

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

**БОНДАРЕНКО ВЕРОНІКА АНАТОЛІВНА**

УДК [635.356+635.36]:631.563

**ЛЕЖКОЗДАТНІ ВЛАСТИВОСТІ КАПУСТИ  
БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ**

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Умань – 2017

Дистертацією є рукопис.

Роботу виконано в Харківському національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Пузік Людмила Михайлівна**,  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка,  
професор кафедри технологій переробних  
і харчових виробництв.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Токар Анастасія Юхимівна**,  
Уманський національний університет садівництва,  
професор кафедри технології зберігання і переробки  
плодів та овочів;

кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**Войцешина Наталія Іванівна**,  
Київський кооперативний інститут бізнесу і права,  
доцент кафедри харчових технологій.

Захист відбудеться «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р. о \_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 74.844.01 у конференц-залі адміністративного корпусу Уманського національного університету садівництва: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська область, 20305.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Уманського національного університету садівництва за адресою: вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська область, 20305.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

О. П. Герасимчук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Капуста броколі та брюссельська є малопоширеними в Україні овочевими рослинами. Хімічний склад робить їх цінними дієтичними продуктами, наявність яких у раціоні харчування людини бажана впродовж року.

Питаннями вивчення особливостей вирощування, формування якості, збереження капусти броколі та брюссельської в різний час займалися О. Ю. Барабаш, Л. С. Гіль, О. Я. Жук, А. І. Пашковський, В. А. Колтунов, І. О. Федосій, Т. В. Лізгунова, С. А. Eaves та ін. Проте, проведені дослідження не дають відповіді на питання, що пов'язані з лежкоздатністю капусти броколі та брюссельської залежно від особливостей гібрида й умов зберігання. Не достатньо вивченими залишаються формування якості врожаю залежно від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду, його післязбиральна обробка, фізичні, теплофізичні властивості і фізіологічні процеси, що протікають у головках гібридів капусти броколі й брюссельської, а також їхній вплив на стан продукції під час зберігання. У зв'язку з вищевикладеним, удосконалення заходів для подовження строків зберігання й споживання капусти броколі та брюссельської визначає актуальність роботи.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Наукова робота виконувалася впродовж 2011–2014 рр. відповідно до тематичних планів науково-дослідної роботи кафедри плодоовочівництва і зберігання Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва «Розробка енергозберігаючих елементів технологій виробництва і зберігання овочів та фруктів» (ДР № 0112U003730).

**Мета і завдання дослідження.** Основною метою роботи є вивчення лежкоздатних властивостей капусти броколі та брюссельської для обґрунтування та розробки заходів подовження строків їхнього споживання.

Відповідно до мети були поставлені такі завдання:

- дослідити вплив умов вегетаційного періоду на формування товарного врожаю гібридів капусти броколі та брюссельської;
- установити вміст деяких компонентів хімічного складу в головках капусти броколі та брюссельської залежно від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду;
- визначити кращі за врожайністю і якістю гібриди капусти броколі та брюссельської методом багатокритеріальної оптимізації;
- дослідити фізичні, теплофізичні властивості головок різних гібридів капусти броколі та брюссельської і фізіологічні процеси, що протікають у них під час зберігання;
- провести порівняльне оцінювання лежкоздатності гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування;
- оцінити лежкоздатність головок капусти броколі та брюссельської за функцією бажаності Харрінгтона;
- проаналізувати ефективність вирощування і зберігання головок різних гібридів капусти броколі та брюссельської.

*Об'єкт дослідження* – процес формування врожаю головок капусти броколі та брюссельської, а також зміна його якості під час зберігання залежно від виду пакування.

*Предмет дослідження* – гібриди капусти броколі (Айронмен F<sub>1</sub>, Агассі F<sub>1</sub>, Бомонт F<sub>1</sub>) та брюссельської (Абакус F<sub>1</sub> і Брілліант F<sub>1</sub>).

**Методи дослідження.** Загальнонаукові: 1) діалектичний – спостереження за процесами формування якості; 2) метод гіпотез – складання схем дослідів; 3) метод експерименту – схеми польових і лабораторних дослідів; 4) метод аналізу та синтезу – формування висновків і узагальнень. Спеціальні: 1) лабораторний – біохімічні і фізико-хімічні, фізичні дослідження та оцінювання якості продукції; 2) виробничий – випробування у виробничих умовах; 3) метод математичної статистики – підготовка експериментальних даних, визначення точності і вірогідності результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше в умовах Лісостепу України теоретично обґрунтовано формування врожаю і якості головок капусти броколі та брюссельської залежно від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду, а також закономірності впливу останнього, що дозволяє прогнозувати кількість і якість урожаю.

Визначено кращі гібриди капусти броколі та брюссельської за врожайністю і якістю методом багатокритеріальної оптимізації. Розроблено моделі прогнозування врожайності капусти броколі та брюссельської.

Вперше встановлено фізичні, теплофізичні властивості головок різних гібридів капусти броколі та брюссельської і фізіологічні процеси, що відбуваються в них під час зберігання. Визначено лежкоздатність продукції капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування, особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду. Доведено переваги пакування головок капусти броколі в стретч-плівку та стретч-плівку перфоровану завтовшки 8 мкм і фасування капусти брюссельської масою по 1 кг у пакети з плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм.

Проведено порівняльне оцінювання збереженості гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування; оцінено збереженість головок капусти броколі та брюссельської за функцією бажаності Харрінгтона.

Наукову новизну результатів досліджень підтверджено патентом на корисну модель № 83674 «Спосіб зберігання капусти броколі» (2013 р.).

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень визначено і рекомендовано:

- загальні закономірності, що дають змогу прогнозувати урожайність і якість продукції капусти броколі й брюссельської залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду;

- кращі гібриди капусти броколі (Бомонт F<sub>1</sub>) та брюссельської (Брілліант F<sub>1</sub>) для вирощування в умовах Лісостепу України;

- пакування центральних головок капусти броколі у стретч-плівку та стретч-плівку перфоровану завтовшки 8 мкм, що подовжує тривалість зберігання до 35–40 діб за збереження стандартної продукції на рівні 80–82 %;

- фасування головок капусти брюссельської масою по 1 кг у пакети з

плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм, що забезпечує тривалість їхнього зберігання до 70 діб і збереження стандартної продукції на рівні 87–88 %;

– використання фізичних показників і теплофізичних властивостей головок капусти броколі й брюссельської при закладанні та під час зберігання;

– економічну ефективність вирощування і зберігання головок капусти броколі та брюссельської, їхню біоенергетичну оцінку;

Виробниче випробування результатів досліджень проведено в СК «Вітязь» с. Коробочкино Чугуївського району Харківської області (2014 р.). Результати досліджень використовуються під час викладання студентам дисциплін «Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва», «Товарознавство плодів, овочів та винограду», «Стандартизація та управління якістю продукції рослинництва» в Харківському національному аграрному університеті (ХНАУ) ім. В. В. Докучаєва.

**Особистий внесок здобувача** полягає в опрацюванні джерел літератури, обґрунтуванні закладання польових і плануванні лабораторних дослідів, їхньому проведенні; отриманні й узагальненні результатів статистичної обробки, визначенні економічної ефективності.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи обговорювалися на засіданнях кафедри плодоовочівництва та зберігання ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (2011–2016 рр.); на Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (Харків, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції» (Харків, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Селекційні і технологічні інновації в овочівництві, резерви збільшення виробництва продукції та насіння» (Харків, 2013 р.); підсумкових наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів і здобувачів (Харків, 2014 р. та 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2016 р.); всеукраїнській науковій конференції «Екологічні проблеми сільського виробництва» (Вінниця, 2016 р.).

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи викладено в 19 наукових працях, з них – одна монографія (у співавторстві), п'ять статей у наукових фахових виданнях, з чого одна в науковому періодичному виданні іншої держави; один патент на корисну модель, а також чотири статті та вісім тез доповідей на конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Роботу викладено на 183 сторінках, з них 129 сторінок основного тексту, 19 – анотація. Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків та рекомендацій виробництву; містить 32 таблиці, 28 рисунків. Додатки включають 90 таблиць та документи із впровадження результатів досліджень. Список літератури містить 198 найменувань, з них 40 латиницею.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

### НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ (огляд літератури)

Викладено біологічні та анатомо-морфологічні особливості капусти броколі та брюссельської, агробіологічні основи формування їхнього якісного і лежкоздатного врожаю. Охарактеризовано умови та сучасні способи зберігання різних видів капусти, а також фізіологічні процеси, що відбуваються в них під час зберігання. За аналізом джерел літератури встановлено необхідність поглиблення і розширення досліджень з метою експериментального обґрунтування лежкоздатності та заходів подовження строків споживання капусти броколі та брюссельської.

