

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва
Міністерство освіти і науки України

Уманський національний університет садівництва
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

БОНДАРЕНКО ВЕРОНІКА АНАТОЛІЇВНА

УДК [635.356+635.36]:631.563

ДИСЕРТАЦІЯ
ЛЕЖКОЗДАТНІ ВЛАСТИВОСТІ КАПУСТИ
БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ

06.01.15 – первинна обробка продуктів рослинництва
20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В. А. Бондаренко

Науковий керівник – Пузік Людмила Михайлівна, доктор сільськогосподарських наук, професор

Харків – 2017

АНОТАЦІЯ

Бондаренко В.А. Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

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.

Науково обґрунтовано та встановлено, що в умовах Лісостепу України агробіологічні властивості капусти броколі формуються за таких погодних умов вегетаційного періоду: середньодобова температура – 21,4...23,0 °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 від 7,7 до 9,6 т/га, у тому числі, центральних головок – 4,5–5,6 т/га, бічних – 2,6–4,4 т/га. Більш стабільною врожайністю центральних головок відзначається гібрид Бомонт F₁, у якого коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса – 1,4, а коефіцієнт агрономічної стабільності – на рівні 84,4 %.

Установлено, що урожайність і маса центральних головок досліджених гібридів капусти броколі мають слабкий або середній зв'язки із середньодобовою температурою, проте сильний – з кількістю опадів та ГТК: відповідно $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$ та $r = 0,86 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$.

Формування врожаю капусти брюссельської відбувається в умовах Лісостепу України в межах середньодобової температури – 19,3...20,9 °С, суми активних температур вище 10 °С – 2766–3197 °С, суми опадів – 234–392 мм та ГТК = 0,70–1,35. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду її врожайність – 16,2–36,3 т/га. Стабільна врожайність

головок у гібрида Абакус F₁: коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса – 1,7 та коефіцієнт агрономічної стабільності – 78,5 %. Урожайність досліджених гібридів капусти брюссельської слабо або середньо корелює із середньодобовою температурою, сумою активних температур та кількістю опадів.

Установлено, що формування врожаю центральних головок капусти броколі на 18 % залежить від особливостей гібрида й на 71 % – від умов вегетаційного періоду, тоді як капусти брюссельської, навпаки, на 63 % – від особливостей гібрида й на 20 % – від умов вегетаційного періоду.

Виявлено, що вміст сухих речовин у центральних головках капусти броколі істотно не залежить від гібрида і знаходиться в межах 12,2–12,7 %. У бічних головках їх на 0,3–1,0 % більше. Вміст сухих розчинних речовин у центральних головках істотно залежить від гібрида і коливається в межах 8,5–9,8 %. У бічних головках їх на 1,4–2,5 % менше. Показник сухих розчинних речовин у головках гібрида Айронмен F₁ вищий.

Загальний вміст цукрів у центральних головках капусти броколі – 2,9–3,5 %, у бічних – на 0,4–1,0 % менше. Істотно вищий показник у гібрида Айронмен F₁. Кількість редукувальних цукрів у центральних головках – 1,8 %. У бічних головках вміст редукувальних цукрів – 1,4–2,2 %, при цьому істотно вищий, порівняно з іншими гібридами, тільки в гібрида Айронмен F₁. Центральні головки накопичують 1,1–1,6 % сахарози, бічні – на 0,5–0,7 % менше. Більше її накопичується в гібрида Айронмен F₁. Різниця істотна лише з гібридом Бомонт F₁.

Більший вміст аскорбінової кислоти у центральних головках гібрида Бомонт F₁ – 129,8 мг/100 г, істотно менший у Агасі F₁ – 107,4 мг/100 г. У бічних головках показник на 17,3–25,4 % нижчий.

Вміст компонентів хімічного складу в центральних головках капусти броколі на 19–47 % залежить від особливостей гібрида й на 21–70 % від умов вегетаційного періоду, в бічних головках така залежність не завжди виявляється.

У головках гібридів капусти брюссельської міститься сухих речовин – 14,2–16,3 %, загальний вміст цукрів – 4,1–5,2 %, у тому числі, редукувальних цукрів та сахарози – відповідно 1,8–2,1 та 2,1–2,9%; аскорбінової кислоти – 123,4–139,3 мг/100 г. Істотно вищі показники у Бріліанта F_1 . Вплив особливостей гібрида капусти брюссельської на вміст компонентів хімічного складу сягає 45 %, умов вегетаційного періоду – до 81 %.

Установлено ранжувальну низку гібридів капусти броколі, що характеризує її товарні властивості. Перший ранг у гібрида Айронмен F_1 – $\varphi(x_1) = 5,806$; другий – у Бомонта F_1 – $\varphi(x_3) = 8,07$; третій – у Агасі F_1 – $\varphi(x_2) = 11,761$. Серед гібридів капусти брюссельської перший ранг у гібрида Бріліант F_1 – $\varphi(x_2) = 2,37$; другий – у Абакуса F_1 – $\varphi(x_1) = 6,63$.

Об'єм центральної головки капусти броколі – 150,8–187,0 см³, питома маса – 1,03–1,04 г/см³, істинна густина – 1048–1050 кг/м³, пористість – на рівні 2,4–2,9 %. Насипна маса продукції залежно від гібрида знаходиться в межах 222–238 кг/м³, шпаруватість – 77–79 %.

Об'єм головки капусти брюссельської – лише 8,8–18,6 см³, питома маса – 0,92–1,04 г/см³, пористість – 2,8–13,5 % (у гібрида Абакус F_1 істотно більша), істинна густина – 1056–1065 кг/м³, насипна маса – 496–537 кг/м³. Шпаруватість продукції за гібридами істотно не відрізняється – 46–48 %. Майже за всіма фізичними показниками переваги за гібридом капусти брюссельської Бріліант F_1 .

Фізичні показники центральних головок капусти броколі майже на 80 % залежать від умов вегетаційного періоду та на 56 % – від особливостей гібрида, тоді як головок капусти брюссельської не завжди мають таку залежність.

Питома теплоємність головок гібридів капусти броколі – 3,84–3,85 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,64 Вт/м·К, температуропровідність – $4,39\text{--}4,40 \times 10^{-4}$ м²/с. Питома теплоємність головок гібридів капусти брюссельської – 3,77–3,83 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,61–0,64 Вт/м·К; температуропровідність маси продукції – $4,49\text{--}4,79 \times 10^{-4}$ м²/с. За

теплофізичними показниками різниця між гібридами капусти броколі неістотна, а між гібридами капусти брюссельської – істотна. Установлено, що теплофізичні властивості маси продукції капусти броколі лише на 10 % залежать від особливості гібрида, але на 81–87 % – від умов вегетаційного періоду, тоді як капусти брюссельської відповідно на 33–76 та на 14–58 %.

Під час зберігання інтенсивність дихання капусти броколі та брюссельської залежить від особливостей гібрида і виду пакування. На початку зберігання інтенсивність дихання головок капусти броколі висока: більша у Агасі F₁ – 19,5 мг CO₂/кг·год, менша у Айронмена F₁ – 15,4 мг CO₂/кг·год. За 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. У кінці зберігання інтенсивність дихання головок посилюється у плівці поліетиленовій на 16–21 % (20–30 діб), у стретч-плівці – на 33–45 % (25–35 діб), у стретч-плівці перфорованій – на 32–55 % (30–40 діб) залежно від гібрида.

На початку зберігання інтенсивність дихання головок капусти брюссельської гібрида Абакус F₁ – 15,0 мг CO₂/кг·год, Бріліянта F₁ – 13,8 мг CO₂/кг·год. За десятидобового зберігання головок без упаковки знижується відповідно на 46 та 49 %. За пакування головок у плівку поліетиленову завтовшки 40 мкм активність процесу гальмується на третину; при фасуванні по 1 кг у мішки з цієї ж плівки – на 70–74 %; за пакування у стретч-плівку по 0,5 кг – на 75–77 % залежно від гібрида. У кінці зберігання (50–70 діб) інтенсивність дихання головок посилюється на 27–42 % залежно від виду пакування та гібрида.

Установлено, що природні втрати маси капусти броколі залежать від виду пакування. Без упаковки впродовж п'яти діб вони складають 12,7–18,5 %, з вищим показником у головок гібрида Агасі F₁. Різниця між гібридами впродовж років досліджень істотна. Головки капусти

брюссельської за 10 діб зберігання (без упаковки) мають природні втрати маси 8,6–10,2%. Істотно більші втрати у головок гібрида Абакус F₁.

Застосування плівки поліетиленової збільшує термін зберігання капусти броколі до 25–30 діб, стретч-плівки – до 30–35, стретчу перфорованого – до 35–40 діб. Менші природні втрати маси головок забезпечує пакування їх у стретч-плівку – 1,4–2,3 % залежно від гібрида.

Пакування головок капусти брюссельської у плівку завтовшки 40 мкм подовжує 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 % дає фасування головок по 0,5 кг у стретч-плівку.

За зберігання капусти броколі у плівці завтовшки 40 мкм перші ознаки хвороб на головках з'являються на 15–25-ту добу, у стретч-плівці та стретч-плівці перфорованій – на 25–30-ту добу. Стретч перфорований стримує розвиток хвороб та фізіологічних розладів. Ознаки ураження хворобами капусти брюссельської з'являються на 30-ту добу зберігання, їхнє поширення уповільнюється за фасування головок по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм.

Вихід стандартної продукції капусти броколі за п'ять діб зберігання без упаковки – 81,5–87,3 %, брюссельської за 10 діб – 89,8–91,4 % залежно від гібрида. За пакування, більший вихід товарної продукції броколі впродовж 30–40 діб забезпечує стретч-плівка перфорована – 80,9–84,1 % залежно від гібрида. Краща збереженість головок гібрида Бомонт F₁.

Високий вихід товарної продукції забезпечує фасування головок капусти брюссельської по 1 кг у пакети з плівки – 87–88 % залежно від гібрида. Краща збереженість головок гібрида Брілліант F₁.

Під час зберігання вміст компонентів хімічного складу в головках капусти броколі та брюссельській знижується. Краща лежкоздатність їх у стретч-плівці: до кінця зберігання вміст сухих речовин у центральних головках зменшується лише в 1,2 раза, за інших способів пакування – в 1,2–1,4 раза; вміст сухих розчинних речовин – в 1,2–1,3 та 1,4–1,5 раза

відповідно; вміст аскорбінової кислоти на 11,3–19,1 % вищий, ніж початковий, за інших способів пакування – нижчий або на тому ж рівні. Загальний вміст цукрів і сахарози зменшується відповідно в 1,2 та 1,4–1,6 рази, за інших способів пакування – в 1,3–1,5 та 1,8–3,3 рази відповідно. Вміст редукувальних цукрів знижується майже в 1,2 рази залежно від гібрида та виду пакування. Краща збереженість компонентів хімічного складу в головках гібрида Бомонт F₁.

Високу збереженість компонентів хімічного складу в головках капусти брюсельської забезпечує їхнє фасування по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм: вміст сухих речовин за 70 діб зберігання зменшується в 1,2–1,3 рази, за інших способів пакування – у 1,2–1,4 рази; вміст аскорбінової кислоти збільшується на 1,4–2,4 % від початкового, за інших способів пакування – зменшується або залишається на одному рівні з ним; вміст сахарози зменшується в 1,5–1,8 рази, за інших способів пакування – в 1,8–2,8 рази залежно від гібрида. Вища цукристість головок за їхнього фасування по 0,5 кг у стретч-плівку: зменшення загального вмісту цукрів та, в тому числі, редукувальних цукрів порівняно з початковим у 1,3–1,4 та 1,2–1,4 рази, за інших способів пакування – відповідно у 1,5–2,1 та 1,3–1,6 рази залежно від гібрида. Переваги за збереженням якості – у головок гібрида Бріліант F₁.

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

За функцією бажаності Харрінгтона краща лежкоздатність у головок гібрида капусти броколі Бомонт F₁ – рівень задовільний; у капусти брюссельської – гібрида Абакус F₁ – рівень добрий.

Вищу рентабельність за тривалого зберігання забезпечує пакування продукції капусти броколі у стретч-плівку – 59–69 % та стретч-плівку перфоровану – 59–68 % з перевагою для гібрида Бомонт F₁. У капусти брюссельської вища рентабельність за використання плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм та за фасування головок у пакети поліетиленові по 1 кг –

відповідно 99–114 і 100–112 %. Вищий рівень рентабельності отримано за зберігання головок гібрида Брілліант F₁.

Під час зберігання головок гібридів капусти броколі Айронмен F₁ та Бомонт F₁ (35 діб) більш енергоефективне їхнє пакування у стретч-плівку: коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 4,6 і 5,0 відповідно. Для головок гібрида Агассі F₁ 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 за цих видів пакування в гібрида Абакус F₁ відповідно 4,2 і 4,1, Брілліанта F₁ – 4,6.

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

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

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.

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.

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.

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.

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.

6. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской // Вестник Белорус. ГСИ. Горки, 2015. № 3. С. 107–110.

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.

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.

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.

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.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

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.

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. Пузік 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.

18. Бондаренко В. А., Пузік 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.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

19. Спосіб зберігання капусти броколі: пат. 83674 Україна, МПК А 23В 7/04 / Пузік Л. М., Пузік В. К., Бондаренко В. А.; заявник та власник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – № u 2013 03300; заявл. 18.03.2013, чинний з 25.09.2013, Бюл. № 18.

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.

It is scientifically grounded and defined that in terms of Forest-steppe of Ukraine agro biologic characteristics of Broccoli are formed in such weather conditions of vegetation period: average daily temperature – 21,4...23,0°C, the amount of active temperatures over 10°C – 1454–1723°C, the amount of precipitation is 103–335 mm and HTC = 0,60–2,04. Depending on the hybrid peculiarities and conditions of the vegetative period the total yield capacity of Broccoli ranges from 7,7 to 9,6 t/ha including central heads 4,5–5,6 t/ha, lateral – 2,6–4,4 t/ha. Hybrid Beaumont F₁ with the coefficient of phenotypic stability of Levis 1,4 and the coefficient of agronomic stability at the level of 84,4 % was marked to have more stable yield capacity of central heads.

It is determined that the yield capacity and the weight of central heads of the researched Broccoli hybrids have low or average connection with the average daily temperature; but with the amount of precipitation and HTC – strong connection: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$ and $r = 0,86 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$ accordingly.

Yield capacity of Brussels sprouts is formed in terms of Forest-steppe of Ukraine within average daily temperature – 19,3...20,9°C, the amount of active temperatures over 10°C – 2766–3197°C, total amount of precipitation– 234–392 mm and HTC = 0,7–1,35. Depending on a hybrid peculiarities and conditions of the vegetative period its yield capacity ranges within 16,2–36,3 t/ha. Hybrid Abacus F₁ had stable yield capacity of heads: Levis coefficient of phenotypic stability was 1,7 and coefficient of agronomic stability was 78,5 %.

The yield capacity of the researched hybrids of Brussels sprouts has poor or moderate correlation to the average daily temperature, the sum of active temperatures and precipitation.

It is determined that formation of yield capacity of Broccoli central heads by 18 % depends on the peculiarities of a hybrid and by 71 % – on the vegetative period conditions while the yield capacity of Brussels sprouts on the contrary by 63 % – on peculiarities of a hybrid and by 20 % – on conditions of the vegetative period.

It is determined that content of dry matter in central Broccoli heads does not significantly depend on the hybrid and ranges within 12,2–12,7 %. Lateral heads accumulated dry matter by 0,3–1,0 % more. Content of dry soluble matter in central heads significantly depends on a hybrid and ranges within 8,5–9,8 %. Its content in lateral heads was less by 1,4–2,5 %. Indicator of dry soluble matter in heads of the hybrid Ironman F₁ is higher.

Total content of sugar in central Broccoli heads is 2,9–3,5 %, in lateral – by 0,4–1,0 % less. Indicator is significantly higher with hybrid Ironman F₁. Content of reducing sugars in central heads – 1,8 %. In lateral heads content of reducing sugars – 1,4–2,2 %, herewith it is higher in comparison with other hybrids only with hybrid Ironman F₁. Central heads accumulate 1,1–1,6 % of sucrose, lateral – by 0,5–0,7 % less. It is more accumulated with hybrid Ironman F₁. The difference is significant only with hybrid Beaumont F₁.

Higher content of ascorbic acid was revealed in central heads of hybrid Beaumont F₁ – 129,8 mg/100 g, Agassi F₁ has essentially less content – 107,4 mg/100 g. In lateral heads the indicator is by 17,3–25,4 % less.

The content of components of chemical composition in central Broccoli heads by 19–47 % depends on peculiarities of a hybrid and by 21–70 % on the vegetative period conditions, whereas in lateral heads such dependence is not always revealed.

Content of dry matter in heads of Brussels sprouts hybrids is – 14,2–16,3 %, total content of sugar – 4,1–5,2 %, including reducing sugars and sucrose – 1,8–2,1

and 2,1–2,9 % accordingly; ascorbic acid – 123,4–139,3 mg/100 g. Brilliant F₁ has essentially higher indicators. Influence of peculiarities of Brussels sprouts hybrid on the content of components of chemical composition reaches 45 %, conditions of vegetative period – up to 81 %.

The ranked range of Broccoli hybrids characterizing its marketable qualities is determined. Hybrid Ironman F₁ – $\varphi(x_1) = 5,806$ was ranked first, Beaumont F₁ – $\varphi(x_3) = 8,07$ – second, Agassi F₁ – $\varphi(x_2) = 11,761$ – third. Among hybrids of Brussels sprouts Brilliant F₁ was ranked first – $\varphi(x_2) = 2,37$, Abacus F₁ – second – $\varphi(x_1) = 6,63$.

The size of central Broccoli head – 150,8–187,0 cm³, specific weight – 1,03–1,04 g/cm³, real density – 1048–1050 kg/m³, level of porosity – 2,4–2,9 %. Bulky weight of products depending on a hybrid ranges within 222– 238 kg/m³, spacing – 77–79 %,

Size of a head of Brussels sprouts – only 8,8–18,6 cm³, specific weight – 0,92–1,04 g/cm³, porosity – 2,8–13,5 % (is significantly higher by hybrid Abacus F₁), real density – 1056–1065 kg/m³, bulky weight – 496–537 kg/m³. Spacing of products by hybrids does not differ significantly – 46–48 %. Hybrid of Brussels sprouts Brilliant F₁ has advantages almost by all physical indicators.

Physical indicators of Broccoli central heads almost by 80 % depend on conditions of vegetative period and by 56 % – on a hybrid peculiarities, whereas Brussels sprouts heads do not always have such dependence.

Specific heat capacity of Broccoli hybrids is 3,84–3,85 KJ/kg·K, thermal conductivity – 0,64 W/m·K, temperature conductivity – $4,39\text{--}4,40 \times 10^{-4}$ m²/c. Specific heat capacity of heads of Brussels sprouts hybrids – 3,77–3,83 KJ/kg·K, thermal conductivity – 0,61–0,64 W/m·K, temperature conductivity of product weight – $4,49\text{--}4,79 \times 10^{-4}$ m²/c. By the thermophysical qualities difference between Broccoli hybrids is not essential, and between Brussels sprouts hybrids – it is significant. It is determined that the thermo physical qualities of Broccoli product weight only by 10 % depend on a hybrid peculiarity, and by 81–87 % – on conditions of vegetative period, whereas with Brussels sprouts – by 33–76 and

14–58 % accordingly.

During the storage period the respiration intensity of cabbage Broccoli and Brussels sprouts depend on a hybrid peculiarity and type of packaging. At the beginning of the storage period Broccoli shows high respiration intensity: by Agassi F₁ it is more – 19,5 mg CO₂/kg·hour, Ironman F₁ has less indicators: 15,4 mg CO₂/kg·hour.

With further five-day storage of heads (without packing), the process slows down by 60–68 %; in case of application of a polyethylene film of 40 mcm – by 46–58 %, stretch-films of 8 mcm – by 68–79 %, perforated stretch – by 59–75 % depending on a hybrid. At the end of the storage period the intensity of respiration of heads in variants with the application of polyethylene film increases by 16–21 % (for 20–30 days), in variants with stretch-film – by 33–45 % (for 25–35 days), with perforated stretch-film – by 32–55 % (for 30–40 days) depending on a hybrid.

At the beginning of the storage period the intensity of respiration of heads of Brussels sprouts of a hybrid Abacus F₁ – 15,0 mg CO₂/kg·hour, Brilliant F₁ – 13,8 mg CO₂/kg·hour.

With the further 10 day storage of heads without packing it is decreased by 46 and 49 % accordingly. By packing heads in a polyethylene film of 40 mcm the process activity slows down by a third; by packing 1 kg in bags from the same film – by 70–74 %; by packing in a stretch-film 0,5 kg a bag – by 75–77 % depending on a hybrid. At the end of the storage period (50–70 days) the intensity of respiration of heads is increased by 27–42 % depending on a packing type and a hybrid.

It is determined that natural loss of Broccoli weight depends on the packing type. Without packing during 5 days they are 12,7–18,5 %, with heads of a hybrid Agassi F₁ having higher indicators. Difference between hybrids for the years of investigation is significant. Heads of Brussels sprouts during 10 days of storage (without packing) have natural weight losses of 8,6–10,2 %. Significantly more loss have heads of a hybrid Abacus F₁.

Application of a polyethylene film increases the storage period of Broccoli heads up to 25–30 days, stretch-film – to 30–35 days, perforated stretch – to 35–40 days. Packing heads in a stretch-film provides less natural losses of their weight – 1,4–2,3 % depending on a hybrid.

Packing heads of Brussels sprouts in film tabs of 40 mcm prolongs their storage period up to 50 days, packing 1 kg per bag from the same film and 0,5 kg in a stretch-film – up to 70 days. Packing heads of 0,5 kg in a stretch-film depending on a hybrid provides decrease of natural losses to 1,7–2,0 % depending on a hybrid.

By storage of Broccoli cabbage in a film of 40 mcm the first signs on heads of a disease are revealed on the 15–25th day, in a stretch-film and perforated stretch-film – on the 25–30th day. The perforated stretch suppresses the development of illnesses and physiological disorders. Signs of the disease defeat of Brussels sprouts appear on the 30th day of storage; their distribution slows down by packing heads 1 kg in bags from the film of 40 mcm.

Output of a standard Broccoli products for 5 days of storage without packing is 81,5–87,3 %, Brussels sprouts for 10 days – 89,8–91,4 % depending on a hybrid. By packing, larger output of marketable Broccoli products during 30–40 days is provided by a perforated stretch-film – 80,9–84,1 depending on a hybrid. Hybrid Beaumont F₁ has better storage capacity.

Larger output of marketable products is provided due to the packing of heads of Brussels sprouts 1 kg in film bags – 87–88 % depending on a hybrid. Better storage capacity is revealed by hybrid Brilliant F₁.

During storage the content of components of chemical composition in heads of cabbage Broccoli and Brussels sprouts is reduced. A stretch-film provides their longer storage period: content of dry matter in central heads by the end of a storage period is reduced only by 1,2 times, with other ways of packing – by 1,2–1,4 times; content of dry soluble matter – by 1,2–1,3 and by 1,4–1,5 times accordingly; content of ascorbic acid is by 11,3–19,1 % higher than at the beginning, with other ways of packing – lower or at the original level. Total

content of sugar and sucrose is decreased by 1,2 and 1,4–1,6 times accordingly, with other ways of packing – by 1,3–1,5 and 1,8–3,3 times accordingly. Content of reducing sugars is reduced almost by 1,2 times depending on a hybrid and the way of packing. Better storage of components of chemical composition is noted by heads of a hybrid Beaumont F₁.

High preservation of components of chemical composition in heads of Brussels sprouts is provided by packing them in 1 kg bags from the film of 40 mcm: content of dry matter for 70 days of storage is reduced by 1,2–1,3 times, with other ways of packing – by 1,2–1,4 times; content of ascorbic acid increases by 1,4–2,4 % in comparison with the initial, with other ways of packing – it is less or at the same level with it; content of sucrose is reduced by 1,5–1,8 times, with other ways of packing – by 1,8–2,8 times depending on a hybrid. Packing of 0,5 kg in a stretch-film provides higher sweetness of heads; total content of sugar and, including reducing sugars is reduced in comparison with the initial by 1,3–1,4 and 1,2–1,4 times, with other ways of packing – by 1,5–2,1 and 1,3–1,6 times accordingly depending on a hybrid. The advantages of qualitative content are in heads of a hybrid Brilliant F₁.

Packing in a film reduces natural weight losses of Broccoli heads due to evaporation of moisture by 2,0–4,8 times, of Brussels sprouts– by 1,6–4,3 times.

By the Harrington's desirability function the best storage capacity has Broccoli hybrid Beaumont F₁ – satisfactory level and Brussels sprouts of hybrid Abacus F₁ – good level.

Higher profitability under long-term storage is provided by packing Broccoli products in a stretch-film – 59–69 % and perforated stretch-film – 59–68 % with the advantage for a hybrid Beaumont F₁. Brussels sprouts has higher profitability with the application of polyethylene film of 40 mcm and by packing in polyethylene bags of 1 kg – 99 –114 and 100–112% accordingly. Higher economic effect is obtained by the storage of heads of a hybrid Brilliant F₁.

During the storage of heads of Broccoli hybrids Ironman F₁ and Beaumont F₁ (35 days) their packing in a stretch-film appeared to be more energy

efficient: the coefficient of bioenergetic efficiency – 4,6 i 5,0 accordingly. For the heads of a hybrid Agassi F₁ by 30 day storage – in the perforated stretch-film – 4,9. The best energy efficiency of the storage of Brussels sprouts heads – by their packing of 1 kg in polyethylene bags and of 0,5 kg in a stretch-film; the coefficient of bio energetic efficiency by these types of packing of a hybrid Abacus F₁ – 4,2 and 4,1 accordingly, Brilliant F₁ – 4,6.

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

LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC WORKS ON THE THEME OF THE THESIS

Papers to publish major scientific results of this thesis paper:

1. Puzik L. M., Koltunov V. A., Romanov O. V., Bondarenko V. A., Gajova L. O., Sherbina E. V. Cabbage vegetables. Technology of growing and storage: collective monograph / KhNAU named after V. V. Dokuchaev. Kharkiv: Edit. by Ivanchenko I. S., 2015. 374 p. (In Ukrainian)

2. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Influence of vegetative period conditions and hybrid peculiarities on formation of marketable yield capacity of Brussels sprouts // Scientific Herald of VNAU. Ser. «Agricultural sciences». Vinnytsia, 2014. Issue 5. № 82. P. 157–162. (In Ukrainian)

3. Puzik L. M., Bondarenko V. A., Haiova L. O. Cauliflower is a valuable vegetable crop // Herald of KhNAU. Ser. «Plant growing, selection and seed production, fruit and vegetable production». Kharkiv: KhNAU, 2014. № 1. P. 14–21. (In Ukrainian)

4. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Ecologic stability of hybrids of cabbage Broccoli // Herald of KhNAU. Ser. «Plant growing, selection and seed production, fruit and vegetable production and storage». Kharkiv: KhNAU, 2015. № 1. P. 15–20. (In Ukrainian)

5. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Storability of Brussels sprouts depending

on the way of packing // Herald of KhNAU. Ser. «Plant growing, selection and seed production, fruit and vegetable production and storage». Kharkiv: KhNAU, 2016. № 1. P. 7–11. (In Ukrainian)

6. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Physical and thermo physical qualities of Brussels sprouts // Herald of Belor. SAU. Horki, 2015. №3. P. 107–110. (In Russian)

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. (In Russian)

8. Puzik L. M., Bondarenko V. A. The intensity of Broccoli respiration during its storage period // Herald of KhNAU. Ser. «Plant growing, selection and seed production, fruit and vegetable production». Kharkiv: KhNAU, 2012. № 2. P. 278–281. (In Ukrainian)

9. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Role of logistics in preservation of vegetable products // Herald of KhNAU. Ser. «Technical sciences. Agricultural sciences. Economic sciences». Kharkiv: KhNAU, 2012. № 12. P. 188–191. (In Ukrainian)

10. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Influence of the way of packing on storability of vegetable products // Herald of KhNAU. Ser. «Plant growing, selection and seed production, fruit and vegetable production». Kharkiv: KhNAU, 2015. № 2. P. 115–121. (In Ukrainian)

Papers proving this thesis paper materials validation:

11. Bondarenko V. A. Formation of components of chemical composition of Broccoli depending on peculiarities of a hybrid and growing conditions // Ecologization of stable development and noosphere perspective of information society: materials of Int. scient.-pract. confer. of students, postgraduates and young scientists. Kharkiv: KhNAU, 2012. P. 31. (In Ukrainian)

12. Bondarenko V. A. Formation of quality of Broccoli depending on periodicity of harvesting // Innovative technologies of increasing production efficiency and storage of agricultural production: materials of Int. scient.-pract. confer. of young scientists, postgraduates and students. Kharkiv: KhNAU, 2013. P. 36. (In Ukrainian)

13. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Formation of components of chemical composition of Brussels sprouts depending on peculiarities of vegetation period and a hybrid // Selective and technological innovations in vegetable growing, reserves of increase of products and seeds: digest of theses of Int. scient.-pract. conf. NAASU, IVMG. Kharkiv, 2013. P. 120–121. (In Ukrainian)

14. Bondarenko V. A. Physiological processes taking place in cabbage Broccoli during its storage // Materials of final scient. conf. of prof.-teach. staff, postgraduates and applicants. Part I. Kharkiv: KhNAU, 2013. P. 52–54. (In Ukrainian)

15. Bondarenko V. A. Content changes of components of chemical composition of Broccoli during storage depending on the way of packing // Materials of final scient. conf. of prof.-teach. staff, postgraduates and applicants. Part II. Kharkiv: KhNAU, 2014. P. 217–218. (In Ukrainian)

16. Bondarenko V. A. Dynamics of vitamin C content in cabbage Broccoli during storage period // Materials of final scient. conf. of prof.-teach. staff, postgraduates and applicants. P. II. Kharkiv: KhNAU, 2016. P. 21–22. (In Ukrainian)

17. Puzik L. M., Bondarenko V. A. Dynamics of vitamin C content in Brussels sprouts during storage period // Import substitute technologies of growing, storage and processing of horticulture and plant growing production: materials of intern. scient.-pract. conf. Uman, 2016. P. 6–8. (In Ukrainian)

18. Bondarenko V. A., Puzik L. M. Economic efficiency of storage of Broccoli in a polyethylene film // Ecological problems of agricultural production: scientific herald of All-Ukrainian scient.-pract. conf. Vinnytsia, 2016. P. 16–17. (In Ukrainian)

Papers, which further reflects the scientific results of the dissertation:

19. The way of Broccoli storage: pat. 83674 Ukraine, MPK (2006.01) A 23B 7/04 / Puzik L. V., Puzik V. K., Bondarenko V. A.; – the applicant and owner is KhNAU named after V. V. Dokuchaev. – № u 2013 03300; claimed 18.03.2013; valid from 25.09.2013, Bulletin № 18. (In Ukrainian)

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	24
ВСТУП	25
РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ І ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ (огляд літератури)	31
1.1 Господарське значення капусти броколі та брюссельської	31
1.2 Біологічні та анатомо-морфологічні особливості капусти броколі та брюссельської	34
1.3 Вплив умов вегетаційного періоду на формування якісного і лежкоздатного врожаю капусти броколі та брюссельської	36
1.4 Вимоги до якості капусти броколі та брюссельської, що призначена для зберігання	39
1.5 Фізіологічні процеси, що протікають у капусті під час зберігання	41
1.6 Умови і способи зберігання різних видів капусти	43
1.6.1 Умови і способи зберігання капусти	43
1.6.2 Вплив виду пакування на збереженість капусти	46
Висновки до розділу	52
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА, СХЕМА ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	53
2.1 Ґрунтові та погодні умови в роки проведення досліджень	53
2.2 Програма, об'єкти, схема та методики досліджень	58
2.3 Методи досліджень	64
РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ	70
3.1 Вплив умов вегетаційного періоду на формування товарного врожаю гібридів капусти броколі та брюссельської	70
3.2 Вміст деяких компонентів хімічного складу в головках капусти броколі та брюссельської залежно від особливостей гібрида і умов	

	22
вегетаційного періоду	80
3.3 Вибір кращих гібридів капусти броколі та брюссельської методом багатокритеріальної оптимізації	92
Висновки до розділу	98
РОЗДІЛ 4 ФІЗИЧНІ І ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВОК ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ	103
4.1 Фізичні властивості головок гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду	103
4.2 Теплофізичні властивості головок гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду	109
Висновки до розділу	116
РОЗДІЛ 5 ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ГОЛОВОК ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ ПАКУВАННЯ	118
5.1 Фізіологічні процеси, що відбуваються під час зберігання у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування	118
5.2 Збереженість головок капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування й особливостей гібрида	129
5.3 Зміна вмісту деяких компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування	140
5.4 Оцінка збереженості головок капусти броколі та брюссельської за функцією бажаності Харрінгтона	154
Висновки до розділу	159
РОЗДІЛ 6 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ	165
6.1 Економічна ефективність вирощування і зберігання капусти броколі та брюссельської	165
6.2 Біоенергетична оцінка вирощування і зберігання капусти броколі	

	23
та брюссельської	172
Висновки до розділу	178
ВИСНОВКИ	180
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	184
ДОДАТКИ	202

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- АК – аскорбінова кислота;
- БГ – бічні головки капусти броколі;
- ГТК – гідротермічний коефіцієнт Селянинова;
- МГС – модифіковане газове середовище;
- ПП – плівка поліетиленова;
- РГС – регульоване газове середовище;
- РЦ – редукувальні цукри;
- СР – сухі речовини;
- СРР – сухі розчинні речовини;
- СП – стретч-плівка;
- СПП – стретч-плівка перфорована;
- ЦГ – центральні головки капусти броколі;
- $\Sigma_{\text{акт. } t > 10^{\circ}\text{C}}$ – сума активних температур вище 10°C;
- As – коефіцієнт агрономічної стабільності;
- SF – коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса.

ВСТУП

Овочі відносяться до важливих продуктів харчування і в раціоні людини їхня частина складає майже 25 %. За медично обґрунтованими нормами споживання свіжої овочевої продукції однією людиною становить 146 кг на рік (з коливанням від 128 до 164 кг залежно від регіону країни). Тому для задоволення потреб населення в овочевій продукції потрібно не тільки збільшити її виробництво за рахунок впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських рослин, а й домогтися рівномірного постачання овочів упродовж року в рекомендованому асортименті за рахунок поєднання розвитку овочівництва, переробки та закладання продукції на зберігання [1–4].

За останні 20 років спостерігається тенденція щодо зменшення споживання свіжих овочів за рахунок скорочення їхнього виробництва вітчизняними виробниками. Причинами цьому є несприятливі ґрунтово-кліматичні та метеорологічні умови, низький рівень матеріально-технічної бази овочевого комплексу, недоліки в організаційній структурі й функціонуванні сільськогосподарського виробництва, труднощі зберігання і доведення до споживача, а також відсутність комплексного підходу до планування і реалізації безперервного технологічного ланцюга «поле-споживач» [5–7].

Актуальність теми. Капуста броколі та брюссельська є малопоширеними в Україні овочевими рослинами. Але останнім часом їх все частіше можна побачити на прилавках торговельної мережі. Хімічний склад робить їх цінними дієтичними продуктами, наявність яких у раціоні харчування людини бажана впродовж року.

Питаннями вивчення особливостей вирощування, формування показників якості, збереження капусти броколі та брюссельської у різний час займалися О. Ю. Барабаш [8], Л. С. Гіль і А. І. Пашковський [9], О. Я. Жук та ін. [10], В. А. Колтунов [11], І. О. Федосій [12, 13], Т. В. Лізгунова [14],

C. A. Eaves [15] 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 вище викладеним 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 F₁, Агассі F₁, Бомонт F₁) та брюссельської (Абакус F₁ і Брілліант F₁).

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 F₁) та брюссельської (Брілліант F₁) 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.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ І ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ

(огляд літератури)

1.1 Господарське значення капусти броколі та брюссельської

Овочі родини Капустяних мають високу врожайність, транспортабельні, стійкі до понижених температур, майже всі відрізняються доброю лежкістю при зберіганні. Капуста містить велику кількість вуглеводів, легкозасвоюваних повноцінних білків, мінеральних солей, комплекс вітамінів, органічні кислоти, гормональні речовини, накопичує багато солей калію, ферменти.

Більш цінними з видів капусти є броколі та брюссельська. В Україні вони вирощуються на невеликих площах і переважно любителями-городниками, тому основна маса продукції в Україну експортується з Польщі. Однак в останні роки у нашій країні з'явився певний попит на ці овочі, який з кожним роком зростає [1, 16–18]. Цьому сприяє хімічний склад цих видів капусти, що обумовлює їхню безумовну дієтичну цінність.

Капуста броколі та цвітна дуже схожі за зовнішнім виглядом і мають майже однакову технологію вирощування, але броколі менш вибаглива. Батьківщиною броколі є Італія, де вона має найбільшу різноманітність форм. Усі сорти капусти броколі скоростиглі, інколи середньо- та пізньостиглі. Мають дві групи сортотипів: примітивні та з ворсисто-щільними пігментованими головками [19, 20]. У 18 столітті ця капуста була завезена до Німеччини, а звідти потрапила до України. Молоді листки капусти броколі за поживністю прирівнюються до шпинату і листкової капусти. За смаком броколі нагадує спаржу і відрізняється високим вмістом вітаміну U (із овочів цього вітаміну більше тільки у спаржі). У броколі набагато більше вітамінів та мінеральних солей, ніж у капусти цвітної. За своїм хімічним складом вона

займає провідне місце не тільки серед різновидів капусти, але й серед інших овочевих рослин [21, 22]. Білку в ній міститься від 3,2 до 5,9 %, тоді як у цвітній – 2,2 %, а в білоголовій – 1,2 %, за кількістю та якістю білка прирівнюється до курячого яйця. За вмістом незамінних амінокислот броколі можна прирівняти до яловичини, а за наявністю лізину, триптофану й ізолейцину – до курячого м'яса. Також містить сухої речовини – 8,7–11,2 %, цукор: сума – 1,5–3,8 %, сахарози від загальної кількості цукрів – 5–10 %; крохмалю – 0,45 %; клітковини – 0,7–1,2 % на сиру речовину. У порівнянні з цвітною капустою в броколі вітаміну С в 2,8–3,0 раза та сухої речовини в 2,0–2,7 раза більше. Броколі багата на цукри, в ній накопичується більше метіоніну, а пуринових речовин, що шкідливі хворим на подагру та нирковокам'яну хворобу, – в 4 раза менше. Клітковина броколі сприяє очищенню організму людини від радіонуклідів [9, 11, 23].

