживлень на фоні локалізації макро-добрив.

*Набуло подальшого розвитку* теоретичне обґрунтування формування урожайності і якості капусти червоноголової за рахунок оптимізації мінерального живлення.

**Практична цінність роботи.** Розроблено та рекомендовано виробництву «Спосіб вирощування капусти червоноголової з позакореневими підживленнями комплексним добривом Нутривант плюс олійний», який забезпечує урожайність капусти червоноголової на рівні 35–38 т/га (патент № 89412, 2014 р.), та «Спосіб вирощування капусти червоноголової із застосуванням ЕМ-препарату», який дозволяє отримувати урожайність органічної продукції капусти на рівні 33–37 т/га (патент № 89411, 2014 р.).

Впровадження наукових розробок в 2011–2014 рр. у господарствах «Лан» Полтавської та «Валерина» Луганської областей на площі 18 га підтверджує високу ефективність використання добрив під капусту червоноголову (збільшення урожайності на 2,4–5,6 т/га, чистого прибутку – на 3521–7620 грн./га). Результати дисертаційної роботи викладено у «Методичних рекомендаціях щодо селекції, насінництва та технології вирощування капусти червоноголової» (2012 р.).

**Особистий вклад здобувача.** Автор приймав участь в розробці програми наукових досліджень за темою дисертації, особисто проводив польові та лабораторні дослідження, теоретично обґрунтував отриману інформацію, узагальнював її в наукових публікаціях, а також автором особисто зроблено висновки, подано рекомендації виробництву та апробовано їх у виробничих умовах. Основні наукові положення, що винесені на захист, висновки теоретично та експериментально обґрунтовані особисто дисертантом. Частка участі здобувача у спільних публікаціях становить 60–90%.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень оприлюднені і обговорені на: міжнародній науково-практичній конференції «Інновації в овочівництві: досягнення і перспективи» (м. Мерефа, 2010 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Овочівництво України. Наукове забезпечення і резерви збільшення виробництва товарної продукції та насіння» (м. Мерефа, 2012 р.); VIII науковій конференції молодих вчених «Мікробіологія в

сучасному сільськогосподарському виробництві» (м. Чернігів, 2012 р.); науково-практичній конференції «Сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації», присвяченій 80-річчю від дня народження видатного вченого овочівника, Заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича (м. Київ, 2012 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Селекційні і технологічні інновації в овочівництві, резерви збільшення виробництва продукції та насіння» (м. Мерефа, 2013р.); щорічних засіданнях вченої ради Інституту овочівництва і баштанництва НААН (м. Мерефа 2009–2012 рр.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 14 наукових праць, у тому числі: 6 статей у наукових фахових виданнях України, 2 з яких у наукових виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних; 5 тез наукових доповідей; 1 методичні рекомендації; 2 патенти на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційну роботу викладено на 210 сторінках комп'ютерного тексту, з них основного тексту – 150, анотація – 14, 41 таблиця, 16 рисунків, 14 додатків. Дисертація складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел в кінці кожного розділу (303 найменувань, в т. ч. 24 – латиницею).

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КАПУСТИ ГОЛОВЧАСТОЇ (огляд літератури)**

На основі узагальнення літературних джерел висвітлені питання щодо біологічних особливостей капусти червоноголової, впливу різних елементів живлення на протікання фізіолого-біохімічних процесів у рослинних організмах, їх урожайність та якість продукції. Виявлені недосліджені питання щодо ефективності добрив, стимуляторів росту та мікробіологічних препаратів під капусту червоноголову для різних технологій вирощування, обґрунтовано необхідність проведення досліджень за темою дисертації.

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**Схема та методика проведення досліджень.** Дослідження проведено впродовж 2009–2014 рр. в лабораторії агрохімічних досліджень і якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН.

Схема досліду: 1. Без добрив (контроль); 2.  $N_{90}P_{90}K_{60}$  (врозкид) – еталонний варіант; 3.  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (врозкид); 4.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально); 5.  $N_{22,5}P_{22,5}K_{15}$  (локально); 6.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) + позакореневі підживлення комплексним мікродобривом Нутривант плюс олійний 2 кг/га в 3 строки (фази: 3-5 справжніх листків, розетки та зав'язування головки капусти); 7.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) + позакореневі підживлення в 3 строки комплексним мікродобривом-стимулятором марки Райкат 400 мл/га: Райкат укорінення, Райкат ріст, Райкат дозрівання; 8. ЕМ-технологія: обробка мікробіологічним препаратом Байкал-ЕМ-1У (ЕМ-препаратом) (20 л/га за розведення з водою 1:20) ґрунту до посіву,

обробка насіння (1–10 мл/кг за розведення 1:1000), позакореневі підживлення в 3 строки в дозі 2 л/га (розведення 1:100).

Площа облікової ділянки в досліді 20 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова, розміщення ділянок систематичне. Дослідження проводили згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві» (2001) та інших методичних посібників з овочівництва. Фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, оцінка урожайності проведені за загальноприйнятими методиками. Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за формулою Уільямса й Уотсона. У рослинних зразках визначали активність ферменту пероксидази за методом Бояркіна, вміст сухої речовини – ГОСТ 28561-90, масову частку цукрів – методика МВИ № 310049712403-2001, аскорбінової кислоти – ГОСТ 24556-89, масову частку нітратів – ДСТУ 4948:2008. Винос елементів живлення рослинами капусти та їх коефіцієнти використання із ґрунту і добрив визначали згідно методики З.Й. Журбицького. У ґрунтових зразках визначали вміст: нітратного азоту – колориметричним методом з дисульфофеноловою кислотою за Грандваль-Ляжем (ДСТУ 4729:2007), рухомого фосфору та обмінного калію (в оцтовокислій витяжці) - за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002). Статистичну обробку результатів досліджень проводили за Б.А. Доспеховим (1985). Економічну ефективність застосування добрив розраховували згідно з технологічними картами вирощування культури та відповідними рекомендаціями (Ручкін О.В., Гризенкова З.І. 2001). Біоенергетичну оцінку ефективності застосування різних видів і доз добрив здійснювали за методикою О.С. Болотських, М.М. Довгаля (2001).

**Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідю.** Ґрунт дослідної ділянки представлено чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим на лесі. Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту (0–25 см): рН сольової витяжки – 5,9; сума увібраних основ – 27,2 мг-екв на 100 г ґрунту; гідролітична кислотність – 2,7 мг-екв на 100 г ґрунту; вміст гумусу – 4,2%; азоту, що гідролізується, – 128–131 мг/кг; рухомого фосфору – 59–71 і обмінного калію – 95–102 мг/кг ґрунту; вміст в ацетатному буфері (рН=4,8) марганцю – 42–54 мг/кг, цинку – 2,1–2,3, міді – 0,4–0,5 та кобальту – 1,4–2,1 мг/кг.

Вегетаційні періоди різнилися за основними метеорологічними показниками, завдяки чому ефективність прийомів, що вивчались, була всебічно перевірена і доведена в різних погодних умовах.

**Технологічні прийоми вирощування** капусти червоноголової загальноприйняті для зони Лівобережного Лісостепу України (сорт – Палета, попередник – ячмінь, обробіток ґрунту – лущення стерні та оранка на 25–27 см, схема садіння 70 x 35 см, що забезпечує густоту рослин на рівні 41 тис. шт./га, зрошення – 3–4 вегетаційні поливи (способом дощування) з нормою 300–400 м<sup>3</sup>/га). Перед першою глибокою весняною культивацією вносили мінеральні добрива та обробляли ґрунт мікробіологічним препаратом Байкал-ЕМ-1У згідно схеми досліджень. Позакореневе підживлення комплексними добривами проводили у фазах: 3–5 справжніх листків, формування розетки та зав'язування головки капусти.

**ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, ФОТОСИНТЕТИЧНА  
ДІЯЛЬНІСТЬ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН  
КАПУСТИ ЧЕРВОНОГОЛОВОЇ**

**Динаміка вмісту основних елементів живлення у ґрунті за використання добрив** суттєво залежала від системи застосування добрив і мікробіологічних препаратів. За внесення добрив та Байкал-ЕМ-1У вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту в залежності від фази розвитку рослин зростає на 3–91 мг/кг, рухомого фосфору – на 1–29 мг/кг та обмінного калію – на 4–26 мг/кг. Використання ЕМ-технології сприяє підвищенню вмісту нітратного азоту до 81–95 мг/кг та обумовлює тенденцію до зростання кількості рухомого фосфору до 64–74 мг/кг і обмінного калію до 111–115 мг/кг ґрунту у період розетка – технічна стиглість. Внесення добрив врозкид забезпечує найбільший вміст нітратного азоту у ґрунті на початкових етапах розвитку капусти (188–203 мг/кг). У період максимального поглинання елементів живлення вміст доступних форм поживних речовин у орному шарі ґрунту істотно не різниться за способами внесення добрив. Встановлено високий кореляційний зв'язок між кількістю внесених мінеральних добрив і вмістом елементів живлення у ґрунті ( $r = 0,80–0,95$ ).

**Фотосинтетична діяльність рослин капусти червоноголової при застосуванні добрив.** Від інтенсивності протікання процесів фотосинтезу залежить ступінь нагромадження органічної речовини в рослині, що впливає на урожайність сільськогосподарських культур.

Внесення добрив забезпечує зростання вмісту хлорофілів А і В у листках капусти червоноголової (рис. 1).

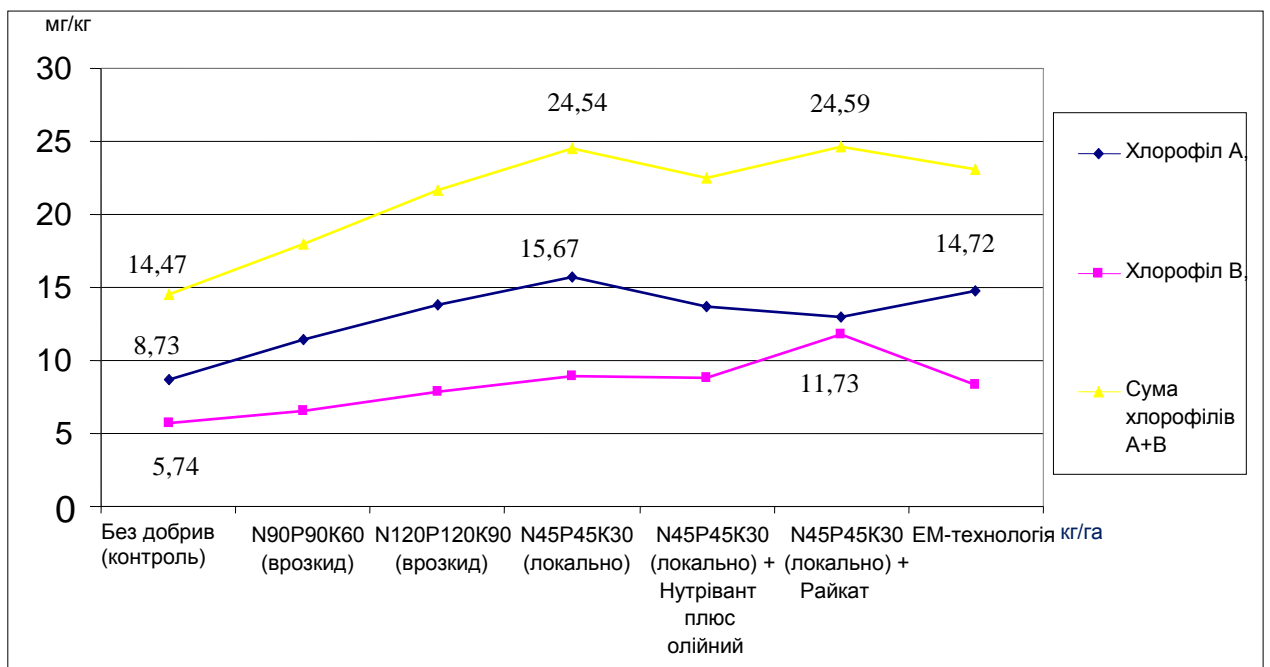


Рис. 1. Залежність вмісту хлорофілів у листках капусти червоноголової сорту Палета від способів оптимізації живлення (середнє за 2009–2011 рр.)

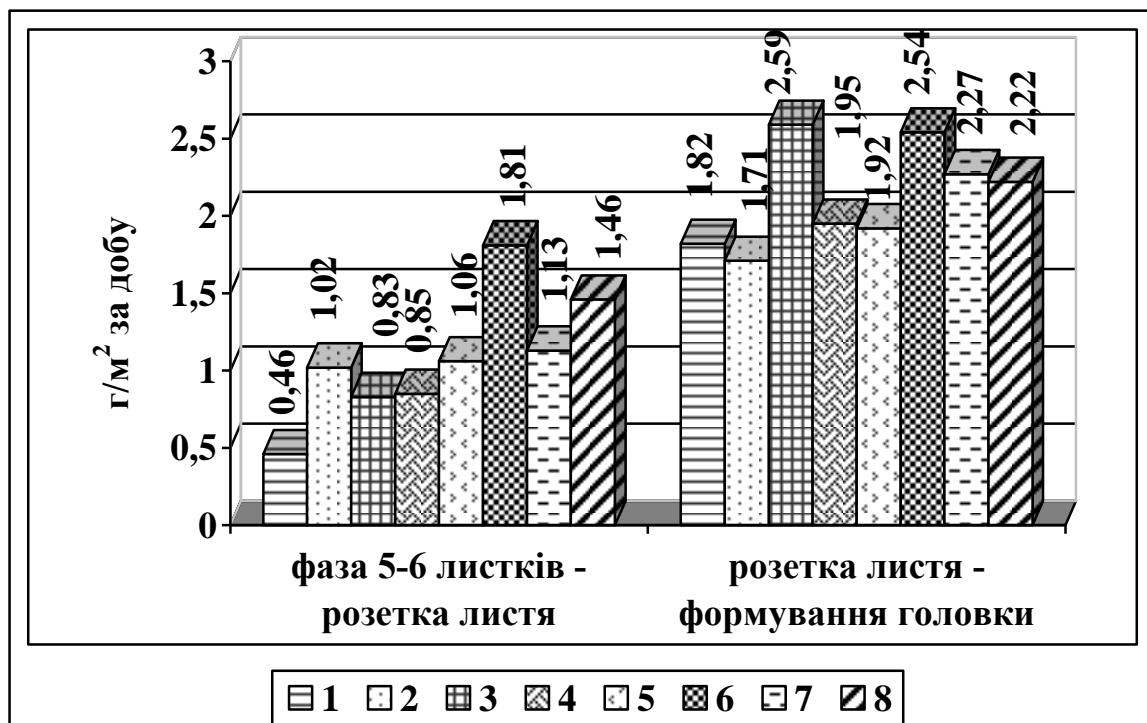
В середньому за роки досліджень найбільший вміст хлорофілу групи А в листках забезпечує внесення локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (15,67 мг/кг), врозкид



$N_{120}P_{120}K_{90}$  (13,79 мг/кг), локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний (13,70 мг/кг) та використання Байкал-ЕМ-1У (14,72 мг/кг), при значенні даного показника на контролі (без добрив) 8,73 мг/кг. Високі показники вмісту хлорофілу В у листках капусти (8,84–11,73 мг/кг) відмічено за використання мінеральних добрив в дозі  $N_{45}P_{45}K_{30}$  локально як окремо, так і спільно з підживленням комплексними мікродобривами.