### УМОВИ, СХЕМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2011–2014 рр. на дослідному полі, розташованому в східній частині Лівобережного Лісостепу України на території Харківського району з використанням краплинного зрошення, кафедри плодоовочівництва та зберігання ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, а також у лабораторії стійкості рослин до біотичних факторів Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Програму досліджень реалізовували за напрямками (рис. 1):

#### **1. Формування товарного врожаю капусти броколі та брюссельської.**

*Дослід 1. Формування товарного врожаю гібридів капусти броколі та брюссельської.*

Польові дослідження проводили за загальноприйнятими методиками та рекомендаціями. В дослідженнях використовували пізньостиглі гібриди капусти броколі (Айронмен F<sub>1</sub>, Агассі F<sub>1</sub>, Бомонт F<sub>1</sub>) та брюссельської (Абакус F<sub>1</sub>, Брілліант F<sub>1</sub>). Спосіб вирощування – розсадний (висаджували розсаду з чотирма–п'ятьма справжніми листками). Спосіб розміщення рослин – стрічковий зі схемою розміщення (40+100) x 50 см. Площа посівної ділянки 50 м<sup>2</sup>, облікової – 20 м<sup>2</sup>. Кількість рослин на 1 га – 28 571 шт. Повторність дослідів триразова. Розміщення варіантів систематичне.

Головки капусти броколі збирали діаметром не менше 4 см із закритими пуп'янками (ДСТУ 8147:2015). Центральні головки закладали на зберігання, а бічні одразу реалізовували. Головки капусти брюссельської збирали щільними і характерного розміру для певного гібрида (ДСТУ 1915-91).

Капусту збирали вручну вибірково (броколі) та суцільним (брюссельська) способами, зважували, розподіляли на нетоварну і товарну продукцію, а останню – на стандартну й нестандартну. У стандартній продукції визначали вміст деяких компонентів хімічного складу: сухі речовини (ДСТУ ISO 751:2004), сухі розчинні речовини (ДСТУ ISO 2173:2007); цукри (ДСТУ 4954:2008), з яких редукувальні та сахароза; аскорбінова кислота

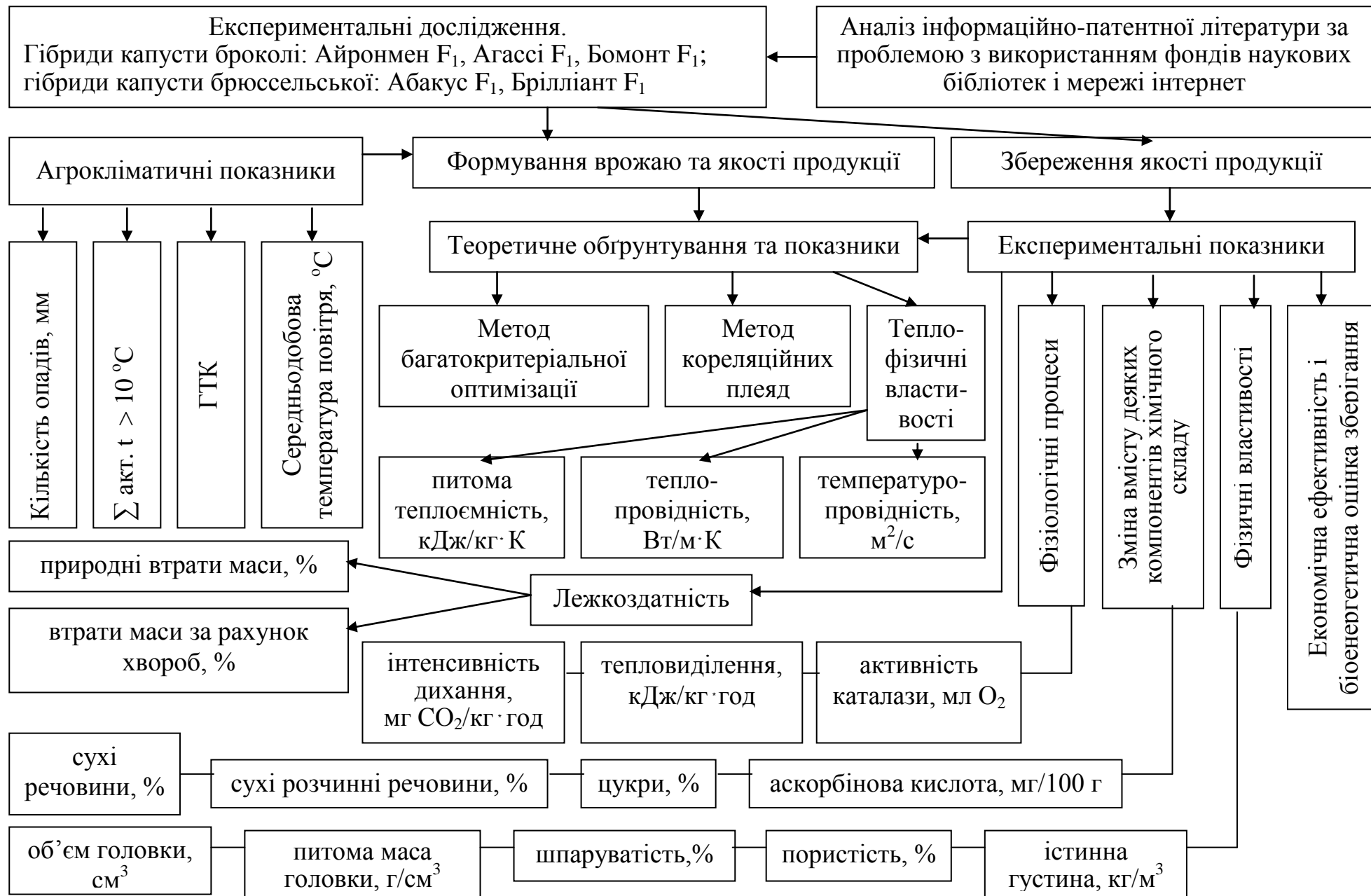


Рис. 1. Програма досліджень

(В. М. Найченко, 2010).

*Дослід 2. Фізичні і теплофізичні властивості головок гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду.*

Визначали об'єм, питому масу, пористість, істинну густину головки, насипну масу і шпаруватість продукції, її питому теплоємність, теплопровідність, температуропровідність, а також ентальпію, кількість тепла, що слід видалити під час охолодження продукції, кількість повітря для охолодження й можливе підвищення температури насипу продукції.

Дослід 1 та дослід 2 – двофакторні: фактор А – особливості гібрида, фактор В – умови вегетаційного періоду. Повторність триразова.

**2. Збереженість головок капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування й особливостей гібрида.**

*Дослід 3. Фізіологічні процеси, що відбуваються під час зберігання у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування.*

У головках капусти броколі та брюссельської до і під час зберігання визначали інтенсивність дихання (В. М. Найченко, 2010), тепловиділення (Л. В. Метлицкий, 1976) та активність каталази (А. И. Ермаков, 1987).

*Дослід 4. Збереженість головок капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування й особливостей гібрида.*

На зберігання закладали стандартну продукцію. Перед зберіганням головки капусти броколі та брюссельської охолоджували до температури зберігання. Зберігання проводили згідно з «Методическими рекомендаціями по хранению плодов, овощей и винограда» (С. Ю. Дженеєв, 1998). Капусту зберігали у холодильній камері Polair Standard КХН-8,81 за температури  $0\pm 1$  °С та відносної вологості повітря 90–95 % у ящиках полімерних №6 (ОСТ 10-15-86). Маса середнього зразка 4 кг.

Головки капусти броколі зберігали: 1) в ящиках без упаковки – контроль; з пакуванням: 2) у ящиках, вистелених плівкою поліетиленовою (ГОСТ 1354-82) завтовшки 40 мкм, краї плівки щільно загортали у вигляді конверта; 3) у стретч-плівку ПВХ (полівінілхлоридна) завтовшки 8 мкм; 4) у стретч-плівку перфоровану тієї ж товщини.

Відокремлені головки капусти брюссельської зберігали: 1) в ящиках без упаковки – контроль; з пакуванням: 2) в ящиках, вистелених плівкою поліетиленовою завтовшки 40 мкм; 3) у пакетах поліетиленових з тієї ж плівки по 1 кг; 4) у лотках зі спіненого полістеролу, загорнутих у стретч-плівку завтовшки 8 мкм і розфасованих по 0,5 кг.

Спостереження проводили у динаміці: за капустою броколі через кожні 5, брюссельською – через 10 діб. Відбір і підготовку проб до аналізів здійснювали згідно з ДСТУ ISO 874–2002.