Броколі багата на солі калію, магнію, літію, але особливо відрізняється підвищеним вмістом кальцію та фосфору. Містить вітаміни, мг/100 г сирової речовини: В₁ – 0,43–0,99; В₂ – 0,77–2,5; РР – 5,4–10,0; С – 60,7–150,1; Е до 25, каротин – 0,2–0,8. До складу білка цієї рослини входять антисклеротичні речовини метіонін, холін, лізин та ізолейцин, які перешкоджають накопиченню в організмі холестерину і запобігають його передчасному старінню. Дякуючи саме цим цінним властивостям за кордоном броколі використовують для лікування променевої хвороби, також для цього використовують пилок, що сформувався у бутонах на початку цвітіння. Броколі рекомендують вживати в їжу для попередження та лікування атеросклерозу, серцево-судинних захворювань, нервових розладів, різних хвороб шлунка та печінки [24–29].

На основі останніх досліджень ця капуста може використовуватися в якості профілактики проти злоякісних утворень [30–34]. Американські науковці встановили, що проросле насіння броколі має антиканцерогенні, тобто протипухлинні властивості [35]. Цей вид капусти зарекомендував себе як відмінний продукт харчування для дітей, відзначається приємним смаком,

її можна заморожувати і при відтаюванні вона не втрачає своїх смакових властивостей. Нині її вирощують у США на площі, яка у кілька разів більша, ніж під цвітною. Цікавість до броколі зросла у Великій Британії, Франції, Швеції, Німеччині, тоді як світовими лідерами по вирощуванню цього виду капусти є Китай, Італія та Іспанія [14, 36, 37].

Вітчизняний сортимент капусти броколі представляють приватні підприємства такі як ПП «Тирас», ТОВ «Селма», ПП «Агросвіт» та ін. Недоліком вітчизняних сортів є невисока врожайність, тому виробники використовують гібриди закордонної селекції фірм Seminis, Rijk Zwaan, Syngenta, Nickerson-Zwaan та ін. Деякі з них формують головки, що підняті над листками і це сприяє механізованому збиранню врожаю. При виборі сорту або гібриду броколі звертають увагу на тривалість вегетаційного періоду, дружність досягання, розмір головок та рівень урожайності [38].

Капуста брюссельська – була введена на початку 17 ст. з капусти листової, але зараз є самостійним видом. Карл Лінней вперше науково її описав. Деякий час вона росла на околицях Брюсселя, звідки отримала назву. В Україні ця капуста з'явилася лише в середині 19 ст. [19, 38].

Основними виробниками цієї капусти є Англія, Голландія, Німеччина, Данія. Найбільший експортер до Європи – Голландія. У теперішній час вона займає значний обсяг в овочівництві США. Великі площі для вирощування капусти брюссельської відводяться в Угорщині та Польщі. Її використовують в їжу в різному вигляді, а також сушать та заморожують [11, 13, 19, 24].

Капуста брюссельська за своїми властивостями наближена до білоголової, але переважає її за енергетичною цінністю у 1,5 раза, за вмістом вітаміну РР – в 2, а вітаміну С – в 2,5–3 раза. У головках утворюється мало клітковини, а рівень калію, магнію та заліза вищий, ніж в інших видах. Саме брюссельську капусту радять включати в меню післяопераційних хворих, оскільки вона здатна стимулювати процес загоювання ран; хворим на серцево-судинну систему та цукровий діабет. Бульйон з головок капусти не поступається за смаком та поживністю курячому. Рибофлавіну (вітамін В₂)

міститься майже стільки, скільки у молоці та молочних продуктах. Після заморозків у полі в головках запаси цукру збільшуються на 12–15 % [26, 27, 36]. За вмістом білка, сухих речовин і амінокислот у 2–4 рази переважає білоголову капусту. Білок містить такі амінокислоти як аргінін, гістидін, лізин, треонін. Багата на фосфор, завдяки чому використовується у дитячому харчуванні. Вуглеводи, гірчичні речовини та органічні кислоти надають особливого присмаку [29, 39, 40].

Вміст вітамінів, мг/100 г сирової речовини: В₁ – 0,13–2,5; В₂ – 0,15–0,8; В₆ – 0,28, С – 62,7–207,7; РР – 0,7–3,0; каротин – 0,1–0,5. Хімічний склад їстівних органів та їх енергетична цінність, % на сирі речовину: сухі речовини – 13,4–21,0; цукор: сума – 2,4–5,5; % сахарози від загальної кількості цукрів – 0,7–2,5; глюкоза – 2,0; фруктоза – 1,2–2,2; крохмаль – 0,5; клітковина – 1,1–1,7; сирий білок – 2,4–6,9; енергетична цінність 100 г продукції – 46 ккал, 192 кДж. Сума зольних елементів – 1,0–1,6 г [9, 14, 20].

1.2 Біологічні та анатомо-морфологічні особливості капусти броколі та брюссельської

До родини Капустяних (Brassicaceae), роду Brassica належать такі види капусти: білоголова, червоноголова, савойська, брюссельська, цвітна, броколі, кольрабі, пекінська, китайська та листовка. Але два останні види не знайшли застосування в Україні навіть на присадибних ділянках. Загальним для всіх видів капусти є будова квітки, що складається з чотирьох хрестоподібно розташованих пелюсток жовтого, зрідка білого кольору. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Запилення перехресне і відбувається в основному за допомогою бджіл. Плід – двогніздий стручок довжиною 8–13 см. Насіння кулясте, темно-коричневого кольору, діаметром 2,0–2,5 мм. Маса 1000 насінин 1,2–5,5 г, схожість зберігається 4–5 років. Розрізнити за зовнішнім виглядом насіння окремих видів і сортів неможливо. Коренева система за безрозсадної культури стрижнева, а розсадної, у зв'язку з

відривом центрального корінчика, – мичкувата [4, 41–44].

Капуста броколі (*Brassica cauliflora* Lizzg. subsp. *simplex* Lizzg.) – підвид капусти цвітної, в межах якого найбільшого розповсюдження набула група сортів під загальною назвою «італійська зелена гілляста» – однорічна рослина висотою 70–100 см і більше, коренева система проникає на глибину 40–50 см, але основна маса коріння знаходиться на глибині 20–25 см, вегетаційний період 50–150 діб [22, 23, 45]. Свою сучасну назву броколі отримала від італійського «*cavolo brocolis*», що означає «короткі пагони» або стеблова капуста. У багатьох країнах броколі називають спаржевою капустою [23]. На стеблі броколі утворюються суцвіття, зібрані в головку, як у капусти цвітної, але ці суцвіття менш щільні та більше розділені. Діаметр центрального суцвіття 12–18 до 25 см, зеленого кольору або з фіолетовим відтінком. Після зрізування центральної головки через 10–15 діб з пазухів листків виростають бічні пагони, на яких утворюються суцвіття меншого розміру, ніж на центральному стеблі. Їх зрізують, коли вони досягнуть в діаметрі 4–6 см [8, 14].

Рослини з зеленою головкою більш ранньостиглі і широко розповсюджені у виробництві [8], з фіолетовою – придатні для вирощування у північних областях з холодним кліматом [46]. Технічна стиглість головок скоростиглих сортів настає через 70–90 діб після сходів, у більш пізньостиглих – через 95–120 діб. Броколі утворює головки масою від 150–300 до 500 г та більше. Разом з бічними пагонами одна рослина може дати від 1,0–1,5 до 3 кг продукції [9, 11, 20]. За рахунок утворення бічних пагонів збір врожаю броколі відбувається більш тривалий час, ніж у цвітної капусти. Під час збору врожаю центральну головку зрізають, коли бутони повністю сформовані, але закриті. Вона повинна бути щільно зімкнута, без розходження одиничних пагонів. Суцвіття зрізують з частиною м'ясистого стебла довжиною 10–20 см. З однієї площі впродовж року можна зібрати два-три врожаї. Залежно від густоти рослин та кількості зборів урожайність, в середньому, становить 6–18 т/га [23, 35, 41, 47].

Капуста брюссельська (*Brassica oleracea* L. var *gemmifera* DC.) – дворічна рослина. У перший рік утворює стебло заввишки 40–100 см, на якому по всій довжині спірально розташовані великі листки. Стебло циліндричне, тонке, закінчується розеткою листків. Вона випаровує велику кількість вологи, що є необхідним фізіологічним процесом. Найбільшого розміру рослина досягає через 80–100 діб після висаджування. У пазухах листків з бруньок відростають укорочені пагони, на верхівці яких з’являються дрібні (2,5–5,0 см у діаметрі) округлі чи овальні дрібні головки. Листки довгочерешкові, слаболіроподібні, ліроподібні. Пластинки плескі або ложкоподібно ввігнуті, яйцеподібні. Забарвлення зелене, сіро-зелене, рідше фіолетове. Черешки листків довгі і тонкі, постійно мають антоціанову пігментацію. Коренева система проникає на глибину до 35–50 см. На другий рік на верхівці головного стебла і бічних пагонах утворюються суцвіття-китиці, а потім стручки [9, 10, 19, 24, 40, 48, 49].

Кількість головок на одній рослині від 35–70 до 90 і більше штук, маса однієї головки 8–15 г, загальна їхня маса сягає 300–800 г. Утворення листків і ріст стебла тривають практично до кінця вегетації, а найбільшого розміру в діаметрі головки досягають на 80–100 день після висаджування розсади [39, 49–51]. Вегетаційний період триває від 135–155 до 180 діб. Особливістю вирощування капусти брюссельської є те, що не пізніше як за 20 діб, а в основному за 1–1,5 місяці (наприкінці серпня-у вересні) до збирання врожаю проводять вершкування при досягненні нижніми головками 1,3–1,5 см в діаметрі (прищипують верхівкову бруньку), що сприяє росту і формуванню більш щільних головок. Врожайність досягає 6–13 т/га [10, 41, 52–54].

1.3 Вплив умов вегетаційного періоду на формування якісного і лежкоздатного врожаю капусти броколі та брюссельської

Температурний режим. Усі види капусти належать до холодостійких рослин. Насіння їх проростає за температури 4...5 °С. За температури 11 °С

сходи з'являються на 12-й, а за 18...20 °С дружні сходи отримують на 3–4-й день після сівби. Добре загартована розсада витримує короткочасне зниження температури до -5...-8 °С, незагартована – пошкоджується за -1 °С.

Оптимальна температура повітря в період вегетації 13...18 °С. За температури понад 25 °С ріст сповільнюється, тканини грубішають, а квітки втрачають здатність до запилення. У капусти броколі головки стають дрібними і передчасно розпадаються. Тривала дія високих температур у поєднанні з посухою призупиняє ріст, затримує утворення головок, зменшує їхній розмір, а у головок, що зав'язалися прискорює процеси досягання і старіння [41, 42]. Оптимальна температура для росту і розвитку капусти броколі 16...20 °С. Цей вид капусти відрізняється від усіх інших більшою жаростійкістю. Вона менш вимоглива до умов вирощування, ніж цвітна, більш стійка до хвороб і шкідників, відрізняється від неї вищою скоростиглістю та холодостійкістю (дорослі рослини витримують до -7 °С) [19, 43].

Сприятлива температура для росту рослин капусти брюссельської у польових умовах 15...18 °С. Для підвищення їхньої морозостійкості іноземні вчені, за даними О. Я. Жук та ін. [10], пропонують використовувати при середній нормі N₂₅₀ підвищені дози калійних (до K₄₀₀) і магнієвих (Mg₃₀₋₄₀) добрив та покривні матеріали: плівки поліетиленову й полівінілхлоридну.

Волога. Капуста вимоглива до вологості ґрунту і повітря. Найкраще вона росте за вологості ґрунту 60–80 % НВ та відносної вологості повітря 75–90 %. У зв'язку з високою вимогливістю рослин капусти до вологи їх доцільно розміщувати на ділянках зі зниженим рельєфом. При нестачі вологи утворюються невеликі листки та головки. За надмірної чи недостатньої вологості листки набувають фіолетового забарвлення, ріст рослин сповільнюється, вони уражуються судинним бактеріозом, що різко знижує їх продуктивність (у головчастих видів головки при досягнанні розтріскуються). При перебуванні рослин під водою впродовж 6–12 годин, починається відмирання коренів. При низькій вологості повітря рослини

випаровують багато вологи. При цьому судинна система неспроможна забезпечити відшкодування витрат води на випаровування навіть при високому забезпеченні ґрунту вологою. За таких умов головки формуються дрібні, низької товарної якості [4, 41, 42, 44].

Капуста брюссельська чутлива до посухи, проте нестачу вологи переносить краще, ніж інші види, що пояснюється кращим розвитком кореневої системи. Максимальна потреба у воді спостерігається в період інтенсивного росту розетки і утворення головок. У період досягання головок потреба у волозі зменшується. Надлишкова вологість ґрунту разом з високою температурою призводять до затримання формування головок. Оптимальна вологість ґрунту – 80–85 % НВ, відносна вологість повітря – 60–90 % [10].

Світловий режим. Капуста – світлолюбива рослина і відноситься до рослин довгого дня. Довгий день прискорює ріст розсади, формування головок, а у рослин другого року життя – цвітіння. При нестачі світла сходи витягуються і стають вразливими до захворювань. За довгого дня в них швидше проходять усі фази росту й розвитку. Головки капусти цвітної найкраще утворюються і вибілюються в похмурі дні. Під дією підвищеної температури і прямого сонячного освітлення вони набувають зеленувато-жовтого кольору, втрачають товарний вигляд та швидко розсипаються. Щоб запобігти цьому у сонячну погоду їх затінюють: над ними надламують або зв'язують 2–3 верхні листки [42, 55]. Броколі на відміну від капусти цвітної не потребує затінення під час формування головок [24, 40, 41].

Одним із способів регулювання світлового режиму є схема садіння. У капусти броколі вона становить 70x50 або 70x60 см [37, 56], у брюссельської 70x50–70 або 60x60 см [39, 50].

1.4 Вимоги до якості капусти броколі та брюссельської, що призначена для зберігання

Головки капусти броколі зрізають до розпускання бутонів на початку їх «розходження». Якщо запізнитися зі зрізом, то бутони розкриваються і зацвітають, а продукція стане непридатною до споживання [11, 57]. Головки броколі можна укласти в ящики в два шари: перший – головками вниз, другий – головками вгору, спрямовуючи стебла між головками нижнього шару [42].

У країнах ЄС для контролю якості капусти броколі використовують стандарт ЕЖ ООН FFV-48 [58], в Україні – РСТ УССР 1483-89 [59]. Згідно з РСТ УССР 1483-89 при заготівлі і реалізації для споживання у свіжому вигляді та промислової переробки головки броколі розміром за найбільшим діаметром не менше 4 см із пухких суцвіть повинні бути свіжими, цілими, чистими, здоровими, у стадії початку бутонізації, зеленого кольору, з одним рядком зелених листків на нездерев'янілому стеблі довжиною до 20 см. Допускається масова частка суцвіть у стадії початку цвітіння, з незначними механічними пошкодженнями і потертістю не більше 15 % [59].

Згідно із стандартом ЕЖ ООН FFV-48 броколі за якістю розподіляють на перший і другий товарні сорти. Броколі першого сорту має бути щільною і компактною, із здоровими квітконосами, без плям та механічних ушкоджень. Бутони повинні бути повністю закритими, а стебла ніжними і нездерев'янілими. Водночас можуть допускатися незначні дефекти форми і забарвлення. Також допускається наявність у суцвітті ніжних і зелених листочків. Головки другого сорту можуть бути пухкішими і менш компактними, а бутони практично закритими з незначними слідами механічних пошкоджень. Допускається наявність і зелених листків.

Калібрування капусти броколі проводять або за діаметром осі суцвіття на кінці зрізу (мінімальний діаметр має бути 8 мм, а різниця між найменшим і найбільшим в одній упаковці не може перевищувати 20 мм), або за

максимальним діаметром суцвіття (мінімальний діаметр суцвіття повинен складати 6 см, у випадку реалізації броколі розфасованою або зв'язаною у пучки – 2 см). У будь-якому випадку співвідношення діаметрів суцвіття і квітконосного стебла не може бути меншим за 2:1. Висота суцвіть не може перевищувати 20 см. Шкідники і хвороби капусти броколі є однаковими з капустою цвітною і білоголовою [58].

Урожай капусти брюссельської починають збирати тоді, коли головки досягнуть розміру 2,5 см у діаметрі та стануть досить щільними і блискучими. Збирання врожаю продовжують до випадання снігу [8, 20]. Капусту брюссельську збирають після всіх інших видів капусти, оскільки вона найхолодостійкіша. Чим пізніше збирати головки, тим вони щільніші, мають кращі якості. Але збирання необхідно завершити до сильного похолодання і не допускати, щоб температура повітря знижувалася нижче, ніж -10°C . Головки для зберігання повинні бути здорові, щільні, не тріснуті і не пророслі [10].

Капуста брюссельська має широке розповсюдження у північно-західних європейських країнах: Великобританії, Нідерландах і Франції. Завдяки високій морозостійкості рослин, погодні умови в цих країнах дозволяють проводити збирання врожаю цієї капусти впродовж усієї зими. В Україні ж через цю причину капусту брюссельську збирають самою останньою. Для свіжого споживання її збирають багаторазово вручну, починаючи з нижньої частини стебла, потім з середньої та верхньої. З метою постачання великих партій широко практикують механізоване збирання.

У країнах ЄС використовують UNECE STANDARD FFV-08 Brussels sprouts. Показники якості капусти брюссельської для свіжого споживання в Україні висвітлені у стандарті ДСТУ 1915-91 «Капуста брюссельська свіжа» [60], який розповсюджується на капусту, що призначена для реалізації у свіжому вигляді і після промислової переробки. Згідно із стандартом, розміри головок за найбільшим діаметром повинні бути не менше 15 мм, а самі головки – свіжі, цілі, чисті, здорові, без механічних ушкоджень, різного

ступеня щільності, без пошкоджень шкідниками та хворобами. Залишок кочериги на головці, що відрізана, повинен бути не більше 30 мм.

Згідно із стандартом UNECE STANDARD FFV-08 Brussels sprouts свіжі головки після збору врожаю та післязбиральної доробки повинні бути не пошкодженими, доброякісними, без ознак псування і гниття, чистими, свіжими на вигляд, без шкідників та слідів ушкоджень ними, не підмерзлими, без надлишкової зовнішньої вологості та стороннього запаху і/або присмаку. Стандарт передбачає формування партій обрізаних (очищених від залишків стебел та зайвих покривних листочків) і необрізаних головок капусти брюссельської. Місце відламування має бути чистим від залишків частин стебла. Шкідники і хвороби капусти брюссельської є такими ж як у капусти білоголової [58].

1.5 Фізіологічні процеси, що протікають у капусті під час зберігання

Після відокремлення продукції від материнської рослини вона продовжує активно дихати та випаровувати вологу, метаболічні процеси підтримуються за рахунок накопичених поживних речовин та води, поповнення яких припиняється; при цьому втрачається маса і псується її зовнішній вигляд [61].

Дихання найбільш інтенсивно протікає в перші дні після збирання, потім помітно знижується. Механічні пошкодження, враження мікроорганізмами, несприятливі умови зберігання різко підвищують інтенсивність дихання [62].

Дихання – процес, в результаті якого запасні органічні речовини розкладаються до простих кінцевих продуктів з вивільненням енергії та діоксиду вуглецю. Інтенсивність дихання залежить від виду овочів, їх фізіологічного стану, умов зберігання і визначається кількістю виділеного діоксиду вуглецю. Вивільнена енергії є теплом, що підвищує температуру

маси продукції [63–65]. Згідно даних С. М. Бруєва та ін. [66] брюссельська і цвітна капуста характеризуються, порівняно з іншими видами капусти, вищою інтенсивністю дихання при 0°C: 7,4 і 6,8 мг CO₂ на 1 кг за 1 годину відповідно. Згідно даних S. V. Irtwange [64] інтенсивність дихання капусти за 15 °C становила: білоголової – в межах 10–20 мг CO₂/кг · год., цвітної – 20–40, броколі – 40–60 мг CO₂/кг · год.

Інтенсивність тепловиділення залежить від інтенсивності дихання, виду продукції, її стану, умов вирощування та зберігання. Вона зменшується із зниженням інтенсивності дихання. Одним із факторів, що впливають на ці процеси, є охолодження продукції до температури її зберігання [26]. Інтенсивність тепловиділення капусти білоголової під час зберігання за температури 0 °C становить 1,09–1,25 кДж/кг·добу, капусти цвітної – 2,09–5,43, капусти червоноголової – 1,25–1,59 кДж/кг·добу [67].

Під час дихання також виділяється волога. Втрата вологи призводить до втрати маси і в'янення продукції [64]. Згідно даних В. В. Хареби [68] випаровування вологи залежить від ступеня гідрофільності клітинних колоїдів, анатомічної будови, стану покривних тканин і періоду зберігання. Так, на початку зберігання капусти білоголової випаровування вологи йде активно – до 800 г на кожен тонну головок, в середині періоду зберігання воно знижується до 600 г, а в кінці, з наближенням нового вегетаційного періоду, знову підвищується до 700 г. Інтенсивність і кількість випаровуваної вологи залежить як від її вмісту в головках, так і від температури та відносної вологості повітря. Чим вища температура і нижча відносна вологість повітря у сховищі, де зберігаються головки капусти, тим більше вони випаровують вологи і навпаки [69].

Огляд літературних джерел показав, що питання інтенсивності дихання, тепло- та вологовиділення вивчалися переважно на капусті білоголовій.

1.6 Умови і способи зберігання різних видів капусти

1.6.1 Умови і способи зберігання капусти. До сучасних способів зберігання капусти відноситься зберігання у сховищах тимчасових та капітальних, а також у холодильниках як звичайних, так і з РГС. В них можна зберігати будь-які види капусти.

Оптимальна температура зберігання більшості видів капусти є 0°C , відносна вологість повітря 90–95 %. Перед зберіганням капусту охолоджують [4]. Дослідженнями встановлено, що капусту білоголову зберігають за температури $0\pm 1^{\circ}\text{C}$. Для уникнення відпотівання, що сприяє масовому розвитку сірої плісені та інших збудників хвороб, рекомендують відносну вологість повітря 90–95 %. Зниження температури до $-1,5^{\circ}\text{C}$ упродовж тривалого часу спричинює утворення «тумаків» (головок з потемнілою серцевиною), а підвищення понад 0°C сприяє розвитку сірої гнилі. Головки зберігають або навалом, або у тарі. Тарний спосіб зберігання зменшує кількість механічних ушкоджень продукції під час завантаження у сховище і під час ревізій. Капусту білоголову також можна зберігати при відносній вологості повітря 70–80 %. За цих умов 1–2 шари верхніх листків зовсім висихають і вони, як пергамент, захищають внутрішню зону головок від подальшого випаровування й ураження хворобами. Природні втрати маси за таких умов у 1,5–2 рази більші, ніж при більшій вологості повітря, проте захворювань капусти майже не спостерігається. Зберігання в холодильниках у порівнянні з неохолоджуваними сховищами підвищує вихід стандартної продукції. Природні втрати маси при цьому нижче на 30–40 % [6, 57, 70–74].

Оптимальні умови зберігання капусти червоноголової створюються за температури $0\dots 1^{\circ}\text{C}$, відносної вологості повітря – 90–95 %. Потрібно уникати замерзання продукції, оскільки відтаювання руйнує соковиті тканини і продукція легко вражується фітопатогенами. За низької вологості повітря головки швидше в'януть, втрачають масу, їх лежкість знижується. За надто високої вологості при зниженні температури головки можуть

відпотівати. Поява крапельної вологи на поверхні сприяє швидкому проростанню спор грибів і загниванню продукції [75].

Капусту савойську бажано зберігати в тарі, але її також зберігають у сховищах або у підвалах одним шаром за температури 1...3 °С і відносній вологості повітря 90–95 % [76–78]. Капусту пекінську зберігають за температури 0...0,5 °С і відносній вологості повітря 85 %. Оскільки зовнішні листки на 94 % складаються з води, то при більшій вологості повітря відбувається масове їх загнивання [11].

У сховищі з природною вентиляцією при 2 °С рослину кольрабі з прикопаним у пісок корінням і обрізаними листками зберігають більше 3-х місяців. Стеблоплоди зберігають за температури 0 °С та відносній вологості повітря 90–95 % упродовж 2–4-х місяців у тарі і шаром 70–80 см на стелажах або в засіках. На тривалий термін укладають у штабеля, перешаровуючи вологим піском. При цьому обрізають листки та корінь на відстані 1–3 см від стеблоплоду [72, 75–77, 79].

Капусту цвітну зберігають у холодильнику впродовж 4–6 тижнів за температури 0...1 °С і відносній вологості повітря 95 %. При цьому покривні листки не видаляють, а обрізають на рівні головки. Не рекомендується її зберігати з іншими видами капусти [75, 80]. Також можна головки цвітної капусти зберігати в ящиках-клітках або лотках при -0,5...0 °С та відносній вологості повітря 90–95 % упродовж 1–2 місяців [81]. Головки цвітної капусти та броколі не переходять до стану спокою, а при затримці із збиранням або при підвищених температурах зберігання можуть досягати, при цьому суцвіття частково розпускаються і це погіршує їхню якість [76]. Головки капусти броколі закладають на зберігання у фазі технічної стиглості на 5–7 діб за температури 1...2 °С [12, 19, 20, 42, 52, 82]. При 0 °С та відносній вологості повітря 90–95% вони можуть зберігатися до 10 діб. При більш тривалому зберіганні листки знебарвлюються, тканини розм'якшуються [75]. R. V. Jones та ін. [32] рекомендують зберігати капусту броколі за температури 4 °С і відносній вологості повітря 98–100 %.

М. С. N. Nunes та J. P. Emond [83] радять зберігати капусту броколі, брюссельську і цвітну за температури 0 °С. Відносна вологість повітря для капусти броколі та брюссельської повинна становити 95–100 %, для цвітної 95–98 %. За таких умов капуста броколі зберігається 10–14 діб, брюссельська – 3–5 тижнів, цвітна – 3–4 тижні.

Капусту брюссельську цілою рослиною зберігають прикопаною у вологий пісок у сховищі. Листки зрізають. Залишаючи черешки довжиною 2–3 см. Це дає змогу поступово використовувати головки до весни. При зберіганні на стеблі без прикопування головки не в'януть до 2–3 місяців [20, 42, 52, 54]. Температура повинна бути 0 °С, відносна вологість повітря 95 %. При цьому відбувається збільшення в них вмісту загального цукру, вітаміну С, азотистих речовин, маса головок збільшується за рахунок відтоку до них пластичних речовин із стебла. Головки можна зберігати у кошиках чи ящиках по 2–3 кг за температури 0 °С та відносній вологості повітря 90–95 % впродовж 10–12 діб. При більш тривалому зберіганні вони пошкоджуються грибними хворобами, жовтіють, листки в'януть. У холодильнику головки зберігаються 8–10 тижнів за температури -2...-3 °С, відносній вологості повітря 90 % і вмісті CO₂ у повітрі 5 % [75, 76, 84, 85]. Капуста брюссельська при закладанні на зберігання головок на стеблах за температури -1...0 °С може зберігатися до 10 тижнів. У Німеччині головки зберігають у пластикових ящиках по 12,5 кг при -1,5...-2 °С [13, 86]. Німецькими вченими встановлено, що якщо капусту брюссельську зберігати за температури -2...-3 °С і відносній вологості повітря 90 %, то вона може зберігатися 60–75 днів [11]. Т. В. Лізгунова та Т. І. Джохадзе [87] рекомендують зберігати капусту червоноголову, савойську і брюссельську за температури 0 °С з відхиленням ±1 °С і відносній вологості повітря 92–98 %.

Важливим фактором впливу на фізіолого-біохімічні процеси, що протікають у капусті під час зберігання, є склад повітря. Для його очищення і для дезінфекції тари використовують препарати сірки, формаліну, сірчистого газу, ультрафіолетове і радіаційне опромінювання, обробку озоном тощо.

Наявність будь-якого освітлення неприпустима, оскільки інтенсифікуються процеси життєдіяльності: дихання, проростання, використання запасних речовин, в'янення, руйнування барвних речовин і вітамінів. На зберігання закладають сухі головки, що не мають пошкоджень [4, 88, 89]. Капуста білоголова чутлива до газового складу повітря під час зберігання: 10 %-ний вміст диоксиду вуглецю викликає побуріння внутрішніх, а потім зовнішніх листків внаслідок фізіологічного розладу [57, 72]. Оптимальний газовий склад РГС при зберіганні (%): CO_2 – 4, O_2 – 5, N_2 – 91. У таких умовах за температури 2...4 °С і відносній вологості повітря 100% вихід товарної продукції через 210–220 днів становив 97 %. Головки зберігали забарвлення і були майже без зачищень [6, 44, 76]. Капусту червоноголову також зберігають у холодильниках з регульованим газовим середовищем. Умови зберігання: температура – 0°С, CO_2 – 0-3%, O_2 – 3 % [4].

Отже, більшість дослідників радять зберігати капусту за температури 0 °С. Відносна вологість повітря повинна бути не нижче 90 %.

1.6.2 Вплив виду пакування на збереженість капусти. Після збирання овочів необхідно зберегти їхню якість. Для цього їх зберігають за певної температури, вологості повітря, із застосуванням пакувальних матеріалів [90]. Свіжі овочі навіть за оптимальних температури та вологості повітря мають обмежений термін зберігання. Причинами цього є великі природні втрати маси та втрати за рахунок хвороб і фізіологічних розладів. Крім цього втрачається свіжий вигляд, консистенція та зменшується вміст компонентів хімічного складу. За рахунок хвороб втрачається 20–25 % свіжої плодочервої продукції навіть за оптимальних умов зберігання [91]. Для подолання цього і, як наслідок, збільшення терміну зберігання, застосовують пакування у плівку поліетиленову різної товщини.

При виборі пакувального матеріалу дослідники радять використовувати плівку поліетиленову, оскільки вона еластична, стійка до світла, кислот та лугів, легко зварюється, має низьку водо- та паропроникність, міцна та придатна для багаторазового використання. В

упаковці різної місткості з плівки поліетиленової завтовшки 30–60 мкм створюється модифіковане газове середовище (МГС), що містить 3–7 % CO₂ та 5–16 % O₂ [92]. МГС за холодильного зберігання гальмує розвиток збудників псування, затримує проростання, знижує втрати маси. Вихід стандартної продукції збільшується на 15–30 %. Після зберігання в МГС головки капусти білоголової містять більше вітаміну С, сухих речовин та цукрів [6]. Вихід товарної продукції підвищується, а природні втрати знижуються при зберіганні капусти білоголової в мішках і вкладках поліетиленових, а також при вкриванні боків штабеля плівкою поліетиленовою [44, 76]. При зберіганні капусти білоголової у контейнерах з плівки поліетиленової завтовшки 80–110 мкм протягом 160 діб природні втрати маси порівняно з контролем (зберігання з активним вентиляванням) були мінімальними. Втрати маси від сірої гнилі були менші у 1,2–2,0 раза [93]. При пакуванні головок капусти білоголової у плівку поліетиленову вихід стандартної продукції становить 93–95 %, при зберіганні у звичайних ящиках – 89–92 %. Природні втрати маси в даному випадку зменшується більш ніж у три рази [6, 94]. У дослідженнях С. М. Майстренка і співавторів [95] застосування вкладок поліетиленових забезпечувало зниження втрат капусти білоголової на 50 %. При цьому продукція мала більш високі показники за хімічним складом. Зберігання капусти червоноголової у контейнерах, вистелених плівкою поліетиленовою завтовшки 80–100 мкм, забезпечувало збереженість головок на 85–90 % впродовж 5–7 місяців. Продукція містила більше вітаміну С, сухої речовини та цукрів [4]. Зберігання капусти савойської у мішках поліетиленових по 10 головок без доступу повітря забезпечило вихід товарної продукції близько 83–85 % поряд зі збільшенням терміну зберігання [96]. Броколі, що була загорнута у плівку, при 0 °С зберігалася більше 14 днів за рахунок підвищеної вологості повітря в упаковці [75]. В. А. Колтунов та співавтори [97] відмічають переваги зберігання головок капусти брюссельської сорту Геркулес 1342 у ящиках із вкладками поліетиленовими у холодильнику: природні втрати маси через 4

місяці становили 5,3 %. У дослідженнях Г. Л. Бондаренко, Л. П. Белашової та С. М. Даценко [98] з капустою червоноголової сорту Максилла кращі результати за холодильного зберігання були отримані за зберігання головок у відкритих мішках поліетиленових: через 150 діб зберігання вихід товарної продукції становив 79,6 %, що на 22,0 % вище порівняно зі зберіганням у відкритому вигляді, втрати маси були в 1,5 рази нижчими і становили 2,0 %.

У літературі є рекомендації щодо зберігання капусти цвітної: перші 3 тижні головки зберігають з покривними листками. Потім їх видаляють і головки загортають у папір або плівку. Температура повітря підтримується на рівні 0,5...1 °С, вологість – 90 % [99]. В. С. Дяченко [75] зазначає, що головки капусти цвітної масою 500–600 г з покривними листками у поліетиленовій плівці зберігаються до двох місяців за температури 2 °С і до чотирьох місяців – при 0 °С. Близько місяця стеблоплоди капусти кольрабі можна зберігати у прохолодному приміщенні загорнутими в папір і вкладеними у пакет поліетиленовий [79]. Добрі результати одержують при зберіганні кольрабі в ящиках, застелених і вкритих плівкою поліетиленовою. За температури 0 °С та відносній вологості повітря 90–95 % стеблоплоди зберігаються 4–5 місяців [11].

У дослідженнях з капустою броколі М. Serrano із співавторами [100] зазначають, що при зберіганні головок без пакування за температури 1 °С, через 5 діб відмічалася значна втрата маси, пожовтіння, продукція втрачала пружність, спостерігалось швидке зниження загальної антиоксидантної активності, вмісту аскорбінової кислоти та загальної концентрації фенольних сполук. При зберіганні в МГС ці процеси значно гальмувалися. М. М. Barth та Н. Zhuang [101] встановили, що застосування плівки поліетиленової дозволяє зберігати головки капусти броколі впродовж 6 діб за 5 °С без значних втрат маси, кольору, вітамінів С і Е та антиоксидантів. У своїх дослідженнях С. G. Jia із співробітниками [102] встановили, що пакування броколі у плівку поліетиленову неперфоровану дозволяло зберегти якість головок упродовж 13 діб при 4 °С та 3-х діб при 20 °С, у перфоровану –

впродовж 23 діб при 4 °С та п'ять діб за температури 20 °С. Ці результати були підтверджені N. Rangkadilok із співробітниками [103]. Дослідженнями W. Hu [104] також підтверджено, що зберігання різних видів капусти у пакетах з плівки перфорованої дозволяє краще зберегти їхній зовнішній вигляд, смак та вміст аскорбінової кислоти. S. L. Gillies із співавторами [105] впродовж 15 діб за температури 13 °С зберігали броколі у плівці поліетиленовій без значних втрат якості. Індивідуальне пакування головок броколі у плівку поліетиленову завтовшки 15 мкм дозволило зберегти їхні якісні показники впродовж 7 діб за 1 °С та через 2,5 доби за температури 20 °С (під час імітації умов роздрібної торгівлі) у дослідженнях F. Artés, F. Vallejo й J. Martínez [106]. Л. С. Гіль [9] та І. Сокольский [21] наводять відомості про те, що броколі зберігають на нижній полиці холодильника у пакетах паперових або поліетиленових нетривалий час, а у пакетах поліетиленових у холодильнику головки брюссельської капусти можуть зберігатися впродовж 1,5–2 місяців.

Овочеву продукцію зберігають у контейнерах поліетиленових з дифузійними вставками, що являють собою газоселективні мембрани. Товщина плівки до 200 мкм. При цьому збільшується тривалість зберігання продукції, зменшуються втрати за рахунок браку та втрат маси [95]. У дослідженнях А. М. Фролова [71, 107] холодильне зберігання капусти білоголової в плівці поліетиленовій із газоселективними мембранами у 1,5–2,0 раза зменшувало втрати у порівнянні зі звичайним холодильним зберіганням. В. П. Дворніков із співавторами [108] пакували капусту білоголову по 15 кг у контейнери з плівки поліетиленової завтовшки 120 мкм, що мали вікна із газоселективних мембран. Температура зберігання -1...0 °С. Вологість повітря у контейнерах досягала 100 %. Застосування газоселективних мембран дозволило в 1,5–3,0 раза зменшити величину природних втрат, підвищити стійкість головок до захворювань та їхню органолептичну оцінку.

Дослідники радять обирати плівку завтовшки 30–40 мкм, оскільки

плівка завтовшки більше 40 мкм має меншу газопроникну здатність; в упаковці з такої плівки накопичується більше CO₂, що негативно впливає на процеси газообміну продукції та її збереженість. С. М. Бруєв із співавторами [66] наводять позитивні результати зберігання капусти брюссельської та цвітної у мішках поліетиленових з плівки завтовшки 30 мкм. При цьому було менше відходів, продукція мала кращу якість та більший вміст компонентів хімічного складу порівняно зі зберіганням у відкритих ящиках. При зберіганні головок броколі у плівці поліетиленовій завтовшки 30–40 мкм в ящиках за температури 0°C і відносній вологості повітря 90–95 %, вони без видимих утрат зберігаються до трьох тижнів [9]. Такі тенденції підтверджуються дослідями М. В. Сабурова і А. Г. Гусейнова [109], Р. Я. Ципруш [110] та Н. О. Моїсеєвої [111] проведених з яблуками: у варіантах з використанням плівки поліетиленової завтовшки 30–40 мкм в кінці зберігання природні втрати маси були менші, а вихід стандартних плодів більший порівняно з варіантами, в яких плівка не використовувалася або використовувалася плівка завтовшки 50 мкм.

І. О. Федосій [13, 86] у своїх публікаціях зазначає, що капуста брюссельська в пакетах поліетиленових при фасуванні по 2 кг за температури 0...0,5 °C, вологості повітря 90 % зберігається 6–8 тижнів. М. М. Івакін із співробітниками [57] повідомляють, що головки капусти цвітної та броколі розфасовані по 500–600 г у пакети з плівки розміром 20x50 см завтовшки 50–80 мкм зберігали за температури 2...4 °C впродовж 1,5–2 місяців. За температури 0...1°C строк зберігання подвоювався. За іншого фасування капусти броколі та брюссельської даних не знайдено.