Встановлена висока кореляція: між хлорофілом А та вмістом нітратного азоту у ґрунті ( $r = 0,80$ ), хлорофілом В та кількістю листків на рослині ( $r = 0,86$ ), сумою хлорофілів А+В та вмістом сухої речовини ( $r = 0,70$ ), аскорбінової кислоти ( $r = 0,78$ ) і білку ( $r = 0,84$ ) у головках капусти.

За даними варіантами оптимізації живлення відмічається підвищення рівня чистої продуктивності фотосинтезу рослин капусти червоноголової (рис. 2). Так, за міжфазний період «розетки – зав'язування головки» добрива забезпечують чисту продуктивність фотосинтезу на рівні 2,54–2,59 г/м<sup>2</sup> за добу, тоді як у більш ранній період, від 5–6 листків до розетки, високі значення чистої продуктивності фотосинтезу (1,81 г/м<sup>2</sup> за добу) відмічено за спільного використання  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний.



1. Без добрив (контроль); 2.  $N_{90}P_{90}K_{60}$  (врозкид); 3.  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (врозкид); 4.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально); 5.  $N_{22,5}P_{22,5}K_{15}$  (локально); 6.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) + Нутривант плюс олійний; 7.  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) + Райкат; 8. ЕМ-технологія

Рис. 2. Вплив різних систем удобрення на чисту продуктивність фотосинтезу капусти червоноголової сорту Палета, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2009–2011 рр.).

Отже, оптимізація мінерального живлення рослин капусти червоноголової забезпечує збільшення вмісту хлорофілів у листках, що позитивно впливає на розвиток рослин та біохімічні показники продукції.

**Зміна активності пероксидази в листках капусти червоноголової за внесення різних видів та доз добрив.** Фермент пероксидаза відповідає за більшість окислювально-відновних реакцій, що протікають за рахунок розкладання перикису водню на кисень і воду у всіх типах тканин рослинних організмів. Встановлено, що у фазу розетки капусти найбільший рівень активності пероксидази відмічено на контролі (386,2 ммоль/г за сек.) та за застосування ЕМ-технології (470,8 ммоль/г за сек.). За іншими варіантами внесення макро- та мікродобрив активність пероксидази в листках була істотно нижчою за контроль і коливалася в межах 290,8–356,0 ммоль/г за сек. Найбільш істотний вплив на активність ферменту за технічної стиглості мало застосування мінеральних добрив врозкид ( $N_{90-120}P_{90-120}K_{90-60}$ ) та сумісне використання мінеральних туків з підживленнями комплексними мікродобривами Нутривант плюс олійний та Райкат. Виявлена висока кореляційна залежність між удобренням та вмістом пероксидази у листках капусти за технічної стиглості ( $r= 0,92-0,93$ ). За технічної стиглості активність пероксидази в листках має високий кореляційний зв'язок з рівнем урожайності, товарністю капусти та виходом каротину.

**Вплив добрив на ріст і розвиток капусти червоноголової.** Позитивний вплив оптимізації живлення рослин капусти червоноголової на фізіологічні процеси у рослинах обумовлює посилення їх росту і розвитку. Відмічено істотне збільшення висоти рослин до 35,2 см за внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , до 34,9 см за локалізації  $N_{45}P_{45}K_{30}$ , до 36,4 см за підживлення «Нутривантом плюс олійний» на фоні локального внесення  $N_{45}P_{45}K_{30}$ , при середній висоті рослин на абсолютному контролі 31,3 см.

Суттєве збільшення кількості зовнішніх листків від 18,7 до 20,4 шт./рослину обумовлює використання, як мінеральних добрив, так і їх сумісне використання з позакореневим підживленням мікродобривами та застосування ЕМ-технології, при значенні даного показника на контролі 15,8 шт./рослину.

Внесення добрив забезпечило зростання середньої маси головки: від 0,80–0,96 кг за використання добрив (на контролі без добрив – 0,72 кг). Найбільшу масу головки зафіксовано за внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (0,96 кг) та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний (0,91 кг).

### **УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ КАПУСТИ ЧЕРВОНОГОЛОВОЇ, ВИНОС І СПОЖИВАННЯ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ**

**Урожайність капусти червоноголової при застосуванні добрив** за роки досліджень коливалася в межах 29,0–39,7 т/га (табл. 1). За рахунок використання добрив та мікробного препарату Байкал-ЕМ-1У рівень загальної урожайності зростає на 4,5–7,8 т/га або 15,7–27,2 % відносно абсолютного контролю з урожайністю 28,7 т/га. Найбільший рівень загальної урожайності культури забезпечує використання врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (36,5 т/га) та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  з позакореневими підживленнями Нутривант плюс олійний (36,2 т/га). Така закономірність прослідковується за всі роки досліджень. Різниця між даними варіантами удобрення є несуттєвою.

**Таблиця 1 – Вплив різних систем удобрення на урожайність капусти червоноголової сорту Палета**

Система удобрення	Загальна урожайність, т/га					
	2009 р.	2010 р.	2011 р.	середнє	приріст до контролю	
					т/га	%
Без добрив (контроль)	29,0	29,6	27,4	28,7	-	-
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> (врозкид)	33,9	36,8	33,6	34,8	6,1	21,3
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (врозкид)	33,7	39,7	36,2	36,5	7,8	27,2
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально)	34,2	38,0	31,2	34,5	5,8	20,2
N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>15</sub> (локально)	35,6	34,9	30,3	33,6	4,9	17,1
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Нутривант плюс олійний	35,9	37,6	35,0	36,2	7,5	26,1
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Райкат	33,7	34,4	31,5	33,2	4,5	15,7
ЕМ-технологія	35,9	36,5	28,2	33,5	4,8	16,7
НІР <sub>05</sub>	2,7	6,4	3,2			

Застосування ЕМ-технології, як альтернативної системи оптимізації мінерального живлення рослин для органічного овочівництва, забезпечує суттєве зростання урожайності капусти: приріст до абсолютного контролю становив 4,8 т/га або 16,7 %. Товарність головок капусти червоноголової в досліді коливалася в межах 91,6–95,3% і від внесення добрив не залежала.

Визначено, що рівень урожайності капусти червоноголової залежав від удобрення та забезпеченості орного шару ґрунту елементами живлення. Дози добрив (азотних, фосфорних і калійних) мали високий кореляційний зв'язок із загальною ( $r = 0,74–0,75$ ) і товарною урожайністю ( $r = 0,80$ ). Урожайність і товарність продукції корелювали з вмістом у ґрунті нітратного азоту ( $r = 0,73–0,97$ ), рухомого фосфору ( $r = 0,72–0,90$ ) і обмінного калію ( $r = 0,79–0,96$ ).

**Біохімічні показники продукції капусти червоноголової за використання добрив.** Встановлено, що використання врозкид N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> забезпечує тенденцію до збільшення вмісту сухої речовини в головках капусти (10,22 %); вмісту вітамінів (аскорбінової кислоти до рівня 38,38 мг/100 г, каротину – до 0,374 мг/кг, фолієвої кислоти – до 4,40 мкг/кг) та сирого білку (1,61 %). Використання сумісно N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> + Нутривант плюс олійний забезпечує підвищення вмісту у головках капусти: сахарози до 0,52 %; вітамінів (аскорбінової кислоти до 38,82 мг/100 г, фолієвої – до 5,60 мкг/кг) і сирого білку (1,62 %). Застосування ЕМ-технології відмічено тенденцію до зниження вмісту моноцукрів і збільшення сахарози та вітамінів.