*Дослід 5. Зміна вмісту деяких компонентів хімічного складу у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування.*

Визначали вміст сухих речовин, сухих розчинних речовин, цукрів, з яких редукувальні та сахарозу, аскорбінової кислоти до і під час зберігання.

Досліди 3, 4 та 5 – трифакторні: фактор А – вид пакування, фактор В –



особливості гібрида, фактор С – тривалість зберігання. Повторність триразова.

Зразок вилучали зі зберігання, якщо природні втрати маси сягали 10 % і більше та продукція мала ознаки ураження захворюваннями й фізіологічними розладами. У кінці зберігання визначали вихід товарної продукції (В. М. Найченко, 2001). Ідентифікацію збудників хвороб проводили за морфологією збудника під мікроскопом (К. В. Попкова, 1987, Н. М. Пидопличко, 1978).

Структуру природних втрат маси визначали за методикою Є. П. Широкова (1982), фізичні властивості – В. А. Колтунова (2002), теплофізичні – О. С. Гінзбурга (1987); кращі гібриди капусти броколі та брюссельської – методом багатокритеріальної оптимізації (М. Г. Теплицкий, 1989). Коефіцієнт стабільності врожайності гібрида розраховували за коефіцієнтом фенотипової стабільності Левіса, що наведено З. Д. Сичом (2005); коефіцієнт агрономічної стабільності гібридів визначали за методикою В. В. Хангільдіна (1981). Збереженість капусти броколі та брюссельської оцінювали за узагальненою функцією бажаності Харрінгтона (Ю. П. Адлер, 1976). Кореляційні плеяди будували за В. П. Терентьевим (1960).

Економічну ефективність вирощування капусти броколі та брюссельської розраховували за методикою В. І. Мацибори (1994), зберігання – В. А. Колтунова (2016), біоенергетичну оцінку – О. С. Болотських та М. М. Довгаля (1999). Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим (1985) та з допомогою комп'ютерних програм «Excel» і Statistica.

## **ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ**

Науково обґрунтовано і визначено, що в умовах Лісостепу України агробіологічні властивості капусти броколі формуються за таких умов вегетаційного періоду: середньодобова температура – 21...23 °С, сума активних температур вище 10 °С – 1454–1723 °С, забезпеченість опадами – 103–335 мм та ГТК = 0,60–2,04. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду загальна врожайність капусти броколі 7,7–9,6 т/га, у тому числі центральних головок – 4,5–5,6 т/га, бічних – 2,6–4,4 т/га. Рівняння регресії для прогнозування врожайності центральних головок гібрида Айронмен F<sub>1</sub> має вигляд:  $y = -2,26 + 0,24x_1 + 0,03x_2 - 3,28x_3$ ; для Агассі F<sub>1</sub>:  $y = -1,89 + 0,18x_1 + 0,03x_2 - 3,11x_3$ ; для гібрида Бомонт F<sub>1</sub>:  $y = -4,59 + 0,37x_1 + 0,01x_2 - 0,44x_3$ , де  $y$  – урожайність гібрида,  $x_1$  – середньодобова температура, °С;  $x_2$  – сума опадів, мм;  $x_3$  – ГТК.

Більш стабільною врожайністю центральних головок відзначався гібрид Бомонт F<sub>1</sub>, у якого коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса становив 1,4, а коефіцієнт агрономічної стабільності – 84,4 %.

Установлено, що врожайність і маса центральних головок досліджених гібридів капусти броколі мають слабкий або середній зв'язки з середньодобовою температурою і сильний – з кількістю опадів та ГТК:

відповідно  $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$  та  $r = 0,86 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$ . Кореляційну плеяду залежності врожайності центральних головок капусти броколі від маси головки та умов вегетаційного періоду на прикладі гібрида Айронмен F<sub>1</sub> представлено на рис. 2.

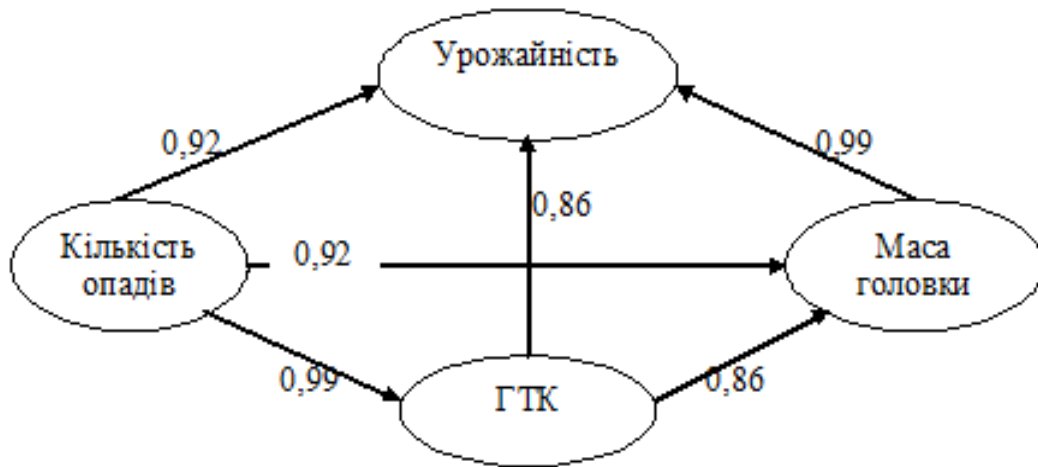


Рис. 2. Кореляційна плеяда залежності врожайності центральних головок капусти броколі гібрида Айронмен F<sub>1</sub> від маси головки та умов вегетаційного періоду

Формування врожаю капусти брюссельської відбувалося за суми активних температур більше 10 °С – 2766–3197 °С, середньодобової температури – 19...21 °С, суми опадів – 234–392 мм, ГТК = 0,70–1,35. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду врожайність капусти брюссельської становила 16,2–36,3 т/га. Стабільна врожайність у гібрида Абакус F<sub>1</sub>, коефіцієнти: Левіса – 1,7, агрономічної стабільності – 78,5 %.

Урожайність капусти брюссельської найбільше залежала від середньодобової температури ( $x_1$ ), суми опадів ( $x_2$ ) та суми активних температур ( $x_3$ ) вегетаційного періоду. Рівняння регресії для розрахунку врожайності гібрида Абакус F<sub>1</sub> має вигляд:  $y = -179,97 + 8,51x_1 + 0,095x_2 - 0,001x_3$ ; для Брілліанта F<sub>1</sub>:  $y = 144,63 - 21,78x_1 + 0,041x_2 + 0,11x_3$ . Урожайність досліджених гібридів капусти брюссельської слабо або середньо корелює з середньодобовою температурою, сумою активних температур і кількістю опадів.

Установлено, що формування врожайності центральних головок капусти броколі на 18 % залежало від особливостей гібрида і на 71 % – від умов вегетаційного періоду, тоді як у капусти брюссельської на 63 % – від особливостей гібрида, а умов вегетаційного періоду – 20 %.

Хімічний склад центральних і бічних головок капусти броколі та брюссельської залежав від особливостей гібрида (табл. 1). З досліджуваних гібридів капусти броколі виділялися Бомонт F<sub>1</sub> і Айронмен F<sub>1</sub> за вмістом у центральних головках сухих речовин (12,6–12,7 %), цукрів (2,9–3,5 %) та аскорбінової кислоти (121,1–129,8 мг/100 г). Показники сухих розчинних речовин, редукувальних цукрів та сахарози істотно не різнилися.

У бічних головках вміст сухих розчинних речовин, цукрів та аскорбінової кислоти нижчий відповідно на 17–27, 11–35, 17–25 %, проте сухих речовин –

вищий на 2–7 %.

Таблиця 1

**Вміст деяких компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти, 2011–2014 рр.**

Гібрид	СР, %	СРР, %	Вміст цукрів, %			АК, мг/100 г
			загальний	РЦ	сахароза	
<b>Капуста броколі</b>						
Айронмен F <sub>1</sub>	12,6	9,8	3,5	1,8	1,6	121,1
Агассі F <sub>1</sub>	12,2	9,3	3,2	1,8	1,3	107,4
Бомонт F <sub>1</sub>	12,7	8,5	2,9	1,8	1,1	129,8
НІР <sub>05</sub>	0,2	0,8	0,2	0,3	0,3	6,0
<b>Капуста брюссельська</b>						
Абакус F <sub>1</sub>	14,2	–	4,1	1,8	2,1	123,4
Брілліант F <sub>1</sub>	16,3	–	5,2	2,1	2,9	139,3
НІР <sub>05</sub>	0,6	–	0,9	0,2	0,7	4,0

*Примітка.* СР – сухі речовини, СРР – сухі розчинні речовини, РЦ – редукувальні цукри, АК – аскорбінова кислота.