М. А. Ніколаєва [76] стверджує, що застосування перфорованих мішків та вкладок має переваги перед неперфорованими, оскільки у неперфорованих упаковках на дні накопичується конденсат, що є причиною загнивання головок у нижній частині контейнеру. Перфорація регулює вологість в упаковці та збагачує атмосферу, що створюється в ній, киснем. При зберіганні білоголової капусти у контейнерах, з метою попередження

відпотівання продукції, верх контейнера вкривали папером і соломою шаром 10 см, а зверху плівкою перфорованою завтовшки 40 мкм. Діаметр отворів був 1 мм, розташовувалися отвори на відстані 10 см один від одного [112]. О. Я. Жук та ін. [10], М. А. Ніколаєва [76], Т. В. Лізгунова [54] та інші зазначають, що при зберіганні головок капусти брюссельської в пакетах перфорованих поліетиленових у холодильнику вони зберігалися впродовж 1–1,5 місяця.

При зберіганні овочевої продукції використовують герметичні пакети поліетиленові місткістю до 1–2 кг. В результаті дихання продукції в пакетах збільшується кількість CO_2 і зменшується вміст O_2 . Таке зберігання при певному співвідношенні маси продукції до об'єму упаковки через певний проміжок часу створює всередині вакуум, при якому плівка щільно прилягає до продукції. Цей метод отримав назву «біологічний вакуум» [95].

При індивідуальному пакуванні, коли продукцію слід обгорнути так, щоб покупець зміг максимально задовольнити свою цікавість, часто обирають прозору стретч-плівку полівінілхлоридну. Вона дуже дешева і майже не впливає на собівартість продукції. На таку плівку можна нанести додаткову інформацію (ціна, місце виготовлення, склад) [113]. Дослідженнями встановлено, що для пакування капусти цвітної більш придатна стретч-плівка перфорована, оскільки в упаковці з неперфорованої головки вже на третю добу вкривалися коричневими плямами [62]. А. Jacobsson [114] та J. Annelie [115] для зберігання броколі радять обирати стретч-плівку оскільки вона дозволяє максимально зберегти органолептичні показники головок, а А. Lucera із співавторами [116] акцентують увагу на тому, що перфорована стретч-плівка зберігає як органолептичні показники, так і суттєво подовжує термін зберігання головок. Зберігання головок капусти брюссельської у лотках, загорнутих у стретч-плівку за температури 0°C , показало кращі результати у збереженні якості за тривалого зберігання у дослідах S. Z. Viña [117].

Виходячи з огляду літературних джерел можна відмітити, що наукової

інформації щодо зберігання капусти броколі та брюссельської обмаль, більшість з них носить рекомендаційний характер і орієнтована на зберігання у домашніх умовах.

Висновки до розділу

З наведених даних літературних джерел випливає:

1. Необхідність всебічного вивчення особливостей гібридів капусти броколі та брюссельської щодо формування товарної якості залежно від погодних умов вегетаційного періоду.

2. Заслуговує великої уваги питання збереження поживних властивостей капусти броколі та брюссельської, зокрема: дослідження фізичних й теплофізичних властивостей головок капусти броколі та брюссельської, а також фізіологічних процесів, що відбуваються в них під час зберігання. А також вивчення збереженості капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування.

Отже, актуальним є поглиблення і розширення досліджень з метою теоретичного обґрунтування формування і збереження якості капусти броколі та брюссельської з метою подовження тривалості періоду їхнього споживання.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ПРОГРАМА, СХЕМА ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтові та погодні умови в роки 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, кафедрі 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.

Тип ґрунту на дослідному полі чорнозем типовий слабозмитий малогумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі, який характеризується такими агрохімічними показниками: рН сольової витяжки – 5,6; загальний вміст гумусу в орному шарі 4,5 %; N – 9,8 мг/100 г ґрунту (за Корнфільдом); P₂O₅ – 5,6 (за Чириковим) та K₂O – 9,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим). Вологість ґрунту підтримувалася на рівні 80 % НВ, норма одного вегетаційного поливу – 70–150 м³/га.

Клімат району, де проводилися дослідження, характеризується як помірно-континентальний з нестійкими зволоженням і температурою повітря. Середньобагаторічна температура повітря, за даними метеостанції ХНАУ ім. В. В. Докучаєва 7,2 °С. Найхолодніший місяць – січень, його середньобагаторічна температура мінус 6,9 °С. Середньорічна кількість опадів 529 мм, у гостро посушливі роки – 253 і до 804 мм – у надмірно зволожені роки. Мінімальна кількість опадів випадає у лютому, максимальна – в червні, липні, серпні. Середньорічна кількість опадів розподіляється таким чином: узимку 16–20 %, навесні 22–25 %, влітку 35–40 %, восени 35–40 %. Накопичення вологи в ґрунті залежить переважно від осінньо-зимових опадів, кількість яких сягає 40 % від річних.

2011 р. (рис. 2.1, додаток А) характеризувався сприятливими умовами для росту й розвитку капусти броколі. ГТК вегетаційного періоду формування центральних головок становив 2,04, що характеризує його як вологий. Їх масовий збір припав на другу декаду серпня: опадів у цей період випало майже у 2 рази більше, порівняно з багаторічними даними; температура повітря була на рівні 23,1°C і перевищувала середньобагаторічну на 3°C, це обумовило зниження вологості повітря на 2 %. ГТК періоду формування бічних головок становив 0,57, що свідчить про посушливі умови. Масовий збір бічних головок припав на першу декаду вересня. В цей період випало 11,9 мм опадів, що було в 1,4 рази менше за середньобагаторічну кількість. Температура повітря відрізнялася від середньобагаторічної на 0,3°C, вологість повітря – на 1 %.

Капусту брюссельську збирали в першій декаді жовтня: температура повітря становила 13,9 °C, що було вище за середньобагаторічну на 4,9 °C; кількість опадів (10,0 мм) була на рівні з середньобагаторічною (11,0 мм); вологість повітря 75 %, що на 3 % більше за середньобагаторічну. ГТК вегетаційного періоду 2011 р. становив 1,35.

2012 р. порівняно з середньобагаторічними даними був посушливим та спекотним: ГТК за період формування центральних головок капусти броколі був на рівні 0,60, тому їх масовий збір припав на першу декаду серпня. В цей період не дивлячись на те, що опадів випало на 6,8 мм більше порівняно з середньобагаторічними даними, вологість повітря була на рівні 51 % (на 11 % менше за середньобагаторічну), температура повітря становила 27,3 °C, що на 6,8 °C більше від середньобагаторічної. Умови формування бічних головок були посушливими: ГТК = 0,40. Їх збирали у третій декаді серпня. В цей період випало 71,0 мм опадів, що в 3,7 рази було більше від середньобагаторічних даних. Температура повітря становила 19,1 °C і на 0,8 °C перевищувала середньобагаторічну. Вологість повітря завдяки великій кількості опадів була на рівні 76 % і перевищувала на 12 % середньобагаторічну (рис. 2.1, додаток А).

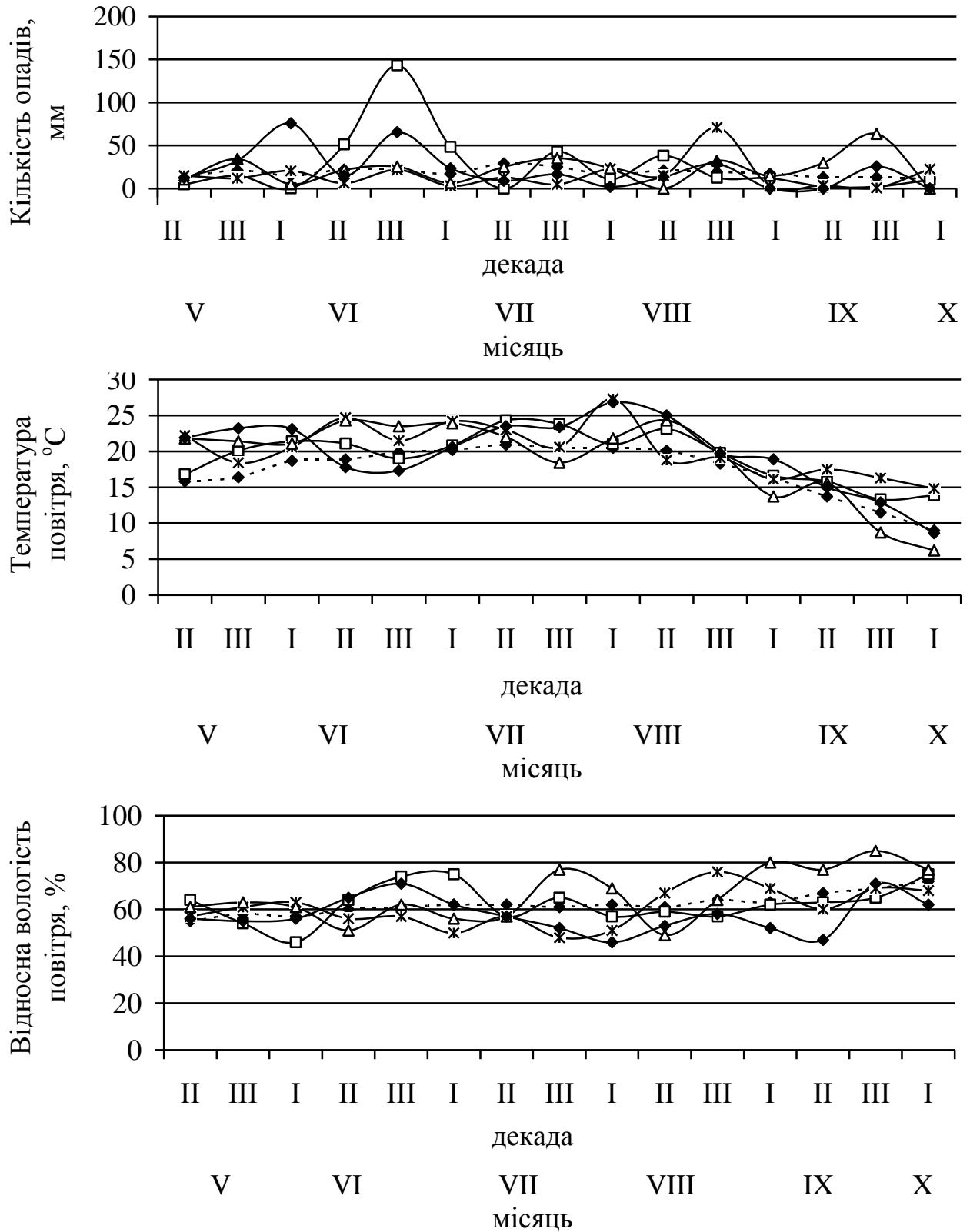


Рис. 2.1 Погодні умови вегетаційного періоду (2011–2014 рр.):

- ◆--- середньобогаторічна; —□— 2011 р.;
- *— 2012 р.; —△— 2013 р.;
- ◆— 2014 р.

Вегетаційний період капусти брюссельської у 2012 р. був посушливим: ГТК Селянинова був на рівні 0,70. Збирання врожаю проводили у першій декаді жовтня. Кількість опадів та температура повітря в цей період була відповідно 22,4 мм і 14,8 °С, що майже у 2 рази більше за середньобагаторічні. Підвищена температура обумовила вологість повітря 68 %, що на 4 % менше від середньобагаторічної.

У 2013 р. вегетаційний період формування центральних головок капусти броколі був дещо вологішим, ніж у 2012 р.: ГТК = 0,96. Масовий збір припав на першу декаду серпня: цей період характеризувався в 1,5 рази більшою кількістю опадів порівняно з середньобагаторічною; температура повітря становила 21,8 °С, що на 1,3 °С більше за середньобагаторічну. Вологість повітря в першій декаді серпня завдяки більшій кількості опадів, знаходилася на рівні 69 % і перевищувала середньобагаторічну на 7 %. ГТК періоду формування бічних головок капусти броколі був на рівні 0,57. Тому їх збирали у першій декаді вересня, цьому сприяли посушливі умови другої декади серпня, які гальмували утворення бічних пагонів на рослинах: відсутність опадів, температура повітря 24,3 °С (на 4,2 °С більше за середньобагаторічну), вологість повітря 49 % (менше за середньобагаторічну на 12 %). Тоді як у першій декаді вересня випало 14,7 мм опадів (в 1,2 рази менше за середньобагаторічну), що в сукупності з температурою повітря 13,7 °С (менше за середньобагаторічну на 2,6 °С) обумовило вологість повітря в цей період на рівні 80 % (на 17 % більше за середньобагаторічну).

ГТК вегетаційного періоду капусти брюссельської становив у 2013 р. 0,97. Продукцію збирали у першій декаді жовтня. В цей період не було відмічено опадів, але низька температура впродовж цієї декади та попередньої (6,2 і 8,7 °С відповідно) поряд з великою кількістю опадів (63,5 мм) у третій декаді вересня забезпечило вологість повітря на рівні 77 %, що на 5 % перевищила середньобагаторічну.

У 2014 р. погодні умови вегетаційного періоду були сприятливими для росту й розвитку рослин капусти броколі: ГТК становив 1,59. Збір

центральных головок припав на початок I декади серпня, погода в цей період була досить сухою і спекотною, що прискорило формування врожаю. ГТК періоду формування бічних головок був 0,60. Перша та друга декади серпня були посушливими та спекотними, що гальмувало розвиток бічних головок. Зменшення температури та випадання опадів у III декаді серпня сприяло формуванню бічних головок, збір яких проводили у першій декаді вересня.

Вегетаційний період капусти брюссельської у 2014 р. був сприятливим для росту і розвитку рослин: ГТК становив 1,10. Капусту збирали у першій декаді жовтня. Опадів у цей період не було і тепла погода з середньодобовою температурою повітря 8,6 °С обумовила меншу за всі роки досліджень вологість повітря: 62 %, що різнилася від середньобагаторічної на 10 %.

Отже, спираючись на показники ГТК можна стверджувати, що більш сприятливі умови для формування врожаю капусти броколі та брюссельської були у 2011 і 2014 рр., оскільки ці культури для свого доброго росту й розвитку потребують вологої і теплої погоди. Але нестача опадів упродовж років досліджень компенсувалася краплинним зрошенням, яке не впливало на вологість повітря. Вологість повітря у 2011–2014 рр. упродовж вегетаційного періоду формування центральных головок капусти броколі була в межах 55–62 %, бічних – 52–66 %, що було менше за оптимальну (75–90 %) відповідно на 13–35 та 9–38%. Вологість повітря вегетаційного періоду капусти брюссельської у 2011 р. була менша за оптимальну (60–90 %) і становила 58 %; у 2012–2014 рр. була в межах оптимальної – 61–66%.

Тривалість вегетаційного періоду формування центральных головок капусти броколі у 2011–2012 рр. становила 75 діб, у 2013 р. – 74, у 2014 р. – 68 діб. Сума активних температур за ці періоди, враховуючи оптимальну для капусти броколі 16–20 °С, повинна була бути у 2011–2012 рр. 1200–1500 °С, у 2013 р. – 1184–1480 та 2014 р. – 1088–1360°С [118, 119], але в роки досліджень середньодобова температура перевищувала верхню межу оптимальної на 1,4–3,0 °С. Це обумовило суму температур протягом років досліджень під час формування центральных головок більше за верхню межу

оптимальної на 93,8–223,1 °С. При цьому найбільш спекотним був 2012 р. – 1723,1 °С, менш спекотним 2014 р. – 1453,8 °С. Під час формування бічних головок капусти броколі оптимальна сума температур складає 256–620 °С за 16–31 добу. У 2011–2014 рр. сума температур за цей період перевищувала верхню межу оптимальної на 22,5–108,6 °С, тому більш спекотним був вегетаційний період формування бічних головок у 2014 р. – сума температур 728,6 °С, менш спекотним 2011 р. – 362,5 °С.

Веgetаційний період капусти брюссельської впродовж 2011–2014 рр. тривав 141–153 доби. За цей час оптимальна сума температур з урахуванням середньодобової 15–18 °С повинна була становити 2115–2754 °С. У 2011–2014 рр. середньодобова температура коливалася в межах 19,3–20,8 °С і вищою була у 2012 р., меншою у 2013 р. Сума температур коливалася від 2843,4 (у 2014 р.) до 3204,3 °С (у 2012 р.) і перевищувала верхню межу оптимальної суми на 208,9–450,3 °С: більшою різниця була у 2012 р.

Таким чином, порівнюючи реальні погодні умови вегетаційних періодів з оптимальними, можна зробити висновок, що 2011–2014 рр. були посушливими, але більш сприятливими роками для формування центральних головок капусти броколі були 2011 і 2014 рр., бічних – 2011 і 2012 рр.; капусти брюссельської – 2011 та 2013 рр.

2.2 Програма, об'єкти, схема та методики досліджень

Програма досліджень представлена на рис. 2.2. Програму досліджень реалізовували за напрямками:

1. Формування товарного врожаю капусти броколі та брюссельської.

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

Полеві досліді проводили згідно загальноприйнятих методик: за Б. А. Доспеховим [120], В. Ф. Мойсейченком [121], В. Ф. Беліком [122],

Г. Л. Бондаренком [123], А. О. Рожковим [124]. Підготовку ґрунту під капусту та догляд за рослинами здійснювали згідно із загальноприйнятими рекомендаціями. Дослідження проводили з пізньостиглими гібридами капусти броколі (Айронмен F₁, Агассі F₁, Бомонт F₁) та брюссельської (Абакус F₁, Брілліант F₁), що внесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [125]. Спосіб вирощування – розсадний (висаджували розсаду з чотирма–п’ятьма справжніми листками). 40-денну розсаду капусти брюссельської висаджували в поле у другій декаді травня, 30-денну капусти броколі – у третій декаді травня. Спосіб розміщення рослин – стрічковий зі схемою розміщення (40+100) x 50 см. Площа посівної ділянки 50 м², облікової –20 м². Кількість рослин на 1 га – 28 571 шт. Повторність досліду триразова. Розміщення варіантів систематичне.

Айронмен F₁ — гібрид капусти броколі для переробки та споживання у свіжому вигляді. Строк досягання 64–81 днів залежно від сезону вирощування. Колір головок насичений голубувато-зелений, головки високо куполоподібні, щільні та важкі [126].

Агассі F₁ – універсальний гібрид капусти броколі, підходить для заморожування та переробки. Строк досягання 65–75 діб. Головки світло-зеленого привабливого кольору, дуже однорідні суцвіття, середньозернисті, високого стандарту. Відмінно переносить спеку [127].

Бомонт F₁ – універсальний гібрид капусти броколі, період досягання головок біля 75 діб, маса головки до 2,5 кг. Головки дрібнозернистої структури, округлої форми, вирівняні, темно-зеленого кольору, мають дуже привабливий товарний вигляд та неповторний смак, що не втрачаються. Гібрид придатний до переробки, відрізняється високою стійкістю до фузаріозу [128].

Абакус F₁ – гібрид капусти брюссельської, строк досягання 110–115 діб від висаджування розсади. Діаметр головок 2,5–3 см. Рослини дуже вирівняні, мають високу стійкість до стресів. Гібрид призначений як для заморожування, так і для споживання у свіжому вигляді [129].

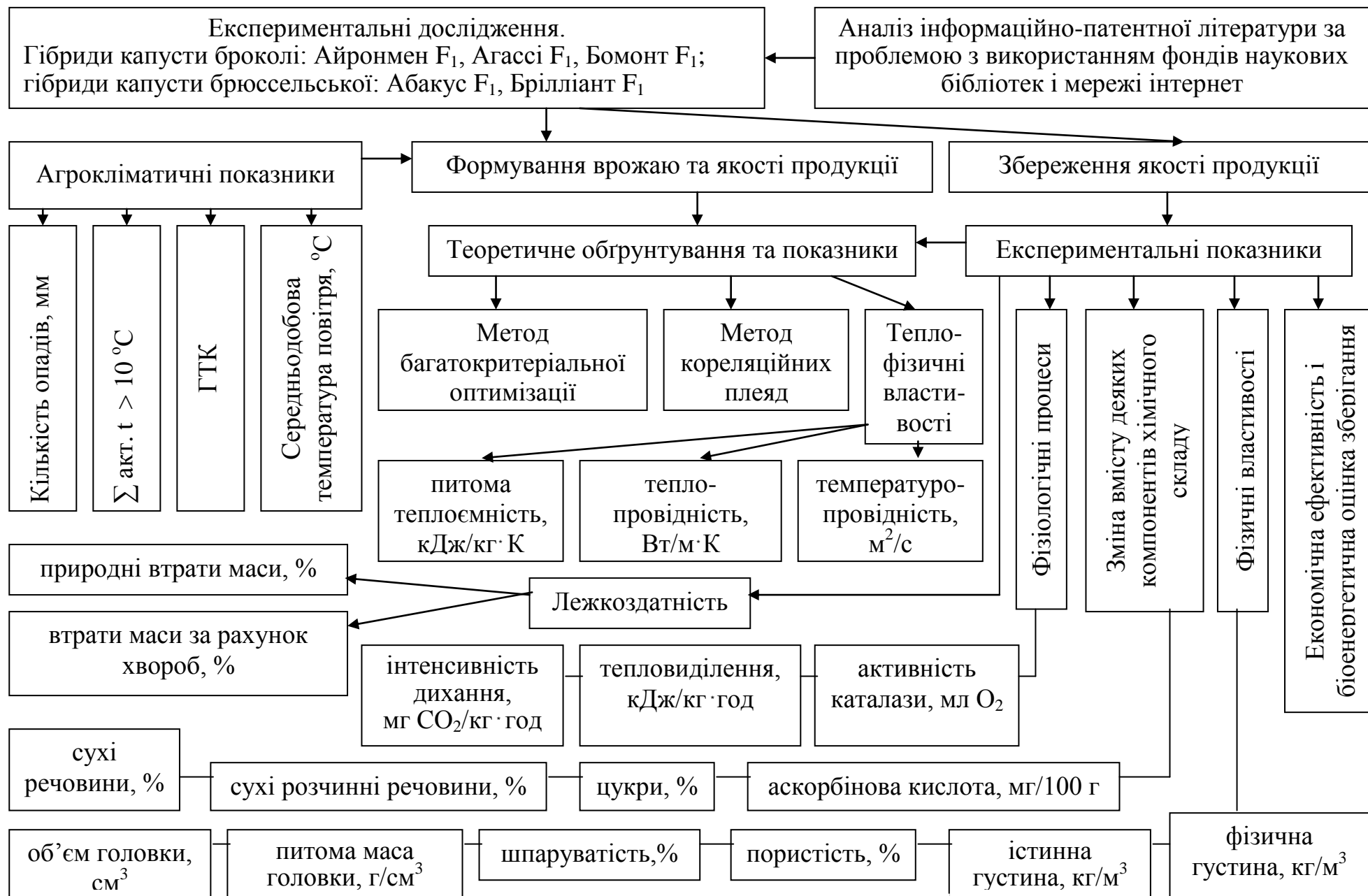


Рис. 2.2 Програма досліджень

Брілліант F₁ – гібрид капусти брюссельської, вегетаційний період 130 діб з моменту висаджування розсади. Рослина середньої сили росту, стійка до полягання. Головки однакові, щільно і рівномірно розміщені на стеблі, переважно крупні, діаметром біля 30 мм, темно-зеленого кольору. Гібрид має високі стійкість до хвороб і смакові якості. Призначений для споживання у свіжому вигляді та заморожування [130].

Технологічні карти вирощування капусти броколі та брюссельської були складені за К. І. Яковенком [131].

Головки капусти броколі збирали діаметром не менше 4 см із закритими пуп'янками [59]. Враховуючи те, що капуста броколі після зрізання центральних головок формує на бічних пагонах другий врожай, її збирали двічі. Центральні головки закладали на зберігання, а бічні одразу реалізовували. Головки капусти брюссельської збирали щільними і характерного розміру для певного гібрида [60].

Капусту збирали вручну вибірково (броколі) та суцільним (брюссельська) способами, зважували, розподіляли на товарну і нетоварну продукцію. Товарну продукцію розподіляли на стандартну і нестандартну згідно чинних державних стандартів [59, 60]. У стандартній продукції визначали вміст деяких компонентів хімічного складу: сухі речовини, сухі розчинні речовини; цукри, з яких, редукувальні та сахароза; аскорбінова кислота.

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

Визначали об'єм, питому масу, пористість, фізичну та істинну густини головки, насипну масу і шпаруватість продукції, її питому теплоємність, теплопровідність, температуропровідність, а також ентальпію, кількість тепла, що слід видалити під час охолодження 1 т продукції, кількість повітря для охолодження й можливе підвищення температури 1 т 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, тепловиділення та активність каталази.

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» [132]. Капусту зберігали у холодильній камері Polair Standard КХН-8,81 за температури 0 ± 1 °С та відносної вологості повітря 90–95 % у ящиках полімерних №6 (ОСТ 10-15-86) [133]. Маса середнього зразка 4 кг [59, 60].

Головки капусти броколі зберігали: 1) в ящиках без упаковки – контроль; з пакуванням: 2) в ящиках, вистелених плівкою поліетиленовою завтовшки 40 мкм «Пленка полиэтиленовая» (ГОСТ 1354-82) [134], 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 [135].

Плівка поліетиленова водонепроникна, має високу хімічну стійкість; є відносно дешевим пакувальним матеріалом, має малу вагу, міцна, забезпечує за рахунок герметичності упаковки захист від негативного впливу довкілля [26, 136]. Плівка завтовшки 40 мкм має такі фізичні властивості за температури 25 °С: газопроникність – 5,43 см³ O₂/дм² за 24 год.; паропроникність – 0,045 г/дм³ за 24 год.; вологопроникність – 0,035 г/дм³ за 24 год. [67].

Стретч-плівка харчова полівінілхлоридна (ПВХ) використовується як одноразова упаковка продовольчих продуктів тривалого та нетривалого строків зберігання, як безпосередньо, так і на піддончиках. Вона універсальна у використанні, нею можна пакувати як гарячі продукти, так і охолоджені та заморожені. Застосовується як при пакуванні вручну, так і з застосуванням допоміжних приладів, а також на автоматичних машинах. Стретч-плівка харчова ПВХ має вибіркочувач газопроникність складових повітря: водяна пара та діоксид вуглецю виходять назовні, а кисень надходить всередину, що забезпечує «дихання» продукту. Запобігає утворенню конденсату; має підвищену стійкість до агресивних середовищ та жирів; добру клейкість, що не дозволяє плівці самостійно розмотуватися при пакуванні і дозволяє досягти герметичного пакування продукції; підвищену міцність та стійкість на розрив та прокол, стійкість до ударів, що не дозволяє плівці рватися при пакуванні та зберіганні упакованої продукції. Стретч-плівка зберігає високі характеристики міцності при низьких температурах, перепадах температури та вологості; має відмінну прозорість, що забезпечує привабливий товарний вигляд упаковки. Плівка завтовшки 8 мкм має газопроникність на рівні 9,0 O₂/дм² за 24 год., паропроникність – 0,05–0,068 г/дм³ за 24 год. [137].

Визначали природні втрати маси, втрати за рахунок хвороб та фізіологічних розладів, вихід стандартної продукції в кінці зберігання.

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, загальний вміст цукрів, сахарози, редукувальних цукрів та аскорбінової кислоти під час зберігання.

Досліди 3, 4 та 5 – трифакторні: фактор А – вид пакування, фактор В – особливості гібрида, фактор С – тривалість зберігання. Повторність триразова.

2.3 Методи досліджень

Під час зберігання визначали: природні втрати маси, товарну якість, фізичні властивості головок та фізіологічні процеси, що в них відбуваються:

- інтенсивність дихання за температури зберігання – за В. М. Найченком [138, С. 115],

- активність каталази – за О. І. Єрмаковим [139];

- енергію, що виділяється продукцією у вигляді тепла – за Л. В. Метлицьким [140];

- зміни вмісту деяких компонентів хімічного складу: вміст аскорбінової кислоти – титриметричним методом за допомогою 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрія (фарба Тільманса) [138, С. 249];

- загальний вміст цукрів та редукувальних цукрів – фотоколориметричним (ферицианідним) методом [141];

- вміст сахарози визначали як різницю між загальним вмістом цукрів і редукувальних цукрів, помножену на коефіцієнт 0,95;

- сухих речовин – висушуванням [142];

- масову частку сухих розчинних речовин – рефрактометричним методом [143].

При визначенні деяких компонентів хімічного складу для порівняння результатів під час зберігання проводили перерахунок вмісту речовин з поправкою на втрату маси [144].

Природні втрати маси визначали у відсотках до початкової маси [144].

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 стандартної продукції. Ідентифікацію збудників мікробіологічних хвороб проводили за морфологією збудника під мікроскопом [145].

Структуру природних втрат маси визначали за Є. П. Широковим [146].

Фізичні властивості (питома маса, фізична густина, істинна густина та пористість головок, шпаруватість насипу продукції) визначали за В. А. Колтуновим [147].

Об'єм головки капусти броколі та брюссельської визначали шляхом занурення її у воду в мірному циліндрі з наступним визначенням об'єму води, що була витіснена. Насипну масу (об'ємну) врожаю капусти визначали, використовуючи ящик, внутрішні стінки якого за висотою, довжиною і шириною були по 1 м, об'єм 1 м³. Ящик заповнювали до країв і зважували. Окремо визначали масу порожнього ящика. За різницею між масою порожнього і повного ящика визначали насипну масу продукції.

Питома теплоємність продукції:

$$c = 4,19 - 0,028 \times n_c, \quad (2.1)$$

де c – питома теплоємність продукції, кДж/кг · К;

n_c – вміст сухих речовин, %.

Теплопровідність:

$$\lambda = \frac{P_\phi}{P_i \cdot (0,57 - 0,004)} + \left(1 - \frac{P_\phi}{P_i}\right), \quad (2.2)$$

де λ – теплопровідність продукції, Вт/м °С;

P_ϕ – фізична густина, кг/м³;

P_i – істинна густина, кг/м³.

Кількість тепла, яке поступово відводиться від тіла, представлено через ентальпію, яку визначали за формулою [148]:

$$\varepsilon = C \cdot (t_0 - t_1), \quad (2.3)$$

де ε – тепловміст (ентальпія), кДж/кг;

C – питома теплоємність продукції, кДж/кг · К;

t_0, t_1 – відповідно початкова та дійсна температура продукції, К.

Кількість тепла, що виділяє продукція за добу визначали за формулою:

$$\Sigma Q_T = (\varepsilon + g) \cdot m, \quad (2.4)$$

де ΣQ_T – кількість тепла, яке необхідно видалити, кДж;

ε – тепловміст (ентальпія), кДж/т;

g – інтенсивність тепловиділення продукції, кДж/т за добу;

m – маса продукції, т.

Швидкість охолодження головок капусти броколі визначали за допомогою ртутного термометра ТУ У 33.2-14307481-035:2005 ТЛС-6, який встановлювали в середину стебла. Показники знімали через кожні 30 хв. Повторність досліду триразова.

Кількість повітря, яке необхідно подати у сховище для охолодження маси продукції, розраховували за формулою [149]:

$$V = \frac{\Sigma Q_T}{1,297 \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (2.5)$$

де V – кількість повітря, яка необхідна для охолодження продукції і виведення надлишків тепла, м³;

ΣQ_T – кількість тепла, яке необхідно видалити за період охолодження продукції, кДж;

1,297 – середня теплоємність повітря, кДж/м³·°С;

t_1 – температура продукції на початку періоду охолодження, °С;

t_2 – температура, до якої потрібно охолодити продукцію, °С.

Підвищення температури 1 т продукції [150]:

$$T = \frac{g}{c} \cdot 0,024, \quad (2.6)$$

де T – підвищення температури продукції за добу, °С/доба;

g – інтенсивність тепловиділення продукції, кДж/кг·год;

c – питома теплоємність продукції, кДж/кг · °С.

Температуропровідність [148]:

$$a = \frac{\lambda}{P_{\phi} \cdot c}, \quad (2.7)$$

де a – температуропровідність продукції, $\text{м}^2/\text{с}$;

λ – теплопровідність, $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{С}$;

P_{ϕ} – фізична густина, $\text{кг}/\text{м}^3$;

c – питома теплоємність продукції, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}$.

Коефіцієнт стабільності врожайності гібрида розраховували за коефіцієнтом фенотипової стабільності Левіса, що наведено З.Д Сичом [151].

Коефіцієнт агрономічної стабільності гібридів визначали за В. В. Хангільдіним [152].

Кращі гібриди капусти броколі та брюссельської визначали методом багатокритеріальної оптимізації (геометрична перевірка критеріїв) [153] (додаток Б).

Збереженість головок капусти броколі та брюссельської визначали за узагальненою функцією бажаності Харрінгтона. Для побудови шкали бажаності (рис. 2.3) користувалися готовими розрахунковими таблицями відповідності

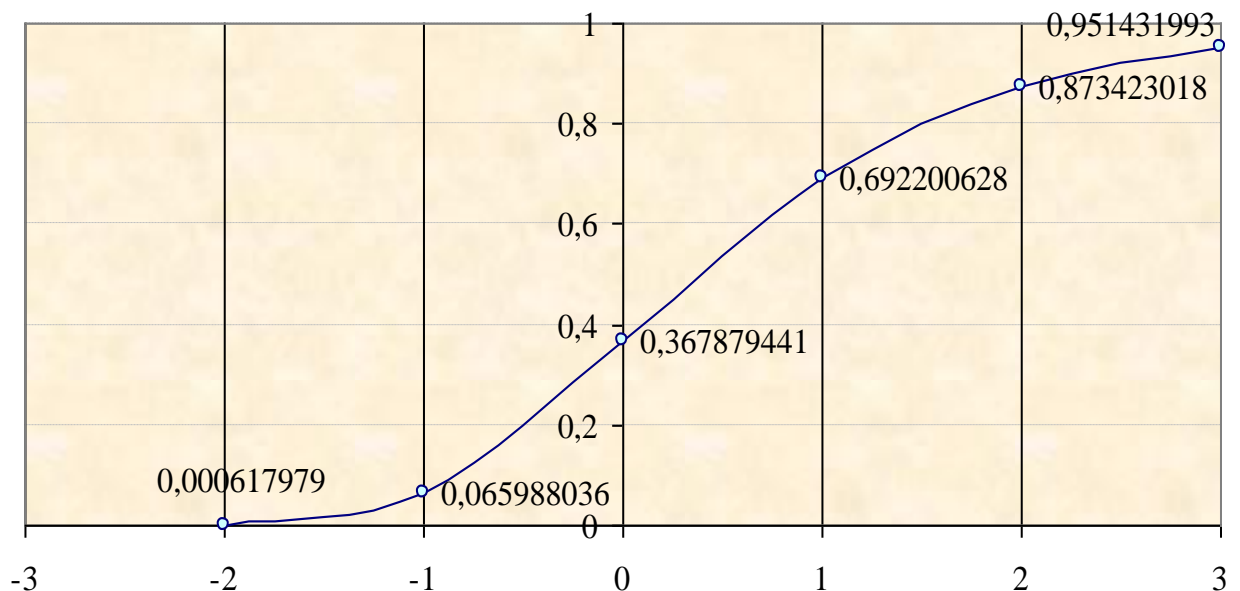


Рис. 2.3 Шкала бажаності Харрінгтона

відповідності між параметрами переваги і числовими їх характеристиками

[154]. Значення окремого відгуку переведеного у безмірну шкалу бажаності (окрема бажаність від desirable, франц. – бажаність), позначається через:

$$d_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.8)$$

Вибір відміток 0,63 та 0,37 пояснюється зручністю обчислення $0,63 \approx 1 - 1/e$, $0,37 \approx 1/e$.

Функція бажаності має аналітичний вигляд:

$$d(y) = (\exp(-\exp(-y)), \quad (2.9)$$

або $d = e^{-e^{-y}}$, при нулі функція бажаності дорівнює 0,37 – межа допустимих значень.

Стандартні відмітки шкали бажаності

Бажаність	Відмітки на шкалі
Дуже добре	1,00 – 0,80
Добре	0,80 – 0,63
Задовільно	0,63 – 0,37
Погано	0,37 – 0,20
Дуже погано	0,20 – 0,00

Для кожного значення матриці натуральних відгуків Reply знаходимо відповідну границю з матриці Border. Проводимо лінійну інтерполяцію для знаходження значення відгуку за кодовою шкалою:

$$\text{Reply}_{i,k} = \text{kod}_j + (\text{kod}_{j+1} - \text{kod}_j) : (\text{border}_{k,j+1} - \text{border}_{k,j}) \cdot (\text{reply}_{i,k} - \text{border}_{k,j}) \quad (2.10)$$

За наведеної формулою узагальнюємо відгуки для гібридів капусти, які вивчалися. Узагальнюємо, тобто переходимо від d_i до D , за формулою:

$$D = \sqrt[n]{\Pi d} \quad (2.11)$$

Узагальнена функція бажаності задається як середнє геометричне окремих бажаностей [155].

Кореляційні плеяди будували користуючись методом кореляційних плеяд [156]. Ознака-індикатор – «урожайність».

Економічну ефективність вирощування капусти броколі та

брюссельської розраховували за В. І. Мациборою [157], зберігання – за В. А. Колтуновим [158, С. 196]. Біоенергетичну ефективність у досліджах визначали за О. С. Болотських та М. М. Довгалем [159]. Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [120] та з допомогою стандартних комп'ютерних програм «Excel» і Statistica [160].

РОЗДІЛ 3

ФОРМУВАННЯ ТОВАРНОГО ВРОЖАЮ

ГІБРИДІВ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ

3.1 Вплив умов вегетаційного періоду на формування товарного врожаю гібридів капусти броколі та брюссельської

Початковим фактором формування якості врожаю капусти є вибір гібрида з цінними господарськими ознаками, що забезпечують отримання високих урожаїв з високими органолептичними і технологічними властивостями. Однією з таких властивостей є маса головки. Результатами наших досліджень встановлено, що врожайність значною мірою залежить від особливостей гібрида та погодних умов вегетаційного періоду.

За роки досліджень більш сприятливими погодними умовами вегетаційного періоду для формування центральних головок капусти броколі відзначалися 2011 та 2014 рр.: ГТК становив відповідно 2,04 і 1,59. Це позитивно вплинуло на масу головок, яка була в межах 215,0–239,0 г та 148,0–192,0 г відповідно залежно від гібрида. У 2012–2013 рр. погодні умови вегетаційного періоду були посушливішими: ГТК становив 0,60 та 0,96 відповідно, головки сформувалися меншої маси в межах 126,0–170,0 г та 137,0–174,0 г відповідно (табл. 3.1). На основі отриманих даних було встановлено, що маса центральних головок капусти броколі має тісний кореляційний зв'язок з ГТК: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$ залежно від гібрида.