На фоні стрімкого зростання урожайності овочевих рослин за сучасних технологій вирощування відмічається зниження в продукції корисних для людини речовин, що пов'язане з «ефектом розбавлення». Тому актуальності набуває розробка технологічних заходів, зокрема удобрення, спрямованих на підвищення виходу біологічно активних речовин з одиниці площі.

Найбільше накопичення біологічно активних речовин в урожаї капусти червоноголової відмічається за внесення врозкид N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> та за спільного використання локально N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> + Нутривант плюс олійний (табл. 2).

**Таблиця 2 – Вплив добрив на вихід біологічно активних речовин з одиниці площі (середнє за 2009-2011 рр.)**

Система удобрення	Вихід біологічно активних речовин з одиниці площі					
	суха речовина, т/га	загальний цукор, т/га	аскорбінова кислота, кг/га	каротин, г/га	фолієва кислота, мг/га	сирий білок, т/га
Без добрив (контроль)	2,56	1,23	9,64	7,37	84,7	0,37
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> (врозкид)	3,09	1,60	11,12	9,75	106,9	0,48
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (врозкид)	3,56	1,46	13,36	10,30	153,1	0,56
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально)	3,30	1,50	12,83	7,41	115,3	0,50
N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>15</sub> (локально)	3,04	1,35	11,69	4,85	140,9	0,44
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Нутривант плюс олійний	3,25	1,55	13,12	8,99	189,3	0,55
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Райкат	3,18	1,38	12,07	6,86	115,3	0,51
ЕМ-технологія	2,75	1,41	12,04	10,84	131,4	0,46

Встановлено, що вихід загального цукру з 1 га в залежності від системи удобрення коливався в межах 1,23–1,60 т і мав найвищі значення за використання врозкид N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> – 1,60 т, локально N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> – 1,50 т та підживлень Нутривант плюс олійний – 1,55 т, тоді як на контрольному варіанті вихід загального цукру становить 1,23 т.

Інтенсивне накопичення аскорбінової кислоти у продукції забезпечує розкидне внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> (13,36 кг/га), та локальне N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> з підживленням Нутривант плюс олійний (13,12 кг/га).

ЕМ-технології і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> (врозкид) забезпечили найбільший вихід з одиниці площі каротину (10,84 – 10,30 г/га відповідно). Добрива позитивно впливали на збільшення виходу фолієвої кислоти (вітаміну В<sub>9</sub>) з урожаєм капусти: за використання різних видів і доз добрив вихід фолієвої кислоти коливався в межах 106,93–189,28 мг/га (на контролі – 87,74 мг/га). Найбільший вихід фолієвої кислоти 189,28 мг/га забезпечує внесення локально N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> з позакореневим підживленням Нутривант плюс олійний. Найбільше сирого білку 0,55–0,56 т з 1 га отримано від застосування внесення максимальної кількості добрив N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> врозкид, від локального внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> з додатковим підживленням мікродобривами Нутривант плюс олійний.

**Вміст, винос, споживання та коефіцієнти використання основних елементів живлення з добрив рослинами капусти червоноголової.** За рахунок покращення умов живлення рослин капусти червоноголової при внесенні мінеральних добрив та мікробних препаратів збільшується винос основних елементів живлення. Локалізація внесення мінеральних добрив та проведення позакорневих підживлень комплексними добривами сприяє підвищенню використання поживних речовин із добрив. За внесення локально N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> та проведення підживлень комплексними добривами Нутривант плюс

олійний або Райкат відсоток використання поживних елементів з добрив становить: азоту – 45,3–49,1, фосфору – 22,4–27,3, калію – 56,0–67,7.

Добрива забезпечують зменшення споживання основних елементів живлення на формування одиниці урожаю капусти червоноголової. Без добрив споживання азоту становить 4,16 кг/т, фосфору – 1,86 кг/т, калію – 3,40 кг/т. Використання добрив врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Райкат обумовило збільшення споживання азоту на формування урожаю культури (4,21–4,25 кг/т). За іншими системами удобрення (внесення добрив локально, підживлення комплексним мікродобривом Нутривант плюс олійний, ЕМ-технологія) поживні речовини витрачаються більш економно і споживання азоту коливається в межах 3,86–4,02 кг/т. Споживання фосфору на рівні контролю (1,86 кг/т) відмічається за використання локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  та з підживленнями добривами групи Райкат (1,86–1,91 кг/т). За іншими варіантами удобрення споживання фосфору зменшується до рівня 1,74–1,81 кг/т. Високе споживання калію відмічається за внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Райкат (3,38–3,63 кг/т) при значенні даного показника на контролі 3,40 кг/т.

**Вміст та винос основних мікроелементів рослинами капусти червоноголової за використання різних видів та доз добрив.** За використання добрив вміст цинку у головках капусти становить 6,15–7,28 мг/кг сирової маси (на контролі – 2,61 мг/кг), що пов'язано із присутністю у добривах певної кількості цинку та посиленням його поглинання із ґрунту за рахунок більш активного розвитку кореневої системи рослин.

Застосування добрив обумовлює зменшення вмісту міді у головках капусти з 1,78 мг/кг на контролі до рівня 0,93–1,42 мг/кг сирової маси. Найменше міді містилося у продукції забезпечує використання ЕМ-технології (0,56 мг/кг сирової маси), що пов'язано з недостатнім забезпеченням рослин даним елементом живлення за використання в якості удобрення мікробних препаратів.

Встановлено, що з урожаєм без застосування добрив в середньому виноситься: 433,4 г/га марганцю; 74,9 г/га цинку; 51,1 г/га міді; 1,61 г/га кобальту і 1,69 кг/га заліза. Добрива обумовлюють зростання виносу основних мікроелементів з урожаєм культури. За внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  винос становить: марганцю в 445,3 г/га; цинку – 265,7 г/га; міді – 33,9 г/га; кобальту – 2,26 г/га; заліза – 3,75 кг/га. Найбільший винос з урожаєм мікроелементів забезпечує додаткове проведення позакорневих підживлень комплексним добривом Нутривант плюс олійний: марганцю – 528,5 г/га; цинку – 222,6 г/га; міді – 46,3 г/га; кобальту – 3,58 г/га; заліза – 8,51 кг/га.

**Дія добрив на накопичення важких металів у продукції капусти червоноголової.** За використання добрив відмічається певне збільшення вмісту важких металів в продукції капусти червоноголової, що, більш за все, пов'язано з посиленням поглинання всіх елементів з ґрунту за умови більш активного росту рослин. Але вміст важких металів не перевищував максимально допустимі рівні для овочевої продукції. Встановлено, що за внесення добрив відмічається зростання вмісту кадмію у головках капусти до 0,015–0,016 мг/кг сирової маси (МДР = 0,030 мг/кг). Використання ЕМ-технології сприяє істотному

зменшенню накопичення сполук кадмію у продукції капусти (0,09 мг/кг сирової маси). За використання добрив відмічається суттєве зростання вмісту свинцю в головках капусти до рівня 0,185-0,189 мг/кг сирової маси при значенні даного показника на контролі 0,135 мг/кг (МДР = 0,5 мг/кг).

### ВПЛИВ ДОБРІВ НА ЛЕЖКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ КАПУСТИ ЧЕРВОНОГОЛОВОЇ

**Лежкість і зміна хімічних показників продукції капусти червоноголової під час зберігання.** За зберігання капусти червоноголової у контейнерах терміном 6 місяців (листопад – квітень) природні втрати в середньому за роки досліджень коливалися у межах 13,1–16,2 %, (контроль – 13,1%) (табл. 3).