За хімічним складом головки капусти брюссельської гібрида Брілліант F<sub>1</sub> мали переваги. В них вміст сухих речовин вищий на 13 %, цукрів – на 21 %, аскорбінової кислоти – на 11 %.

Установлено ранжувальну низку гібридів капусти броколі, що характеризує її товарні властивості: перший ранг у Айронмена F<sub>1</sub> –  $\varphi(x_1) = 5,81$ ; другий – у Бомонта F<sub>1</sub> –  $\varphi(x_3) = 8,07$ ; третій – у Агассі F<sub>1</sub> –  $\varphi(x_2) = 11,76$ . Серед гібридів капусти брюссельської перший ранг у Брілліанта F<sub>1</sub> –  $\varphi(x_2) = 2,37$ ; другий – у Абакуса F<sub>1</sub> –  $\varphi(x_1) = 6,63$ .

**ФІЗИЧНІ І ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВОК ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ**

Установлено, що об'єм центральної головки капусти броколі у межах 150,8–187,0 см<sup>3</sup>, питома маса – 1,03–1,04 г/см<sup>3</sup>, істинна густина – 1048–1050 кг/м<sup>3</sup>, насипна маса продукції – 222–238 кг/м<sup>3</sup>, шпаруватість – 77–79 %, пористість головок – 2,4–2,9 %.

За фізичними показниками гібриди капусти брюссельської істотно різнилися між собою. Об'єм головки гібрида Абакус F<sub>1</sub> становив 8,8 см<sup>3</sup>, Брілліанта F<sub>1</sub> – 18,6 см<sup>3</sup>, питома маса – відповідно 0,92 і 1,04 г/см<sup>3</sup>. Пористість головки Абакуса F<sub>1</sub> на рівні 13,5 %, Брілліанта F<sub>1</sub> – 2,8 %, істинна густина – відповідно 1056 і 1065 кг/м<sup>3</sup>. Насипна маса продукції гібрида Абакус F<sub>1</sub> була менша (496 кг/м<sup>3</sup>) порівняно з Брілліантом F<sub>1</sub> (537 кг/м<sup>3</sup>), шпаруватість – відповідно 46 і 48 %.

Питома теплоємність маси продукції гібридів капусти броколі становила 3,84–3,85 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,64 Вт/м·К, температуропровідність –

4,39–4,40 $\times 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с. Питома теплоємність головок Абакуса F<sub>1</sub> – 3,83 кДж/кг·К, у Брілліанта F<sub>1</sub> – істотно (НІР<sub>05</sub> = 0,03) менше (3,77 кДж/кг·К). Гібриди різнилися між собою за теплопровідністю: Абакус F<sub>1</sub> – 0,61 Вт/м·К, Брілліант F<sub>1</sub> – 0,64 Вт/м·К (НІР<sub>05</sub> = 0,01). Температуропровідність маси продукції гібрида Абакус F<sub>1</sub> перевищувала Брілліант F<sub>1</sub> і становила 4,79 $\times 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с. Установлено, що теплофізичні властивості маси продукції капусти броколі лише на 10 % залежали від особливості гібрида, проте на 81–87 % – від умов вегетаційного періоду, тоді як капусти брюссельської відповідно на 33–76 і на 14–58 %.

### ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ГОЛОВОК ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ ПАКУВАННЯ

Інтенсивність дихання головок капусти броколі та брюссельської залежала від особливостей гібрида і виду пакування. На початку зберігання більша інтенсивність дихання спостерігалася у головок гібрида броколі Агассі F<sub>1</sub> – 19,5 мг СО<sub>2</sub>/кг·год, у Айронмена F<sub>1</sub> – 15,4 мг СО<sub>2</sub>/кг·год (рис. 3). За

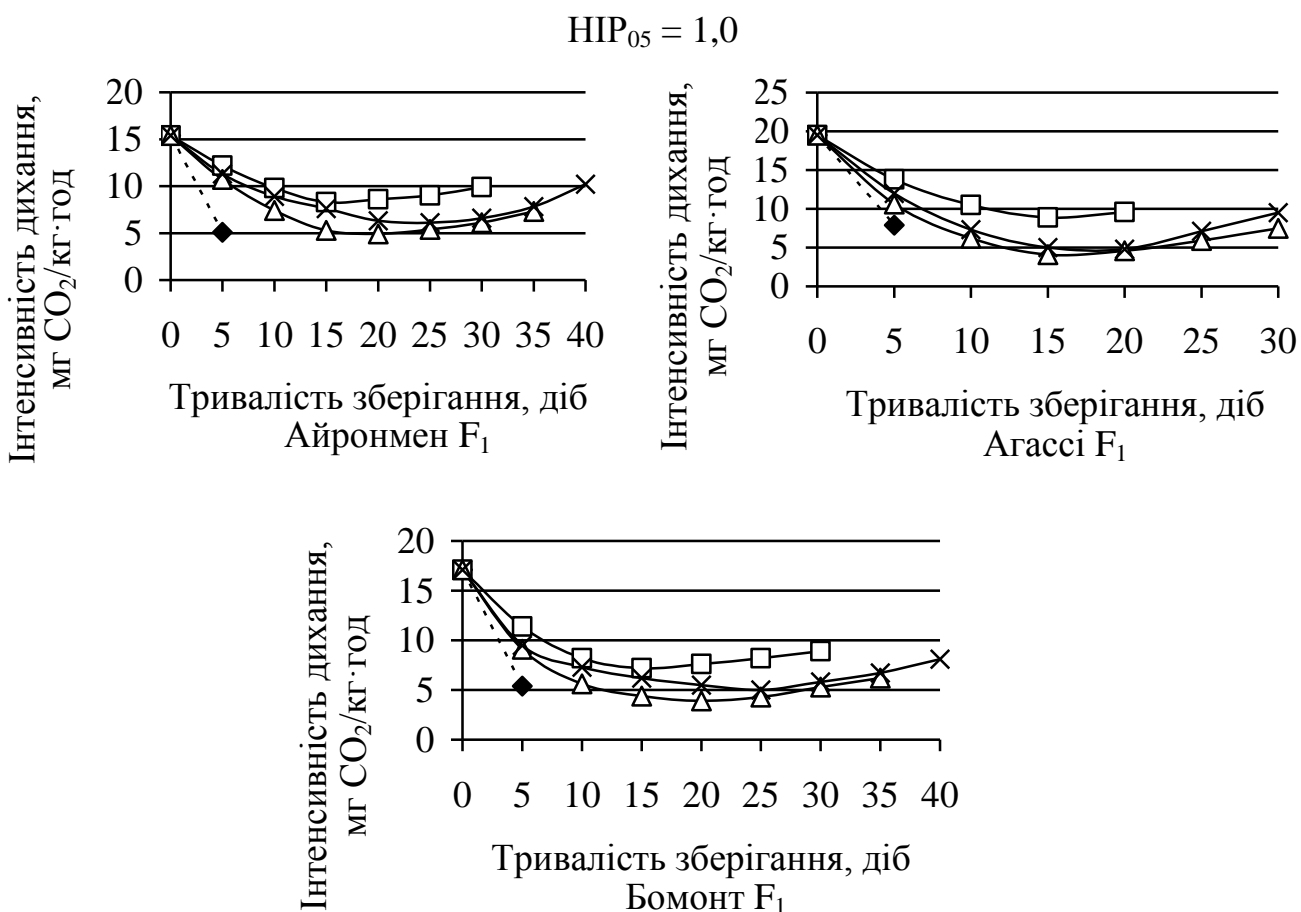


Рис. 3. Інтенсивність дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування, гібрида та тривалості зберігання (2011–2013 рр.):

--◆-- – контроль;

—□— – плівка поліетиленова;

—△— – стретч-плівка;

—×— – стретч-плівка перфорована.

подальшого п'ятидобового зберігання головок (без упаковки) процес уповільнюється на 60–68 %; у разі застосування плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм – на 46–58 %, стретч-плівки завтовшки 8 мкм – на 68–79 %, стретчу перфорованого – на 59–75 % залежно від гібрида. До кінця зберігання порівняно із 10–20-ю добою, інтенсивність дихання головок у варіантах із застосуванням плівки поліетиленової підвищилася на 16–21 % (на 20–30-ту добу), у варіантах зі стретч-плівкою – на 33–45 % (на 25–35-ту добу), зі стретч-плівкою перфорованою – на 32–55 % (на 30–40-ву добу) залежно від гібрида.