Більша маса центральної головки і, відповідно, урожайність була у гібрида Бомонт F₁. Упродовж 2011–2014 рр. досліджень (табл. 3.1) маса центральної головки цього гібрида була в межах 170,0–239,0 г, але істотно (NIP₀₅ = 25,1 г) перевищила лише Агассі F₁. У середньому за роки досліджень маса центральної головки гібрида Бомонт F₁ становила 193,8 г, що більше за показники Айронмена F₁ та Агассі F₁ відповідно на 11,8 г на 37,3 г. Урожайність центральних головок гібридів капусти броколі (додаток В. 1) за

роки досліджень коливалася в межах 3,6–6,8 т/га та істотно ($НІР_{05} = 0,7$ т/га) меншою була у гібрида Агассі F_1 і в середньому за роки досліджень у цього гібрида становила 4,5 т/га. У Айронмена F_1 та Бомонта F_1 вона була відповідно 5,2 та 5,6 т/га і переважала урожайність Агассі F_1 на 0,7 та 1,1 т/га відповідно.

Таблиця 3.1

Маса центральної головки капусти броколі залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду, г

Рік (фактор В)	Гібрид (фактор А)		
	Айронмен F_1	Агассі F_1	Бомонт F_1
2011	236,0	215,0	239,0
2012	156,0	126,0	170,0
2013	166,0	137,0	174,0
2014	170,0	148,0	192,0
$НІР_{05}$	25,1		
Середнє	182,0	156,5	193,8

Встановлено, що рівень урожайності бічних головок (додаток В. 1) знижувався за посушливих умов. Бічні головки капусти броколі у 2011 та 2012 рр. сформувала через два тижні: відповідно 2,6–4,3 та 1,7–4,2 т/га залежно від гібрида. За цей період ГТК Селянинова становив відповідно 0,57 та 0,40. У 2013 та 2014 рр. формуванню бічних головок завадила посушлива та спекотна погода, тому вони сформувалися відповідно через 3,5 й 4 тижні, чому сприяло випадання опадів й зниження температури: ГТК = 0,57 і 0,60 відповідно. Тому урожайність бічних головок у 2013 р. була 2,7–4,4 т/га, а в 2014 р. – 3,5–4,7 т/га залежно від гібрида. За роки досліджень більш чутливим до посушливих умов під час формування бічних головок виявився гібрид Бомонт F_1 , менше – Айромен F_1 . Айромен F_1 характеризувався істотно вищою ($НІР_{05} = 0,8$ т/га) врожайністю бічних головок. У середньому за роки досліджень більша врожайність бічних головок була в Айронмена F_1 : 4,4 т/га,

що перевищило показник Агассі F_1 на 27,3, а Бомонта F_1 на 40,9 %.

За загальною врожайністю гібрид Айромен F_1 істотно ($НІР_{05} = 0,9$ т/га) перевищував Агассі F_1 та Бомонт F_1 упродовж років досліджень (додаток В. 1). У середньому за 2011–2014 рр. гібрид Айронмен F_1 мав загальну урожайність 9,6 т/га, частка центральних головок в ній становила 54,0 %. У Бомонта F_1 частка збору центральних головок становила 67,9 % його загальної врожайності, яка в середньому за роки досліджень була 8,2 т/га. У Агассі F_1 загальна врожайність була самою меншою з усіх трьох гібридів і була за роки досліджень 7,7 т/га; частка центральних головок в ній становила 58,1 %.

Дисперсійним аналізом встановлено, що формування як середньої маси, так і врожайності центральних головок капусти броколі на 18 % залежало від особливостей гібрида (фактор А), вплив умов вегетаційного періоду (фактор В) становив 71 %, сукупна дія факторів АВ – 1 %, інші фактори (елементи технології вирощування та ін.) впливали на неї на 10 % (рис. 3.1).

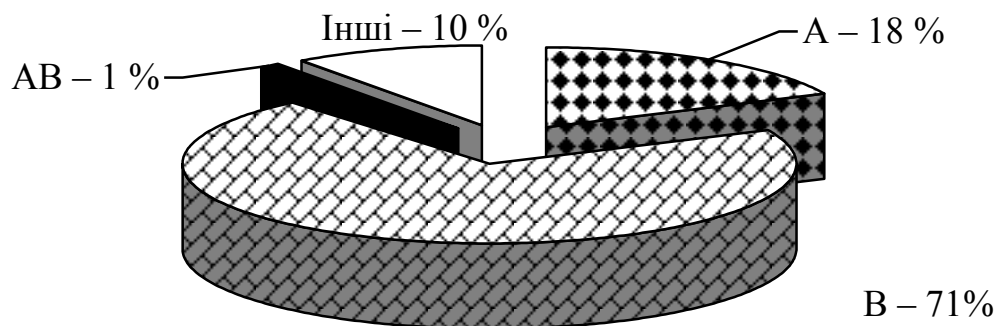


Рис. 3.1 Вплив факторів, що вивчалися, на формування врожайності центральних головок капусти броколі (2011–2014 рр.):

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| ▣ А – особливість гібрида; | ▣ В – умови вегетаційного періоду; |
| ■ АВ – сумісна дія факторів; | □ Інші – інші фактори. |

Аналіз кореляційного зв'язку між окремими факторами, що впливають на урожайність центральних головок гібридів капусти броколі показав (табл. 3.2), що на урожайність чинять значний вплив середньодобова

температура, кількість опадів та ГТК вегетаційного періоду. Кореляційний аналіз свідчить, що гібриди капусти броколі на ці три фактори відреагували майже однаково. Встановлено, що урожайність та маса центральних головок гібридів Айронмен F₁ і Агассі F₁ слабо залежала від середньодобової температури, у Бомонта F₁ спостерігався обернений середній зв'язок; між врожайністю центральних головок та кількістю опадів – сильний прямий зв'язок: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; між урожайністю та ГТК виявлено сильний прямий зв'язок: $r = 0,86 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$.

Таблиця 3.2

**Кореляційна залежність урожайності центральних головок
гібридів капусти броколі від умов вегетаційного періоду**

Показник	Гібрид	Кількість опадів, мм	ГТК
Маса центральної головки	Айронмен F ₁	$r = 0,92 \pm 0,01$	$r = 0,86 \pm 0,02$
	Агассі F ₁	$r = 0,95 \pm 0,01$	$r = 0,89 \pm 0,02$
	Бомонт F ₁	$r = 0,97 \pm 0,01$	$r = 0,92 \pm 0,01$
Урожайність	Айронмен F ₁	$r = 0,92 \pm 0,01$	$r = 0,86 \pm 0,02$
	Агассі F ₁	$r = 0,94 \pm 0,01$	$r = 0,89 \pm 0,02$
	Бомонт F ₁	$r = 0,96 \pm 0,01$	$r = 0,92 \pm 0,01$

Між урожайністю та масою центральної головки капусти броколі існує сильна пряма залежність ($r = 0,99 \pm 0,01$). Тому взаємозв'язок маси центральної головки із середньодобовою температурою, сумарною кількістю опадів та ГТК є аналогічним врожайності. Кореляційну плеяду залежності врожайності центральних головок капусти броколі від маси головки та умов вегетаційного періоду показано на рис. 3.2 на прикладі гібрида Айронмен F₁.

Середньодобова температура вегетаційного періоду в 2011–2014 рр. становила 21,4...23,0 °С, сума активних температур вище 10 °С знаходилася в межах 1453,8–1723,1 °С, кількість опадів за вегетаційний період – 103,4–334,6 мм, ГТК = 0,60–2,04. За цих умов рівняння регресії для прогнозування врожайності гібрида Айронмен F₁ має вигляд:

$$y = -2,26 + 0,24x_1 + 0,03x_2 - 3,28x_3,$$

де y – урожайність гібрида Айронмен F_1 , x_1 – середньодобова температура, $^{\circ}C$; x_2 – сума опадів, мм; x_3 – ГТК.

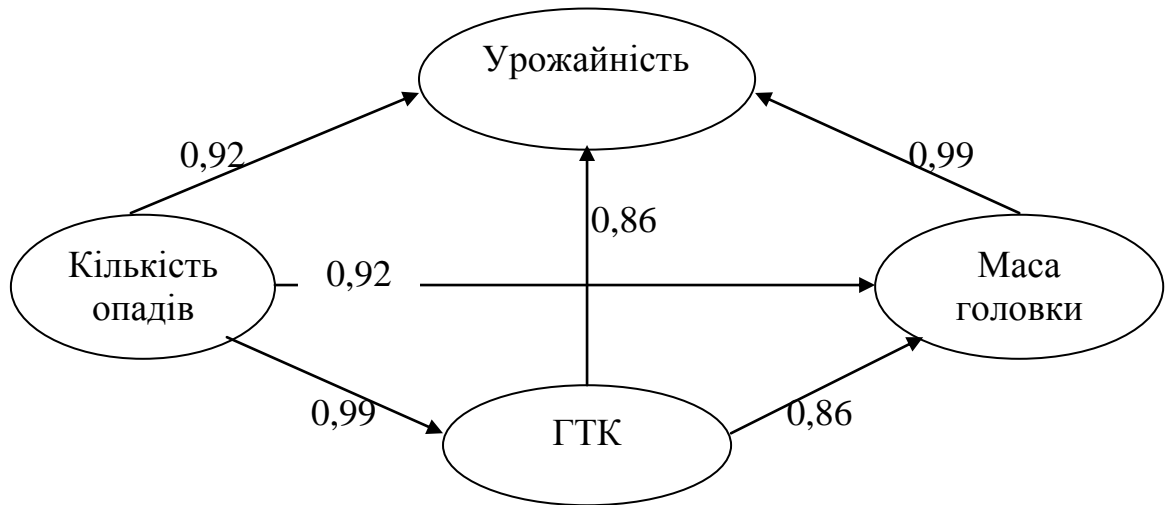


Рис. 3.2 Кореляційна плеяда залежності врожайності центральних головок капусти броколі гібрида Айронмен F_1 від маси головки та умов вегетаційного періоду

Рівняння регресії з цими трьома аргументами для гібрида Агассі F_1 :

$$y = -1,89 + 0,18x_1 + 0,03x_2 - 3,11x_3,$$

Рівняння регресії для прогнозування врожайності гібрида Бомонт F_1 :

$$y = -4,59 + 0,37x_1 + 0,01x_2 - 0,44x_3.$$

Гібрид вважається стабільним за врожайністю, якщо коефіцієнт її стабільності наближений до одиниці. В наших дослідженнях більш стабільною врожайністю центральних головок відзначався гібрид Бомонт F_1 , в якого коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса становив 1,4 (табл. 3.1, додаток В. 1). Трохи меншим цей показник був у Айронмена F_1 , а меншою стабільністю врожайності центральних головок відрізнявся гібрид Агассі F_1 : коефіцієнт стабільності дорівнював 1,7.

Стабільний збір бічних головок на рівні 4,2–4,7 т/га упродовж 2011–2014 рр. формував гібрид Айронмен F_1 : коефіцієнт стабільності на рівні 0,5. Загальна врожайність була більш стабільною у цього гібрида порівняно з іншими. Рівень врожайності бічних головок по роках у Бомонта F_1 коливався

в межах від 1,7 до 3,5 т/га (додаток В. 1), що забезпечило йому низький коефіцієнт стабільності – 2,1. Проте за рахунок збору бічних головок коефіцієнт стабільності загальної урожайності становив 1,4. Гібрид Агассі F₁ за коефіцієнтом стабільності врожайності бічних головок займає середнє місце між значеннями Айронмена F₁ та Бомонта F₁, а стабільність загальної врожайності у нього була найменшою: 1,5.

Ці дані підтверджуються і коефіцієнтом агрономічної стабільності (A_s), що був запропонований В.В. Хангільдіним [152]. Він характеризує стійкість гібридів до несприятливих умов вегетаційного періоду. Гібрид вважається стабільним, якщо A_s більше 70 % (додаток В. 1).

Капуста брюссельська має довший, ніж у броколі вегетаційний період, погодні умови якого впливають на кількість головок на рослині. У 2011 та 2014 рр. (додаток В. 2), що характеризувалися сприятливими погодними умовами вегетаційного періоду, на рослинах капусти брюссельської сформувалася більша кількість головок: на Абакусі F₁ 84 та 73 штуки, на Брілліанті F₁ 89 та 65 штук відповідно. У посушливих 2012–2013 рр. головок на рослинах сформувалося менше: у Абакуса F₁ відповідно 62–63 штук, у Брілліанта F₁ відповідно 58–59 штук. Упродовж 2011–2014 рр. досліджень гібриди істотно не відрізнялися один від одного за кількістю головок на рослині. У середньому за роки досліджень кількість головок на одній рослині Абакуса F₁ була 71 штук, у Брілліанта F₁ – 68 штук.

На верхівці рослини капусти брюссельської формується розетка листків і якщо її не обмежуватиме у рості, головки починаючи із середини стебла і до верхівки утворюються дрібними, що негативно впливає на урожайність та товарність продукції. Щоб запобігти цьому в промисловості застосовують вершкування – видалення верхівкової бруньки за 1–1,5 місяці до збирання врожаю. У наших дослідженнях вершкування позитивно впливало на масу головок. У нижній частині стебла у гібрида Абакус F₁ упродовж років досліджень формувалися головки масою 5,0–7,5 г, у Брілліанта F₁ – 8,5–19,7 (додаток В. 2), в середній частині маса головки

збільшилася у Абакуса F₁ до 6,3–8,8 г, у Брілліанта F₁ до 9,8–26,6 г; верхівкові головки були самими крупними, їх маса сягала у Абакуса F₁ до 8,5–15,0 г, у Брілліанта F₁ до 13,4–40,1 г. Слід відмітити, що збільшення маси головок на стеблі рослин у Брілліанта F₁ відбувалося плавно. У середньому за роки досліджень маса головок з середньої частини стебла гібрида Абакус F₁ перевищувала масу головок з нижньої в 1,3 раза, а головки з верхньої частини стебла мали масу в 1,5 раза більшу, ніж із середньої. У Брілліанта F₁ маса головок з середньої частини стебла перевищувала масу головок з нижньої частини в 1,4 раза; головки з верхньої частини стебла мали масу в 1,4 раза більшу, ніж головки з середньої частини.

Упродовж 2011–2014 рр. досліджень маса головки гібрида Абакус F₁ коливалася у межах 6,6–9,1 г, у Брілліанта F₁ – 11,2–27,1 г (табл. 3.3). За цим показником гібриди істотно (НІР₀₅ = 1,4 г) різнилися між собою. У середньому за роки досліджень середня маса головки Абакуса F₁ була на рівні 8,0 г, у Брілліанта F₁ в 2,4 раза більша: 19,2 г.

Таблиця 3.3

**Маса головки капусти брюссельської залежно від гібрида
та умов вегетаційного періоду, г**

Рік (фактор В)	Гібрид (фактор А)	
	Абакус F ₁	Брілліант F ₁
2011	8,5	17,9
2012	9,1	27,1
2013	6,6	20,6
2014	7,9	11,2
НІР ₀₅	1,4	
Середнє	8,0	19,2

Продуктивність однієї рослини капусти брюссельської складається з кількості головок на рослині та їх середньої маси. Не дивлячись на те, що Абакус F₁ формував на рослині більшу кількість головок, ніж Брілліант F₁, за

рахунок меншої їх маси продуктивність рослини була істотно менше ($НІР_{05} = 108,0$ г): упродовж 2011–2014 рр. Брілліант F_1 перевищував Абакус F_1 в 1,3–2,9 раза (додаток В. 2). В обох гібридів більша продуктивність однієї рослини була у 2011 р., що характеризувався більш сприятливими погодними умовами: у Абакуса F_1 – 711,9 г, у Брілліанта F_1 – 1593,3 г. У середньому за роки досліджень Брілліант F_1 у 2,2 раза перевищував Абакус F_1 за продуктивністю однієї рослини, формуючи її на рівні 1271,3 г.

За роки досліджень гібрид Брілліант F_1 формував істотно вищу ($НІР_{05} = 3,1$ т/га) урожайність, ніж Абакус F_1 (додаток В. 2). У середньому за роки досліджень урожайність Брілліанта F_1 на 55 % перевищувала показник Абакуса F_1 і становила 36,3 т/га. Але за її стабільністю він поступався гібриду Абакус F_1 : коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса врожайності Брілліанта F_1 за роки досліджень становив 2,2, Абакуса F_1 – 1,7. Коефіцієнт агрономічної стабільності вище 70 % був також в Абакуса F_1 – 78,5 %.

Дисперсійним аналізом встановлено, що урожайність капусти брюссельської і продуктивність однієї рослини, на 65 % залежали від особливостей гібрида (фактор А) і на 20 % від умов вегетаційного періоду (фактор В). Сукупна дія факторів АВ складала 14 %, частка інших факторів становила 1 % (рис. 3.3).

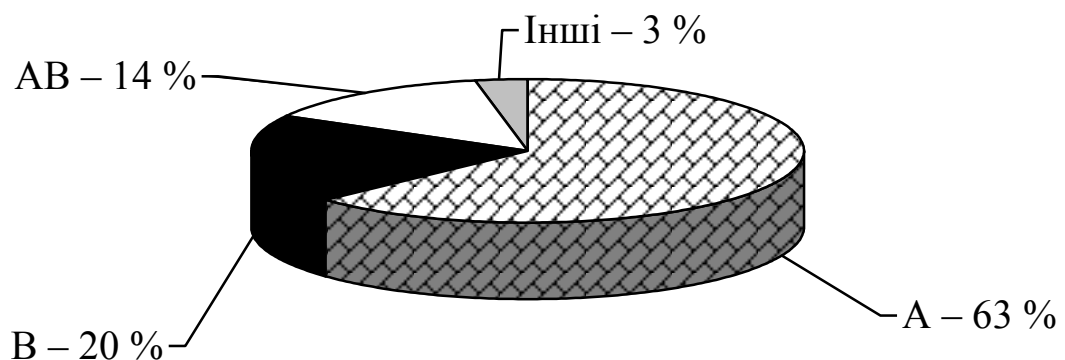


Рис. 3.3 Вплив факторів, що вивчалися, на формування врожайності капусти брюссельської (2011–2014 рр.):

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| ☒ А – особливість гібрида; | ■ В – умови вегетаційного періоду; |
| □ АВ – сумісна дія факторів; | ▣ Інші – інші фактори. |

Кореляційним аналізом встановлено, що урожайність капусти брюссельської мала тісний зв'язок з масою головки: $r = 0,72 \pm 0,03 \dots 0,77 \pm 0,03$ залежно від гібрида. Кількість головок на рослині мала сильний зв'язок з урожайністю гібрида Абакус F_1 : $r = 0,85 \pm 0,02$, у Брілліанта F_1 – слабкий.

Установлено, що дослідні гібриди неоднаково реагують на фактори, що впливають на їхню урожайність (табл. 3.4). Кореляційну плеяду залежності врожайності капусти брюссельської від її складових та умов вегетаційного періоду показано на рис. 3.4 на прикладі гібрида Абакус F_1 .

Таблиця 3.4

**Кореляційна залежність урожайності гібридів
капусти брюссельської від умов вегетаційного періоду**

Показник	Гібрид	Середньо- добова температура, °C	Кількість опадів, мм	Сума активних температур >10 °C
Маса головки	Абакус F_1	$r = 0,76 \pm 0,03$	$r = -0,27 \pm 0,08$	$r = 0,81 \pm 0,02$
	Брілліант F_1	$r = 0,45 \pm 0,06$	$r = -0,52 \pm 0,05$	$r = 0,79 \pm 0,03$
Кількість головок	Абакус F_1	$r = -0,40 \pm 0,06$	$r = 0,84 \pm 0,02$	$r = -0,33 \pm 0,07$
	Брілліант F_1	$r = -0,42 \pm 0,06$	$r = 0,86 \pm 0,02$	$r = -0,21 \pm 0,08$
Урожай- ність	Абакус F_1	$r = 0,14 \pm 0,09$	$r = 0,45 \pm 0,06$	$r = 0,21 \pm 0,08$
	Брілліант F_1	$r = 0,14 \pm 0,09$	$r = 0,57 \pm 0,05$	$r = 0,63 \pm 0,04$

Маса головки гібрида Абакус F_1 мала сильний прямий зв'язок (табл. 3.4) із середньодобовою температурою повітря та сумою активних температур вегетаційного періоду: $r = 0,76 \pm 0,03$ і $r = 0,81 \pm 0,02$ відповідно, кількість опадів за вегетаційний період з масою головки мала слабкий обернений зв'язок. У гібрида Брілліант F_1 маса головки мала прямий середній зв'язок із середньодобовою температурою, обернений середній зв'язок із кількістю опадів за вегетаційний період та сильний прямий із сумою активних температур: $r = 0,79 \pm 0,03$.

Кількість головок на рослинах гібридів Абакус F₁ та Брілліант F₁ мала обернений середній зв'язок із середньодобовою температурою вегетаційного періоду і обернений слабкий – із сумою активних температур, з кількістю опадів зв'язок був прямий сильний: $r = 0,84 \pm 0,02$ і $r = 0,86 \pm 0,02$ відповідно.

Урожайність гібридів мала слабкий зв'язок із середньодобовою температурою, з кількістю опадів – середній. Урожайність Абакуса F₁ з сумою активних температур мала з слабкий зв'язок, а Брілліанта F₁ – середній.

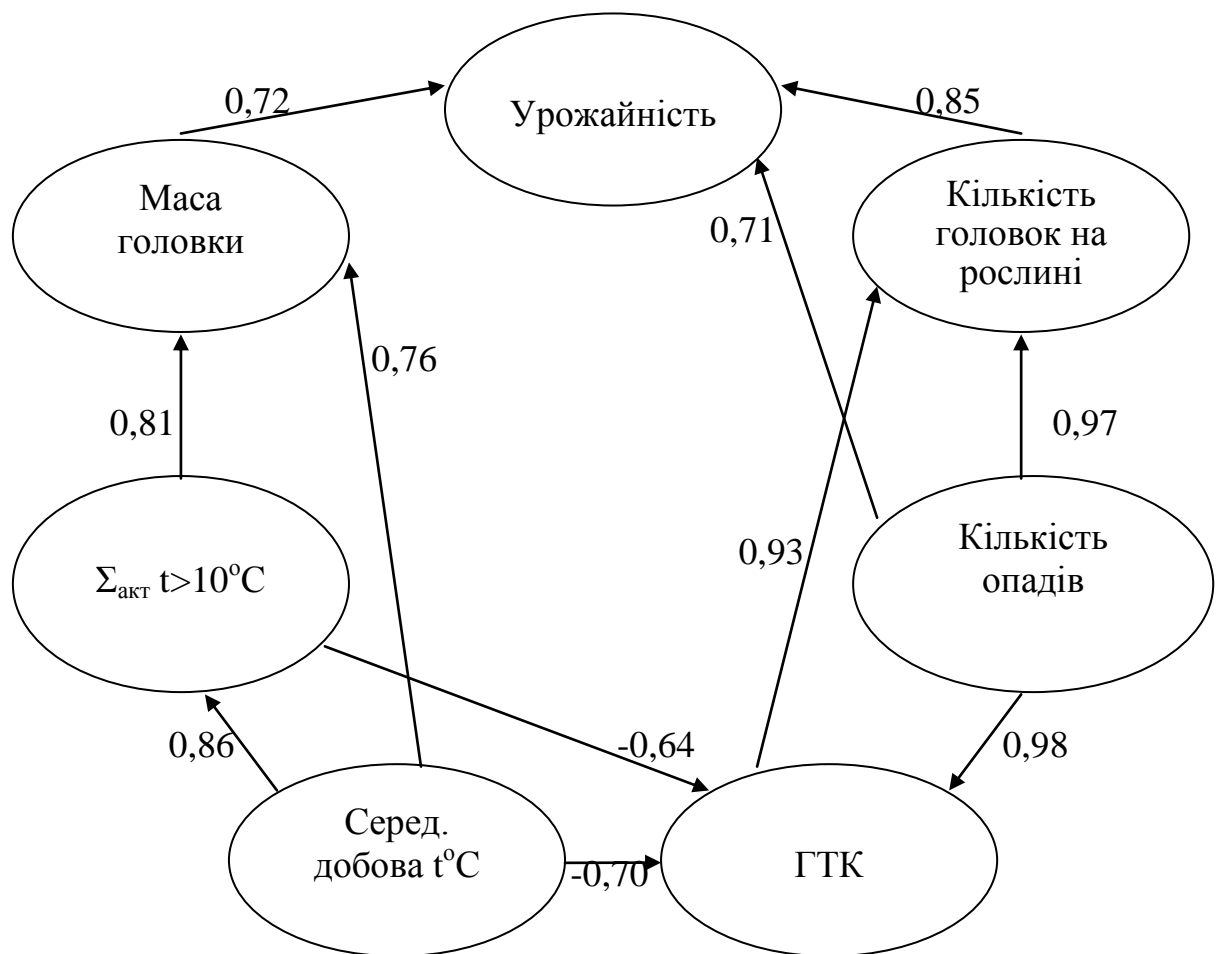


Рис. 3.4 Кореляційна плеяда залежності врожайності капусти брюссельської Абакус F₁ від її складових та умов вегетаційного періоду

Упродовж 2011–2014 рр. середньодобова температура за вегетаційний період капусти брюссельської була 19,3...20,9 °С, сума активних температур вище 10 °С була в межах 2766,4–3196,8 °С, сума опадів – 233,8–391,6 мм, ГТК = 0,7–1,35.

На основі отриманих даних урожайність капусти брюссельської більшою мірою залежить від середньодобової температури (x_1), суми опадів (x_2) та суми активних температур (x_3) вегетаційного періоду. Тому рівняння регресії для прогнозування врожайності гібрида Абакус F_1 має вигляд:

$$y = -179,97 + 8,51x_1 + 0,095x_2 - 0,001x_3.$$

Рівняння регресії для урожайності гібрида Брілліант F_1 має вигляд:

$$y = 144,63 - 21,78x_1 + 0,041x_2 + 0,11x_3.$$

3.2 Вміст деяких компонентів хімічного складу в головках капусти броколі та брюссельської залежно від особливостей гібрида і умов вегетаційного періоду

Вміст компонентів хімічного складу у головках капусти броколі та брюссельської визначає їх поживну і дієтичну цінність. Вміст того чи іншого компоненту в продукції залежить від особливостей гібрида та погодних умов, під час яких відбувалося її формування.

У 2011 р., що відрізнявся більш сприятливими за роки досліджень погодними умовами для формування врожаю капусти броколі, сухих речовин в центральних головках накопичувалося 11,3–11,7 % (додаток В. 3). Більше сухих речовин у центральних головках залежно від гібрида накопичувалося у посушливий та спекотний 2012 рік: 14,9–15,6 %. Дощова погода під час досягання врожаю броколі у 2013 посухому році сприяла накопиченню 9,8–10,0 % сухих речовин у центральних головках. Посуха під час досягання головок у 2014 р. сприяла накопиченню сухих речовин на рівні 12,7–13,4 %. При цьому істотна ($HP_{05} = 1,1$ %) різниця за цим показником між гібридами була лише в 2014 р.

У середньому за роки досліджень (рис. 3.5, додаток В. 3) сухих речовин у центральних головках гібридів капусти броколі накопичувалося 12,2–12,7 %. Більший вміст сухих речовин був у гібридів Бомонт F_1 та Айронмен F_1 : 12,7 і 12,6 % відповідно; менший у Агассі F_1 – 12,2 %.

Бічні головки (рис. 3.5, додаток В. 4) накопичували більше сухих речовин, ніж центральні: 12,5–13,7 % залежно від гібрида. Більшим вмістом також відрізнявся гібрид Бомонт F₁: 13,7 %. Дисперсійним аналізом встановлено, що накопичення сухих речовин у центральних головках капусти броколі на 21 % залежить від особливостей гібрида (фактор А), на 70 % – від умов вегетаційного періоду (фактор В), сумісна дія факторів АВ впливає на 1 %, інші фактори (елементи технології вирощування і т.д.) – на 8 %.

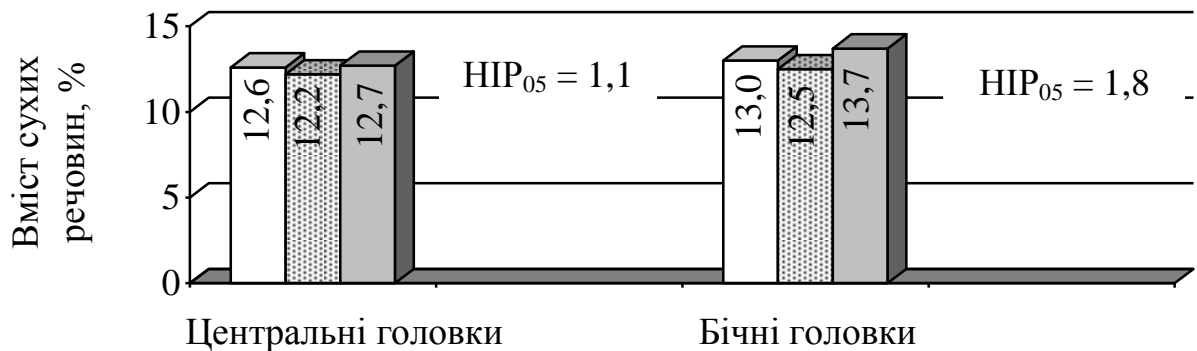


Рис. 3.5 Вміст сухих речовин у головках гібридів капусти

броколі (2011–2014 рр.):

□ – Айронмен F1; ▨ – Агассі F1; ■ – Бомонт F1.

Накопичення сухих речовин у бічних головках на 4 % залежить від особливостей гібрида, на 87 % – від умов вегетаційного періоду, сумісна дія факторів АВ впливає на вміст сухих речовин на 1 %, інші фактори – на 8 %.

Сухі розчинні речовини – вуглеводи, азотисті речовини, кислоти, дубильні речовини, ферменти, мінеральні солі, водорозчинні вітаміни тощо. Більша частина цієї групи сполук представлена вуглеводами, головним чином цукрами [3]. В наших дослідженнях вміст сухих розчинних речовин у центральних головках упродовж 2011–2014 рр. був у межах 7,9–10,9 % залежно від гібрида (додаток В. 3) і більша їхня кількість накопичувалася у 2012 та 2014 рр. При цьому 2012 р. характеризувався спекотними та посушливими умовами вегетаційного періоду, а 2014 р. спекотною погодою та нерівномірним випаданням опадів. Різниця між гібридами була істотною ($NIP_{05} = 0,5 \%$). Аналогічний вплив погодних умов вегетаційного періоду на

накопичення сухих розчинних речовин і цукрів у плодах баклажану та перцю солодкого відмічають Н. М. Осокіна і К. В. Костецька [161], те ж саме спостерігалось і в дослідях з ягідними культурами в дослідженнях Т. В. Янчук та М. А. Макаркіна [162], S. Hofmann [163] і Jie Zheng [164]. У середньому за роки досліджень (рис. 3.6, додаток В. 3) сухих розчинних речовин у центральних головках накопичувалося 8,5–9,8 % залежно від гібрида: більший вміст у Айронмена F₁ – 9,8 %, менший у Бомонта F₁ – 8,5 %.

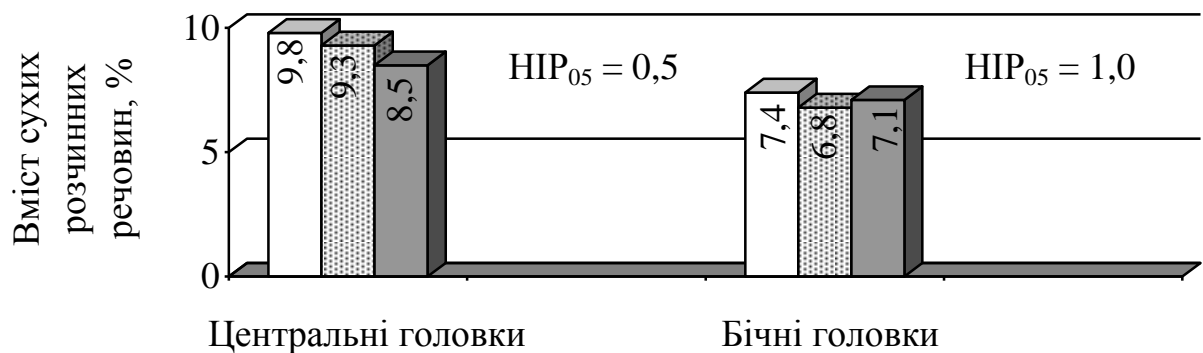


Рис. 3.6 Вміст сухих розчинних речовин у головках гібридів капусти броколі (2011–2014 рр.):

□ – Айронмен F₁; ▨ – Агассі F₁; ■ – Бомонт F₁.

Вміст сухих розчинних речовин у бічних головках за роки досліджень (рис. 3.6, додаток В. 4) був менше, ніж у центральних головках: 6,8–7,4 %. Різниця між гібридами була неістотною. Менше сухих розчинних речовин накопичував Агассі F₁: 6,8 %; Айронмен F₁ і Бомонт F₁ – 7,4 та 7,1 % відповідно. Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) впливала на вміст сухих розчинних речовин у центральних головках капусти броколі на 27 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) – на 56 %, сумісна дія факторів АВ – на 11 %, інші фактори – на 6 %. Вміст сухих розчинних речовин у бічних головках на 20 % залежав від особливостей гібрида, від умов вегетаційного періоду – на 35 %, від сумісної дії факторів АВ – на 3 %, від інших факторів – на 42 %.

Цукри є основою енергетичного обміну в рослинній клітині. Упродовж 2011–2014 рр. різниця між гібридами броколі за загальним вмістом цукрів у

центральных головках була істотною ($НІР_{05} = 0,3 \%$). Загальний вміст цукрів у гібридів коливався: у гібрида Айронмен F_1 був 3,3–3,6 %, у Агасі F_1 – 2,9–3,4 %, у Бомонта F_1 – 2,6–3,2 % (додатки В. 3). У середньому за роки досліджень більшим загальним вмістом цукрів характеризувався Айронмен F_1 – 3,5 %, меншим Бомонт F_1 – 2,9 % (рис. 3.7).

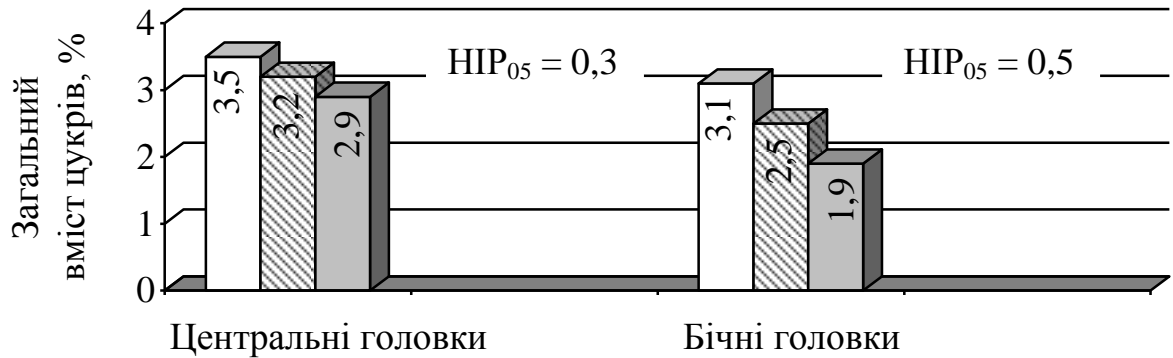


Рис. 3.7 Загальний вміст цукрів у головках гібридів капусти броколі (2011–2014 рр.):

□ – Айронмен F_1 ; ▨ – Агасі F_1 ; ■ – Бомонт F_1 .

Загальний вміст цукрів у бічних головках (рис. 3.7, додаток В. 4) був менший, ніж у центральних у середньому по роках на 0,5–0,8 %. Упродовж років досліджень істотно більшим ($НІР_{05} = 0,5 \%$) загальним вмістом цукрів характеризувався Айронмен F_1 , а меншим – Бомонт F_1 . У середньому за роки досліджень загальний вміст цукрів у бічних головках цих гібридів був: у Айронмена F_1 – 3,1 %, у Бомонта F_1 – 1,9 %.

Дисперсійним аналізом встановлено, що 47 % впливу на загальний вміст цукрів у центральних головках капусти броколі чинила особливість гібрида (фактор А). Вплив умов вегетаційного періоду (фактор В) становив 21 %, сумісна дія факторів АВ – 5 %, інших факторів – 26 %. Загальний вміст цукрів у бічних головках на 48 % залежав від особливостей гібрида, на 25 % – від умов вегетації, сумісна дія факторів АВ чинили 7 % впливу, інші фактори – 20 %.

Упродовж 2011–2014 рр. вміст редукувальних цукрів у центральних головках гібрида Айронмен F_1 коливався в межах 1,3–2,7 %, у Агасі F_1 –

1,4–2,3 %, у Бомонта F_1 – 1,4–2,4 %. У середньому за роки досліджень (додаток В. 3) за вмістом редукувальних цукрів у центральних головках різниці між гібридами не було: 1,8 % (рис. 3.8).

У бічних головках істотно ($НІР_{05} = 0,6$ %) високий вміст редукувальних цукрів виявлено тільки у Айронмена F_1 (додаток В. 4). В середньому за роки досліджень він становив у цього гібрида 2,2 % (рис. 3.8). Агасці F_1 та Бомонт F_1 мали менший вміст редукувальних цукрів – відповідно 1,6 та 1,4 %.

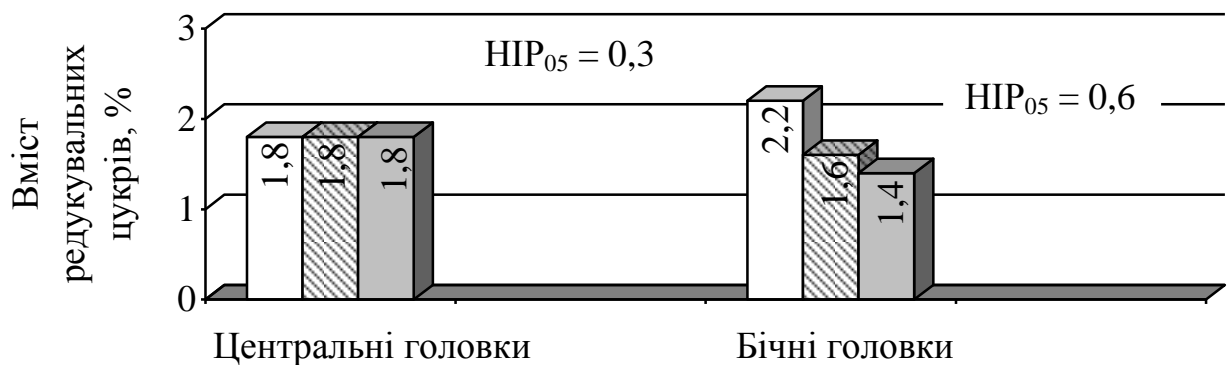


Рис. 3.8 Вміст редукувальних цукрів у головках гібридів капусти броколі (2011–2014 рр.):

□ – Айронмен F_1 ; ▨ – Агасці F_1 ; ■ – Бомонт F_1 .