**Таблиця 3 – Природні втрати маси продукції капусти червоноголової сорту Палета і вміст біологічно-активних речовин після тривалого зберігання (середнє за 2009-2011 рр.)**

Система удобрення	Втрати маси продукції, %	Вихід стандартної продукції, %	Вміст біологічно-активних речовин на кінець терміну зберігання				
			загальний цукор, %	моноцукри, %	сахароза, %	аскорбінова кислота, мг/100 г	фолієва кислота, мкг/кг
Без добрив (контроль)	13,1	55,8	3,74	2,71	0,75	30,17	2,79
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> (врозкид)	16,2	56,4	4,59	2,82	1,57	27,83	2,97
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>90</sub> (врозкид)	14,4	54,9	3,21	2,57	0,45	33,05	4,04
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально)	14,8	56,4	4,19	2,78	1,17	34,72	3,45
N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>15</sub> (локально)	13,9	52,4	3,41	2,78	0,46	32,46	3,86
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Нутривант плюс олійний	14,5	57,8	3,60	2,80	0,62	34,48	4,78
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>30</sub> (локально) + Райкат	15,0	50,3	3,59	2,98	0,52	35,12	3,05
ЕМ-технологія	13,4	54,6	3,69	2,97	0,43	34,55	3,44

Вихід стандартної продукції зменшувався до рівня 50,3–52,4% при застосуванні локально N<sub>22,5</sub>P<sub>22,5</sub>K<sub>15</sub> та N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> + підживлення Райкатом (на варіанті без застосування добрив 55,8%). За іншими варіантами удобрення вихід стандартної продукції після зберігання знаходився у межах контролю і становив 54,6–57,8%.

Під час зберігання у головках капусти, як і у будь-якому живому організмі, проходять процеси дихання, що обумовлює розкладання вуглеводів (цукрів), органічних кислот та білків, процеси випаровування вологи, а при неналежному зберіганні – процеси гниття, анаеробне бродіння тощо.

Найменші втрати загального цукру за період зберігання відмічалися за внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub> (врозкид) і N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> (локально) – 6,5 і 10,1% відповідно, при

значенні даного показника на контролі 19,7%. За іншими варіантами внесення добрив втрати загального цукру коливалися в межах 19,5–23,4%.

Цікавим фактом є те, що за період зберігання зростає вміст сахарози у головках капусти червоноголової. Взагалі на сахарозу під час зберігання впливають два процеси: витрати цукрів на дихання і перехід моноцукрів у дисахариди. Тільки у головках капусти, де застосовували ЕМ-технологію, вміст сахарози зменшувався з 0,65% (до зберігання) до рівня 0,43% (після тривалого зберігання). Найбільше зростання вмісту сахарози відмічається за використання врозкид  $N_{90}P_{90}K_{60}$  (на 109,3%) та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (на 82,8%); на контролі вміст сахарози збільшується на 74,4%. За іншими системами удобрення вміст сахарози зростав на 13,0–25,0% і коливався в межах 0,45–0,62%.

**Ураженість капусти червоноголової хворобами при її зберіганні в осіннє-зимовий період.** Визначено видовий склад збудників хвороб капусти червоноголової за її тривалого зберігання. В середньому за роки досліджень серед хвороб капусти при зберіганні переважали фомоз (*Phoma lingam* Desv.) та судинний бактеріоз (*Xanthomonas campestris* Dawsan), ураженість даними хворобами становила 65,7% і 20,3% відповідно. Ураженість сірою гниллю (*Botrytis cinerea* Pers) складала всього 14,0%. Подібна закономірність прослідковується і за роками досліджень. Було зазначено, що найменший ступінь ураженості головок капусти хворобами забезпечує використання локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  з позакореневими підживленнями Нутривант плюс олійний (60,2%) або добривами групи Райкат (62,0%), тобто на варіантах, де оптимізація мінерального живлення рослин капусти включає використання мікроелементів. Це підтверджує факт позитивного впливу мікродобрив на ураженість овочевих рослин хворобами.

#### ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАПУСТИ ЧЕРВОНОГОЛОВОЇ

**Економічна ефективність використання добрив при вирощуванні капусти червоноголової.** Встановлено, що використання добрив в технології вирощування капусти червоноголової є справою прибутковою і рентабельною (табл. 4).

*Таблиця 4 – Економічна та біоенергетична ефективність різних систем удобрення капусти червоноголової сорту Палета (середнє за 2009-2011 рр.)*

Система удобрення	Заграти на вирощування, тис. грн./га	Прибуток, тис. грн./га	Прибуток від внесення добрив, тис. грн./га	Собівартість продукції, грн./кг	Рентабельність, %	Коефіцієнт біоенергетично і ефективності
Без добрив (контроль)	16,60	23,00	-	0,63	139	2,13
$N_{120}P_{120}K_{90}$ (врозкид)	21,24	30,96	7,96	0,61	146	2,47
$N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально)	17,36	30,94	7,94	0,54	178	2,57
$N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально) + Нутривант плюс олійний	18,08	32,62	9,62	0,54	180	2,51
ЕМ-технологія	16,88	29,17	6,17	0,55	173	2,27

За вирощування капусти червоноголової без добрив отримали прибуток на рівні 23,0 тис. грн./га, тоді як за внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  – 30,96 тис. грн./га, за спільного застосування  $N_{45}P_{45}K_{30}$ (локально) + Нутривант плюс олійний – 32,62, за використання ЕМ-технології – 29,17 тис. грн./га.

Локалізація добрив в дозі  $N_{45}P_{45}K_{30}$  з позакореневим підживленням мікродобривом Нутривант плюс олійний забезпечує найбільший прибуток від добрив (9,62 тис. грн./га) і рентабельність на рівні 180 %. Високий рівень рентабельності також отримано від внесення добрив  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) та від застосування ЕМ-технології (178% і 173% відповідно). Зростання прибутку і рентабельності за внесення  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально), як окремо, так і разом із позакореневим підживленням мікродобривом Нутривант плюс олійний, забезпечує отримання продукції капусти червоноголової з найменшою собівартістю (0,54 грн./кг).

**Біоенергетична оцінка застосування добрив в технології вирощування капусти червоноголової.** Встановлено, що за вирощування капусти червоноголової без застосування добрив сукупні витрати енергії становили 100160 МДж/га; енергія, накопичена господарсько-цінною часткою урожаю – 31847,1 МДж/га, коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 2,13.

Використання мінеральних добрив врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  збільшує сукупні витрати енергії на 20196 МДж/га, при цьому за рахунок зростання урожайності культури та збільшення вмісту сухої речовини збільшується енергія, накопичена господарсько-цінною часткою урожаю на 12437,6 МДж/га. Звідси відмічається зростання коефіцієнту біоенергетичної ефективності до 2,47. При використанні локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний, за рахунок зменшення сукупних витрат енергії на вирощування капусти червоноголової (108090 МДж/га) та зростання енергії, накопиченої господарсько-цінною часткою урожаю (40437,6 МДж/га), коефіцієнт біоенергетичної ефективності зростає до рівня 2,51. Отже, за даними варіантами удобрення капусти червоноголової отримано найкраще співвідношення енергії, акумульованої в урожаї та витраченої на формування даного урожаю.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовані та практично вирішені питання оптимізації мінерального живлення капусти червоноголової для різних технологій вирощування (інтенсивної, ресурсощадної та органічної), що обумовлює зростання рівня урожайності та покращення якості продукції. Результати проведених наукових досліджень дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Внесення мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів оптимізує поживний режим капусти червоноголової. За використання добрив та ЕМ-технології вміст нітратного азоту ( $NO_3^-$ ) у ґрунті в залежності від фази розвитку рослин зростає на 3–91 мг/кг, рухомого фосфору ( $P_2O_5$ ) на 1–29 і обмінного калію ( $K_2O$ ) на 4–26 мг/кг ґрунту. Внесення добрив врозкид забезпечує найбільший вміст  $NO_3^-$  у ґрунті на початкових етапах розвитку капусти (188–203 мг/кг); у період максимального поглинання елементів



живлення вміст доступних форм поживних речовин у орному шарі ґрунту істотно не різниться за способами внесення добрив. Використання ЕМ-технології сприяє підвищенню вмісту  $\text{NO}_3^-$  у міжфазний період «формування розетки – технічна стиглість» (81–95 мг/кг) та обумовлює тенденцію зростання кількості  $\text{P}_2\text{O}_5$  до 64–74 мг/кг і  $\text{K}_2\text{O}$  до 111–115 мг/кг.