На початку зберігання інтенсивність дихання головок капусти брюссельської гібрида Абакус F<sub>1</sub> – 15,0 мг СО<sub>2</sub>/кг·год, Бріліанта F<sub>1</sub> – 13,8 мг СО<sub>2</sub>/кг·год (рис. 4). За подальшого десятидобового зберігання без упаковки вона знижувалася відповідно на 46 та 49 %. Застосування плівки поліетиленової гальмувало інтенсивність дихання головок у процесі зберігання (на 30-ту добу) на 29–30 %; за їхнього фасування по 1 кг у пакети з цієї ж плівки – на 70–74 % (на 40-ву добу); в стретч-плівку по 0,5 кг – на 75–77 % (на 40-ву добу) залежно від гібрида. В кінці зберігання (50–70 діб) інтенсивність дихання головок капусти брюссельської порівняно із 30–40-вою добою збільшувалася на 27–42 % залежно від виду пакування та гібрида.

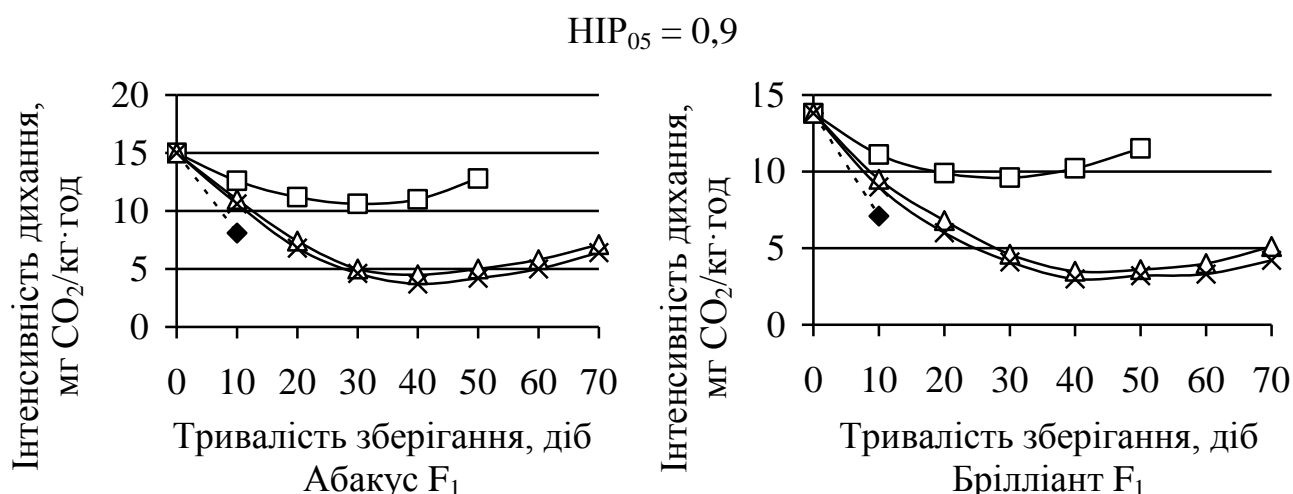


Рис. 4. Інтенсивність дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування, гібрида та тривалості зберігання (2011–2013 рр.):

◆ – контроль;

□ – плівка поліетиленова;

Δ – 1 кг у плівці поліетиленовій;

× – 0,5 кг у стретч-плівці.

Встановлено, що природні втрати маси головок капусти броколі залежали від виду пакування – більші за зберігання без упаковки впродовж п'яти діб (12,7–18,5 %), з вищим показником у головок гібрида Агассі F<sub>1</sub> (табл. 2). Різниця між гібридами істотна. Застосування плівки поліетиленової збільшувало тривалість зберігання головок гібридів капусти броколі до 25–30 діб, стретч-плівки – до 30–35, стретчу перфорованого – до 35–40 діб. Менші природні втрати маси головок забезпечило їхнє пакування у стретч-плівку – 1,4–2,3 %.

**Збереженість головок капусти броколі залежно від  
виду пакування та гібрида, 2011–2013 рр.**

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			усього	за добу		
Контроль	Айронмен F <sub>1</sub>	5	12,7	2,55	0,0	87,3
Плівка поліетиленова		30	4,8	0,16	16,6	78,6
Стретч-плівка		35	2,3	0,07	17,7	80,0
Стретч-плівка перфорована		40	4,9	0,12	14,2	80,9
Контроль	Агассі F <sub>1</sub>	5	18,5	3,71	0,0	81,5
Плівка поліетиленова		20	3,8	0,19	18,1	78,1
Стретч-плівка		25	5,4	0,22	16,9	77,7
		25	1,5	0,06	10,1	88,3
Стретч-плівка перфорована		30	1,6	0,06	17,0	81,5
		30	2,3	0,08	14,7	83,1
	35	3,3	0,09	12,6	84,1	
Контроль	Бомонт F <sub>1</sub>	5	15,9	3,18	0,0	84,1
Плівка поліетиленова		30	4,6	0,15	14,7	80,7
Стретч-плівка		35	1,4	0,04	17,1	81,5
Стретч-плівка перфорована		40	3,8	0,10	14,4	81,8
НІР <sub>05</sub>			0,4		3,3	

За зберігання головок капусти броколі у плівці завтовшки 40 мкм перші ознаки хвороб на них з'являлися на 15–25-ту добу, у стретч-плівці та стретч-плівці перфорованій – на 25–30-ту добу. Остання стримувала розвиток хвороб і фізіологічних розладів.

Вихід стандартної продукції капусти броколі за п'ять діб зберігання без упаковки (контроль) становив 81,5–87,3 %. За пакування, більший вихід товарної продукції упродовж 30–40 діб забезпечила стретч-плівка перфорована – 80,9–84,1 %. Краща збереженість головок гібрида Бомонт F<sub>1</sub>. Головки капусти брюссельської за 10 діб зберігання (без упаковки) мали природні втрати маси 8,6–10,2 % (табл. 3). Істотно вищий показник у головок гібрида Абакус F<sub>1</sub>. Пакування головок капусти брюссельської у плівку завтовшки 40 мкм подовжувало їхній строк зберігання до 50 діб, фасування по 1 кг у пакети з цієї ж плівки і по 0,5 кг у стретч-плівку – до 70 діб. Зниження природних втрат до 1,7–2,0 % дало фасування головок по 0,5 кг у стретч-плівку.

Перші ознаки ураження головок капусти брюссельської з'явилися на

30-ту добу зберігання. Менш інтенсивно вражалася продукція, яку фасували по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм.

Таблиця 3

**Збереженість головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида, 2011–2013 рр.**

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			усього	за добу		
Контроль	Абакус F <sub>1</sub>	10	10,2	1,02	0,0	89,8
Плівка поліетиленова		50	4,0	0,08	15,6	80,4
1 кг у плівці поліетиленовій		70	2,3	0,03	10,7	87,0
0,5 кг у стретч-плівці		70	2,0	0,03	12,3	85,7
Контроль	Бріліант F <sub>1</sub>	10	8,6	0,86	0,0	91,4
Плівка поліетиленова		50	2,9	0,06	13,9	83,2
1 кг у плівці поліетиленовій		70	2,1	0,03	10,4	87,6
		90	2,4	0,03	9,6	88,0
0,5 кг у стретч-плівці		70	1,7	0,03	11,7	86,7
	90	1,8	0,02	11,3	86,9	
НІР <sub>05</sub>			0,3		0,9	

Вихід стандартної продукції капусти брюссельської за 10 діб зберігання без упаковки (контроль) становив 89,8–91,4 % залежно від гібрида. Більший вихід товарної продукції забезпечило фасування її по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм – 87,0–88,0 %. Краща збереженість головок гібрида Бріліант F<sub>1</sub>.

Під час зберігання вміст компонентів хімічного складу в головках капусти броколі та брюссельської зменшувався. До кінця зберігання застосування стретч-плівки сприяло кращому збереженню хімічного складу капусти броколі: вміст сухих речовин у центральних головках зменшився в 1,2 раза, за інших способів пакування – в 1,2–1,4 раза; вміст сухих розчинних речовин – відповідно в 1,2–1,3 та 1,4–1,5 раза; загальний вміст цукрів і сахарози – відповідно в 1,2 та 1,4–1,6 раза, а за інших способів пакування – відповідно в 1,3–1,5 та 1,8–3,3 раза; вміст редукувальних цукрів – майже в 1,2 раза залежно від гібрида та виду пакування. Проте вміст аскорбінової кислоти підвищився порівняно з початковим на 11–19 %, за інших способів пакування – неістотно знизився або залишився на рівні початкового. Збереженість хімічного складу в головках гібрида Бомонт F<sub>1</sub> краща.