Дисперсійним аналізом встановлено, що на вміст редукувальних цукрів у центральних головках капусти броколі особливість гібрида (фактор А) впливала на 20 %, частка впливу умов вегетаційного періоду (фактор В) становила 66 %, сумісний вплив факторів АВ – 6 %, інших – 8 %. Вміст редукувальних цукрів у бічних головках на 48 % залежав від особливостей гібрида, на 7 % – від умов вегетаційного періоду, на 12 % – від сумісної дії факторів АВ і на 32 % – від інших факторів.

Вміст сахарози у центральних головках по роках коливався у Айронмена F_1 в межах 0,7–2,0 %, у Агасці F_1 – 0,9–1,6 %, у Бомонта F_1 – 0,4–1,4 % (додатки В. 3) і був істотно більшим ($НІР_{05} = 0,4$ %) у гібрида Айронмен F_1 . У середньому за 2011–2014 рр. (рис. 3.9) у центральних

головках Айронмена F₁ містилося сахарози 1,6 %, що більше на 0,3 та 0,5 % від показників Агасі F₁ та Бомонта F₁ відповідно.

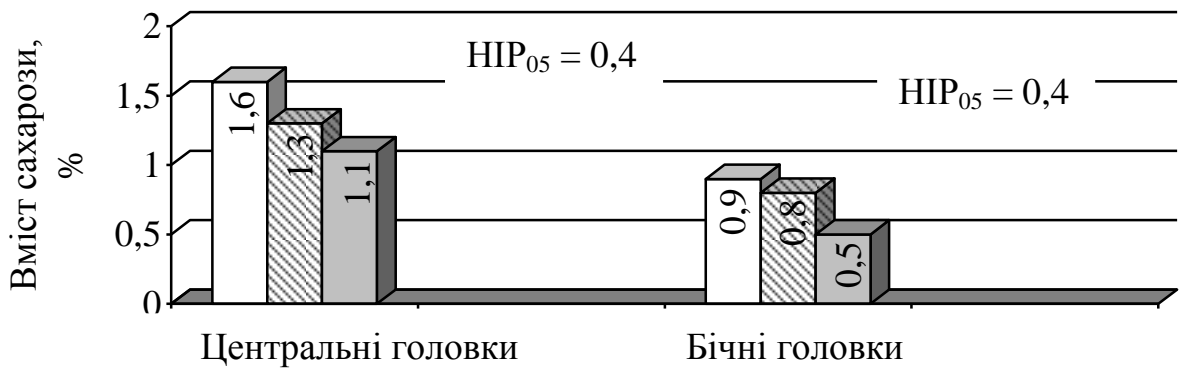


Рис. 3.9 Вміст сахарози у головках гібридів капусти броколі (2011–2014 рр):

□ – Айронмен F₁; ▨ – Агасі F₁; ■ – Бомонт F₁.

Вміст сахарози у бічних головках упродовж років досліджень був на 0,3–1,2 % менше, ніж у центральних (додаток В. 4). Істотно менший (HIP₀₅ = 0,4 %) вміст сахарози був у Бомонта F₁. У середньому за роки досліджень у бічних головках гібридів Айронмен F₁ та Агасі F₁ сахарози накопичувалася майже однакова кількість: відповідно 0,9 та 0,8 %. Менший вміст сахарози був у Бомонта F₁: 0,5 % (рис. 3.9).

Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) на 19 % впливала на вміст сахарози у центральних головках капусти броколі, 58 % впливу чинили умови вегетаційного періоду (фактор В); сукупна дія факторів АВ становила 7 %, інші фактори впливали на 16 %. Вміст сахарози у бічних головках на 27 % залежав від особливостей гібрида, на 35 – від умов вегетаційного періоду, сумісна дія факторів АВ складала 4 %, інших – 34 %.

Більша кількість аскорбінової кислоти в центральних головках була у Бомонта F₁, по роках її вміст коливався від 110,9 до 141,0 мг/100 г (додаток В. 3). При цьому, як і у випадку з іншими компонентами хімічного складу, більше аскорбінової кислоти накопичувалося за підвищених температур. Трохи менше аскорбінової кислоти накопичував гібрид Айронмен F₁ – 102,6–

133,6 мг/100 г, істотно менше ($НІР_{05} = 13,5$ мг/100 г) – Агассі F_1 – 84,5–126,2 мг/100 г (додаток В. 3). У середньому за роки досліджень (рис. 3.10) більший вміст аскорбінової кислоти був у гібрида Бомонт F_1 – 129,8 мг/100 г, у Айронмена F_1 та Агассі F_1 – відповідно на 8,7 та 22,4 мг/100 г менше.

У бічних головках (як і в центральних) гібриду броколі Агассі F_1 накопичувалося за роки досліджень істотно менше ($НІР_{05} = 15,8$ мг/100 г) аскорбінової кислоти (додаток В. 4) – 77,4–88,5 мг/100 г, істотно більший вміст був у Бомонта F_1 – 102,6–11,9 мг/100 г. У середньому за роки досліджень вміст аскорбінової кислоти в бічних головках був на 17–25 % менше, ніж у центральних (рис. 3.10). У бічних головках гібрида Бомонт F_1

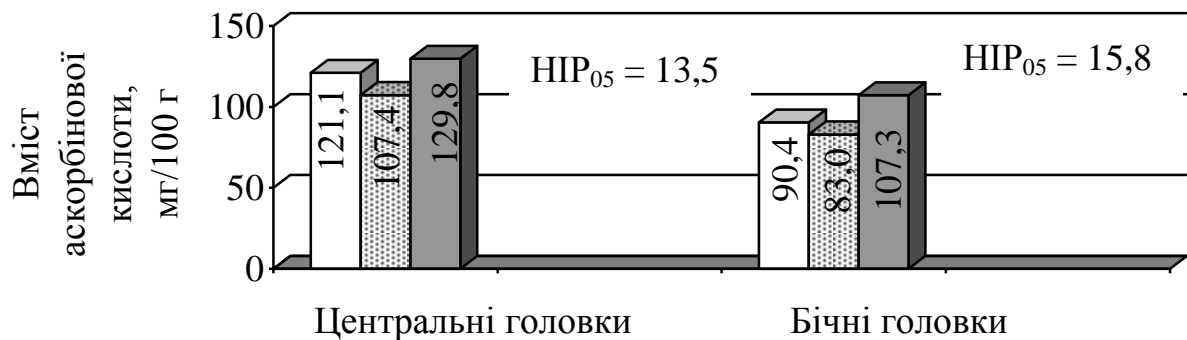


Рис. 3.10 Вміст аскорбінової кислоти у головках гібридів капусти броколі (2011–2014 рр.):

□ – Айронмен F_1 ; ▤ – Агассі F_1 ; ■ – Бомонт F_1 .

накопичувалося аскорбінової кислоти 107,3 мг/100 г, у Айронмена F_1 та Агассі F_1 – відповідно на 16,9 та 24,3 мг/100 г менше. Дисперсійним аналізом встановлено, що вміст аскорбінової кислоти у центральних головках капусти броколі на 28 % залежав від особливостей гібрида (фактор А), на 58 % – від умов вегетаційного періоду (фактор В), сумісна дія факторів АВ впливала на 2 %, інші фактори – на 13 %. Вміст аскорбінової кислоти в бічних головках капусти броколі на 60 % залежав від особливостей гібрида, на 10 % – від умов вегетаційного періоду, сумісна дія факторів АВ впливала на 1 %, інші фактори – на 29 %.

Формування якості за компонентами хімічного складу центральних

головок капусти броколі відбувалося в межах таких показників вегетаційного періоду в 2011–2014 рр.: середньодобова температура = 21,4...23,0 °С, сума температур = 1453,8–1723,1°С, сума опадів = 103,4–334,6 мм, ГТК = 0,60–2,04, вологість повітря = 55–62 %. Кореляційним аналізом залежності впливу погодних умов на вміст компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти броколі (табл. 3.5) виявлено, що вміст сухих речовин у центральних

Таблиця 3.5

Коефіцієнти кореляції (r) між вмістом компонентів хімічного складу в центральних головках гібридів капусти броколі та умовами вегетаційного періоду

Показник	Гібрид	Сухі речовини, %	Сухі розчинні речовини, %	Загальний вміст цукрів, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г
ГТК	Айронмен F ₁	-0,39±0,07	-0,11±0,09	0,09±0,09	-0,70±0,03
	Агассі F ₁	-0,38±0,07	-0,08±0,09	-0,10±0,09	-0,70±0,03
	Бомонт F ₁	-0,36±0,07	-0,03±0,09	-0,04±0,09	-0,70±0,03
Σ _{акт} t>10°С	Айронмен F ₁	0,24±0,08	-0,12±0,09	0,18±0,09	-0,12±0,09
	Агассі F ₁	0,24±0,08	-0,13±0,09	0,28±0,08	-0,06±0,09
	Бомонт F ₁	0,20±0,08	-0,05±0,09	0,10±0,09	-0,13±0,09
Сума опадів, мм	Айронмен F ₁	-0,40±0,06	-0,18±0,09	-0,01±0,09	-0,78±0,03
	Агассі F ₁	-0,40±0,06	-0,16±0,09	-0,09±0,09	-0,74±0,03
	Бомонт F ₁	-0,38±0,07	-0,07±0,09	-0,08±0,09	-0,81±0,02
Вологість повітря, %	Айронмен F ₁	-0,96±0,01	-0,92±0,01	-0,72±0,03	-0,86±0,02
	Агассі F ₁	-0,96±0,01	-0,85±0,02	-0,80±0,02	-0,92±0,01
	Бомонт F ₁	-0,96±0,01	-0,84±0,02	-0,99±0,01	-0,81±0,02
Серед. добова t°С	Айронмен F ₁	0,63±0,04	0,31±0,07	0,58±0,05	0,33±0,07
	Агассі F ₁	0,62±0,04	0,33±0,07	0,56±0,05	0,40±0,06
	Бомонт F ₁	0,59±0,05	0,32±0,07	0,53±0,05	0,30±0,07

головках мав сильний обернений зв'язок із вологістю повітря за вегетаційний період: $r = -0,96 \pm 0,01$, прямий середній зв'язок із середньодобовою температурою, а також обернені середні зв'язки із сумою опадів та ГТК вегетаційного періоду. Від суми активних температур залежність була слабка.

Вміст сухих розчинних речовин та цукрів мали сильні обернені зв'язки із вологістю повітря: $r = -0,84 \pm 0,02 \dots -0,92 \pm 0,01$ і $r = -0,72 \pm 0,03 \dots -0,99 \pm 0,01$ відповідно, також загальний вміст цукрів мав середній зв'язок із середньодобовою температурою. З іншими погодними показниками зв'язок був слабкий.

Вміст аскорбінової кислоти мав сильну обернену залежність від вологості повітря вегетаційного періоду ($r = -0,81 \pm 0,02 \dots -0,92 \pm 0,01$) та суми опадів ($r = -0,74 \pm 0,03 \dots -0,81 \pm 0,02$). Із ГТК було виявлено обернений середній зв'язок, із середньодобовою температурою – прямий середній зв'язок, від суми температур залежність була слабка.

Період активного росту та досягання головок капусти брюссельської триває з третьої декади серпня до першої декади жовтня. Погодні умови цього періоду впливали на формування компонентів хімічного складу. Упродовж 2011–2014 рр. у головках гібрида Брілліант F_1 накопичувалося більше сухих речовин – 13,6–20,0 %, тоді як у Абакуса F_1 істотно менше ($HP_{05} = 0,9$ %) – 11,0–18,2 % (додаток В. 5). При цьому менший вміст сухих речовин був відмічений у 2013 р., більший – у 2014 р. У середньому за роки досліджень головки Брілліанта F_1 містили 16,3 % сухих речовин, що на 2,1 % більше, ніж у головках гібрида Абакус F_1 . Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) капусти брюссельської впливала на накопичення сухих речовин на 14 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) на 81 %, сумісна дія факторів АВ – на 1 %, інші фактори впливали на 4 %.

За вмістом у головках цукрів Брілліант F_1 упродовж 2011–2014 рр. також перевищив Абакус F_1 . Загальний вміст цукрів у головках Абакуса F_1

коливався в межах 3,2–5,3 %, у Брілліанта F_1 – 4,8–5,6 % (додаток В. 5). За роки досліджень (додаток В. 5) гібриди істотно ($НІР_{05} = 0,3$ %) різнилися між собою за загальним вмістом цукрів. Найвищий загальний вміст цукрів був у 2011 р.: в Абакуса F_1 – 5,3 %, у Брілліанта F_1 – 5,6 %. У середньому за роки досліджень (рис. 3.11) в головках Абакуса F_1 накопичувалося 4,1 % цукрів, у Брілліанта F_1 – 5,2 %.

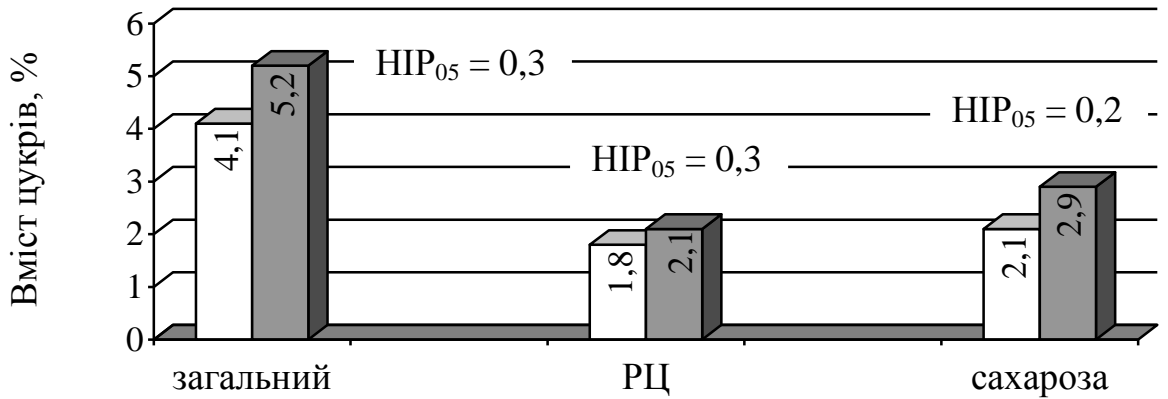


Рис. 3.11 Вміст цукрів у головках гібридів капусти брюссельської (2011–2014 рр.):

□ – Абакус F_1 ; ■ – Брілліант F_1 .

Редукувальних цукрів у головках також більше накопичувалося у 2011 р.: у Абакуса F_1 – 2,1 %, у Брілліанта F_1 – 2,2 %. Істотно ($НІР_{05} = 0,3$ %) різнилися гібриди лише у 2012–2014 рр. (додаток В. 5). У середньому за роки досліджень в головках Абакуса F_1 містилося 1,8 % редукувальних цукрів, Брілліанта F_1 – 2,1 % (рис. 3.11).

Сахарози істотно більше ($НІР_{05} = 0,2$ %) за роки досліджень накопичувалося у головках гібрида Брілліант F_1 – 2,7–3,2 % (додаток В. 5). Більше її накопичувалося також у 2011 р. У середньому за 2011–2014 рр. Абакус F_1 накопичував 2,1 % сахарози, Брілліант F_1 – 2,9 % (рис. 3.11). Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) на вміст цукрів впливала на 34–45 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) – на 36–43 %, сумісний вплив факторів АВ становив 6–11 %, інших факторів – 3–24 %.

Капуста брюссельська також містить багато аскорбінової кислоти. Упродовж 2011–2014 рр. досліджень її вміст у головках гібрида Абакус F₁ (112,3–137,1 мг/100 г) був істотно нижчий (НІР₀₅ = 10,7 мг/100 г), ніж у Брілліанта F₁ (131,6–152,6 мг/100г) (додаток В. 5). На вміст аскорбінової кислоти вплинули погодні умови першої декади жовтня: кількість опадів у 2011 та 2012 рр. становила відповідно 10,0 та 22,4 мм, температура повітря – 13,9 та 14,8 °С, вологість – 75 та 68 %. У 2013 та 2014 рр. в цей період опадів не було, температура повітря була відповідно 6,2 та 8,6 °С, вологість 77 і 62 % (додаток А). Отже, перша декада жовтня 2012 р. була більш теплою і сухою, тому в цей рік у головках накопичувалося більше аскорбінової кислоти: у Абакуса F₁ 137,1, у Брілліанта F₁ 152,6 мг/100 г. У середньому за роки досліджень вміст аскорбінової кислоти у головках гібрида Абакус F₁ був 123,4 мг/100 г, у Брілліанта F₁ – на 11,4 % більше: 139,3 мг/100 г. Дисперсійним аналізом встановлено, що вплив особливостей гібрида (фактор А) на накопичення аскорбінової кислоти становив 39 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) впливали на 44 %, сумісна дія факторів АВ – 1 %, інших – 16 %.

Формування компонентів хімічного складу головок капусти брюссельської відбувалося за погодних умов, що характеризувалися такими показниками вегетаційного періоду в 2011–2014 рр.: середньодобова температура була 19,3...20,8 °С, сума активних температур вище 10 °С = 2766,4–3196,8 °С, сума температур = 2843,4–3204,3 °С, сума опадів = 233,8–391,6 мм, ГТК = 0,70–1,35, вологість повітря = 57,6–65,9 %. Кореляційним аналізом встановлено, що накопичення сухих речовин в головках капусти брюссельської має сильний обернений зв'язок з вологістю повітря вегетаційного періоду: $r = -0,85 \pm 0,02$ (табл. 3.6), із ГТК мало прямий середній зв'язок, із сумою температур – обернений середній зв'язок. З іншими показниками зв'язок був слабкий.

Загальний вміст цукрів мав прямий середній зв'язок із ГТК та сумою опадів вегетаційного періоду. Вміст цукрів у головках Абакуса F₁ слабо

залежав від інших показників вегетаційного періоду. У гібрида Брілліант F₁ виявлено прямий середній зв'язок із сумою ефективних температур та сумою

Таблиця 3.6

**Коефіцієнти кореляції (r) між вмістом компонентів хімічного складу
в головках гібридів капусти брюссельської та умовами
вегетаційного періоду**

Показник	Гібрид	Сухі речовини, %	Загальний вміст цукрів, %	Аскорбінова кислота, мг/100 г
ГТК	Абакус F ₁	0,48±0,06	0,61±0,04	-0,46±0,06
	Брілліант F ₁	0,46±0,06	0,50±0,05	-0,64±0,04
Σ _{акт} t>10°C	Абакус F ₁	-0,26±0,08	0,22±0,08	0,96±0,01
	Брілліант F ₁	-0,29±0,08	0,35±0,07	0,99±0,01
Сума температур вегетаційного періоду	Абакус F ₁	-0,37±0,07	0,17±0,09	0,92±0,01
	Брілліант F ₁	-0,40±0,06	0,30±0,07	0,97±0,01
Сума опадів, мм	Абакус F ₁	0,23±0,08	0,57±0,05	-0,53±0,05
	Брілліант F ₁	0,21±0,08	0,46±0,06	-0,68±0,04
Вологість повітря, мм	Абакус F ₁	-0,85±0,02	-0,11±0,09	-0,43±0,06
	Брілліант F ₁	-0,85±0,02	-0,15±0,09	-0,34±0,07
Серед. добова t°C	Абакус F ₁	0,10±0,09	0,04±0,09	0,88±0,02
	Брілліант F ₁	0,10±0,09	0,09±0,09	0,92±0,01

активних температур вище 10 °С. З іншими показниками вегетаційного періоду зв'язок був слабкий.

Вміст аскорбінової кислоти в головках капусти брюссельської мав сильний прямий зв'язок із сумою активних температур вище 10 °С (r = 0,96±0,01...0,99±0,01), сумою ефективних температур (r = 0,92±0,01...0,97±0,01) та середньодобовою температурою (r = 0,88±0,02...0,92±0,01) вегетаційного періоду; із ГТК та вологістю повітря зв'язок був обернений середній.

3.3 Вибір кращих гібридів капусти броколі та брюссельської методом багатокритеріальної оптимізації

Вибір кращих гібридів капусти броколі та брюссельської з високими поживними показниками і елементами врожайності можливий шляхом проведення порівняльної оцінки гібридів (альтернативних варіантів). До елементів урожайності капусти броколі відносяться: середня маса центральної головки, урожайність центральних головок, урожайність бічних головок, загальна урожайність, коефіцієнти стабільності урожайності центральних головок, бічних та загальної врожайності; до біохімічних показників – вміст сухих речовин, сухих розчинних речовин, аскорбінової кислоти, загальний вміст цукру і редукувальних цукрів у центральних та бічних головках. До елементів урожайності капусти брюссельської відносяться: середня маса головки, кількість головок на рослині, продуктивність однієї рослини, урожайність, коефіцієнт стабільності врожайності; до біохімічних показників – вміст сухих речовин, аскорбінової кислоти, загальний вміст цукру та редукувальних цукрів. Вони визначають множину оціночних критеріїв. Аналіз таких критеріїв можливий під час застосування методу багатокритеріальної оптимізації (геометрична перевірка критеріїв) [153, 165].

Вибір гібридів капусти броколі та брюссельської за елементами урожайності та вмістом деяких компонентів хімічного складу здійснений за показниками, наведеними у табл. 3.7–3.8 з двосторонньою альтернативно-критеріальною класифікацією. У цих показниках наведені значення критеріїв f_j , які характеризують елементи врожайності та вміст компонентів хімічного складу A_j у кількісних шкалах і безмірному вигляді.

Приклад розрахунку вибору оптимального гібрида капусти брюссельської методом багатокритеріальної оптимізації (геометричної перевірки критеріїв) наведено у додатку Д. Аналогічні розрахунки проведені для вибору оптимального гібрида капусти броколі (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Результати значень цільових функцій $\varphi(x_1) \dots \varphi(x_3)$ при виборі оптимального гібрида капусти броколі

Альтернатива		Критерії, A_j											
		Маса центральної голівки, г A_1		Урожайність центральної голівки, т/га A_2		Урожайність бічних голівки, т/га A_3		Загальна урожайність, т/га A_4		Коефіцієнт стабільності врожайності центральної голівки A_5		Коефіцієнт стабільності врожайності бічних голівки A_6	
		f_1	f_1	f_2	f_2	f_3	f_3	f_4	f_4	f_5	f_5	f_6	f_6
x_1	Айронмен F ₁	182,0	0,679	5,2	0,571	4,4	0,821	9,6	0,828	1,5	0,556	0,5	0,944
x_2	Агассі F ₁	156,5	0,013	4,5	0,238	3,2	0,393	7,7	0,172	1,7	0,333	1,5	0,389
x_3	Бомонт F ₁	193,8	0,987	5,6	0,762	2,6	0,179	8,2	0,345	1,4	0,667	2,1	0,056
f_j^-		156,0		4,0		2,1		7,2		1,1		0,4	
f_j^+		194,3		6,1		4,9		10,1		2,0		2,2	
$f_j(x^u)$			1		1		1		1		1		1
f_j^{onm}		194,3 <i>max</i>		6,1 <i>max</i>		4,9 <i>max</i>		10,1 <i>max</i>		1,1 <i>min</i>		0,4 <i>min</i>	

Продовження табл. 3.7

Альтернатива		Критерії, A_j											
		Коефіцієнт стабільності загальної врожайності A_7		Вміст сухих речовин у центральних головках, % A_8		Вміст сухих розчинних речовин у центральних головках, % A_9		Вміст аскорбінової кислоти у центральних головках, мг/100 г A_{10}		Загальний вміст цукрів у центральних головках, % A_{11}		Вміст редуковальних цукрів у центральних головках, % A_{12}	
		f_7	f_7	f_8	f_8	f_9	f_9	f_{10}	f_{10}	f_{11}	f_{11}	f_{12}	f_{12}
x_1	Айронмен F_1	1,3	0,667	12,6	0,600	9,8	0,783	121,1	0,607	3,5	0,688	1,8	0,500
x_2	Агассі F_1	1,5	0,333	12,2	0,333	9,3	0,565	107,4	0,021	3,2	0,500	1,8	0,500
x_3	Бомонт F_1	1,4	0,500	12,7	0,667	8,5	0,217	129,8	0,979	2,9	0,313	1,8	0,500
f_j^-		1,1		11,7		8,0		106,9		2,4		1,3	
f_j^+		1,7		13,2		10,3		130,3		4,0		2,3	
$f_j(x^u)$			1		1		1		1		1		1
f_j^{onm}		1,1 <i>min</i>		13,2 <i>max</i>		10,3 <i>max</i>		130,3 <i>max</i>		4,0 <i>max</i>		2,3 <i>max</i>	

Продовження табл. 3.7

Альтернатива		Критерії, A_j										Значення цільової функції	Ранг
		Вміст сухих речовин у бічних головках, % A_{13}		Вміст сухих розчинних речовин у бічних головках, % A_{14}		Вміст аскорбінової кислоти у бічних головках, мг/100 г A_{15}		Загальний вміст цукрів у бічних головках, % A_{16}		Вміст редукувальних цукрів у бічних головках, % A_{17}			
		f_{13}	f_{13}	f_{14}	f_{14}	f_{15}	f_{15}	f_{16}	f_{16}	f_{17}	f_{17}	$\varphi(x_i)$	
x_1	Айронмен F ₁	13,0	0,455	7,4	0,688	90,4	0,312	3,1	0,773	2,2	0,722	5,806	1
x_2	Агассі F ₁	12,5	0,227	6,8	0,313	83,0	0,020	2,5	0,500	1,6	0,389	11,761	3
x_3	Бомонт F ₁	13,7	0,773	7,1	0,500	107,3	0,980	1,9	0,227	1,4	0,278	8,070	2
f_j^-		12,0		6,3		82,5		1,4		0,9			
f_j^+		14,2		7,9		107,8		3,6		2,7			
$f_j(x^u)$			1		1		1		1		1		
f_j^{omm}		14,2		7,9		107,8		3,6		2,7			
		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>max</i>			

Таблиця 3.8

Результати значень цільових функцій $\varphi(x_1) \dots \varphi(x_2)$ при виборі оптимального гібрида капусти брюссельської

Альтернатива		Критерії, A_j											
		Середня маса головки, г A_1		Кількість головак на рослині, шт. A_2		Продуктивність однієї рослини, г A_3		Урожайність, т/га A_4		Коефіцієнт стабільності врожайності A_5		Вміст сухих речовин, % A_6	
		f_1	f_1	f_2	f_2	f_3	f_3	f_4	f_4	f_5	f_5	f_6	f_6
x_1	Абакус F ₁	8,0	0,041	71,0	0,875	566,8	0,001	16,2	0,024	1,7	0,667	14,2	0,161
x_2	Брілліант F ₁	19,2	0,959	68,0	0,125	1271,3	0,999	36,3	0,976	2,2	0,333	16,3	0,839
f_j^-		7,5		67,5		566,3		15,7		1,2		13,7	
f_j^+		19,7		71,5		1271,8		36,8		2,7		16,8	
$f_j(x^u)$			1		1		1		1		1		1
f_j^{om}		19,7		71,5		1271,8		36,8		1,2		16,8	
		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>max</i>		<i>min</i>		<i>max</i>	

Продовження табл. 3.8

Альтернатива		Критерії, A_j						Значення цільової функції	Ранг
		Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г A_7		Загальний вміст цукрів, % A_8		Вміст редукувальних цукрів, % A_9			
		f_7	f_7	f_8	f_8	f_9	f_9	$\varphi(x_i)$	
x_1	Абакус F_1	123,4	0,030	4,1	0,238	1,8	0,333	6,630	2
x_2	Брілліант F_1	139,3	0,970	5,2	0,762	2,1	0,667	2,370	1
f_j^-		122,9		3,6		1,5			
f_j^+		139,8		5,7		2,4			
$f_j(x^u)$			1		1		1		
f_j^{omn}		139,8 <i>max</i>		5,7 <i>max</i>		2,4 <i>max</i>			

При проведенні порівняльної оцінки результатів досліджень встановлено ранжувальну низку гібридів капусти броколі та брюссельської, що характеризує оптимальне сполучення критеріїв. Так, серед гібридів капусти броколі перший ранг мав Айронмен $F_1 - \varphi(x_1) = 5,806$. Гібрид має такі показники: маса центральної головки – 182,0 г, урожайність центральних головок – 5,2 т/га, урожайність бічних головок – 4,4 т/га, загальна урожайність – 9,6 т/га, коефіцієнт стабільності врожайності центральних головок – 1,5, коефіцієнт стабільності врожайності бічних головок – 0,5, коефіцієнт стабільності загальної врожайності – 1,3; вміст сухих речовин у центральних головках – 12,6 %, вміст сухих розчинних речовин – 9,8 %, вміст аскорбінової кислоти – 121,1 мг/100 г, загальний вміст цукрів – 3,5 %, вміст редукувальних цукрів у центральних головках – 1,8 %; вміст сухих речовин у бічних головках – 13,0 %, вміст сухих розчинних речовин – 7,4 %, вміст аскорбінової кислоти – 90,4 мг/100 г, загальний вміст цукрів – 3,1 %, вміст редукувальних цукрів у бічних головках – 2,2 %. Другий ранг мав гібрид Бомонт $F_1 - \varphi(x_3) = 8,070$, третій ранг у Агасі $F_1 - \varphi(x_2) = 11,761$.

З досліджених гібридів капусти брюссельської Бріліант F_1 мав оптимум критеріїв: середня маса головки – 19,2 г, кількість головок на рослині – 68 шт., продуктивність однієї рослини – 1271,3 г, урожайність – 36,3 т/га, коефіцієнт стабільності врожайності – 2,2, вміст сухих речовин – 16,3 %, вміст аскорбінової кислоти – 139,3 мг/100 г, загальний вміст цукрів – 5,2 %, вміст редукувальних цукрів – 2,1 %.

Висновки до розділу

1. Науково обґрунтовано і визначено, що в умовах Лісостепу України агробіологічні властивості капусти броколі формуються за таких погодних умов вегетаційного періоду: середньодобова температура – 21,4...23,0 °С; сума активних температур вище 10 °С – 1453,8–1723,1 °С, забезпеченість опадами – 103,4–334,6 мм та ГТК = 0,60–2,04. Залежно від особливостей

гібрида та умов вегетаційного періоду загальна врожайність капусти броколі коливається від 7,7 до 9,6 т/га, у тому числі центральних головок 4,5–5,6 т/га, бічних – 2,6–4,4 т/га.

Формування врожаю капусти брюссельської відбувається в межах середньодобової температури – 19,3...20,9 °С, суми активних температур вище 10 °С – 2766,4–3196,8 °С, суми опадів – 233,8–391,6 мм, ГТК = 0,7–1,35. Залежно від особливостей гібрида та умов вегетаційного періоду врожайність капусти брюссельської коливається в межах 16,2–36,3 т/га.

2. Установлено, що між урожайністю капусти броколі та середньодобовою температурою вегетаційного періоду існує сильний обернений зв'язок: $r = -0,77 \pm 0,03 \dots -0,83 \pm 0,02$; кількістю опадів – сильний прямий зв'язок: $r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,96 \pm 0,01$; з ГТК виявлено сильний прямий зв'язок: $r = 0,87 \pm 0,02 \dots 0,93 \pm 0,01$.

Між урожайністю гібридів капусти брюссельської існує слабкий зв'язок із середньодобовою температурою, з кількістю опадів – зв'язок середній. Урожайність гібрида Абакус F₁ із сумою активних температур вище 10 °С мала слабкий зв'язок, а врожайність Бріліанта F₁ – середній.

Розроблено математичні моделі прогнозування врожайності капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду.

3. Визначено, що урожайність центральних головок капусти броколі на 18 % залежить від особливостей гібрида, вплив умов вегетаційного періоду становить 71 %. Урожайність капусти брюссельської на 65 % залежить від особливостей гібрида і на 20 % від умов вегетаційного періоду.

4. Досліджено, що вміст компонентів хімічного складу капусти броколі та брюссельської залежить від особливостей гібрида, умов вегетаційного періоду і типу головок. Кореляційним аналізом виявлено, що вміст сухих речовин у центральних головках має сильний обернений зв'язок із вологістю повітря за вегетаційний період: $r = -0,96 \pm 0,01$; вміст сухих розчинних речовин та цукрів мають сильні обернені зв'язки з вологістю повітря: $r = -0,84 \pm 0,02 \dots -0,92 \pm 0,01$ і $r = -0,72 \pm 0,03 \dots -0,99 \pm 0,01$ відповідно. Вміст

аскорбінової кислоти має сильну обернену залежність від вологості повітря вегетаційного періоду ($r = -0,81 \pm 0,02 \dots -0,92 \pm 0,01$) та суми опадів ($r = -0,74 \pm 0,03 \dots -0,81 \pm 0,02$).

5. Бічні головки накопичують на 0,3–1,0 % більше сухих речовин, ніж центральні; сухих розчинних речовин – на 1,4–2,5 % менше, загальний вміст цукрів менше на 0,4–1,0 %. За вмістом редукувальних цукрів у центральних головках різниці між гібридами не має (1,8 %). У бічних головках високий вміст редукувальних цукрів виявлено тільки в Айронмена F₁: 2,2 %. Сахарози у бічних головках накопичується на 0,5–0,7 % менше, аскорбінової кислоти – менше на 17–25 %.

6. Гібрид капусти брюссельської Брілліант F₁ істотно перевищує Абакус F₁ за вмістом сухих речовин: 16,3 % та аскорбінової кислоти: 139,3 мг/100 г; а також загальним вмістом цукрів, редукувальних цукрів. Кореляційним аналізом встановлено, що накопичення сухих речовин в головках капусти брюссельської має сильний обернений зв'язок з вологістю повітря вегетаційного періоду: $r = -0,85 \pm 0,02$; загальний вміст цукрів має пряму середню залежність від ГТК та суми опадів вегетаційного періоду. Вміст аскорбінової кислоти в головках капусти брюссельської має сильний прямий зв'язок із сумою активних температур вище 10 °С ($r = 0,96 \pm 0,01 \dots 0,99 \pm 0,01$), сумою температур ($r = 0,92 \pm 0,01 \dots 0,97 \pm 0,01$) та середньодобовою температурою ($r = 0,88 \pm 0,02 \dots 0,92 \pm 0,01$) вегетаційного періоду.

7 Установлено ранжувальну низку гібридів капусти броколі, що характеризує її товарні властивості: перший ранг має Айронмен F₁ – $\varphi(x_1) = 5,806$, другий – Бомонт F₁ – $\varphi(x_3) = 8,07$, третій – Агассі F₁ – $\varphi(x_2) = 11,761$. Серед гібридів капусти брюссельської перший ранг має Брілліант F₁ – $\varphi(x_2) = 2,37$, Абакус F₁ – другий – $\varphi(x_1) = 6,63$.

Основні результати досліджень представлені в публікаціях [166–173].

1. 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.

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.

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.

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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

РОЗДІЛ 4

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

4.1 Фізичні властивості головок гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду

Фізичні властивості плодів та овочів визначають їх товарну та харчову цінність, а також здатність до зберігання. Вони залежать від особливостей культури, гібрида чи сорта, умов вегетаційного періоду, технології вирощування тощо. До фізичних властивостей капусти броколі та брюссельської відносяться об'єм, питома маса і пористість головки, фізична та істинна густини, насипна маса й шпаруватість продукції.

За роки досліджень об'єм головки капусти броколі (табл. 4.1) коливався від 123,0 до 222,0 см³ залежно від особливостей гібрида й істотно (НІР₀₅ = 24,5 см³) меншим був у Агассі F₁. У середньому за 2011–2014 рр. більшим об'ємом головки характеризувався Бомонт F₁: 187 см³, який перевищив за цим показником Айронмен F₁ на 6,3 %.

Питома маса головки визначається як відношення її маси до об'єму. Отже, чим важче головка, тим більше її питома маса. Упродовж 2011–2014 рр. питома маса головок броколі (табл. 4.1) залежно від гібрида коливалася в межах 1,00–1,08 г/см³, істотно меншою (НІР₀₅ = 0,01 г/см³) вона була у Бомонта F₁. У середньому за роки досліджень більшу питому масу головки мали гібриди Айронмен F₁ та Агассі F₁ (1,04 г/см³).

Фізична густина залежить від анатомічної будови як головки в цілому, так і соковитих тканин зокрема: товщини шкірочки або покривних тканин, щільності прилягання клітин одна до одної, ступеня стиглості та ін. При зменшенні фізичної густини збільшується пористість [174].

У наших дослідженнях більша фізична густина головок капусти

Таблиця 4.1

Фізичні показники врожаю центральних головок гібридів капусти броколі

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Об'єм головки, см ³	Питома маса головки, г/см ³	Густина, кг/м ³		Насипна маса, кг/м ³	Шпару- ватість, %	Порис- тість, %
				фізична	істинна			
Айронмен F ₁	2011	220,00	1,08	1075,90	1045,40	235,20	78,10	-
	2012	152,00	1,03	1030,80	1061,80	223,50	78,30	2,90
	2013	161,00	1,03	1031,20	1039,00	225,40	78,10	0,70
	2014	168,00	1,01	1012,00	1051,50	228,30	77,30	3,70
Агассі F ₁	2011	200,00	1,07	1075,10	1044,40	228,40	78,80	-
	2012	123,00	1,03	1027,30	1059,10	216,70	78,90	3,00
	2013	133,00	1,03	1027,50	1038,10	219,50	78,60	1,00
	2014	147,00	1,01	1006,90	1050,10	221,40	78,00	4,10
Бомонт F ₁	2011	222,00	1,08	1076,70	1045,70	245,40	77,30	-
	2012	165,00	1,03	1032,30	1062,00	234,80	77,20	2,80
	2013	170,00	1,02	1023,50	1038,90	236,30	76,90	1,50
	2014	191,00	1,00	1005,30	1052,80	236,20	76,40	4,50
НІР ₀₅		24,50	0,01	4,30	4,70	10,60	1,00	0,60
Айронмен F ₁	Середнє	175,30	1,04	1037,50	1049,40	228,10	78,00	2,40
Агассі F ₁	Середнє	150,80	1,04	1034,20	1047,90	221,50	78,60	2,70
Бомонт F ₁	Середнє	187,00	1,03	1034,50	1049,90	238,20	77,00	2,90

броколі спостерігалася у 2011 р.: 1075,1–1076,7 кг/м³ залежно від особливостей гібрида. У посушливих 2012–2013 рр. сформувалися головки з фізичною густиною в межах 1023,5–1032,3 кг/м³, що було менше на 4,4 %, ніж у 2011 р. У 2014 р. різке настання спекотних та посушливих умов під час формування врожаю обумовило те, що головки броколі мали найменшу за роки досліджень фізичну густину: 1005,3–1012,0 кг/м³. За роки досліджень гібриди неістотно різнилися між собою за фізичною густиною. В середньому за 2011–2014 рр. вона коливалася в межах 1034,2–1037,5 кг/м³. (табл. 4.1).