2. Застосування добрив позитивно впливає на підвищення вмісту хлорофілу у листках капусти червоноголової. Внесення врозкид  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ , локально  $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{30}$ , сумісно  $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{30}$ (локально) + Нутривант плюс олійний, застосування ЕМ-технології забезпечує зростання у листках вмісту хлорофілів А і В до 13,88 –15,88 мг/кг та 8,01-9,00 мг/кг відповідно та суми хлорофілів А+В до 21,69–24,54 мг/кг.

3. Використання добрив сприяє зростанню чистої продуктивності фотосинтезу рослин капусти червоноголової, особливо у першій половині вегетаційного періоду (0,83–1,81 г/м<sup>2</sup> за добу, при 0,46 г/м<sup>2</sup> за добу на контролі). У міжфазний період «формування розетки – зав'язування головки» оптимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу забезпечує використання врозкид  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$  (2,59 г/м<sup>2</sup> за добу) та локально  $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{30}$  + Нутривант плюс олійний (2,54 г/м<sup>2</sup> за добу).

4. Добрива зменшують активність пероксидази у листках капусти червоноголової у фазу зав'язування головки та збільшують активність ферменту за технічної стиглості. Активність пероксидази має високу кореляцію з рівнем урожайності і товарністю капусти ( $r = 0,72-0,81$ ). Найбільш істотний вплив на активність ферменту за технічної стиглості має застосування мінеральних добрив врозкид ( $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{60}$  і  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ ) та сумісне використання мінеральних туків з підживленням комплексними мікродобривами Нутривант плюс олійний та Райкат (344,0 – 423,9 ммоль/г за сек.).

5. Добрива позитивно впливають на біометричні параметри рослин, особливо при внесенні врозкид  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$  та  $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{30}$  (локально) + Нутривант плюс олійний. За даних систем удобрення зростає кількість зовнішніх листків (18,7–19,8 штук/рослину) і середня маса головки (0,91–0,96 кг).

Між кількістю внесених добрив і масою головки капусти виявлено високу кореляцію ( $r = 0,78-0,79$ ). Маса головки корелює з вмістом нітратного азоту у ґрунті ( $r = 0,76-0,93$ ), рухомого фосфору ( $r = 0,71-74$ ) і обмінного калію ( $r = 0,80-0,86$ ), висотою рослин ( $r = 0,87$ ), вмістом нітратів у капусті ( $r = 0,89$ ), виходом сухої речовини ( $r = 0,86$ ), загального цукру ( $r = 0,71$ ), аскорбінової та фолієвої кислот ( $r = 0,80$  та  $0,76$  відповідно), сирого білку ( $r = 0,81$ ).

6. Внесення врозкид  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$  та локально  $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{30}$  + позакореневі підживлення комплексним мікродобривом Нутривант плюс олійний забезпечує зростання товарної урожайності капусти червоноголової на 7,4–8,4 т/га або на 28,0–31,8% відносно контролю з урожайністю 26,4 т/га. Застосування ЕМ-технології підвищує урожайність капусти на 4,3 т/га або на 16,3%. Дози азотних, фосфорних та калійних добрив мали високу кореляцію із загальною ( $r = 0,74-0,75$ ), товарною урожайністю ( $r = 0,80$ ), товарністю продукції капусти ( $r = 0,95-0,97$ ). Урожайність капусти корелює з вмістом хлорофілу А у листках капусти ( $r = 0,76-0,77$ ), висотою рослин ( $r = 0,90-0,92$ ), діаметром розетки листя ( $r = 0,82-0,85$ ), масою головки ( $r = 0,95-0,96$ ), виходом сухої речовини ( $r$

= 0,92–0,94), загального цукру ( $r = 0,81–0,83$ ), аскорбінової кислоти ( $r = 0,89$ ), фолієвої кислоти ( $r = 0,73–0,76$ ), сирого білку ( $r = 0,92$ ).

7. Найбільший вихід біологічно-активних речовин із урожаєм капусти червоноголової відмічається за внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  та при сумісному використанні локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний. Використання  $N_{120}P_{120}K_{90}$  (врозкид) забезпечує тенденцію до збільшення вмісту сухої речовини у головках капусти на 0,53%, підвищує вміст вітамінів (аскорбінової кислоти на 1,85 мг/100 г, каротину – на 0,017 мг/кг, фолієвої кислоти – на 1,19 мкг/кг і сирого білку на 0,22%. Використання сумісно  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний забезпечує підвищення вмісту сахарози на 0,09%, вітамінів (аскорбінової кислот на 2,29 мг/100 г, каротину – на 0,02 мг/кг, фолієвої кислоти – на 2,39 мкг/кг) і сирого білку на 0,21%. Застосування Байкал-ЕМ-1У знижує вміст моноцукрів, підвищує накопичення сахарози та вітамінів.

8. За рахунок покращення умов живлення рослин капусти червоноголової за використання мінеральних добрив і мікробних препаратів збільшується винос основних елементів живлення (загальний винос азоту становить 131,6–155,1 кг/га, фосфору – 59,7–65,7, калію – 106,3–132,4 кг/га, винос із урожаєм складає відповідно: азоту – 83,2–114,1 кг/га, фосфору – 31,7–37,6, калію – 71,6–83,5 кг/га).

9. Локалізація внесення мінеральних добрив та проведення позакореневих підживлень комплексними мікродобривами сприяє підвищенню використання поживних речовин із добрив. Коефіцієнти використання із добрив складають: азоту 42,9–54,2%, фосфору – 22,4–28,0%, калію – 56,0–67,7%.

Найбільш економно витрачаються елементи живлення на формування урожаю капусти червоноголової за внесення врозкид  $N_{90}P_{90}K_{60}$ , локально  $N_{22,5}P_{22,5}K_{15}$ , локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний та при використанні ЕМ-технології; при цьому їх споживання на формування урожаю становить: азоту 3,66–3,92 кг/т, фосфору – 1,7–1,81 кг/т, калію – 3,16–3,25 кг/т.

10. Застосування мінеральних добрив обумовлює підвищення вмісту основних мікроелементів в головках та покривних листках капусти, що сприяє збільшенню вносу мікроелементів. Найбільш високий винос мікроелементів відмічається за комплексного використання  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + Нутривант плюс олійний (винос з урожаєм марганцю становить 528,5 г/га, цинку – 222,6 г/га, міді – 46,3 г/га, кобальту – 3,58 г/га, заліза – 8,51 кг/га; загальний винос цинку складає 864,2 г/га, міді – 293,0 г/га, кобальту – 24,1 г/га, марганцю – 6,12 кг/га, заліза – 33,9 кг/га). За використання мінеральних добрив відмічається збільшення вмісту важких металів у продукції капусти червоноголової, але у межах максимально допустимого рівня для овочевої продукції.

11. Найбільший вихід стандартної продукції капусти до 57,8% після тривалого зберігання (6 місяців) забезпечує сумісне застосування  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) + Нутривант плюс олійний (підживлення). За даного варіанту удобрення відмічається отримання продукції на кінець терміну зберігання з високим вмістом аскорбінової та фолієвої кислот (34,48 мг/100 г та 4,78 мкг/кг відповідно).