Високу збереженість компонентів хімічного складу в головках капусти

брюссельської забезпечило їхнє фасування по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм: вміст сухих речовин за 70 діб зберігання зменшився в 1,2–1,3 раза, за інших способів пакування – у 1,2–1,4 раза; вміст аскорбінової кислоти збільшився на 1,4–2,4 % від початкового, за інших способів пакування – зменшувався або залишався на одному рівні з ним; вміст сахарози зменшився в 1,5–1,8 раза, за інших способів пакування – в 1,8–2,8 раза залежно від гібрида. Вища цукристість головок була за їхнього фасування по 0,5 кг у стретч-плівку: відмічено зменшення загального вмісту цукрів та, в тому числі, редукувальних порівняно з початковим у 1,3–1,4 та 1,2–1,4 раза, за інших способів пакування – відповідно у 1,5–2,1 та 1,3–1,6 раза залежно від гібрида. Переваги за збереженням якості – у головок гібрида Брілліант F<sub>1</sub>.

Пакування знижувало природні втрати маси головок капусти броколі за рахунок випаровування вологи у 2,0–4,8 раза, капусти брюссельської – в 1,6–4,3 раза.

За функцією бажаності Харрінгтона краща лежкоздатність головок гібрида капусти броколі Бомонт F<sub>1</sub> – рівень задовільний; у капусти брюссельської гібрида Абакус F<sub>1</sub> – рівень добрий.

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ**

Встановлена економічна доцільність вирощування та тривалого зберігання капусти броколі та брюссельської. Реалізація центральних головок капусти броколі забезпечила чистий прибуток на рівні 24,6–34,4 тис. грн/га, капусти брюссельської – 102,0–271,6 тис. грн/га. Вищий чистий прибуток за вирощування гібридів капусти броколі Бомонт F<sub>1</sub> та капусти брюссельської Брілліант F<sub>1</sub> з рівнем рентабельності відповідно 159 та 297 %.

За тривалого зберігання вища рентабельність при пакуванні продукції капусти броколі у стретч-плівку – 59–69 % та стретч-плівку перфоровану – 59–68 % з перевагою гібрида Бомонт F<sub>1</sub>. Для капусти брюссельської – за використання плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм та за фасування головок у пакети поліетиленові по 1 кг – відповідно 99–114 і 100–112 % з перевагою гібрида Брілліант F<sub>1</sub>.

Для гібридів капусти броколі Айронмен F<sub>1</sub> та Бомонт F<sub>1</sub> більш енергоефективне пакування їхніх головок у стретч-плівку на 35-добового зберігання: коефіцієнт біоенергетичної ефективності відповідно 4,6 і 5,0; для головок гібрида Агассі F<sub>1</sub> за 30-добового зберігання у стретч-плівку перфоровану – 4,9. Найкраща енергоефективність зберігання головок капусти брюссельської – за їхнього фасування по 1 кг у пакети поліетиленові та по 0,5 кг у стретч-плівку: коефіцієнт біоенергетичної ефективності для гібрида Абакус F<sub>1</sub> відповідно 4,2 і 4,1, Брілліанта F<sub>1</sub> – 4,6.



## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне обґрунтування і практичне вирішення питань формування і збереження якості капусти броколі та брюссельської встановленням особливостей товарного врожаю та проходження фізіологічних процесів, дослідження фізичних, біохімічних властивостей, хімічного складу, порівняльного оцінювання способів зберігання.

1. Визначено, що в умовах Лісостепу України залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду (середньодобова температура – 21...23 °С; сума активних температур вище 10 °С – 1454–1723 °С, забезпеченість опадами – 103–335 мм та ГТК = 0,60–2,04) врожайність центральних головок капусти броколі становить від 4,5 до 5,6 т/га.

На врожайність капусти броколі впливають особливості гібрида (18 %) та умови вегетаційного періоду (71 %). За умови відхилення від біологічно оптимальних значень між урожайністю капусти броколі та показником середньодобової температури повітря існує сильний обернений зв'язок:  $r = -0,77 \pm 0,03 \dots -0,83 \pm 0,02$ ; кількістю опадів та ГТК – сильні прямі зв'язки: відповідно  $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$  та  $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$ .

Урожайність капусти брюссельської в межах 16,2–36,3 т/га формується за умов вегетаційного періоду: середньодобової температури – 19...21 °С, суми активних температур вище 10 °С – 2766–3197 °С, суми опадів – 234–392 мм, ГТК = 0,70–1,35,

На врожайність капусти брюссельської переважаючий вплив мають особливості гібрида (63 %), умови вегетаційного періоду – лише 20 %. За умови відхилення від біологічно оптимальних значень між урожайністю капусти брюссельської і показниками середньодобової температури повітря, кількості опадів та суми активних температур вегетаційного періоду існують прямі слабкі або середні кореляційні зв'язки.

2. Формування якості головок капусти броколі та брюссельської залежить від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду. У центральних головках капусти броколі накопичується: сухих речовин 12,2–12,7 %, сухих розчинних речовин – 8,5–9,8 %, загальний вміст цукрів – 2,9–3,5 %, аскорбінової кислоти – 107,4–129,8 мг/100 г.

У головках капусти брюссельської вміст сухих речовин – 14,2–16,3 %, цукрів – 4,1–5,2 %, аскорбінової кислоти – 123,4–139,3 мг/100 г. Формування якості врожаю залежить від погодних умов вегетаційного періоду. Накопичення сухих речовин у головках капусти брюссельської має сильний обернений зв'язок з вологістю повітря вегетаційного періоду:  $r = -0,85 \pm 0,02$ ; загальний вміст цукрів має прямий середній зв'язок з ГТК та сумою опадів вегетаційного періоду. Більше аскорбінової кислоти у головках накопичується за кращого забезпечення теплом.

3. Методом багатокритеріальної оптимізації визначено, що оптимальним поєднанням критеріїв (урожайність та якість продукції) серед досліджуваних гібридів характеризувалися серед капусти броколі – Айронмен  $F_1 - \varphi(x_1) = 5,81$  та брюссельської – Брілліант  $F_1 - \varphi(x_1) = 2,37$ .

4. Встановлено, що головки капусти броколі мають такі фізичні показники: об'єм – 150,8–187,0 см<sup>3</sup>, питома маса – 1,03–1,04 г/см<sup>3</sup>, істинна густина – 1048–1050 кг/м<sup>3</sup>, пористість – 2,4–2,9 %, насипна маса продукції – 222–238 кг/м<sup>3</sup>, шпаруватість – 77–79 %; а капусти брюссельської: об'єм – 8,8–18,6 см<sup>3</sup>, питома маса – 0,92–1,04 г/см<sup>3</sup>, істинна густина – 1056–1065 кг/м<sup>3</sup>, пористість – 2,8–13,5 %, насипна маса продукції – 496–537 кг/м<sup>3</sup>, шпаруватість – 46–48 %.

Теплофізичні властивості маси продукції капусти броколі: питома теплоємність – 3,84–3,85 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,64 Вт/м·К, температуропровідність –  $4,39\text{--}4,40 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с; брюссельської: питома теплоємність – 3,77–3,83 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,61–0,64 Вт/м·К, температуропровідність –  $4,49\text{--}4,79 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с.

5. Головки капусти броколі без упаковки здатні зберігатися лише п'ять діб. Застосування стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої підвищує лежкоздатність головок капусти внаслідок зниження інтенсивності дихання відповідно на 68–79 та 59–74 %, подовжує тривалість зберігання відповідно до 35 й 40 діб та зменшує природні втрати маси відповідно до 1,4–2,3 і 3,8–4,9 %. Втрати маси за рахунок хвороб та фізіологічних розладів за 35-добового зберігання головок у стретч-плівці становлять 17,1–17,7 %, а за 40-добового у стретч-плівці перфорованій – 14,2–14,4 %. Більший вихід товарної продукції броколі впродовж 30–40 діб забезпечує пакування у стретч-плівку перфоровану – 80,9–84,1 % залежно від гібрида. Краще зберігаються головки гібрида Бомонт F<sub>1</sub>.

6. Головки капусти брюссельської без упаковки зберігаються 10 діб. Фасування продукції по 1 кг у пакети з плівки поліетиленової та по 0,5 кг у стретч-плівку підвищує її лежкоздатність, подовжує тривалість зберігання до 70 діб. Пакування головок у стретч-плівку по 0,5 кг знижує їхню інтенсивність дихання впродовж зберігання – на 75–78 %, забезпечує менші природні втрати – 1,7–2,0 %. Високий вихід товарної продукції за фасування головок капусти брюссельської по 1 кг у пакети з плівки – 87–88 % залежно від гібрида. Краще зберігаються головки гібрида Бріліант F<sub>1</sub>.

7. Збереженню компонентів хімічного складу капусти броколі сприяє стретч-плівка, капусти брюссельської – пакети поліетиленові.