Показник істинної густини залежить від вмісту в капусті сухої речовини, води і повітря в тканинах: чим більше вологи, тим менша істинна густина [174]. Згідно наших досліджень, по роках гібриди неістотно відрізнялися один від одного за цим показником (табл. 4.1). У середньому за 2011–2014 рр. більшу істинну густину мали Бомонт F₁ – 1049,9 та Айронмен F₁ – 1049,4 кг/м³.

Насипна маса (об'ємна) – маса одиниці об'єму плодоовочевої продукції. Цей показник необхідний при розрахунках потреби в тарі, складських площах, транспортних засобах. Насипна маса залежить від об'єму вільного простору між окремими екземплярами, ступеня однорідності форми і розміру, забрудненості продукції [3]. Упродовж 2011–2014 рр. насипна маса капусти броколі (табл. 4.1) залежно від особливостей гібрида знаходилася в межах 216,7–245,4 кг/м³ і більшою була у 2011 р: 228,4–245,4 кг/м³. Менша насипна маса була у Агассі F₁ і істотно (НІР₀₅ = 10,6 кг/м³) відрізнялася лише від насипної маси гібрида Бомонт F₁. У середньому за роки досліджень більшою насипною масою характеризувався гібрид Бомонт F₁ – 238,2 кг/м³.

Шпаруватість – наявність вільного об'єму між окремими екземплярами продукції. Вона впливає на теплофізичні властивості насипу овочів – теплопровідність і теплоємність. Цим показником користуються при розрахунках повітрообміну, швидкості руху повітря через масу і потужності вентиляційних установок. Шпаруватість продукції залежить від тих же факторів, що і насипна маса. Під час зберігання шпаруватість зменшується за

рахунок в'янення, підморожування, деформації, загнивання продукції [3].

Шпаруватість головок капусти броколі за роки досліджень знаходилася майже на одному рівні: більшою вона була у Агассі F_1 – 78,0–78,9 %, істотно меншою ($НІР_{05} = 1,0$ %) у Бомонта F_1 – 77,2–76,9 %. У середньому за роки досліджень (табл. 4.1) шпаруватість продукції гібридів Агассі F_1 і Айронмен F_1 майже не відрізнялася одна від одної: відповідно 78,0 та 78,6 %. Бомонт F_1 мав менший показник шпаруватості – 77,0 %.

Пористість – показник, що визначає наявність в соковитій продукції пор, що заповнені повітрям. Він залежить від анатомічної будови овочів або фруктів, особливостей сорта або гібрида, погодних умов та технології вирощування. При збільшенні фізичної густини пористість зменшується. Погодні умови 2011 р. були сприятливими для формування головок капусти броколі, тому продукція мала велику фізичну густину за рахунок доброго насичення клітин водою, що обумовило майже повну відсутність пор у головках. Погодні умови у 2012–2014 рр. під час формування головок броколі були посушливи та спекотними, що збільшило їх пористість. У 2012 р. пористість головок залежно від гібрида коливалася в межах 2,8–3,0 %, у 2013 р. – 0,7–1,5 %. У 2014 р. пористість головок через раптову посуху під час набуття ними технічної стиглості була більшою: 3,7–4,5 %. За роки досліджень гібриди неістотно різнилися один від одного за пористістю головок. У середньому за 2012–2014 рр. пористість головок гібридів броколі знаходилася в межах 2,4–2,9 %. Більшу пористість головки мав Бомонт F_1 – 2,9 %, меншу Айронмен F_1 – 2,4 %. Дисперсійним аналізом встановлено, що фізичні показники центральних головок капусти броколі на 10–56 % залежали від особливостей гібрида (фактор А), від умов вегетаційного періоду (фактор В) – на 15–79 %, від сумісної дії факторів АВ – на 1–2 % та від інших факторів – на 7–28 %.

Гібриди капусти брюссельської за фізичними показниками продукції різнилися між собою (табл. 4.2). За об'ємом головки Брілліант F_1 протягом 2011–2014 рр. досліджень в 1,3–2,7 раза істотно ($НІР_{05} = 2,1$ см³)

Таблиця 4.2

Фізичні показники врожаю гібридів капусти брюссельської

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Об'єм головки, см ³	Питома маса головки, г/см ³	Густина, кг/м ³		Насипна маса, кг/м ³	Шпару- ватість, %	Порис- тість, %
				фізична	істинна			
Абакус F ₁	2011	9,20	0,92	920,30	1059,70	513,10	44,20	13,20
	2012	9,60	0,95	952,10	1049,80	529,60	44,40	9,30
	2013	7,70	0,86	856,10	1043,00	435,00	49,20	17,90
	2014	8,50	0,93	929,60	1073,20	506,80	45,50	13,40
Брілліант F ₁	2011	17,00	1,05	1051,20	1067,10	553,50	47,40	1,50
	2012	25,90	1,05	1046,70	1059,00	576,80	44,90	1,10
	2013	20,60	1,00	1000,00	1053,70	479,80	52,00	5,10
	2014	10,70	1,04	1043,10	1081,00	538,70	48,40	3,50
НІР ₀₅		2,10	0,03	30,90	3,80	19,10	2,90	3,10
Абакус F ₁	Середнє	8,80	0,92	914,50	1056,40	496,10	45,80	13,50
Брілліант F ₁	Середнє	18,60	1,04	1035,30	1065,20	537,20	48,20	2,80

перевищував Абакус F₁. Об'єм головки у гібрида Абакус F₁ коливався в межах 7,7–9,6 см³, у Брілліанта F₁ змінювався від 10,7 до 25,9 см³. У середньому за роки досліджень об'єм головки у гібрида Абакус F₁ становив 8,8 см³, у Брілліанта F₁ – 18,6 см³.

Питома маса головок Абакуса F₁ та Брілліанта F₁ (табл. 4.2) істотно різнилася по роках (НІР₀₅ = 0,03 г/см³). Питома маса головки гібрида Абакус F₁ упродовж 2011–2014 рр. коливалася в межах 0,86–0,95 г/см³, Брілліанта F₁ – 1,00–1,05 г/см³. У середньому за 2011–2014 рр. питома маса головки гібрида Абакус F₁ становила 0,92, Брілліанта F₁ – 1,04 г/см³. Оскільки питома маса головки гібрида Абакус F₁ менше одиниці, а Брілліанта F₁ більше, то це свідчить про те, що головки Абакуса F₁ менш щільні, ніж у Брілліанта F₁.

Фізична густина гібрида Абакус F₁ упродовж 2011–2014 рр. знаходилася в межах 856,1–952,1 кг/м³, Брілліанта F₁ – 1000,0–1051,2 кг/м³. Різниця між гібридами була істотною (НІР₀₅ = 30,9 кг/м³). У середньому за роки досліджень фізична густина головок Брілліанта F₁ (1035,3 кг/м³) на 11,7% перевищувала Абакус F₁ (914,5 кг/м³).

Показники істинної густини гібридів істотно різнилися між собою по роках (НІР₀₅ = 3,8 кг/м³) (табл. 4.2). Меншою істинна густина була у 2013 р.: у Абакуса F₁ 1043,0 кг/м³, у Брілліанта F₁ 1053,7 кг/м³; більшою – у 2014 р.: у Абакуса F₁ – 1073,2 та Брілліанта F₁ – 1081,0 кг/м³. У середньому за роки досліджень істинна густина гібрида Абакус F₁ становила 1056,4 кг/м³, Брілліанта F₁ – 1065,2 кг/м³.

Насипна маса Абакуса F₁ (435,0–529,6 кг/м³) упродовж років досліджень була істотно менше (НІР₀₅ = 19,1 кг/м³), ніж у Брілліанта F₁ (479,8–576,8 кг/м³). У середньому за роки досліджень (табл. 4.2) Абакус F₁ також мав меншу насипну масу (496,1 кг/м³), ніж Брілліант F₁ (537,2 кг/м³).

Головки дослідних гібридів мають різні розмір, форму і об'єм, що впливає на шпаруватість. Кореляційним аналізом виявлено зворотний сильний зв'язок шпаруватості продукції гібрида Абакус F₁ з об'ємом головки

($r = -0,93 \pm 0,01$), тоді як у Брілліанта F_1 цей зв'язок був слабкий. Упродовж років досліджень шпаруватість Абакуса F_1 (44,2–49,2 %) була неістотно менше, ніж у Брілліанта F_1 (44,9–52,0 %). У середньому за роки досліджень шпаруватість головок Абакуса F_1 становила 45,8 %, а Брілліанта F_1 – 48,2 % (табл. 4.2).

Пористість головок гібрида Абакус F_1 упродовж років досліджень була істотно більше ($НІР_{05} = 3,1$ %), ніж у Брілліанта F_1 і коливалася в межах 9,3–17,9 % (табл. 4.2). У середньому за 2011–2014 рр. пористість головок гібрида Абакус F_1 (13,5 %) також перевищувала пористість головок Брілліанта F_1 (2,8 %). Дисперсійним аналізом встановлено, що фізичні показники головок капусти брюссельської на 14–78 % залежали від особливостей гібрида (фактор А), на 14–83 % – від умов вегетаційного періоду (фактор В), на 1–17 % – від сумісної дії факторів АВ і на 2–19 % – від інших факторів.

4.2 Теплофізичні властивості головок гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від умов вегетаційного періоду

Від теплофізичних властивостей овочів залежить швидкість їх охолодження або нагрівання. Характеристики теплофізичних властивостей овочів використовують для розрахунків необхідної кількості теплової енергії для охолодження продукції під час транспортування та зберігання [174].

Питома теплоємність – теплоємність одиниці маси речовини. Виражає кількість тепла, яке необхідне для зміни температури 1 кг речовини на 1 градус К. Питома теплоємність продукції залежить від вмісту в ній води і сухих речовин: чим більше продукція містить води, тим більша її теплоємність і, навпаки, чим більший вміст сухих речовин, тим теплоємність менша [149, 175, 176]. У наших дослідженнях питома теплоємність капусти броколі впродовж 2011–2013 рр. коливалася в межах 3,75–3,92 кДж/кг·К і в середньому за роки досліджень становила 3,84–3,85 кДж/кг·К (табл. 4.3). Різниця між гібридами була неістотною. Дисперсійним аналізом

Теплофізичні властивості головок гібридів капусти броколі

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Питома теплоємність, кДж/кг·К	Тепло- провідність, Вт/м·К	Температуро- провідність, $\alpha \cdot 10^{-4}$, м ² /с
Айронмен F ₁	2011	3,86	0,65	4,30
	2012	3,76	0,64	4,51
	2013	3,91	0,64	4,37
Агассі F ₁	2011	3,87	0,65	4,30
	2012	3,77	0,64	4,50
	2013	3,92	0,64	4,37
Бомонт F ₁	2011	3,86	0,65	4,30
	2012	3,75	0,64	4,51
	2013	3,91	0,64	4,39
НІР ₀₅		0,04	0,01	0,03
Айронмен F ₁	Середнє	3,84	0,64	4,39
Агассі F ₁	Середнє	3,85	0,64	4,39
Бомонт F ₁	Середнє	3,84	0,64	4,40

встановлено, що особливість гібрида (фактор А) на 10 % впливала на питому теплоємність маси продукції, умови вегетаційного періоду (фактор В) – на 81 %, сумісна дія факторів АВ становила 1 %, інших факторів (умови збирання врожаю, ступінь однорідності маси продукції та інші) – 8 %.

Теплопровідність та температуропровідність – два основних показника, що визначають швидкість процесу переносу тепла і зміну температури у продукції. Чим вони більші, тим швидше відбувається охолодження-нагрівання продукції та вирівнювання її температури. Теплопровідність – вид переносу теплової енергії від більш нагрітої ділянки продукту до менш нагрітої, що призводить до вирівнювання температури; залежить від вологості та структури плодів і овочів, їхнього розміру, температури (при

підвищенні температури теплопровідність збільшується), насипної маси й шпаруватості. Чим більше об'єм партії і менше насипна маса, тим нижча теплопровідність продукції. Теплопровідності соковитих овочів не мають значної різниці і наближені до теплопровідності води (0,60 Вт/м²К) [149, 177].

Теплопровідність гібридів капусти броколі була однаковою: у 2011 р. – 0,65 Вт/м²К, у 2012–2013 рр. – 0,64 Вт/м²К, у середньому за 2011–2013 рр. – 0,64 Вт/м²К. Дисперсійним аналізом встановлено, що частка впливу особливостей гібрида (фактор А) на теплопровідність маси продукції капусти броколі складала 10 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) впливали на 87 %, сумісна дія факторів АВ – 1 %, решта впливу (2 %) припадала на інші фактори.

Температуропровідність – визначає швидкість вирівнювання температури продукції в різних точках температурного поля. Чим вищий коефіцієнт температуропровідності, тим швидше відбувається охолодження або нагрівання продукції. Температуропровідність залежить від тих же факторів, що і теплоємність [149]. Упродовж років досліджень гібриди капусти броколі майже не відрізнялися один від одного за температуропровідністю: у 2011 р. вона становила $4,3 \cdot 10^{-4}$ м²/с, у 2012 та 2013 рр. коливання цього показника були неістотними – $4,50$ – $4,51 \cdot 10^{-4}$ і $4,37$ – $4,39 \cdot 10^{-4}$ м²/с відповідно. У середньому за роки досліджень температуропровідність гібридів була в межах $4,39$ – $4,40 \cdot 10^{-4}$ м²/с (табл. 4.3). Оскільки гібриди капусти броколі не мали істотної різниці між собою за теплопровідністю та температуропровідністю, це свідчить про те, що вони охолоджувалися з однаковою швидкістю. Дисперсійним аналізом встановлено, що особливість гібрида (фактор А) капусти броколі впливала на її температуропровідність на 10 %, умови вегетаційного періоду (фактор В) – на 86 %, сумісна дія факторів АВ становила 1 %, інших факторів – 3 %.

Питома теплоємність продукції капусти брюссельської упродовж 2011–2013 рр. коливалася в межах 3,72–3,88 кДж/кг·К (табл. 4.4). Різниця між гібридами була істотною ($HP_{05} = 0,03$ кДж/кг·К). У середньому за роки

досліджень більшу питому теплоємність мав Абакус F₁: 3,83 кДж/кг·К, оскільки його продукція містила менше сухої речовини, ніж у гібрида Брілліант F₁. Питома теплоємність Брілліанта F₁ становила 3,77 кДж/кг·К. При цьому вплив особливостей гібрида (фактор А) становив 33 %, умов вегетаційного періоду (фактор В) – 58 %, сумісної дії факторів – 1 %, інших – 8 %.

Таблиця 4.4

Теплофізичні властивості головок гібридів капусти брюссельської

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Питома теплоємність, кДж/кг·К	Тепло- провідність, Вт/м·К	Температуро- провідність, а·10 ⁻⁴ , м ² /с
Абакус F ₁	2011	3,77	0,61	4,80
	2012	3,84	0,62	4,65
	2013	3,88	0,60	4,91
Брілліант F ₁	2011	3,72	0,64	4,49
	2012	3,77	0,64	4,45
	2013	3,81	0,63	4,54
НІР ₀₅		0,03	0,01	0,12
Абакус F ₁	Середнє	3,83	0,61	4,79
Брілліант F ₁	Середнє	3,77	0,64	4,49

Теплопровідність 1 т маси продукції гібрида Абакус F₁ упродовж 2011–2013 рр. була в межах 0,60–0,62 Вт/м·К, а Брілліанта F₁ – 0,63–0,64 Вт/м·К. Гібриди істотно (НІР₀₅ = 0,01 Вт/м·К) різнилися між собою за теплопровідністю. У середньому за 2011–2013 рр. меншою вона була у Абакуса F₁ – 0,61 Вт/м·К, у Брілліанта F₁ – більшою і становила 0,64 Вт/м·К. Дисперсійним аналізом встановлено, що вплив особливостей гібрида (фактор А) на теплопровідність становив 76 %.

Температуропровідність маси продукції гібрида Абакус F₁ істотно (НІР₀₅ = 0,12·10⁻⁴ м²/с) перевищувала Брілліант F₁ і становила в середньому за

2011–2013 рр. $4,79 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ (табл. 4.4). Це пояснюється тим, що температуропровідність підвищується при збільшенні у продукції води і зменшенні сухої речовини, тоді як теплопровідність залежить від пористості продукції: чим більша пористість, тим менша теплопровідність. І оскільки повітря має невелику теплопровідність, а пористість Абакуса F_1 на 10,7 % більша за пористість Брілліанта F_1 (табл. 4.2), то відповідно й теплопровідність Абакуса F_1 менше, ніж у Брілліанта F_1 . Дисперсійним аналізом встановлено, що вплив особливостей гібрида (фактор А) на температуропровідність маси його продукції становив 71 %.

Під час охолодження із продукції видаляється тепло, що виділяється під час дихання, а також те, що було надано оточуючим середовищем і представлено через ентальпію (тепловміст) [149, 150]. За ентальпією гібриди броколі неістотно відрізнялися один від одного. Упродовж років досліджень цей показник був на рівні 84,99–94,32 кДж/кг, в середньому за роки досліджень – 89,58–89,86 кДж/кг залежно від гібрида (табл. 4.5).

Загальна кількість тепла, що слід видалити під час охолодження 1 т продукції капусти броколі (табл. 4.5), впродовж років досліджень була істотно більшою ($\text{НІР}_{05} = 558002,3 \text{ Дж}$) лише в Агассі F_1 . У середньому за 2011–2013 рр. досліджень цей показник був у Агассі F_1 5218925,82 Дж, у Айронмена F_1 та Бомонта F_1 – менше: відповідно 4132013,69 та 4587984,44 Дж.

Розрахунками встановлена необхідна кількість повітря для охолодження 1 т продукції капусти броколі: Айронмена F_1 – 136564,18 м^3 , Агассі F_1 – 172499,75 та Бомонта F_1 – 151935,05 м^3 . Між кількістю повітря для охолодження головок гібридів Айронмен F_1 та Бомонт F_1 істотної різниці не було. Для охолодження 1 т продукції Агассі F_1 повітря потрібно істотно більше ($\text{НІР}_{05} = 17479,41 \text{ м}^3$).

Розрахунки також свідчать, що якщо не видаляти тепло із насипу продукції, то можливе підвищення температури за добу в середньому за роки досліджень може становити від 1,05 до 1,17 $^\circ\text{C}$ залежно від гібрида. При

Теплообмінні характеристики капусти броколі

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Ентальпія, кДж/кг	Кількість тепла, що слід видалити, Дж	Кількість повітря для охолодження, м ³	Можливе підвищення температури, °С/доба
Айронмен F ₁	2011	85,03	3873034,40	135734,02	0,98
	2012	93,88	4381876,67	135138,83	1,14
	2013	89,93	4141130,00	138819,68	1,04
Агассі F ₁	2011	85,20	4925198,67	172608,07	1,25
	2012	94,32	5539120,00	170828,68	1,44
	2013	90,06	5192458,80	174062,51	1,30
Бомонт F ₁	2011	84,99	4504993,33	157881,59	1,14
	2012	93,83	4645030,00	143254,59	1,21
	2013	89,93	4613930,00	154668,97	1,16
HIP ₀₅		0,88	558002,30	17479,41	0,15
Айронмен F ₁	Середнє	89,61	4132013,69	136564,18	1,05
Агассі F ₁	Середнє	89,86	5218925,82	172499,75	1,33
Бомонт F ₁	Середнє	89,58	4587984,44	151935,05	1,17

цьому істотно більшим (HIP₀₅ = 0,15 °С/доба) підвищення температури за добу може бути в 1 т насипу продукції гібрида Агассі F₁ (табл. 4.5).

Ентальпія головок капусти брюссельської упродовж 2011–2013 рр. (табл. 4.6) була в межах 34,28–56,54 кДж/кг залежно від гібрида. Різниця між гібридами була істотною (HIP₀₅ = 0,36 кДж/кг). У середньому за роки досліджень ентальпія Абакуса F₁ була 44,56 кДж/кг, Бріліанта F₁ – 43,86 кДж/кг.

Загальна кількість тепла, що треба видалити з 1 т продукції капусти брюссельської під час охолодження, становила в середньому за роки досліджень у Абакуса F₁ 3990154,22 Дж, у Бріліанта F₁ менше –

Теплообмінні характеристики капусти брюссельської

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	Ентальпія, кДж/кг	Кількість тепла, що слід видалити, Дж	Кількість повітря для охолодження, м ³	Можливе підвищення температури, °С/доба
Абакус F ₁	2011	56,54	4028536,00	207069,44	1,05
	2012	42,19	4093388,67	286913,06	1,05
	2013	34,94	3848538,00	329695,71	0,98
Брілліант F ₁	2011	55,79	3711794,00	190788,69	0,98
	2012	41,51	3776711,07	264716,55	0,99
	2013	34,28	3559082,80	304898,72	0,92
НІР ₀₅		0,36	172566,35	13240,41	0,04
Абакус F ₁	Середнє	44,56	3990154,22	274559,40	1,03
Брілліант F ₁	Середнє	43,86	3682529,29	253467,99	0,96

3682529,29 Дж (табл. 4.6). Різниця між гібридами по роках досліджень була істотною (НІР₀₅ = 172566,35 Дж).

Згідно розрахунків, необхідна кількість повітря для охолодження 1 т продукції (табл. 4.6) гібрида Абакус F₁ становить 274559,40 м³, а Брілліанта F₁ – 253467,99 м³. По роках досліджень різниця між гібридами за цим показником була істотна (НІР₀₅ = 13240,41 м³). Розрахунками також встановлено, що без своєчасного відведення тепла можливе підвищення температури в 1 т насипу головок гібрида Абакус F₁ може складати 1,03 °С, у Брілліанта F₁ менше – 0,96 °С за добу. Упродовж 2011–2013 рр. гібриди істотно різнилися між собою за цим показником (НІР₀₅ = 0,04 °С/доба).

Висновки до розділу

1. Об'єм центральної головки капусти броколі знаходиться у межах 150,8–187,0 см³; питома маса – 1,03–1,04 г/см³, фізична густина – 1034,2–1037,5 кг/м³, істинна густина – 1047,9–1049,9 кг/м³. Насипна маса капусти броколі залежно від особливостей гібрида – 216,7–245,4 кг/м³, шпаруватість – 77,0–78,6 %, пористість головок – 2,4–2,9 %. Особливість гібрида впливає на фізичні показники центральних головок капусти броколі на 10–56 %.

2. Об'єм головки капусти брюссельської у межах 8,8–18,6 см³, питома маса – 0,92–1,04 г/см³, пористість – 2,8–13,5%, фізична густина головок – 914,5–1035,3 кг/м³, істинна густина – 1056,4–1065,2 кг/м³. Насипна маса продукції коливається від 496,1 до 537,2 кг/м³, шпаруватість – 45,8–48,2 %. Встановлено, що особливість гібрида впливає на фізичні показники продукції капусти брюссельської на 14–78 %.

3. Питома теплоємність гібридів капусти броколі становить 3,84–3,85 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,64 Вт/м·К, температуропровідність – $4,39\text{--}4,40 \cdot 10^{-4}$ м²/с. Встановлено, що особливість гібрида капусти броколі впливає на теплофізичні властивості маси продукції на 10 %.

Питома теплоємність головок капусти брюссельської гібрида Абакус F₁ 3,83 кДж/кг·К, у Брілліанта F₁ істотно менше: 3,77 кДж/кг·К. Гібриди істотно різняться між собою за теплопровідністю: у Абакуса F₁ – 0,61 Вт/м·К, у Брілліанта F₁ – 0,64 Вт/м·К. Температуропровідність маси продукції гібрида Абакус F₁ істотно перевищує Брілліант F₁ і становить $4,79 \cdot 10^{-4}$ м²/с. Встановлено, що особливість гібрида капусти брюссельської впливає на теплофізичні властивості маси продукції на 33–76 %.

4. Більші значення теплообмінних характеристик продукції серед досліджуваних гібридів капусти броколі – у Агассі F₁, капусти брюссельської – у Абакуса F₁.

Основні результати досліджень представлені в публікаціях [173, 178].

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.

2. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской // Вестник Белорус. ГСИ. Горки, 2015. № 3. С. 107–110.

РОЗДІЛ 5

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

5.1 Фізіологічні процеси, що відбуваються під час зберігання у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування

Встановлено, що інтенсивність дихання залежала від погодних умов, за яких відбувалося формування головок. За три роки досліджень нижча інтенсивність дихання головок капусти броколі була у 2011 р. – 14,4–18,4 і в кінці зберігання в контролі (через п'ять діб) становила 4,8–7,5 мг CO₂/кг·год; вища інтенсивність дихання відмічена у 2012 р.: на початку зберігання 16,3–20,7 і знизилася в контролі через п'ять діб до 5,3–8,2 мг CO₂/кг·год (додатки Ж. 1–Ж. 3). У середньому за 2011–2013 рр. на початку зберігання вища інтенсивність дихання головок спостерігалася у гібрида Агассі F₁: 19,5 мг CO₂/кг·год та менша у Айронмена F₁: 15,4 мг CO₂/кг·год (рис. 5.1). Істотна різниця за показником була лише між гібридами Агассі F₁ та Айронмен F₁. У кінці зберігання у контролі на п'яту добу інтенсивність дихання знижувалася у головок Айронмена F₁ на 67 %, у Агассі F₁ на 60 %, у Бомонта F₁ на 68 % і становила відповідно 5,1; 7,9 та 5,4 мг CO₂/кг·год. Істотно відрізнявся за інтенсивністю дихання від інших лише гібрид Агассі F₁, у головок якого вона була вища за інших.

Використання плівки поліетиленової та стретч-плівки дозволило знизити інтенсивність дихання і подовжити тривалість зберігання продукції за рахунок того, що пакування затримувало біля головок діоксид вуглецю, що виділяється під час дихання і є природним консервантом. У наших дослідженнях інтенсивність дихання капусти броколі гібрида Айронмен F₁ в середині зберігання при пакуванні його головок у плівку поліетиленову

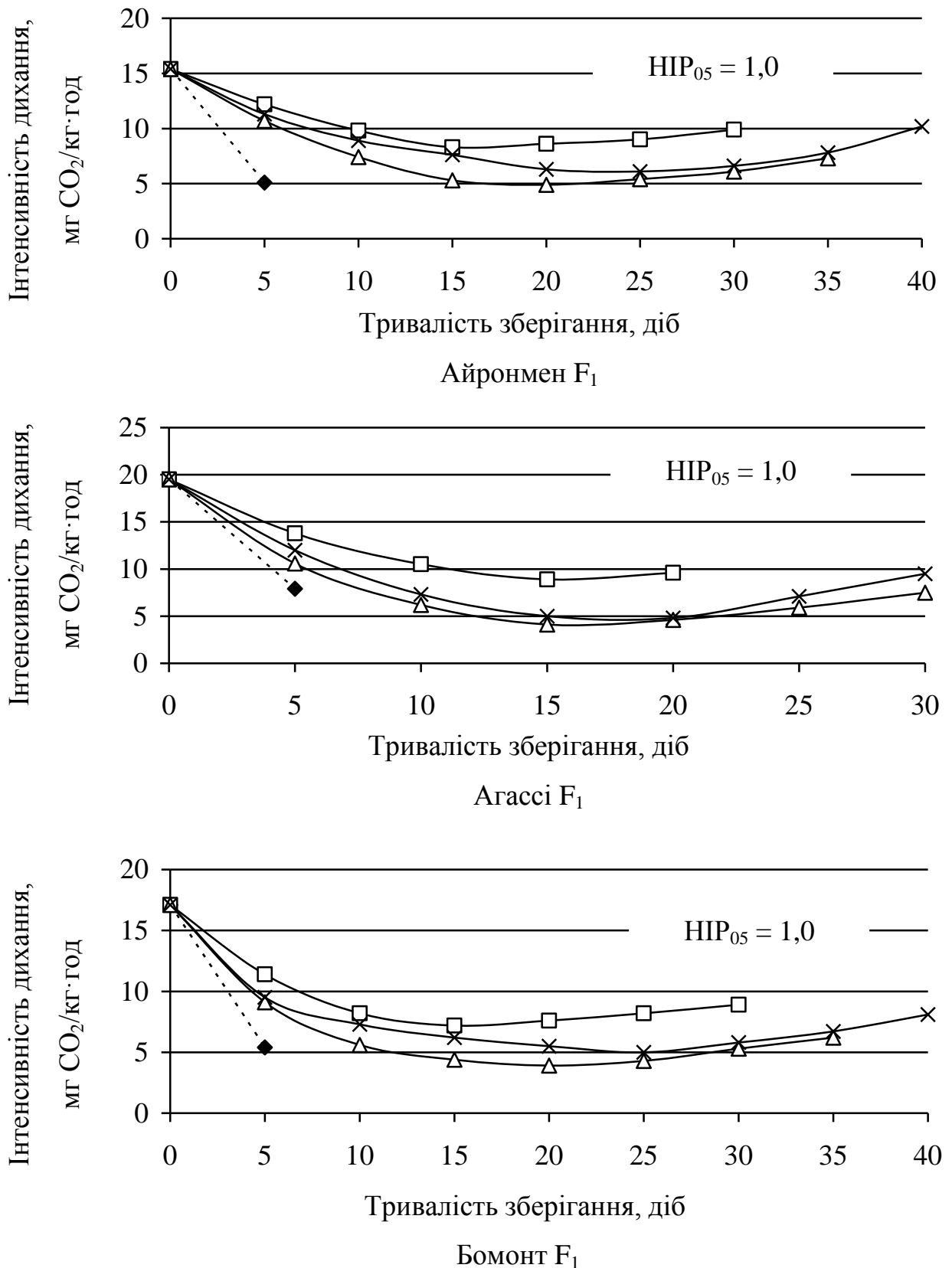


Рис. 5.1 Динаміка інтенсивності дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

---◆--- – Контроль; —□— – ППІ; —△— – СПІ; —×— – СПП.

знижувалася в середньому за роки досліджень на 46,1 % (через 15 діб), у головок Агассі F₁ на 46,2 (через 10 діб) та у головок Бомонта F₁ на 58 % (через 15 діб) (рис. 5.1; додаток Ж. 4).

Застосування стретч-плівки знижувало інтенсивність дихання головок капусти броколі порівняно з початком зберігання у середньому за 2011–2013 рр. у гібрида Айронмен F₁ на 68 % (на 20-ту добу), у Агассі F₁ на 79 % (на 15-ту добу), у Бомонта F₁ на 77 % (на 20-ту добу). Перфорування стретч-плівки обумовило зниження інтенсивності дихання головок в середині зберігання порівняно з початком у Айронмена F₁ на 59 % (на 20-ту добу), у Агассі F₁ на 74 % (на 15-ту добу) та у Бомонта F₁ на 68 % (на 20-ту добу).

У кінці зберігання із застосуванням упаковки спостерігалася підвищення інтенсивності дихання головок капусти броколі, що можна пояснити фізіологічною реакцією на враження їх грибними захворюваннями та накопичення в клітинах під час дихання шкідливих продуктів: перекису водню, спирту й інших. Також збільшення інтенсивності дихання головок капусти броколі може бути обумовлено адаптаційним механізмом, пов'язаним зі зміною в роботі білок-синтезуючих систем на клітинному рівні. Таким чином за інтенсивністю дихання можна прослідкувати відновлення метаболічних процесів [179]. У варіантах із застосуванням плівки поліетиленової інтенсивність дихання в кінці зберігання порівняно з серединою (10–15-та доба) підвищилася у головок гібрида Айронмен F₁ на 16 %, у Бомонта F₁ – на 19 %, у Агассі F₁ також намітилася тенденція до підвищення (рис. 5.1). Порівняно з початком зберігання в середньому за 2011–2013 рр. інтенсивність дихання в кінці у Айронмена F₁ була менша на 36 % (на 30-ту добу), у Агассі F₁ на 51 % (на 20-ту добу), у Бомонта F₁ на 48 % (на 30-ту добу).

У варіантах зі стретч-плівкою інтенсивність дихання головок у кінці зберігання в середньому за роки досліджень була нижча за початкову в Айронмена F₁ на 53 % (на 35-ту добу), у Агассі F₁ – на 62 % (на 30-ту добу), у Бомонта F₁ – на 64 % (на 35-ту добу). Порівняно з серединою зберігання (15–

20-та доба) інтенсивність дихання підвищилася у головок гібрида Айронмен F₁ на 33 %, у Агассі F₁ на 45 %, у Бомонта F₁ на 37 % (рис. 5.1, додаток Ж. 4).

Інтенсивність дихання в кінці зберігання порівняно з початком у варіантах із стретчем перфорованим у середньому за 2011–2013 рр. була нижча: у головок Айронмена F₁ на 34 % (на 40-ву добу), в Агассі F₁ на 51 % (на 30-ту добу) та у Бомонта F₁ на 53 % (на 40-ву добу) (рис. 5.1). Порівняно з серединою зберігання (15–20-та доба) інтенсивність дихання підвищилася у головок Айронмена F₁ на 38 %, у Агассі F₁ на 47 % та у Бомонта F₁ на 32 %. Дисперсним аналізом встановлено (додаток З. 11) переважаючий вплив тривалості зберігання (фактор С) на інтенсивність дихання головок капусти броколі – 59 %.

У дослідженнях з капустою брюссельською інтенсивність дихання на початку зберігання впродовж років досліджень (додатки Ж. 5–Ж. 7) коливалася у головок гібрида Абакус F₁ в межах 14,5–15,4 мг СО₂/кг·год, у Брілланта F₁ – 13,4–14,2 і вищою була у головок врожаю 2012 р. – 15,4 та 14,2 мг СО₂/кг·год відповідно, оскільки передзбиральний період характеризувався підвищеними температурою та вологістю повітря. У середньому за роки досліджень (додаток Ж. 8) інтенсивність дихання головок Абакуса F₁ становила 15,0 мг СО₂/кг·год, у Брілланта F₁ вона була істотно нижча: 13,8 мг СО₂/кг·год (рис. 5.2).

При подальшому зберіганні головок капусти брюссельської без упаковки інтенсивність дихання знижувалася (рис. 5.2) і в кінці зберігання (через 10 діб) становила 8,1 мг СО₂/кг·год у Абакуса F₁ і 7,1 мг СО₂/кг·год у Брілланта F₁, що нижче від початкової відповідно на 46 та 49 %. Різниця між варіантами впродовж 2011–2013 рр. була істотною (НІР₀₅ = 0,9 мг СО₂/кг·год).

У середньому за роки досліджень застосування вкладок поліетиленових знижувало інтенсивність дихання головок капусти брюссельської в середині зберігання (на 30-ту добу) порівняно з початком на

29 % у Абакуса F₁ та на 30 % у Брілліанта F₁ (рис. 5.2). Капуста, що була розфасована по 1 кг у мішки з цієї ж плівки, в процесі зберігання (на 40-ву добу) мала нижчу інтенсивність дихання порівняно з початком: у Абакуса F₁ на 70 % та у Брілліанта F₁ на 75 %. Фасування по 0,5 кг у стретч-плівку зумовило зниження інтенсивності дихання продукції у Абакуса F₁ на 75 %, у Брілліанта F₁ – на 78 % на 40-ву добу.

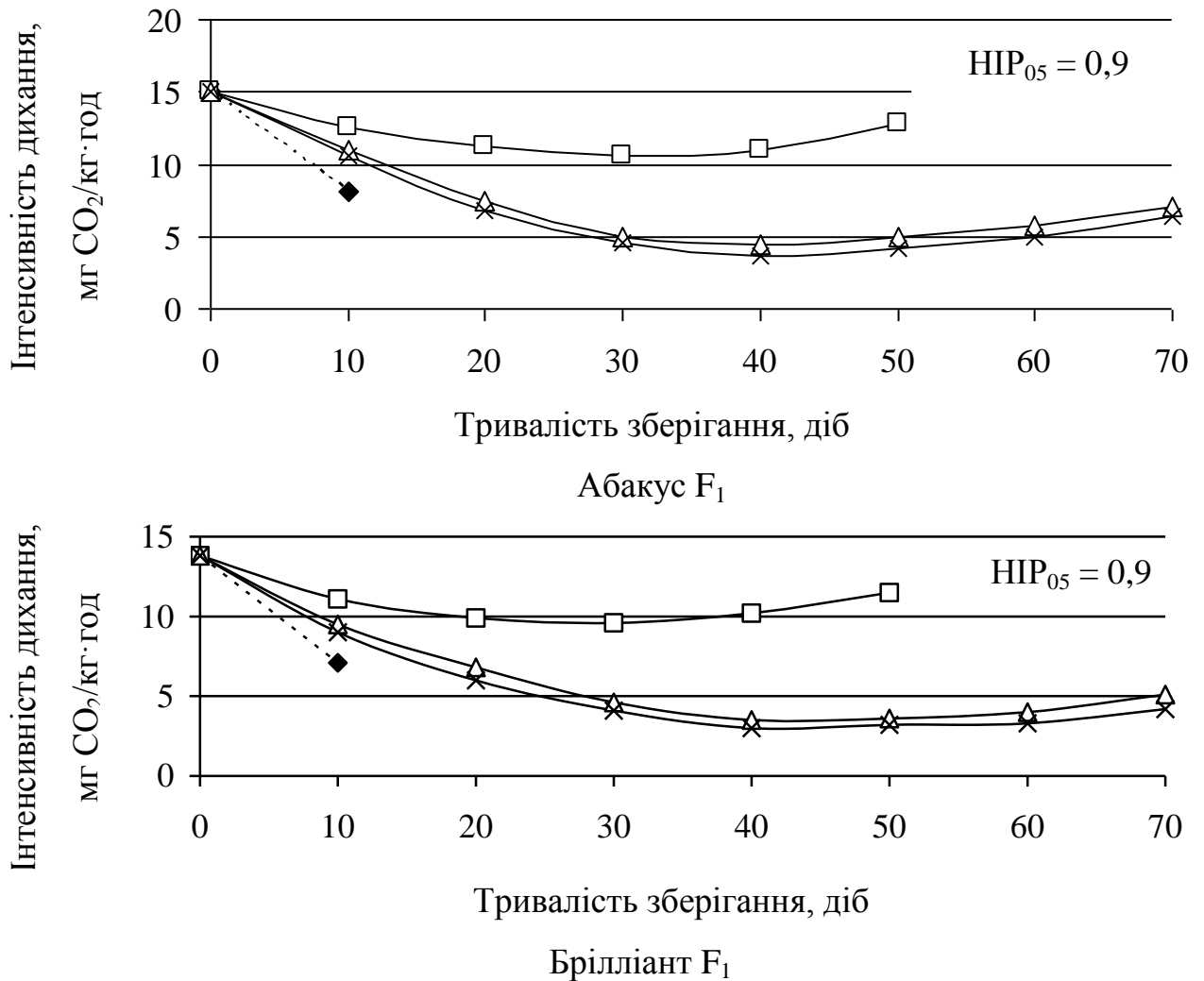


Рис. 5.2 Динаміка інтенсивності дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

---◆--- – Контроль; —□— – ПП; —△— – 1 кг ПП; —×— – 0,5 кг СП.