Найменший ступінь ураженості головок капусти червоноголової хворобами при зберіганні забезпечує внесення локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  +

підживлення Нутривант плюс олійний (60,2%) та локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + підживлення Райкат (62,0%).

12. Найбільш рентабельною системою удобрення капусти червоноголової є внесення локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + підживлення комплексним мікродобривом Нутривант плюс олійний: прибуток становить 32,62 тис. грн./га, рівень рентабельності – 180%, а собівартості продукції зменшується до рівня 0,54 грн./кг. Співвідношення між енергетичними затратами на технологію вирощування та виходом енергії з урожаєм свідчить про високу біоенергетичну ефективність вирощування капусти червоноголової – коефіцієнт біоенергетичної ефективності складає 2,27– 2,57 в розрізі систем удобрення, при значенні даного показника на абсолютному контролі 2,13.

### РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому з метою одержання стабільних урожаїв капусти червоноголової (на рівні 40 т/га) з високими показниками якості рекомендується:

– для інтенсивних технологій вирощування вносити врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$  під першу ранньовесняну культивуацію на глибину 10-12 см ;

– для енергоощадних технологій застосовувати локально  $N_{45}P_{45}K_{30}$  разом з позакореневим підживленням комплексним мікродобривом Нутривант плюс олійний в дозі 2 кг/га в три строки (фази 5–6 листків, формування розетки, зав'язування головки);

– для систем органічного овочівництва застосовувати ЕМ-технологію (з нормою витрати ЕМ-препарату для обробки: ґрунту перед першою ранньовесняною культивуацією 20 л/га з розведенням 1 : 20, насіння – 10 мл/кг з розведенням 1:100, позакореневих підживлень в три строки (фази 5–6 листків, формування розетки, зав'язування головки); – 2 л/га з розведенням 1 : 100).

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

#### Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Михайлин В.І.** Вміст біологічно активних речовин в продукції капусти червоноголової залежно від внесення добрив // Овочівництво і баштанництво. Харків. 2012. № 58. С. 222-227.

2. **Михайлин В.І.** Вплив добрив на стабільність біохімічних компонентів капусти червоноголової при зберіганні // Вісник ХНАУ. Серія рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво. Харків. 2012. № 1. С. 148-154.

3. **Михайлин В.І.** Ефективність внесення добрив у технології вирощування капусти червоноголової // Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2014. № 3. С. 164-166.

4. Гончаренко В.Ю., Парамонова Т.В., Куц О.В., **Михайлин В.І.** Вплив добрив на протікання основних біологічних процесів і продуктивність капусти червоноголової // Овочівництво і баштанництво. Харків, 2014. № 60. С. 52-61. (здобувачем отримано експериментальні дані і підготовлено статтю до друку)

**Статті у наукових фахових виданнях України: включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

5. Парамонова Т.В., Куц О.В., Михайлин В.І., Мозговский О.Ф. Ефективність комплексних добрив в технології вирощування капусти головчастої// [Електронний ресурс] / Наукові доповіді НУБіП України. К., 2017. №3 (67) (2017). 11 с. Режим доступу до журн. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/issue/view/339>. *(здобувачем отримано експериментальні дані, узагальнено матеріали і підготовлено статтю до друку)*

6. Ходєєва Л.П., Шульгіна Л.М., Парамонова Т.В., Куц О.В., Михайлин В.І., Мозговский О.Ф. Використання різних систем удобрення капусти пізньостиглої у зрошуваній овоче-кормовій сівозміні Лісостепу України [Електронний ресурс] / Наукові доповіді НУБіП України. К., 2017. №2 (66) (2017). 9 с. Режим доступу до журн. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8458> *(здобувачем проаналізовано літературу, узагальнено матеріали і підготовлено статтю до друку)*

**Тези наукових доповідей:**

7. Михайлин В.І. Вплив мінерального живлення на врожайність та якість капусти червоноголової в умовах Лівобережного Лісостепу України // Інновації в овочівництві: досягнення і перспективи: збірник тез міжнародної науково-практичної конференції (м. Мерефа, 21 липня 2010р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут овочівництва і баштанництва. Харків, 2010. С. 35-36.

8. Михайлин В.І., Куц О.В. Використання біопрепаратів в оптимізації мінерального живлення капусти червоноголової // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: матеріали VIII наукової конференції молодих вчених (м. Чернігів, 25-27 вересня 2012 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів, 2012, С. 48-50. *(здобувачем узагальнено експериментальні дані і написано тези)*

9. Михайлин В.І. Біохімічний склад продукції капусти червоноголової залежно від внесення добрив // Овочівництво України. Наукове забезпечення і резерви збільшення виробництва товарної продукції та насіння: збірник тез міжнародної науково-практичної конференції (м. Мерефа, 22 липня 2012 р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут овочівництва і баштанництва Харків, 2012. С. 55-56.

10. Михайлин В.І. Вплив добрив на біохімічний склад капусти червоноголової при зберіганні // Сучасне овочівництво: освіта, наука та інновації: тези доповідей науково-практичної конференції присвяченої 80-річчю від дня народження видатного вченого овочівника, Заслуженого працівника вищої школи України, доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН та АН ВШ України Барабаша Ореста Юліановича (м. Київ 13-14 грудня 2012 р.) / Міністерство аграрної політики, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Вінниця, 2012, С. 119-121.

11. **Михайлин В.І.** Економічна та біоенергетична ефективності використання добрив при вирощуванні капусти червоноголової // Селекційні і технологічні інновації в овочівництві, резерви збільшення виробництва продукції та насіння: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, (Мерефа, 25 липня 2013р.) / Національна академія аграрних наук України, Інститут овочівництва і баштанництва, Харків, 2013, С. 102-103.

#### **Науково-методичні рекомендації:**

12. Чернищенко Т.В., Вітанов О.Д., Черненко В.Л., **Михайлин В.І.** та інші. Методичні рекомендації щодо селекції, насінництва та технології вирощування капусти червоноголової. Харків, 2012, 24 с. *(здобувачем отримано експериментальні дані, узагальнено матеріали і написано розділ «Особливості технології вирощування капусти с. Палета на продовольчі цілі»)*

#### **Патенти на корисну модель:**

13. Патент на корисну модель, 89412U, Україна, МПК (2014.01), А01С 14/00 «Спосіб вирощування капусти червоноголової з позакореневими підживленнями комплексними добривами»/ **Михайлин В.І.**, Куц О.В., Парамонова Т.В., Корнієнко С.І.; заявник і патентовласник Інститут овочівництва і баштанництва НААН. – U2013 10335; заявл.22.08.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл. №8. *(здобувачем отримано експериментальні дані, підготовлено і подано заявку до УкрІНТЕІ)*

14. Патент на корисну модель, 89411U, Україна, МПК (2014.01), А01С 14/00 «Спосіб вирощування капусти червоноголової з застосуванням Байкал-ЕМ-1У / **Михайлин В.І.**, Куц О.В., Парамонова Т.В., Корнієнко С.І.; заявник і патентовласник Інститут овочівництва і баштанництва НААН. – U2013 10334; заявл.22.08.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл. №8. *(здобувачем отримано експериментальні дані, підготовлено і подано заявку до УкрІНТЕІ)*

#### **АНОТАЦІЯ**

**Михайлин В.І. Урожай та якість капусти червоноголової залежно від мінерального живлення в умовах зрошення Лівобережного Лісостепу України.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.06 – овочівництво. Інститут овочівництва і баштанництва НААН, Харків, 2017.