8. Оцінка збереженості головок за функцією бажаності Харрінгтона для гібридів капусти броколі: Агассі F<sub>1</sub> – рівень добрий (за 30-добового зберігання) та Бомонт F<sub>1</sub> – рівень задовільний (за зберігання впродовж 40 діб), у гібрида капусти брюссельської Абакус F<sub>1</sub> – рівень добрий (за зберігання впродовж 70 діб).

9. Вирощування гібрида капусти броколі Бомонт F<sub>1</sub> та гібрида капусти брюссельської Бріліант F<sub>1</sub> є більш рентабельним – відповідно 159 і 297 %. Вищий рівень рентабельності забезпечує зберігання головок капусти броколі у стретч-плівці – 59–69 %; капусти брюссельської – використання вкладок поліетиленових і фасуванням головок по 1 кг у пакети поліетиленові – відповідно 99–114 і 100–112 %.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В умовах Лісостепу України вирощувати гібриди капусти броколі Бомонт F<sub>1</sub> та капусти брюссельської Брілліант F<sub>1</sub>, головки реалізовувати відразу після збирання.

2. Для подовження тривалості зберігання капусти броколі до 35–40 діб та отримання стандартної продукції на рівні 80–82 % перед зберіганням продукцію охолоджувати до температури зберігання і пакувати у стретч-плівку та стретч-плівку перфоровану завтовшки 8 мкм (патент № 83674, 2013 р.). Для зберігання капусти брюссельської впродовж 70-ти діб і отримання стандартної продукції на рівні 87–88 % – охолоджувати до температури зберігання і фасувати по 1 кг у пакети з поліетиленової плівки (ГОСТ 1354-82) завтовшки 40 мкм. Зберігати упаковану капусту за температури 0±1°C.

3. При закладанні на зберігання користуватися фізичними показниками й теплофізичними властивостями головок капусти броколі та брюссельської.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографія:*

1. Пузік Л. М., Колтунов В. А., Романов О. В., Бондаренко В. А., Гайова Л. О., Щербина Є. В. Капустяні овочі. Технологія вирощування і зберігання: кол. монографія / ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2015. 374 с. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних – частка участі 10 %).

### *Статті у наукових фахових виданнях:*

2. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Вплив умов вегетаційного періоду та особливостей гібриду на формування товарного врожаю капусти брюссельської // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія «Сільськогосподарські науки». Вінниця, 2014. Вип. 5. № 82. С. 157–162. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 70 %).

3. Пузік Л. М., Бондаренко В. А., Гайова Л. О. Капуста цвітна – цінна овочева культура // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво». Харків: ХНАУ, 2014. № 1. С. 14–21. (Отримання та узагальнення експериментальних даних – частка участі 30 %).

4. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Екологічна стабільність гібридів капусти броколі // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». Харків: ХНАУ, 2015. № 1. С. 15–20. (Отримання та узагальнення експериментальних даних – частка участі 50 %).

5. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Збереженість капусти брюссельської залежно від способу пакування // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». Харків: ХНАУ, 2016. № 1. С. 7–11. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 70 %).

*Стаття у науковому періодичному виданні іншої держави:*

6. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской // Вестник Белорус. ГСИ. Горки, 2015. № 3. С. 107–110. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 70 %).

*Статті в інших виданнях:*

7. Puzik L., Bondarenko V. The influence of conditions of the vegetation period and features of a hybrid on the yield of Brussels sprouts // J. Economics and national economy management: problems and prospects. 2013. P. 152–154. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 70 %).

8. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Інтенсивність дихання капусти броколі під час зберігання // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво». Харків: ХНАУ, 2012. № 2. С. 278–281. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 70 %).

9. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Роль логістики у збереженості овочевої продукції // Вісник ХНАУ. Серія «Технічні науки. Сільськогосподарські науки. Економічні науки». Харків: ХНАУ, 2012. № 12. С. 188–191. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 50 %).

10. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Вплив способу пакування на збереженість овочевої продукції // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво». Харків: ХНАУ, 2015. № 2. С. 115–121. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання статті – частка участі 50 %).

*Тези доповідей на наукових конференціях:*

11. Бондаренко В. А. Формування компонентів хімічного складу капусти броколі залежно від особливостей гібриду та умов вирощування // Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених. Харків: ХНАУ, 2012. С. 31.

12. Бондаренко В. А. Формування якості капусти броколі залежно від періодичності зборів // Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів. Харків: ХНАУ, 2013. С. 36.

13. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Формування компонентів хімічного складу капусти брюссельської залежно від особливостей вегетаційного періоду та гібриду // Селекційні і технологічні інновації в овочівництві, резерви збільшення виробництва продукції та насіння: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. НААНУ, ІОБ. Харків, 2013. С. 120–121. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання тез – частка

участі 70 %).

14. Бондаренко В. А. Фізіологічні процеси, що протікають у капусті броколі під час її зберігання // Матеріали підсумк. наук. конф. проф.-викл. складу, аспірантів і здобувачів. Ч. 1. Харків: ХНАУ, 2013. С. 52–54.

15. Бондаренко В. А. Зміна вмісту компонентів хімічного складу капусти броколі під час зберігання залежно від способу пакування // Матеріали підсумк. наук. конф. проф.-викл. складу, аспірантів і здобувачів. Ч. II. Харків: ХНАУ, 2014. С. 217–218.

16. Бондаренко В. А. Динаміка вмісту вітаміну С у капусті броколі під час зберігання // Матеріали підсумк. конф. проф.-викл. складу, аспірантів і здобувачів. Ч. II. Харків: ХНАУ, 2016. С. 21–22.

17. Пузик Л. М., Бондаренко В. А. Динаміка вмісту вітаміну С у капусті брюссельській під час зберігання // Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Умань, 2016. С. 6–8. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання тез – частка участі 70 %).

18. Бондаренко В. А., Пузик Л. М. Економічна ефективність зберігання капусти броколі у поліетиленовій плівці // Екологічні проблеми сільського виробництва: зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф.: Вінниця, 2016. С. 16–17. (Опрацювання джерел літератури, отримання та узагальнення експериментальних даних, написання тез – частка участі 70 %).

#### *Патент:*

19. Спосіб зберігання капусти броколі: пат. 83674 Україна, МПК А 23В 7/04 / Пузик Л. М., Пузик В. К., Бондаренко В. А.; заявник та власник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – № и 2013 03300; заявл. 18.03.2013, чинний з 25.09.2013, Бюл. № 18. (Ведення експерименту, отримання та узагальнення експериментальних даних – частка участі 40 %).

## **АНОТАЦІЯ**

**Бондаренко В. А. Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва. Уманський національний університет садівництва, Умань, 2017.

Дисертація присвячена вивченню лежкоздатних властивостей капусти броколі та брюссельської для обґрунтування та розробки заходів подовження їхніх строків споживання.

Проведено порівняльну оцінку капусти броколі та брюссельської за врожайністю залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду в Лісостепу України.

Встановлено, що хімічний склад головок капусти броколі та

брюссельської залежить від особливостей гібрида й умов вегетаційного періоду.

Методом багатокритеріальної оптимізації визначено, що кращими за врожайністю і якістю гібридами капусти брокколі є – Айронмен F<sub>1</sub> та брюссельської – Бріліант F<sub>1</sub>.

Досліджено фізичні, теплофізичні властивості і фізіологічні процеси різних гібридів капусти брокколі й брюссельської та їх зміни під час зберігання.

Установлено, що більший вихід стандартної продукції (80,9–84,1 %) капусти брокколі забезпечило її пакування у стретч-плівку перфоровану на 30–40-ву добу зберігання залежно від гібрида. Більший вихід стандартної продукції (87,0–88,0 %) капусти брюссельської був за фасування головок по 1 кг у пакети з плівки 40 мкм на 70-ту добу залежно від гібрида.

Оцінено збереженість головок капусти брокколі та брюссельської за функцією бажаності Харрінгтона.

Проведено аналіз економічної ефективності та біоенергетичної оцінки зберігання продукції різних гібридів капусти брокколі й брюссельської.

**Ключові слова:** капуста брокколі, капуста брюссельська, лежкоздатність, пакування, компоненти хімічного складу, ефективність.

## АННОТАЦІЯ

**Бондаренко В. А. Лежкоспособные свойства капусты брокколи и брюссельской. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.15 – первичная обработка продуктов растениеводства. Уманский национальный университет садоводства, Умань, 2017.

Диссертация посвящена изучению лежкоспособных свойств капусты брокколи и брюссельской для обоснования и разработки способов продления сроков их потребления.

Исследования проводили с гибридами капусты брокколи (Айронмен F<sub>1</sub>, Агасси F<sub>1</sub>, Бомонт F<sub>1</sub>) и брюссельской (Абакус F<sub>1</sub>, Бриллиант F<sub>1</sub>).