У кінці зберігання капусти брюссельської у варіантах із застосуванням пакування спостерігалось підвищення інтенсивності дихання порівняно із серединою (на 30–40-ву добу) (рис. 5.2). Також підвищення інтенсивності

дихання капусти білоголової в кінці зберігання спостерігав у своїх дослідженнях В. В. Хареба [68]. А оскільки капуста брюссельська, як і білоголова, відноситься до дворічних рослин і має однакову з нею будову головки, то підвищення інтенсивності дихання в кінці зберігання можна пояснити прискоренням метаболічних процесів у бруньках, що знаходяться на верхівках внутрішніх качанчиків [8, 44, 57]. У середньому за 2011–2013 рр. у варіантах із застосуванням вкладок із плівки інтенсивність дихання головок у кінці зберігання порівняно із серединою (30 діб) підвищилася у гібрида Абакус F_1 на 17 %, у Брілліанта F_1 – на 17 %. У варіантах із фасуванням по 1 кг у плівці інтенсивність дихання порівняно з серединою зберігання (40 діб) підвищилася в Абакуса F_1 на 37 %, у Брілліанта F_1 – на 31 %. При пакуванні по 0,5 кг у стретч-плівку інтенсивність дихання у гібрида Абакус F_1 в кінці зберігання підвищилася порівняно з серединою (40 діб) на 42 %, у Брілліанта F_1 – на 29 %. Дисперсним аналізом встановлено (додаток 3. 11) переважаючий вплив тривалості зберігання (фактор С) на інтенсивність дихання головок капусти брюссельської – 55%.

Слід відмітити, що одним з інших факторів, що впливали на інтенсивність дихання головок капусти брюссельської під час зберігання було зачищення їх від поверхневих листочків, вражених хворобами. Поверхневі листочки більш жорсткі, мають восковий наліт, який знижує інтенсивність дихання [180]. Нижні листочки більш ніжні і мають підвищену інтенсивність дихання.

Процес дихання рослинної клітини складається з анаеробної та аеробної фаз. Анаеробне дихання, інтенсивність якого незначна, завжди супроводжує аеробне, тому що у внутрішніх тканинах овочів може виникнути дефіцит вмісту кисню, як, наприклад, під час зберігання у МГС, яке створюється за допомогою упаковки [3]. Під час аеробного дихання утворюється перекис водню, який чинить руйнівну дію на клітинні

структури. Каталаза – фермент, що розкладає перекис водню на воду і молекулярний кисень [63, 181, 182].

Установлено, що активність каталази залежить від погодних умов вегетаційного періоду: більше значення активності каталази було зафіксоване у 2011 р.: 3,2–5,1 мл O_2 за перші 3 хв. залежно від гібрида і на 6-й та 9-й хвилині дослідів на початку зберігання підвищувала свою активність у головках гібрида Айронмен F_1 до 6,0 мл O_2 , у Агассі F_1 до 7,3 мл O_2 , у Бомонта F_1 до 5,4 мл O_2 . У 2012–2013 рр. активність каталази у головках гібридів броколі на початку зберігання після 3-ої хвилини дослідів знижувалася (додатки З. 1–З. 3). Отримані дані свідчать, що активність каталази залежала від особливостей гібрида. Впродовж років досліджень гібриди істотно різнилися за активністю каталази на початку зберігання (додатки З. 1–З. 3). У середньому за 2011–2013 рр. (рис. 5.3, додаток З. 5) вища активність каталази на початку зберігання була у Агассі F_1 – 3,5 мл O_2 за перші 3 хв. дослідів, нижча у Бомонта F_1 – 2,5 мл O_2 .

У середньому за роки досліджень активність каталази на початку зберігання у головках гібрида Айронмена F_1 залишалася майже незмінною – 3,0–3,1 мл O_2 ; у Агассі F_1 підвищилася з 3,5 мл O_2 до 3,8; у Бомонта F_1 : з 2,5 до 2,9 мл O_2 впродовж 9-ти хв. (додаток З. 4). При подальшому зберіганні без упаковки активність каталази знижувалася в головках Айронмена F_1 та Агассі F_1 на 23 %, у Бомонта F_1 – на 20 % за 3 хв. через п'ять діб. Різниця між гібридами залишалася істотною ($HP_{05} = 0,4$ мл $O_2/ 3$ хв.). Також слід відмітити, що у 2011 р. каталаза в кінці зберігання у контролі хоч і знизилася свою активність, але включно до 9-ї хвилини дослідів підвищувала її в головках Айронмена F_1 до 5,5 мл O_2 , у Агассі F_1 – до 5,0 і у Бомонта F_1 – до 4,6 мл O_2 (додаток З. 1). У середньому за роки досліджень активність каталази за зберігання головок броколі без упаковки мала тенденцію до зниження (рис. 5.3; додаток З. 5).

Використання плівки для пакування знижувало інтенсивність дихання головок капусти броколі. Встановлено, чим інтенсивніше дихання, тим

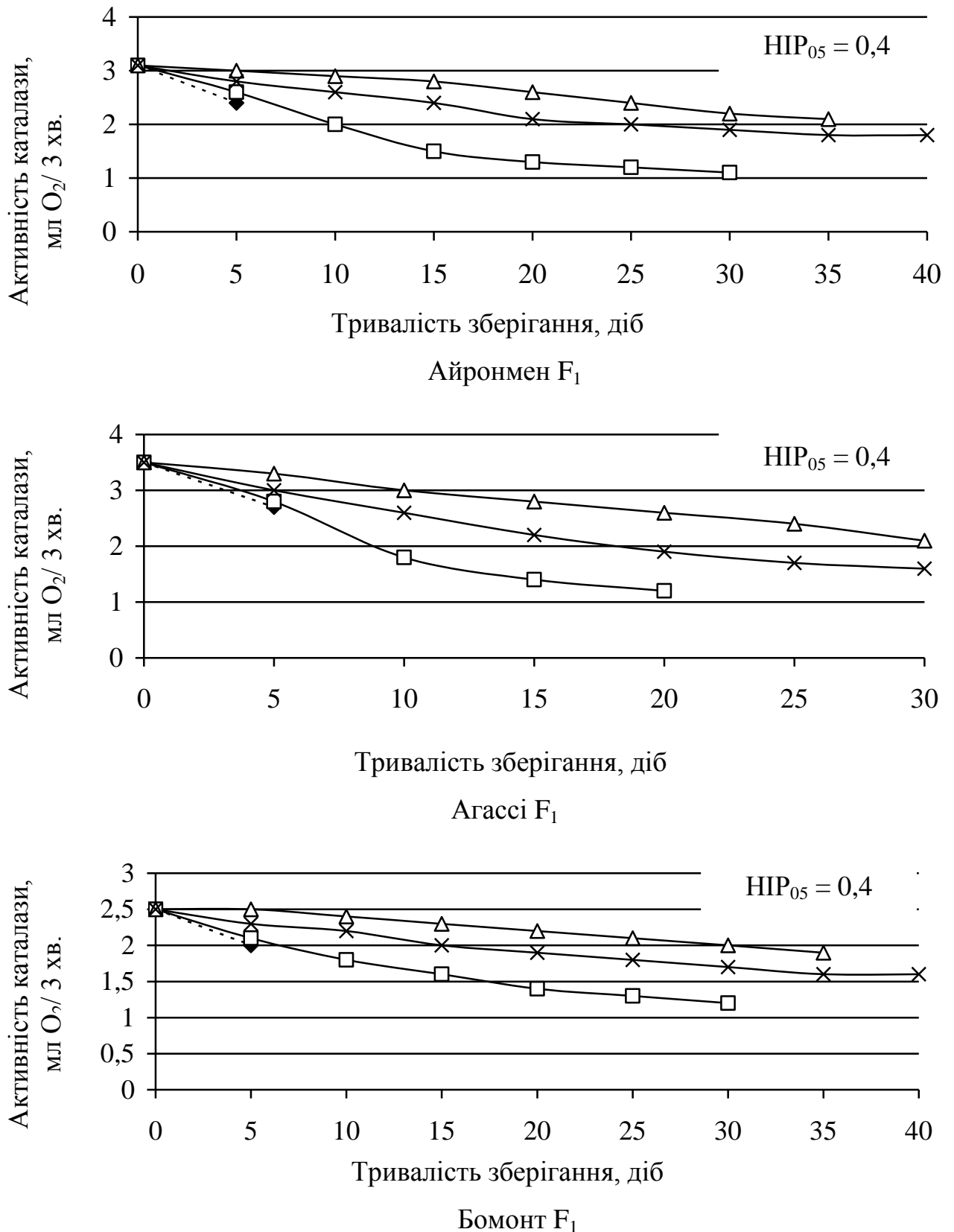


Рис. 5.3 Динаміка активності каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

---◆--- – Контроль; —□— – ПП; —△— – СП; —×— – СПП.

більше знижується активність каталази. Останнє пояснюється зменшенням кількості перекису водню, що виявляється у прискоренні окисно-відновних процесів субстратів дихання [181]. В середині зберігання (на 10–15 добу) порівняно з початком активність каталази у варіантах із застосуванням плівки поліетиленової знизилася в 1,7–2,5 рази за 3 хв. Більше зниження активності каталази було у головках гібрида Агассі F_1 – 1,4 мл O_2 за 3 хв., а менше у Бомонта F_1 – 1,6 мл O_2 . На 6-ій та 9-ій хвиликах активність каталази продовжувала знижуватися (додаток 3. 4).

Використання стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої знижувало інтенсивність дихання капусти броколі за рахунок переведення продукції на анаеробне дихання, що сприяло зниженню активності каталази: використання стретч-плівки знижувало активність каталази в середині зберігання (на 15–20 добу) порівняно з початком на 12–20 %, стретч-плівки перфорованої – на 24–37 % залежно від гібрида (рис. 5.3).

У кінці зберігання у середньому за 2011–2013 рр. активність каталази у варіантах з плівкою завтовшки 40 мкм знизилася в 2,1–3,5 рази залежно від гібрида. У варіантах із застосуванням стретч-плівки активність каталази знизилася в 1,3–1,7 рази, а при застосуванні стретчу перфорованого – в 1,6–2,2 рази за 3 хв. залежно від гібрида. На 6–9-ій хвиликах каталаза продовжувала знижувати свою активність. При цьому більше активність каталази втрачалася у Агассі F_1 (рис. 5.3; додаток 3. 5).

У дослідах з головками капусти брюссельською більша активність каталази на початку зберігання була у гібрида Абакус F_1 : в середньому за 2011–2013 рр. 2,0 мл O_2 за 3 хв.; у Брілліанта F_1 на 20 % менше. Різниця між гібридами була істотною ($NI\text{P}_{05} = 0,2$ мл $O_2/ 3$ хв.) (рис. 5.4) у першій половині зберігання. Вища активність каталази спостерігалася у головках врожаю 2011 р.: у Абакуса F_1 2,5 та у Брілліанта F_1 1,8 мл O_2 за 3 хв. (додаток 3. 6). Як упродовж років досліджень, так і в середньому за 2011–2013 рр. (додаток 3. 9) активність каталази на 6–9-ій хвиликах збільшувалася до 2,3–2,5 мл O_2 у головках гібрида Абакус F_1 і до 1,8–2,2 у Брілліанта F_1 . При

подальшому зберіганні капусти брюссельської без упаковки активність каталази зменшувалася за 3 хв. на 40 % у Абакуса F₁ і на 31 % у Брілліанта F₁. На 6–9-ій хвиликах активність каталази продовжувала знижуватися. Різниця між варіантами була неістотна (рис. 5.4, додаток 3. 9).

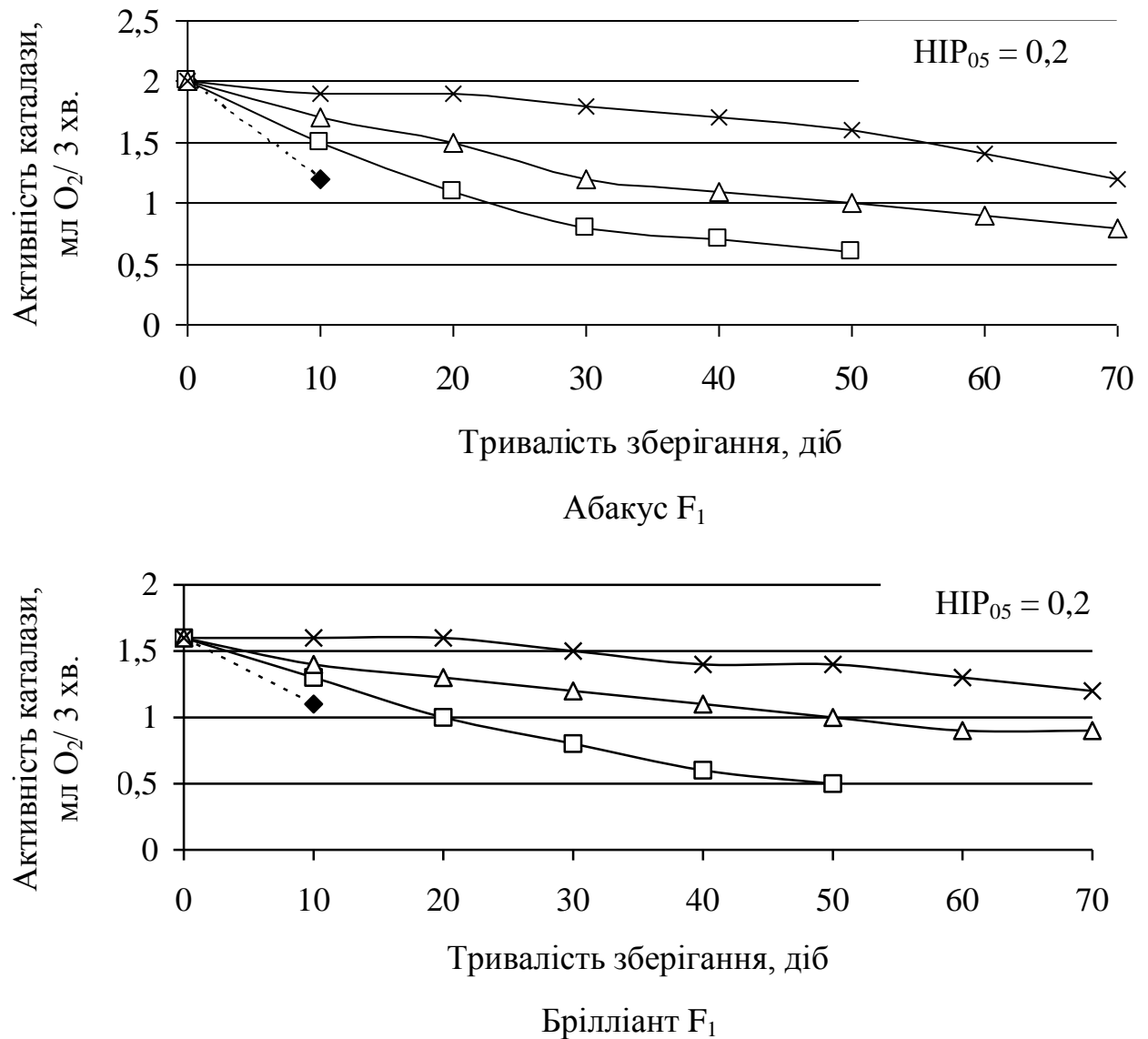


Рис. 5.4 Динаміка активності каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

··◆·· – Контроль; —□— – ПП; —△— – 1 кг ПП; —×— – 0,5 кг СП.

При застосуванні вкладок поліетиленових інтенсивність дихання головок була підвищеною, тому активність каталази у середині зберігання (на 30-ту добу) у гібрида Абакус F₁ зменшилася порівняно з початком на 60 % та у Брілліанта F₁ на 50 %. При фасуванні головок у пакети з плівки

поліетиленової по 1 кг активність каталази (на 40-ву добу) зменшувалася у Абакуса F₁ на 45 %, у Бріліанта F₁ – на 38 %; при фасуванні по 0,5 кг у стретч-плівку (на 40-ву добу) – відповідно на 15 та 13 %.

У кінці зберігання (на 50-ту добу) у варіантах із вкладками поліетиленовими активність каталази порівняно з серединою (30 діб) знизилася на 25 % у Абакуса F₁ та на 38 % у Бріліанта F₁, при фасуванні по 1 кг у плівку на 70-ту добу – відповідно на 27 та 18 % (порівняно із 40-вою добою), по 0,5 кг у стретч-плівку на 70-ту добу – відповідно на 29 і 14 % (порівняно із 40-вою добою) (рис. 5.4; додаток З. 10).

Тепловиділення продукції капусти броколі та брюссельської відбувалося відповідно до інтенсивності дихання. Тепловиділення броколі на початку зберігання впродовж 2011–2013 рр. коливалося в межах 157,8–226,9 кДж/кг·год і в середньому за роки досліджень становило 168,4–213,7 кДж/кг·год залежно від гібрида. Більшим тепловиділенням головок характеризувався Агассі F₁. При подальшому зберіганні головок без упаковки їхня інтенсивність тепловиділення знижувалася в 2,5–3,2 раза (додаток К. 1).

Застосування пакування в середньому за 2011–2013 рр. зменшувало інтенсивність тепловиділення продукції в середині зберігання: при застосуванні плівки поліетиленової – в 1,9–2,4 раза (на 10–15-ту добу), при застосуванні стретч-плівки – в 3,2–4,8 раза (на 15–20-ту добу), а стретч перфорований зменшував тепловиділення в 2,4–4,0 раза (на 15–20-ту добу) залежно від гібрида. У кінці зберігання тепловиділення підвищувалося порівняно з серединою зберігання (додаток К. 1): у варіантах з плівкою поліетиленовою у 1,2–1,3 раза (на 20–30-ту добу), при застосуванні стретч-плівки у 1,5–1,8 раза (на 25–35-ту добу) і стретч-плівки перфорованої у 1,5–2,2 раза (на 30–40-ву добу) залежно від гібрида.

Тепловиділення капусти брюссельської по роках досліджень коливалося перед зберіганням від 146,9 до 168,8 кДж/кг·год залежно від гібрида і в середньому за 2011–2013 рр. було більшим у Абакуса F₁ –

164,4 кДж/кг·год (додаток К. 2). При зберіганні без упаковки інтенсивність тепловиділення зменшувалася внаслідок зниження інтенсивності дихання в 1,8–2,0 рази залежно від гібрида.

При застосуванні пакувальних матеріалів тепловиділення головок капусти брюссельської в середині зберігання знижувалося: в 1,4 рази (на 30-ту добу) у варіантах з вкладками поліетиленовими, за зберігання по 1 кг у плівці завтовшки 40 мкм – в 3,4–3,8 (на 40–50-ту добу), за зберігання у стретч-плівці по 0,5 кг – в 4,0–4,4 рази (на 40–50-ту добу). У кінці зберігання (на 50–90-ту добу) тепловиділення було підвищеним порівняно з серединою в 1,2–1,7 рази залежно від виду пакування та гібрида (додаток К. 2).

5.2 Збереженість головок капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування й особливостей гібрида

Під час зберігання овочева продукція зазнає втрат внаслідок дихання, випаровування вологи, враження хворобами і фізіологічними розладами. Нашими дослідженнями встановлено, що природні втрати маси капусти броколі залежали від виду пакування: в середньому за роки досліджень більшими вони були при зберіганні у контролі – 12,7–18,5 % впродовж п'яти діб. Більшими втратами під час зберігання у контролі характеризувалися головки гібрида Агассі F₁, меншими – Айронмена F₁. Різниця за втратою маси між гібридами впродовж років досліджень була істотною. Встановлено, що природні втрати капусти залежали від погодних умов вегетаційного періоду. Впродовж 2011–2013 рр. досліджень більші природні втрати маси капусти броколі були у 2012 р. і становили 13,7–18,9 %, а дещо менші у 2011 р. – 11,9–18,0 % залежно від гібрида (додатки Л. 1–Л. 3).

Застосування плівки поліетиленової збільшило тривалість зберігання (рис. 5.5, додаток Л. 4) головок гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ до 30 діб. При цьому природні втрати маси в середньому за роки досліджень зменшилися порівняно з контролем відповідно у 2,6 та 3,5 рази і становили

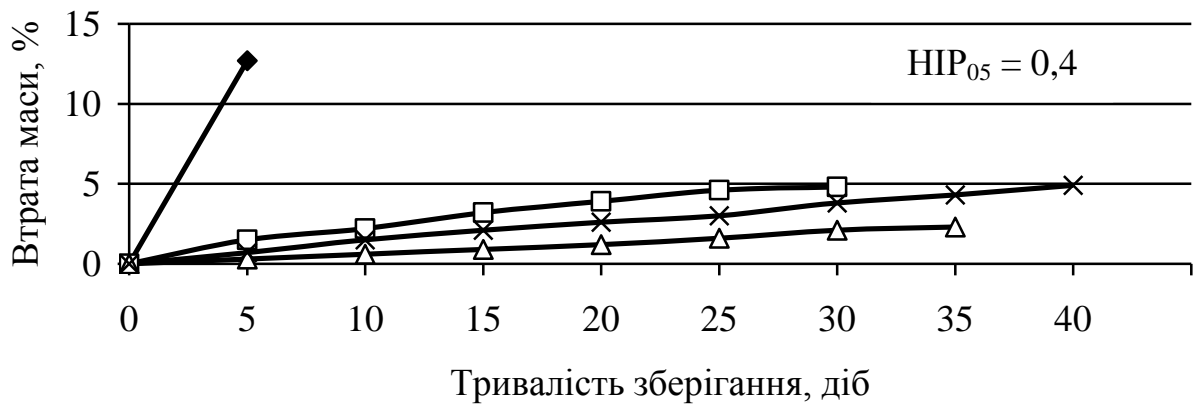
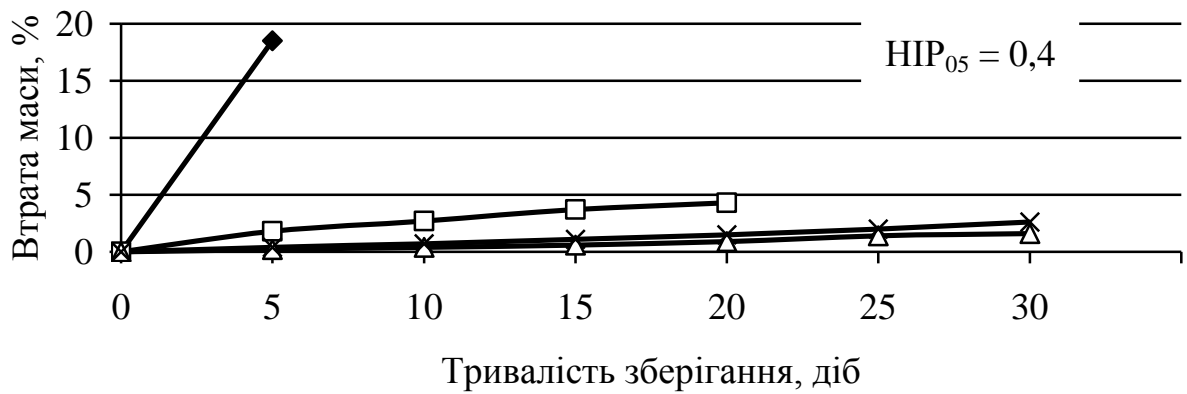
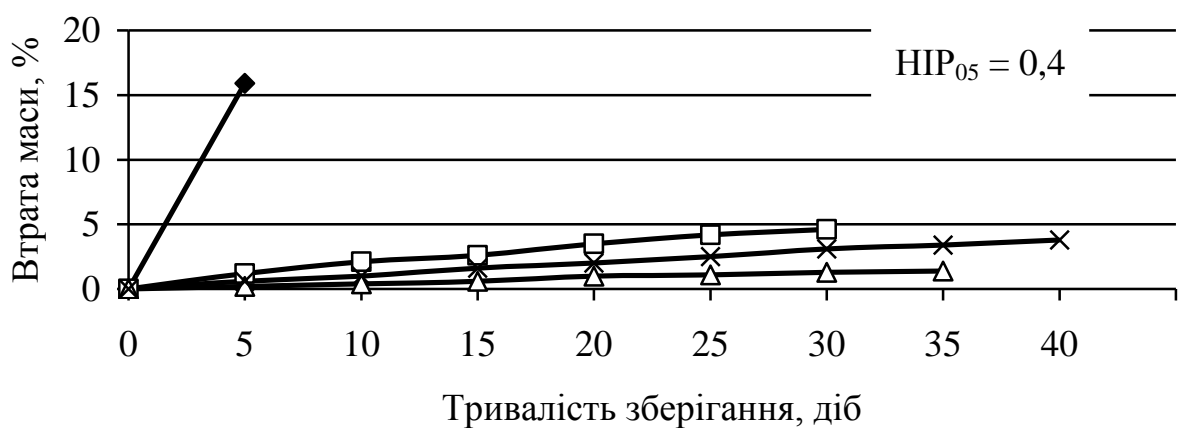
Айронмен F₁Агассі F₁Бомонт F₁

Рис. 5.5 Динаміка природних втрат маси головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ПП; △ – СП; × – СПП.

відповідно 4,8 та 4,6 %. У головок гібрида Агассі F₁ тривалість зберігання подовжилася до 20–25 діб, природні втрати зменшувалися в 3,6–4,3 рази і становили 4,3–5,1 % (додатки Л. 1–Л. 3). Це збігається з даними, що отримала О. Д. Вітанова: природні втрати маси головок капусти броколі сорту Вітамінна через 20 діб зберігання в ящиках з вкладками поліетиленовими становили 3 % [183].

Пакування у стретч-плівку збільшило тривалість зберігання головок гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ до 35 діб, природні втрати маси порівняно з контролем зменшилися відповідно в 5,5 та 11,4 рази і становили відповідно 2,3 та 1,4 %. Тривалість зберігання головок гібрида Агассі F₁ подовжилася до 30 діб, природні втрати маси становили 1,6 %, що було в 11,6 рази менше порівняно з контрольним варіантом. Застосування стретчу перфорованого подовжило тривалість зберігання капусти броколі на п'ять діб порівняно з неперфорованим. Природні втрати маси в кінці зберігання були меншими порівняно з контролем у 2,6–7,1 рази залежно від гібрида (рис. 5.5, додаток Л. 4).

Застосування плівки створює навколо продукції МГС, що дозволяє зберегти товарний вигляд та подовжити тривалість її зберігання завдяки зменшенню інтенсивності дихання і випаровуванню вологи. Проте пакування унеможливорює своєчасно видаляти надлишки вологи вентиляванням, тому під час тривалого зберігання створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, а також з'являються фізіологічні розлади [184].

Під час наших досліджень на головках капусти броколі, що зберігалися у контролі, хвороб та фізіологічних розладів не спостерігалось, в той час як при застосуванні пакування продукція вражалася антракнозом, сірою гниллю та судинним бактеріозом. При зберіганні у плівці завтовшки 40 мкм перші ознаки хвороб у гібрида Айронмен F₁ у середньому за роки досліджень з'являлися на 20-ту добу і втрати становили 2,5 %, у Агассі F₁ на 15-ту – 2,4 %. Більш стійким до захворювань був Бомонт F₁: на 25-ту добу – 3,0 % (рис. 5.6, додаток Л. 8). Втрати продукції від хвороб та фізіологічних

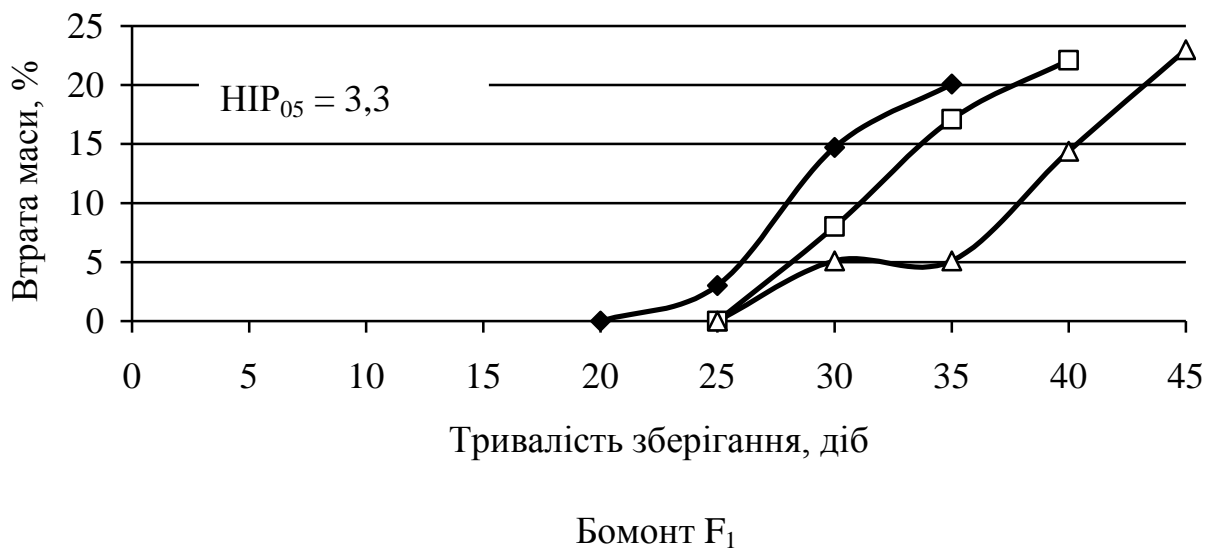
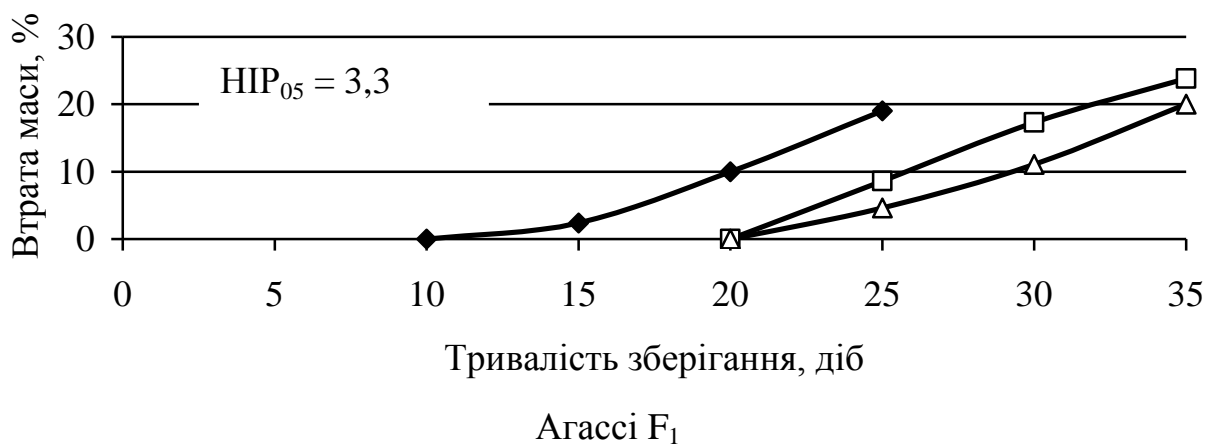
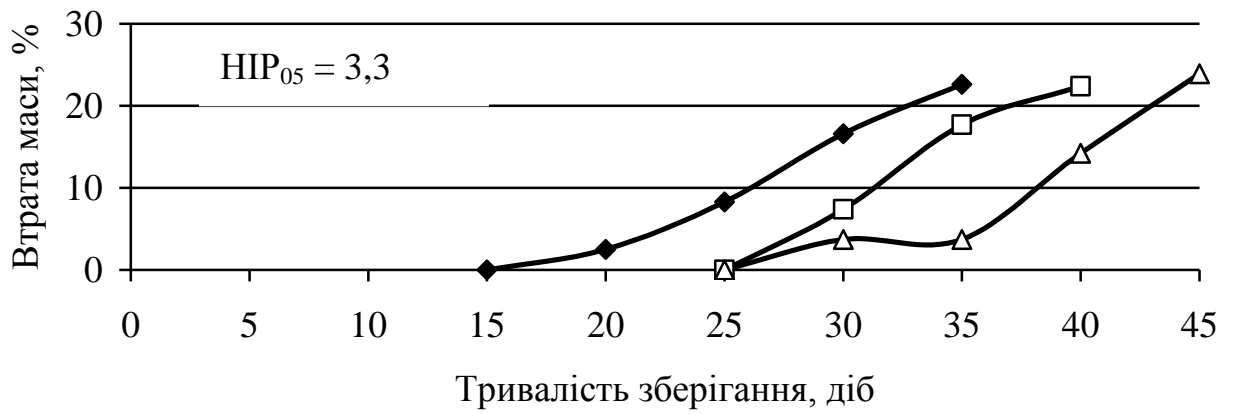


Рис. 5.6 Динаміка втрат маси головок капусти броколі за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування і гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – ПП; □ – СП; ▲ – СПП.

розладів більше 10% у Айронмена F₁ та Бомонта F₁ спостерігалися на 30-ту добу і становили відповідно 16,6 та 14,7 %, у Агассі F₁ на 20-ту добу – 10,0 %. За подальшого зберігання у плівці завтовшки 40 мкм спостерігався бурхливий розвиток мікроорганізмів, що призводило до втрат маси продукції 19,0–22,6 % залежно від гібрида. Це обумовлює недоцільність подальшого зберігання.

Стретч-плівка гальмувала розвиток хвороботворних мікроорганізмів, тому перші ознаки захворювань було виявлено на головках гібридів Айронмен F₁ і Бомонт F₁ на 30-ту добу зберігання – втрати становили відповідно 7,4 і 8,0 %; у Агассі F₁ на 25-ту – 8,6 %. На 35-ту добу зберігання у гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ втрати від хвороб і фізіологічних розладів склали відповідно 17,7 та 17,1 %, у Агассі F₁ – на 30-ту добу 17,3 %. При подальшому зберіганні мікроорганізми продовжували активно розвиватися, що призводило до втрат маси у Айронмена F₁ та Бомонта F₁ відповідно до 22,4 та 22,1 % на 40-ій добі, у Агассі F₁ до 23,8% на 35-ій. Більш повільно вражався хворобами Бомонт F₁.

При зберіганні у стретч-плівці перфорованій перші ознаки хвороб з'являлися в той же час, що і у варіантах із стретчем неперфорованим, але перфорування майже в два рази гальмувало інтенсивність розвитку мікроорганізмів: втрати продукції у Айронмена F₁, Агассі F₁ та Бомонта F₁ становили відповідно 3,7, 4,6 та 5,1 % у аналогічні строки. Втрати у Айронмена F₁ та Бомонта F₁ на 40-ву добу зберігання збільшилися відповідно до 14,2 та 14,4 %, у Агассі F₁ на 30-ту – до 11,1 %. Через п'ять діб зберігання втрати збільшилися до 20,0–23,9 % залежно від гібрида (рис. 5.6). Установлено, що інтенсивність розвитку патогенних мікроорганізмів залежить від погодних умов вегетаційного періоду: оскільки 2011 р. був більш вологим, то перші ознаки хвороб на продукції в цей рік з'явилися на п'ять діб раніше, ніж у 2012–2013 рр. (додатки Л. 5–Л. 7). Дисперсійним аналізом встановлено, що пакування (фактор А) на 3 % впливало на загальні природні втрати маси головок капусти броколі під час зберігання,

особливості гібрида (фактор В) впливали на 1 %, тривалість зберігання (фактор С) – на 14 % (додаток М. 12).

Природні втрати маси за добу (табл. 5.1) за зберігання капусти броколі без пакування становили 2,55–3,71 %, у плівці завтовшки 40 мкм – 0,15–0,23 %, у стретч-плівці – 0,04–0,07 %, у стретч-плівці перфорованій – 0,08–0,12 % залежно від гібрида (додатки Л. 9–Л. 11).

Таблиця 5.1

**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 ₁	5	12,7	2,55	0,0	87,3
ПП		30	4,8	0,16	16,6	78,6
СП		35	2,3	0,07	17,7	80,0
СПП		40	4,9	0,12	14,2	80,9
Контроль	Агассі F ₁	5	18,5	3,71	0,0	81,5
ПП		20	3,8	0,19	18,1	78,1
		25	5,4	0,22	16,9	77,7
СП		25	1,5	0,06	10,1	88,3
		30	1,6	0,06	17,0	81,5
СПП		30	2,3	0,08	14,7	83,1
		35	3,3	0,09	12,6	84,1
Контроль	Бомонт F ₁	5	15,9	3,18	0,0	84,1
ПП		30	4,6	0,15	14,7	80,7
СП		35	1,4	0,04	17,1	81,5
СПП		40	3,8	0,10	14,4	81,8
НІР ₀₅			0,4		3,3	

Втрати продукції капусти броколі від хвороб та фізіологічних розладів за зберігання у плівці поліетиленовій упродовж 30 діб сягали 14,7–16,6 % і більшими були у Айронмена F_1 та в Агассі F_1 за 20–25 діб – 16,9–18,1 %. Пакування у стретч-плівку обумовило втрати маси головок від хвороб за 35 діб зберігання у головок гібридів Айронмен F_1 та Бомонт F_1 на рівні 17,1–17,7 %, у Агассі F_1 за 25–30 діб – 10,1–17,0 %. Зберігання головок у стретч-плівці перфорованій зменшувало інтенсивність розвитку хвороботворних мікроорганізмів, тому втрати маси від них за 40 діб зберігання у Айронмена F_1 та Бомонта F_1 становили відповідно 14,2 та 14,4 %, у Агассі F_1 за 30–35 діб – 12,6–14,7 %. Установлено, що вплив пакування (фактор А) на втрати продукції від хвороб та фізіологічних розладів під час зберігання становив 1 %, особливості гібрида (фактор В) – 1 %, тривалості зберігання (фактор С) – 30 % (додаток М. 12).