Дисертація присвячена встановленню закономірностей формування високого рівня урожайності та якості капусти червоноголової за рахунок оптимізації мінерального живлення для різних технологій вирощування.

Для інтенсивної технології, внесення врозкид  $N_{120}P_{120}K_{90}$ , забезпечує зростання товарної урожайності капусти червоноголової на 8,4 т/га або 31,8 % вихід біологічно-активних речовин з гектара: сухої речовини 3,6 т, сирого білку 0,56 т, аскорбінової кислоти 13,4 кг, каротину 10,3 г.

Для ресурсощадної технології вирощування: внесення  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (локально) з позакореневим підживленням комплексним мікродобривом Нутривант плюс

олійний в три строки (фази 5–6 листків, формування розетки, зав'язування головки) забезпечує зростання урожайності на 7,4 т/га або 28,0 %; вихід аскорбінової кислоти 13,1 кг/га, фолієвої – 189 мг/га та сирого білку – 0,55 т/га.

Для органічної технології вирощування застосовувати ЕМ-технологію (з обробкою ґрунту, інокуляцією насіння та позакореневим підживленням рослин капусти в три строки ЕМ-препаратом), яка забезпечує зростання урожайності капусти червоноголової на 4,3 т/га або 16,3% і найбільший вихід каротину з одиниці площі – 10,8 г/га.

***Ключові слова:** капуста червоноголова, урожайність, якість, макро- та мікродобрива, ЕМ-технологія, органічне овочівництво, хлорофіл, пероксидаза, важкі метали, лежкість, економічна та біоенергетична ефективність.*

## SUMMARY

**Mykhailyn V.I. Yield and quality of red cabbage depending on mineral nutrition under irrigation conditions of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine.**  
–Manuscripts.

Dissertation for the degree of a candidate of agricultural sciences in the specialty 06.01.06 – vegetable growing – Institute of Vegetables and Melon growing, NAAS Ukraine of , Kharkiv, 2017.

In the dissertation, for the first time research the problem of optimization of mineral nutrition of red cabbage on chernozem soils typical low-humus heavy- loam Left Bank Forest-steppe of Ukraine for the various technologies of growing (intensive, resource-intensive and organic) was theoretically substantiated and practically solved, which leads to an increase in the level of yield and improvement of product quality.

The introduction of  $N_{120}P_{120}K_{90}$  and locally  $N_{45}P_{45}K_{30}$  + out root crop nutrition in three terms with the complex fertilizer Nutrivant plus Oil provides for the increase in the yield of commercial products of red cabbage by 7.4–8.4 t/ha or by 28.0-31.8% relative to absolute control with a yield of 26.4 t/ha. The use of EM-technology as an alternative optimization system for plant mineral nutrition for organic vegetable growing provides a significant increase in cabbage yield by 4.3 t/ha or 16.3%. It was found that the yield of red cabbage depended on the provision of an arable layer of soil with nutrient elements. The yields and the merchantability of products correlated with the content of nitrate ( $r=0.73-0.97$ ), mobile phosphorus ( $r=0.72-0.90$ ) and exchangeable potassium ( $r=0.79-0.96$ ).

The use of fertilizers positively affects the increase of chlorophyll content in the leaves of red cabbage and increase of pure productivity of photosynthesis. The introduction of  $N_{120}P_{120}K_{90}$ ,  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (locally),  $N_{45}P_{45}K_{30}$  (locally) + Nutrivant plus Oil, uses the EM technology to increase chlorophylls A and B in the leaves (13.88–15.88 and 8.01–9.00 mg/kg respectively) and the sum of chlorophyll A + B to 21.69–24.54 mg/kg, with a value control of 14.47 mg/kg.

In solving the problem of increasing the productivity of vegetable crops with the help of fertilizers it is necessary to constantly pay attention to the quality of cultivated products. It has been established that the use of fertilizers practically does not affect on the quality of red cabbage: there is a tendency to increase dry matter to 10.22%,

ascorbic acid to 38.38 mg/100 g, carotene to 0.374 mg/kg, folic acid to 4.40 µg/kg and protein to 1.61% for the use of total N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>.

The N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> with Nutrivant plus oil provides an increase in the content of sucrose to 0.52%, vitamins (ascorbic acid to 38.82 mg/100g, and folacin to 5.60 µg/kg) and protein to 1.62%. The use of EM-technology also tends to increase the biologically active substances. An important indicator of the dietary quality of vegetable products is the content of nitrates in it. In the experiment, the content of nitrates did not exceed the maximum permissible level (MPL) - 500 mg/kg.

The largest yield of biologically active substances per unit area provided the spreading of N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>: dry matter 3.56 t/ha, carbohydrates 1.46 and protein 0.56 t/ha, ascorbic acid 13.36 kg/ha, carotene 10.3 g/ha, folic acid 153.12 mg/ha. In common of N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> (locally) with non-root nutrition Nutrivant plus oil provides the highest yield of ascorbic and folic acid: 13.12 kg/ha and 189.28 mg/ha. EM-technology provided the highest yield of 10.84 g/ha of carotene.

The cultivation of red cabbage without fertilization, profit was obtained at the level of 23 thousand UAH/ha with a profitability 139%, for the introduction of the N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> – 30.96 thousand UAH with a profitability 146%, for the joint use of N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> (locally) and “Nutrivant plus oil” – 32.62 thousand UAH with a profitability 180%, according to EM-technology – 29.17 thousand UAH/ha with a profitability of 173%.

Calculation of all fertilizer systems in the experiment on the coefficient of bioenergy efficiency were greater than 1 (Kbe.e = 2,17–2,51). With the complete introduction of mineral fertilizers, the coefficient of bioenergy efficiency was 2.47, the combined N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> (locally), with out-root nutrition Nutrivant plus oil – 2.51, according to EM-technology – 2.27.

**Key words:** *red cabbage, yield, quality, macro- and microfertilizer, EM-technology, organic vegetable production, chlorophyll, peroxidase, heavy metals, storage, economical and bioenergy efficiency.*

#### АННОТАЦИЯ

**Михайлин В.И. Урожай и качество капусты краснокочанной в зависимости от минерального питания в условиях орошения Левобережной Лесостепи Украины. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.06 – овощеводство. Институт овощеводства и бахчеводства НААН Украины, Харьков, 2017.

Диссертация посвящена установлению закономерностей формирования высокого уровня урожайности и качества капусты краснокочанной за счет оптимизации минерального питания для различных технологий выращивания.

Для интенсивной технологии, внесение взраброс N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub>, обеспечивает рост товарной урожайности капусты краснокочанной на 8,4 т/га или 31,8% выход биологически активных веществ с гектара: сухого вещества 3,6 т, сырого белка 0,56 т, аскорбиновой кислоты 13,4 кг, каротина 10,3 г.

Для ресурсосберегающей технологии выращивания: внесение N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>30</sub> (локально) с внекорневой подкормкой комплексным микроудобрения Нутривант

плюс масличный в три срока (фазы 5–6 листьев, формирование розетки, завязывание головки) обеспечивает рост урожайности на 7,4 т/га или 28,0 %; выход аскорбиновой кислоты 13,1 кг/га, фолиевой кислоты – 189 мг/га и сырого белка – 0,55 т / га.

Для органической технологии выращивания применять ЭМ-технология (с обработкой почвы, инокуляцией семян и внекорневой подкормкой растений капусты в три срока ЭМ-препаратом), которая обеспечивает рост урожайности капусты краснокочанной на 4,3 т/га или 16,3% и наибольший выход каротина с единицы площади - 10,8 г/га.

**Ключевые слова:** капуста краснокочанная, урожайность, качество, макро- и микроудобрения, ЭМ-технология, органическое овощеводство, хлорофилл, пероксидаза, тяжелые металлы, лежкость, экономическая и биоэнергетическая эффективность.