Научно обосновано и установлено, что в условиях Лесостепи Украины агробиологические свойства капусты брокколи формируются при таких погодных условиях вегетационного периода: среднесуточная температура – 21...23 °С, сумма активных температур выше 10 °С – 1454–1723 °С, обеспеченность осадками – 103–335 мм и ГТК = 0,60–2,04. В зависимости от особенностей гибрида и условий вегетационного периода общая урожайность капусты брокколи от 7,7 до 9,6 т/га, в том числе, центральных головок – 4,5–5,6 т/га, боковых – 2,6–4,4 т/га.

Формирование урожая капусты брюссельской происходит в условиях Лесостепи Украины в пределах среднесуточной температуры – 19...21 °С, суммы активных температур выше 10 °С – 2766–3197 °С, суммы осадков – 234–392 мм и ГТК = 0,70–1,35. В зависимости от особенностей гибрида и условий вегетационного периода ее урожайность составляет 16,2–36,3 т/га.

Установлен ранжировочный ряд гибридов капусты брокколи, что характеризует ее товарные свойства. Первый ранг у гибрида Айронмен  $F_1 - \varphi(x_1) = 5,81$ ; второй – у Бомонта  $F_1 - \varphi(x_3) = 8,07$ ; третий – у Агасси  $F_1 - \varphi(x_2) = 11,76$ . Среди гибридов капусты брюссельской первый ранг у гибрида Бриллиант  $F_1 - \varphi(x_2) = 2,37$ ; второй – у Абакуса  $F_1 - \varphi(x_1) = 6,63$ .

Объем центральной головки капусты брокколи –  $150,8-187,0 \text{ см}^3$ , удельная масса –  $1,03-1,04 \text{ г/см}^3$ , истинная плотность –  $1048-1050 \text{ кг/м}^3$ , пористость –  $2,4-2,9 \%$ . Насыпная масса продукции находится в пределах  $222-238 \text{ кг/м}^3$ , скважистость –  $77-79 \%$ .

Объем головки капусты брюссельской – всего лишь  $8,8-18,6 \text{ см}^3$ , удельная масса –  $0,92-1,04 \text{ г/см}^3$ , пористость –  $2,8-13,5 \%$ , истинная плотность головок –  $1056-1065 \text{ кг/м}^3$ , насыпная масса –  $496-537 \text{ кг/м}^3$ , скважистость –  $46-48 \%$ .

Удельная теплоемкость головок гибридов капусты брокколи –  $3,84-3,85 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ , теплопроводность –  $0,64 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ , температуропроводность –  $4,39-4,40 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ . Удельная теплоемкость головок гибридов капусты брюссельской –  $3,77-3,83 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ , теплопроводность –  $0,61-0,64 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ; температуропроводность массы продукции –  $4,49-4,79 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ .

В начале хранения интенсивность дыхания головок капусты брокколи высокая:  $15,4-19,5 \text{ мг CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$ . При дальнейшем хранении головок в течение пяти суток (без упаковки) процесс замедляется на  $60-68 \%$ ; в случае использования пленки полиэтиленовой толщиной  $40 \text{ мкм}$  – на  $46-58 \%$ , стретч-пленки толщиной  $8 \text{ мкм}$  – на  $68-79 \%$ , стретч-пленки перфорированной – на  $59-75 \%$  в зависимости от гибрида.

В начале хранения интенсивность дыхания головок капусты брюссельской  $13,8-15,0 \text{ мг CO}_2/\text{кг}\cdot\text{год}$ . За 10 суток хранения головок без упаковки – снижается соответственно на  $46-49 \%$ . При упаковке головок в пленку полиэтиленовую толщиной  $40 \text{ мкм}$  активность процесса замедляется на треть; при фасовке по  $1 \text{ кг}$  в мешки из этой же пленки – на  $70-74 \%$ ; при упаковке в стретч-пленку по  $0,5 \text{ кг}$  – на  $75-77 \%$  в зависимости от гибрида.

Применение пленки полиэтиленовой увеличивает срок хранения капусты брокколи до  $25-30$  суток, стретч-пленки – до  $30-35$ , стретча перфорированного – до  $35-40$  суток. Меньшие естественные потери массы головок обеспечивает упаковка их в стретч-пленку –  $1,4-2,3 \%$  в зависимости от гибрида.

Упаковка головок капусты брюссельской в пленку толщиной  $40 \text{ мкм}$  продлевает их срок хранения до 50 суток, фасовка по  $1 \text{ кг}$  в пакеты из этой же пленки и по  $0,5 \text{ кг}$  в стретч-пленку – до 70 суток. Снижение естественных потерь до  $1,7-2,0 \%$  в зависимости от гибрида дает фасовка головок в стретч-пленку по  $0,5 \text{ кг}$ .

Выход стандартной продукции капусты брокколи за пять суток хранения без упаковки –  $81,5-87,3 \%$ , брюссельской за 10 суток –  $89,8-91,4 \%$  в зависимости от гибрида. При упаковке большой выход товарной продукции брокколи за  $30-40$  суток хранения обеспечивает стретч-пленка перфорированная –  $80,9-84,1 \%$  в зависимости от гибрида. Лучшая сохранность

у головок гибрида Бомонт F<sub>1</sub>.

Высокий выход товарной продукции обеспечивает фасовка головок капусты брюссельской по 1 кг в пакеты из пленки – 87–88 % в зависимости от гибрида. Лучшая сохранность у головок гибрида Бриллиант F<sub>1</sub>.

Высокую сохранность компонентов химического состава в головках капусты брокколи обеспечивает упаковка в стретч-пленку, брюссельской – их фасовка по 1 кг в пакеты из пленки толщиной 40 мкм.

Согласно функции желательности Харрингтона оценка лежкоспособности для головок гибрида капусты брокколи Бомонт F<sub>1</sub> – уровень удовлетворительный; для капусты брюссельской – у гибрида Абакус F<sub>1</sub> – уровень хороший.

Высший уровень рентабельности при длительном хранении обеспечивает упаковка продукции капусты брокколи в стретч-пленку – 59–69 % и перфорированную стретч-пленку – 59–68 % с приоритетом для гибрида Бомонт F<sub>1</sub>. У капусты брюссельской рентабельность при использовании пленки полиэтиленовой толщиной 40 мкм и при фасовке головок в пакеты полиэтиленовые по 1 кг – 99–114 и 100–112 % соответственно. Более высокий уровень рентабельности получен при хранении головок гибрида Бриллиант F<sub>1</sub>.

Во время хранения головок гибридов капусты брокколи более энергоэффективным является их упаковка в стретч-пленку и стретч-пленку перфорированную: коэффициент биоэнергетической эффективности – 4,6–5,0. Лучшая энергоэффективность хранения головок капусты брюссельской – при их фасовке по 1 кг в пакеты полиэтиленовые и по 0,5 кг в стретч-пленку: коэффициент биоэнергетической эффективности – 4,1–4,6.

**Ключевые слова:** капуста брокколи, капуста брюссельская, лежкоспособность, упаковка, компоненты химического состава, эффективность.

## ANNOTATION

**Bondarenko V. A. Storage qualities of Broccoli and Brussels sprouts. – Manuscript.**

Dissertation for a scientific degree of the candidate of agricultural sciences, a specialty 06.01.15 – preliminary processing of crop products. Uman National University of Horticulture, Uman, 2017.

The thesis is devoted to the issues of development and reasoning the measures on prolongation of Broccoli and Brussels sprouts consuming terms.

Comparative evaluation of Broccoli and Brussels sprouts by yield capacity depending on hybrid peculiarities as well as vegetation period in the Forest-steppe of Ukraine is carried out.

It is determined that of chemical compounds in heads Broccoli and Brussels sprouts depends on hybrid peculiarities and conditions of vegetation period.

The method of multicriteria optimization has determined that the best hybrids of Broccoli are Ironman F<sub>1</sub> and Brussels sprouts – Brilliant F<sub>1</sub>.

Physical, thermal qualities and physiological processes of different hybrids of



Broccoli and Brussels sprouts, and their changes during the storage period are studied.

It is determined that packing in the perforated stretch-film provided the largest output of standard Broccoli production – 80,9–84,1 % after 30–40 days of storage depending on the hybrid. Larger output of Brussels sprouts' standard production was observed when 1 kg of stalks were wrapped in film packages of 40 mcm – 87,0–88,0 % after 70 days depending on the hybrid.

Storability heads of Broccoli and Brussels sprouts is evaluated by Harrington desirability function.

The analysis of economic efficiency and bio energetic valuation of storage of different Broccoli and Brussels sprouts' hybrids is carried out.

**Key words:** cabbage Broccoli, Brussels sprouts, storage capacity, packing, components of chemical compounds, efficiency.