Вихід стандартної продукції в кінці зберігання вищим був у контрольному варіанті і становив 81,5–87,3 % залежно від гібрида за п'ять діб зберігання. При застосуванні пакування менший вихід стандартної продукції капусти броколі був у варіантах з плівкою поліетиленовою – 77,7–80,7 %, пакування у стретч-плівку перфоровану збільшувало вихід стандартної продукції до 80,9–84,1 % залежно від гібрида. Краща збереженість була у головок гібрида Бомонт F_1 .

Умови вегетаційного періоду вплинули на втрату маси головок капусти брюссельської під час зберігання: у контролі більшими природні втрати були у 2012 р. – 9,5–11,1 %, меншими у 2013 р. – 7,5–8,8 % залежно від гібрида (додатки М. 1–М. 3). Різниця між гібридами за роки досліджень була істотною. Природні втрати маси головок капусти брюссельської (рис. 5.7, додаток М. 4) під час зберігання без упаковки в середньому за 2011–2013 рр. становили в Абакуса F_1 10,2 %, у Брілланта F_1 8,6 %. Застосування вкладок з плівки завтовшки 40 мкм подовжило тривалість зберігання головок капусти брюссельської в середньому за 2011–2014 рр. до 50 діб із природними втратами маси у Абакуса F_1 4,0 %, у Брілланта F_1 2,9 %.

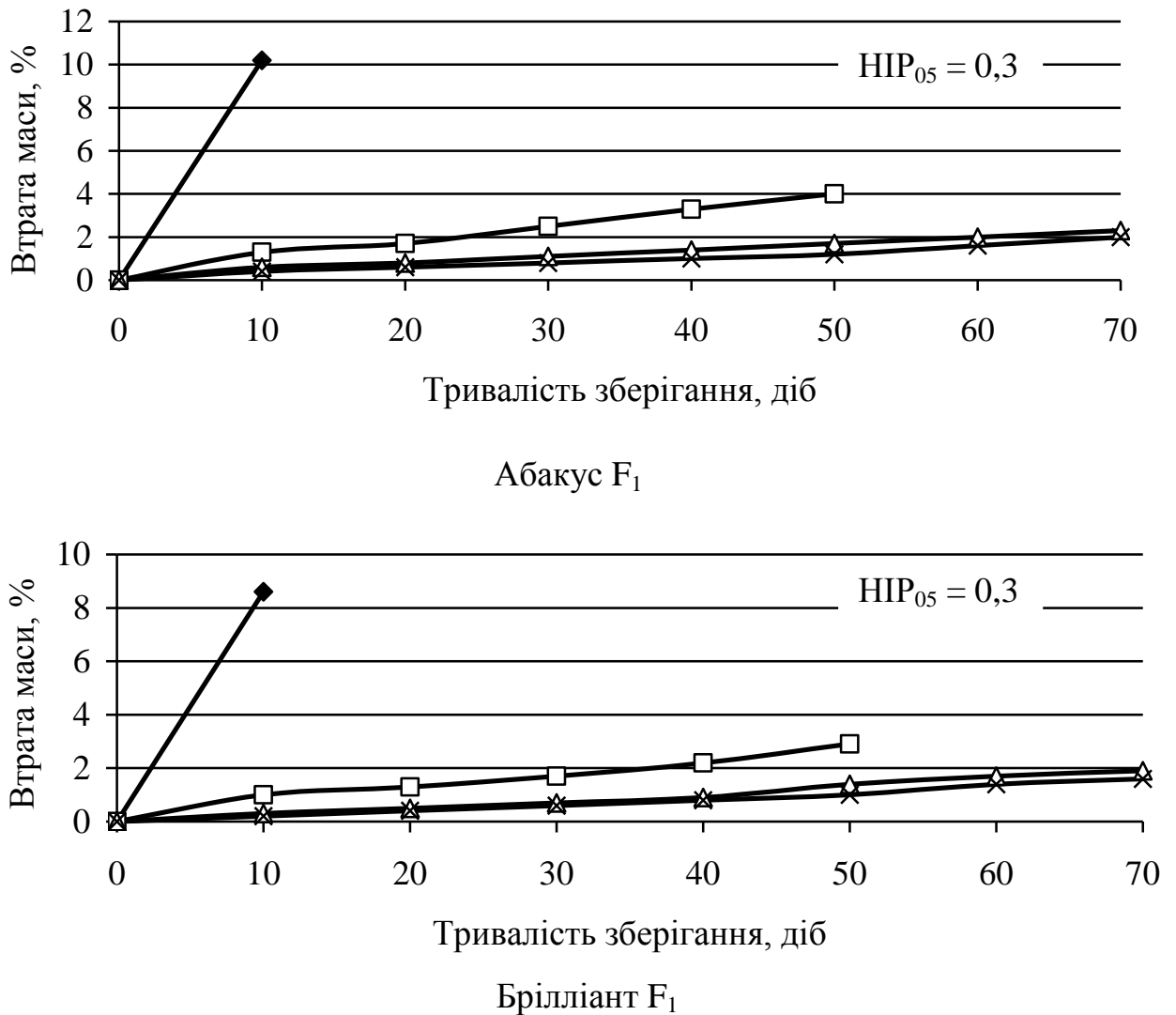


Рис. 5.7 Динаміка природних втрат маси головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ПП; ▲ – 1 кг ПП; ✕ – 0,5 кг СП.

Фасування продукції по 1 кг у пакети з цієї ж плівки і по 0,5 кг у стретч-плівку подовжило тривалість її зберігання до 70 днів із природними втратами маси у гібрида Абакус F₁ відповідно 2,3 та 2,0 %, у Брілліанта F₁ відповідно 1,9 та 1,6 %. Також слід зазначити, що посушливі умови (ГТК = 0) першої декади жовтня 2013 р. сприяли подовженню тривалості зберігання головок гібрида Брілліант F₁ до 90 днів за рахунок гальмування розвитку хвороботворних мікроорганізмів.

Упродовж 10 днів зберігання без упаковки на головках капусти брюссельської хвороб та фізіологічних розладів не було. Перші ознаки

ураження головок хворобами та фізіологічними розладами у варіантах із застосуванням пакування з'явилися на 30-ту добу зберігання (додатки М. 5–М. 7).

Більш інтенсивно вражалася продукція, що зберігалася в ящиках із вкладками поліетиленовими: в середньому за роки досліджень у головок гібрида Абакус F₁ втрати становили 6,4 %, у Брілліанта F₁ 5,5 %. Бурхливий розвиток хвороб спостерігався з 40-ої доби і на 50-ту становив у Абакуса F₁ 15,6 %, у Брілліанта F₁ 13,9 %. На 70-ту добу втрати сягали 20,6–23,1 % залежно від гібрида (рис. 5.8, додаток М. 8).

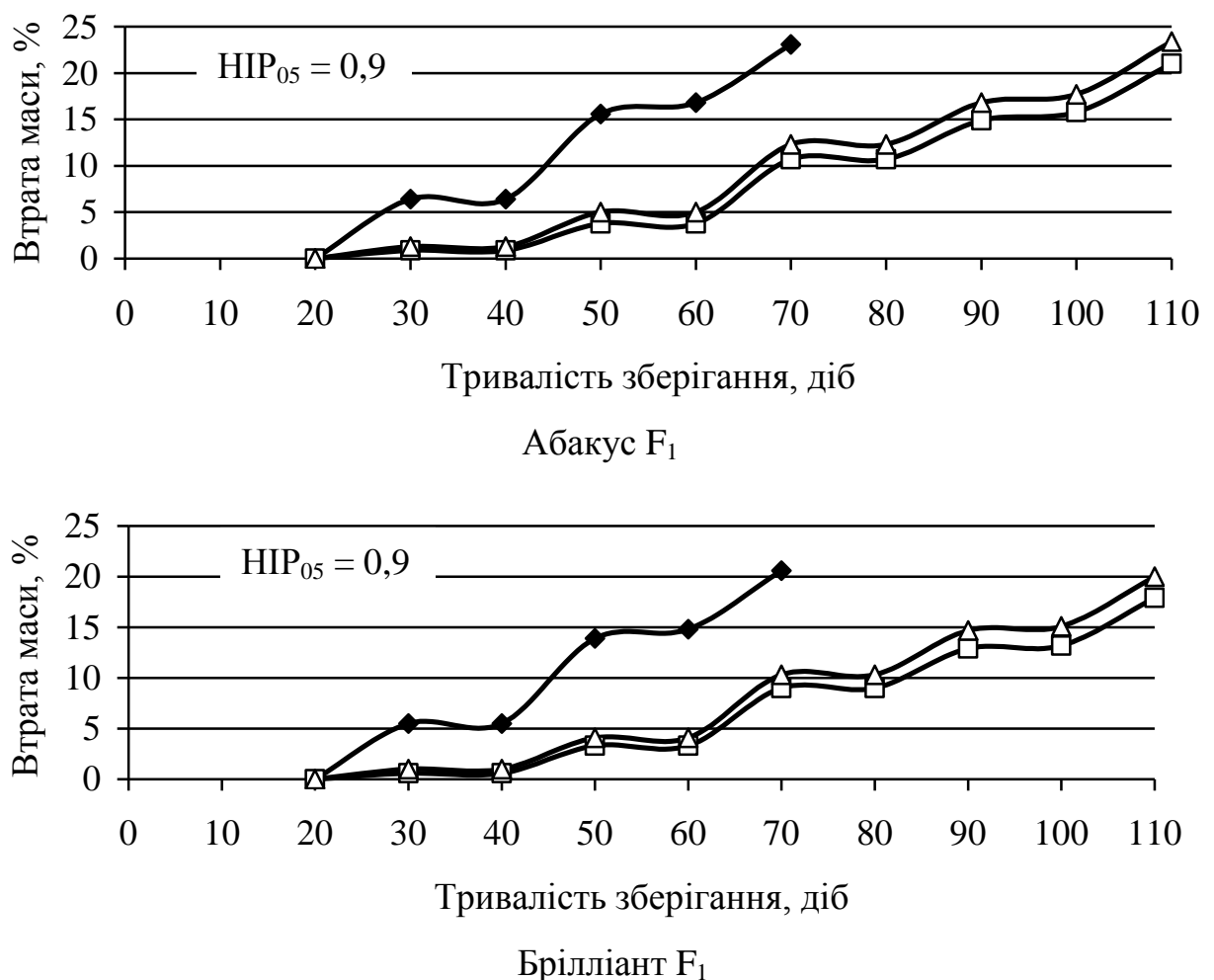


Рис. 5.8 Динаміка втрат маси головок капусти брюссельської за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування і гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – ППІ; □ – 1 кг ППІ; △ – 0,5 кг СП.

При фасуванні по 0,5 кг у стретч-плівку розвиток патогенних мікроорганізмів був більш повільним, тому перші втрати продукції від хвороб та фізіологічних розладів на 30-ту добу були у 5,0–5,5 разів менші, ніж при застосуванні вкладок поліетиленових і становили у Абакуса F_1 1,3 %, у Брілліанта F_1 1,0 % (рис. 5.8, додаток М. 8). Втрати продукції більше 10,0 % спостерігалися в середньому за роки досліджень на 70-ту добу зберігання і на 110-ту добу вони сягали до 20,0–23,4 % залежно від гібрида.

Фасування продукції по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм зменшувало інтенсивність розвитку хвороб та фізіологічних розладів порівняно з фасуванням по 0,5 кг у стретч-плівку у гібрида Абакус F_1 в 1,4 раза, у Брілліанта F_1 в 1,7 раза: втрати становили відповідно 0,9 та 0,6 % на 30-ту добу зберігання (рис. 5.8). На 70-ту добу втрати продукції було зафіксовано на рівні 9,0–10,7 % залежно від гібрида. На 110-ту добу втрати продукції від хвороб та фізіологічних розладів сягнули у Абакуса F_1 21,0 %, у Брілліанта F_1 – 17,9 %.

Впродовж 2011–2013 рр. менш сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів склалися у 2013 р.: втрати від хвороб та фізіологічних розладів на 30-ту добу в Абакуса F_1 становили 0,7–5,1%, у Брілліанта F_1 – 0,4–4,1 % і при подальшому зберіганні сягали відповідно 20,5–22,8 % та 19,0–21,5 % залежно від виду пакування (додатки М. 5–М. 7).

Більшу тривалість зберігання головок капусти брюссельської забезпечило фасування по 1 кг у пакети з плівки поліетиленової та по 0,5 кг у стретч-плівку – 70 діб у Абакуса F_1 і до 90 діб у Брілліанта F_1 (табл. 5.2). Ці види пакування забезпечили менші загальні природні втрати продукції – у Абакуса F_1 відповідно 2,3 та 2,0 %, у Брілліанта F_1 відповідно 2,1–2,4 та 1,7–1,8 %. Природні втрати за добу у варіантах із застосуванням полімерних плівок у Абакуса F_1 були в межах 0,03–0,08 %, у Брілліанта F_1 – 0,02–0,06 %. Дисперсійним аналізом встановлено, що частка впливу виду пакування (фактор А) на загальні природні втрати маси головок капусти брюссельської під час зберігання становила 1 %, особливості гібрида (фактор В) – 1 %,

тривалості зберігання (фактор С) – 13 % (додаток М. 12).

Таблиця 5.2

**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 ₁	10	10,2	1,02	0,0	89,8
ПП		50	4,0	0,08	15,6	80,4
1 кг ПП		70	2,3	0,03	10,7	87,0
0,5 кг СП		70	2,0	0,03	12,3	85,7
Контроль	Бріліант F ₁	10	8,6	0,86	0,0	91,4
ПП		50	2,9	0,06	13,9	83,2
1 кг ПП		70	2,1	0,03	10,4	87,6
		90	2,4	0,03	9,6	88,0
0,5 кг СП		70	1,7	0,03	11,7	86,7
		90	1,8	0,02	11,3	86,9
НІР ₀₅			0,3		0,9	

Пакування (додатки М. 9–М. 11) головок гібридів капусти брюссельської вплинуло на їхні втрати від хвороб та фізіологічних розладів. У середньому за роки досліджень більшими втрати були за зберігання головок з використанням вкладок поліетиленових: 13,9–15,6 %, меншими – при фасуванні по 1 кг у пакети з тієї ж плівки: 9,6–10,7 % залежно від гібрида. Дисперсійним аналізом встановлено, що вид пакування (фактор А) на 2 % впливав на втрати продукції від хвороб та фізіологічних розладів під час зберігання, особливість гібрида (фактор В) – на 1 %, тривалість зберігання (фактор С) – на 29 % (додаток М. 12).

Вихід стандартної продукції капусти брюссельської через 10 діб

зберігання без упаковки становив 89,8–91,4 %. При пакуванні більший вихід стандартної продукції забезпечило фасування головок у пакети поліетиленові по 1 кг: 87,0–88,0 % через 70–90 діб, а менший – зберігання впродовж 50 діб у ящиках з вкладками поліетиленовими: 80,4–83,2 %. Вихід стандартної продукції більший був у Брілліанта F₁.

5.3 Зміна вмісту деяких компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування

Під час зберігання продукції внаслідок фізіологічних процесів, що відбуваються, втрачаються компоненти її хімічного складу [185]. Впродовж років досліджень більш інтенсивно сухі речовини втрачалися у 2012 р., менше – у 2011 р. (додатки Н. 1–Н. 3). Під час зберігання капусти броколі без упаковки (рис. 5.9, додаток Н. 4) в середньому за роки досліджень вміст сухих речовин зменшився у головках гібрида Айронмен F₁ до 11,4 %, у Агассі F₁ – до 10,5 та Бомонта F₁ – до 11,2 % за п'ять діб. Утрати сухих речовин за цей період у Айронмена F₁ становили 1,0 %, у Агассі F₁ та Бомонта F₁ відповідно 1,5 та 1,2 %.

Застосування плівок зменшило втрати сухих речовин. У варіантах із застосуванням плівки поліетиленової вміст сухих речовин у середньому за роки досліджень в кінці зберігання (30 діб) у головках гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ зменшився на 3,7 та 3,4 % відповідно, у Агассі F₁ – на 3,2 % за 20 діб. Стретч-плівка зменшувала втрати сухих речовин на 0,9–1,6 % за 30–35 діб, стретч-плівка перфорована – на 1,8–3,6 % за 30–40 діб зберігання залежно від гібрида (рис. 5.9).

Установлено, що пакування у плівку зменшує випаровування вологи під час зберігання. У середньому за роки досліджень природні втрати маси головок капусти броколі (табл. 5.3) за їхнього зберігання без упаковки за рахунок втрат сухих речовин становила 7,1–8,2 % залежно від гібрида, за рахунок випаровування вологи втрачалася 91,8–92,9 % маси.

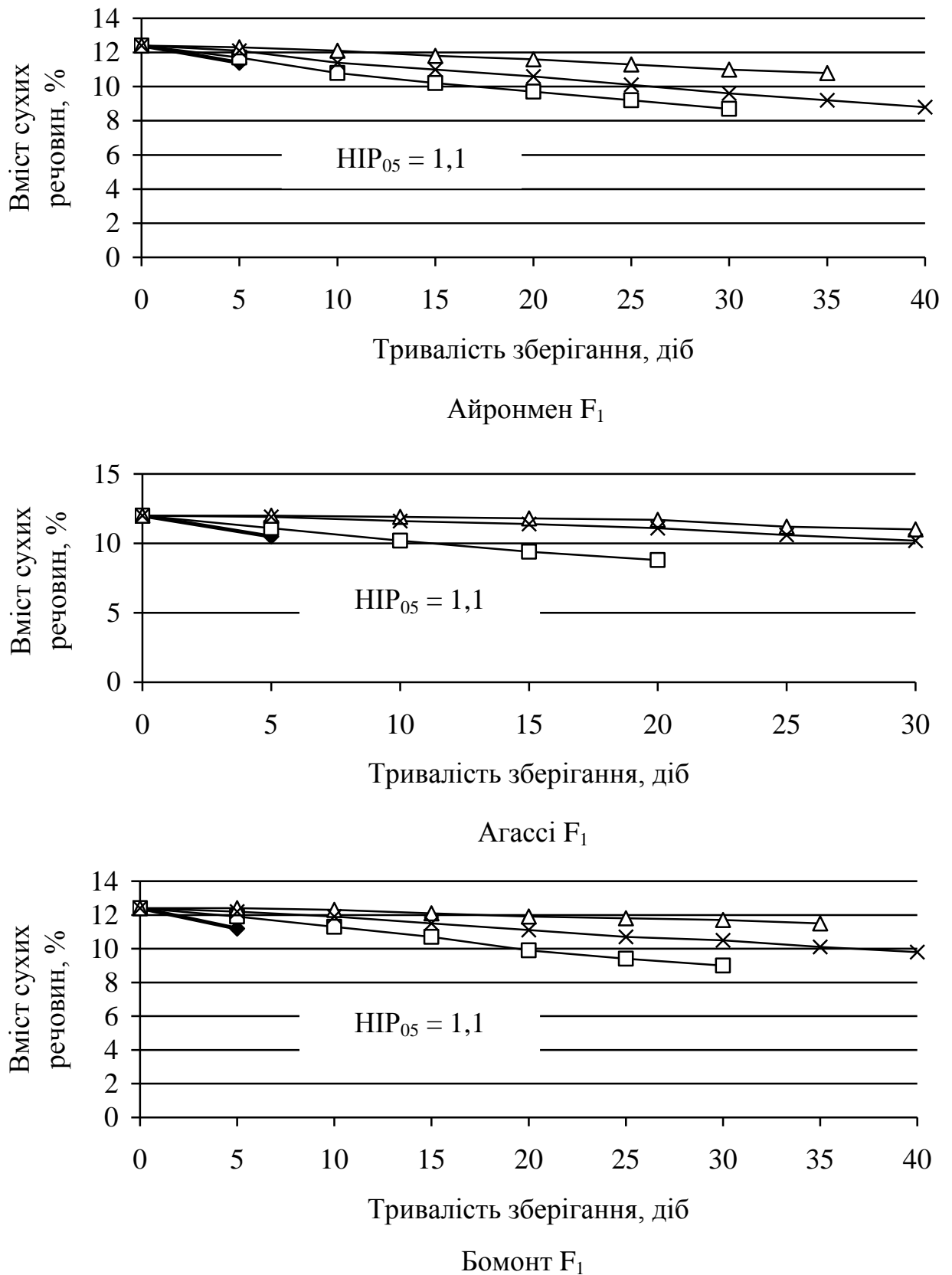


Рис. 5.9 Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ППІ; △ – СПІ; × – СПП.

При пакуванні головок капусти броколі у плівку поліетиленову за рахунок випаровування вологи їхньої маси втрачалось в 3,5–4,8 рази менше залежно від гібрида (табл. 5.3). При пакуванні у стретч-плівку втрати маси за рахунок випаровування вологи зменшилися в 1,9–3,0 рази, за рахунок сухих речовин – збільшилися в 6,3–9,7 рази. Стретч-плівка перфорована знизила природні втрати маси головок за рахунок випаровування вологи в 2,9–3,5 рази, за рахунок втрат сухих речовин втрачалось в 8,4–10,4 рази більше маси, ніж у контрольному варіанті залежно від гібрида.

Таблиця 5.3

Структура природних втрат маси головок капусти броколі під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2011–2013 рр.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, днів	Природні втрати маси, %	Природні втрати маси, %	
				за рахунок втрати сухих речовин	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Айронмен F ₁	5	12,7	7,1	92,9
ПП		30	4,8	76,4	23,6
СП		35	2,3	68,9	31,1
СПП		40	4,9	73,8	26,2
Контроль	Агассі F ₁	5	18,5	8,2	91,8
ПП		20–25	3,8–5,6	74,5–81,0	19,0–25,5
СП		25–30	1,1–2,1	51,5–66,8	33,2–48,5
СПП		30–35	1,9–3,3	68,8–72,7	27,3–31,2
Контроль	Бомонт F ₁	5	15,9	7,5	92,5
ПП		30	4,6	73,9	26,1
СП		35	1,4	59,4	40,6
СПП		40	3,8	69,5	30,5

Вміст сухих розчинних речовин у головках капусти броколі за їхнього зберігання (рис. 5.10, додаток Н. 11) без упаковки зменшився у середньому за роки досліджень на 0,8–1,0 %. Різниця між гібридами була істотною ($HP_{05} = 0,4 \%$). При пакуванні у плівку завтовшки 40 мкм вміст сухих розчинних речовин зменшився порівняно з початком зберігання на 2,5–3,0 % за 20–30 діб, у стретч-плівку – на 1,4–2,2 % за 30–35 діб, у перфорований стретч – на 2,5–3,1 % за 30–40 діб залежно від гібрида.

Джерелом енергії для дихання рослинної клітини є цукри: моно- та дисахариди [186]. Дисахариди представлені в капусті сахарозою, але тільки після попереднього розкладання на моносахариди (глюкозу і фруктозу – редукувальні цукри) можуть використовуватися як енергетичний матеріал [63]. Упродовж років досліджень було встановлено, що інтенсивність витрачання цукрів залежала переважно від виду пакування (додатки Н. 12–Н. 14). У середньому за роки досліджень у середині зберігання загальний вміст цукрів (табл. 5.4) у головках капусти броколі зменшувався: при застосуванні плівки поліетиленової на 0,5–0,8 % за 10–15 діб, стретч-плівки – на 0,1–0,3 % за 15–20 діб, стретч-плівки перфорованої – на 0,2–0,6 % за 15–20 діб залежно від гібрида.

Зменшення загального вмісту цукрів відбувалося за рахунок сахарози, кількість якої зменшувалася при застосуванні плівки завтовшки 40 мкм у 2,0–2,2 раза, стретч-плівки – у 1,3–1,4 та стретчу перфорованого – в 1,6–1,9 раза залежно від гібрида. Вміст редукувальних цукрів у середині зберігання (на 10–20-ту добу) майже не відрізнявся від початкового і коливався в межах 1,7–2,0 % залежно від гібрида.

У кінці зберігання загальний вміст цукрів у головках капусти броколі за зберігання без упаковки був майже в 1,5 раза менший від початкового залежно від гібрида. За зберігання у плівці завтовшки 40 мкм загальний вміст цукрів порівняно з початковим зменшувався у 1,4–1,5 раза, у стретч-плівці – до 1,2 разів, у перфорованій стретч-плівці у 1,3–1,4 раза залежно від гібрида. Вміст сахарози за зберігання без упаковки зменшився в 1,4–1,7 раза, при

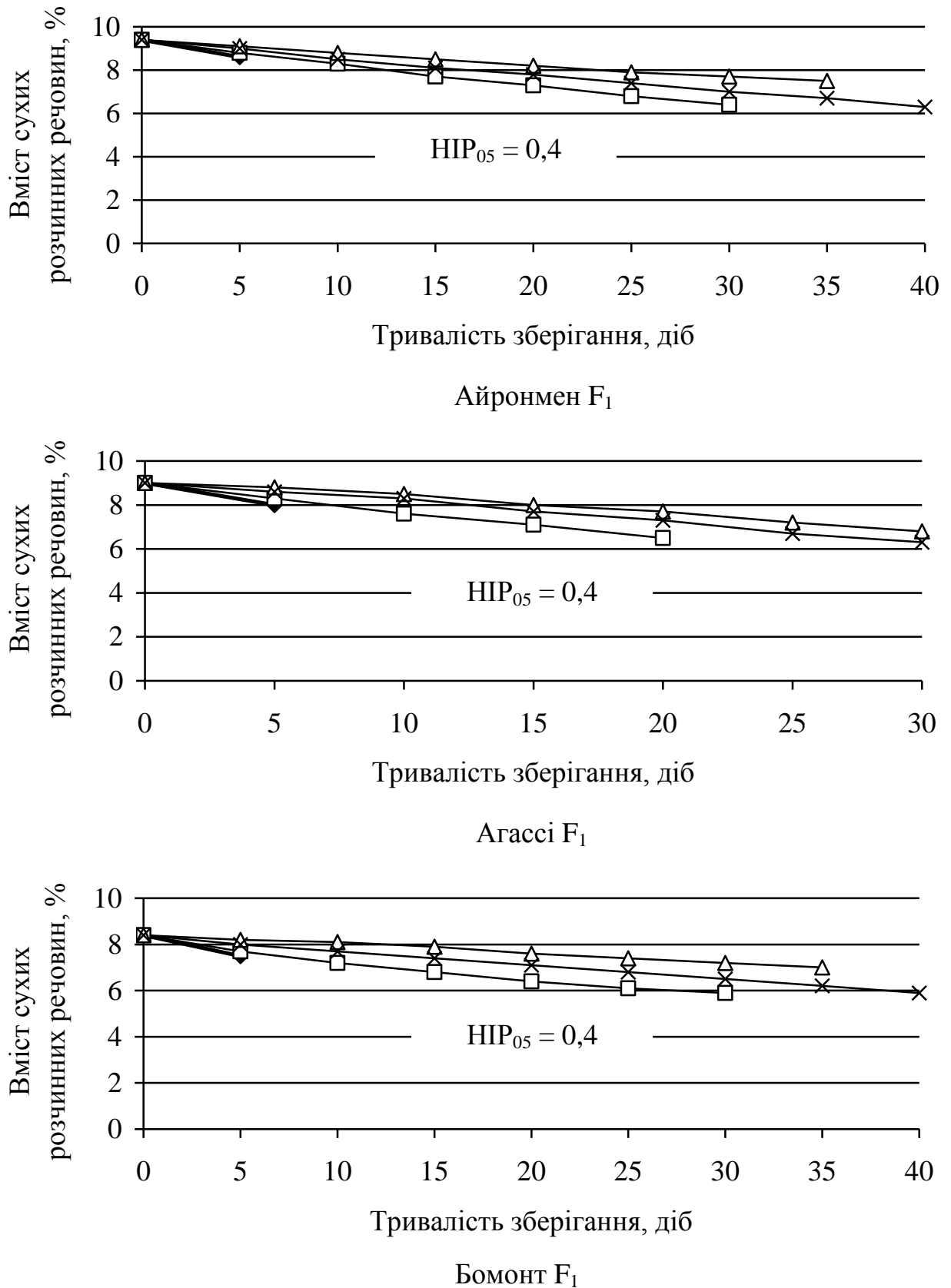


Рис. 5.10 Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ПП; △ – СП; × – СПП.

Таблиця 5.4

**Динаміка вмісту цукрів у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида
(2011–2013 рр.), %**

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	саха-роза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	саха-роза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	саха-роза
Контроль	Айронмен F ₁	3,4	1,9	1,4	-	-	-	-	5	2,7	1,7	1,0
ПП		3,4	1,9	1,4	15	2,7	1,9	0,7	30	2,3	1,6	0,6
СП		3,4	1,9	1,4	20	3,1	2,0	1,1	35	3,0	1,9	1,0
СПП		3,4	1,9	1,4	20	2,8	1,9	0,9	40	2,4	1,6	0,8
Контроль	Агассі F ₁	3,2	1,8	1,3	-	-	-	-	5	2,3	1,5	0,8
ПП		3,2	1,8	1,3	10–15	2,4–2,7	1,6–2,4	0,3–0,8	20–25	2,1–2,6	1,5–2,3	0,3–0,7
СП		3,2	1,8	1,3	15	2,9	2,0	0,9	25–30	2,8	1,8–2,3	0,5–1,0
СПП		3,2	1,8	1,3	15–20	2,7–3,0	1,9–2,4	0,6–0,8	30–35	2,2–2,8	1,5–2,3	0,5–0,8
Контроль	Бомонт F ₁	2,8	1,8	1,0	-	-	-	-	5	2,1	1,5	0,6
ПП		2,8	1,8	1,0	15	2,2	1,7	0,5	30	1,9	1,6	0,3
СП		2,8	1,8	1,0	20	2,7	1,9	0,8	35	2,4	1,7	0,7
СПП		2,8	1,8	1,0	20	2,4	1,8	0,6	40	2,2	1,7	0,5

застосуванні плівки завтовшки 40 мкм – у 2,3–3,3 рази, стретч-плівки – в 1,4–1,6 та стретчу перфорованого – в 1,8–2,0 рази залежно від особливостей гібрида. Вміст редукувальних цукрів зменшився майже в 1,2 рази залежно від гібрида та способу пакування (табл. 5.4).

Вітамін С легко окислюється та відновлюється, цим визначається його важливе значення в обміні речовин [187]. Окиснена форма – дегідроаскорбінова кислота – також фізіологічно активна. Зв'язана форма – аскорбіген, що володіє фізіологічною активністю вітаміна С. У капусті знаходиться значна кількість аскорбігену. При повільному гідролізі від аскорбігену відщеплюється аскорбінова кислота, тому, не дивлячись на окиснення вільної аскорбінової кислоти, кількість її може не зменшуватися, а навіть збільшуватися [188]. Аналогічне спостерігалось в наших дослідженнях. Під час зберігання без упаковки кількість аскорбінової кислоти за п'ять днів збільшувалася на 7–8 % порівняно з початком зберігання залежно від особливостей гібрида (додатки Н. 15–Н. 17). За роки досліджень було відмічено, що вміст аскорбінової кислоти у варіантах з застосуванням пакування збільшувався до 15-ої доби зберігання, після чого відмічалось зменшення її кількості. Дослідженнями встановлено, що в середньому за роки досліджень (рис. 5.11, додаток Н. 18) при застосуванні плівки завтовшки 40 мкм вміст аскорбінової кислоти на 15-ту добу зберігання збільшився на 23–24 % залежно від гібрида. В подальшому аскорбінова кислота активно витрачалася, що обумовило її менший вміст у головках у кінці зберігання порівняно з початком: у гібрида Айронмен F₁ на 21 %, у Бомонта F₁ на 15 %. У головках Агассі F₁ дещо підвищений на 8 % в кінці зберігання вміст аскорбінової кислоти порівняно з початковим пояснюється нетривалим строком зберігання.

При застосуванні стретч-плівки вміст аскорбінової кислоти на 15-ту добу збільшувався на 32–38 % залежно від гібрида і потім знижувався. У кінці зберігання (на 30–35 добу) вміст аскорбінової кислоти у головках броколі порівняно з початком був вище на 11–19 % (додаток Н. 18).

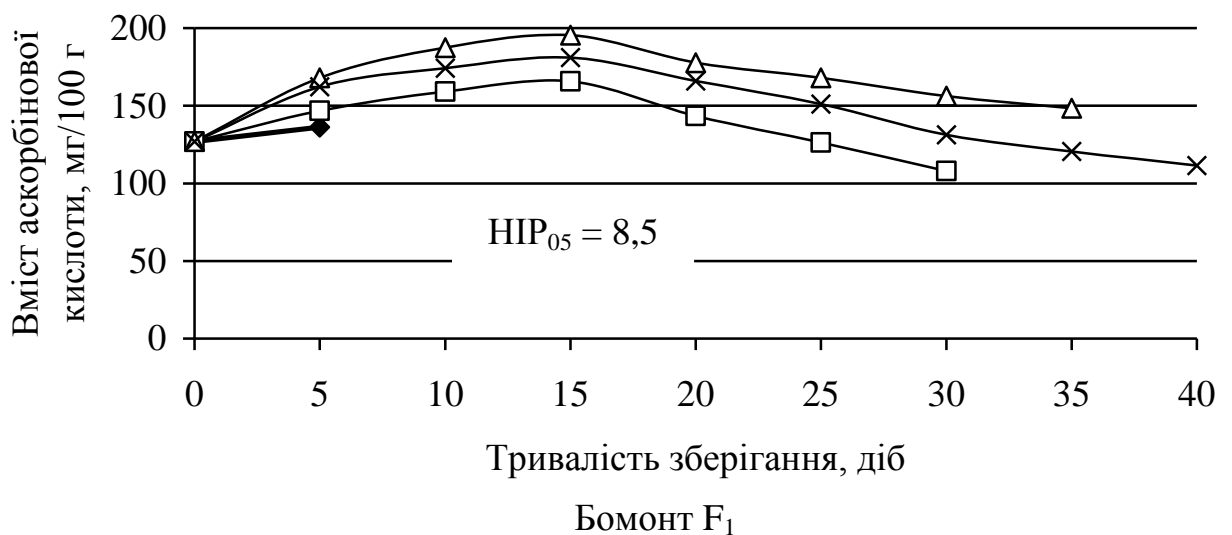
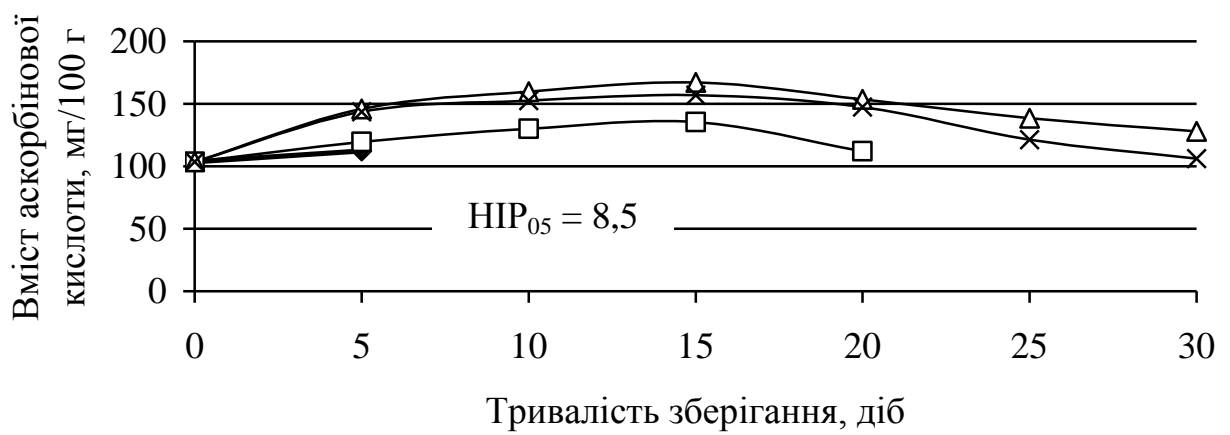


Рис. 5.11 Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ПП; △ – СП; × – СПП.

Застосування стретчу перфорованого сприяло збільшенню кількості аскорбінової кислоти на 15-ту добу до 28–34 % залежно від гібрида (рис. 5.11). Завдяки покращеному газообміну аскорбінова кислота витрачалася у 1,5 раза інтенсивніше, ніж у попередньому варіанті. В кінці зберігання (на 40-ву добу) кількість аскорбінової кислоти у головках гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ була відповідно на 18 та 12 % менше, ніж на початку. Головки Агассі F₁ у стретч-плівці перфорованій порівняно з іншими головками гібридів броколі зберігалися менше, тому в них вміст аскорбінової кислоти в кінці зберігання (на 30-ту добу) був більше від початкового на 2 %.

Під час зберігання головок капусти брюссельської вміст сухих речовин зменшувався більш інтенсивно у 2012 р., а менше – у 2013 р. (додатки П. 1–П. 3). Інтенсивність зменшення сухих речовин також залежала від виду пакування (рис. 5.12). У середньому за роки досліджень під час зберігання головок без упаковки вміст сухих речовин зменшився в них на 0,9–1,2 % за 10 діб. За 50 діб зберігання при використанні вкладок поліетиленових вміст сухих речовин зменшився у головках гібрида Абакус F₁ на 3,4 %, у Брілліанта F₁ на 2,9 %.

При фасуванні головок капусти брюссельської по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм вміст сухих речовин за 70 діб зберігання зменшився на 2,6 % в Абакуса F₁ та у Брілліанта F₁ на 2,4 %. За цей же період вміст сухих речовин у варіантах, де застосовували фасування по 0,5 кг у стретч-плівку, був менше на 0,1–0,2 % залежно від гібрида (рис. 5.12, додаток П. 4).

У середньому за роки досліджень за нашими розрахунками за зберігання головок капусти брюссельської без упаковки природні втрати маси за рахунок втрати сухих речовин становили 10,5–11,6 % залежно від гібрида, за рахунок випаровування вологи – 89,5–88,4 % (табл. 5.5, додатки П. 5–П. 7). Застосування плівок дозволило зменшити природні втрати за рахунок випаровування вологи. У варіантах з вкладками поліетиленовими втрати за рахунок випаровування вологи порівняно з контролем зменшилися в 1,6–1,7 раза, за фасування по 1 кг у пакети з плівки 40 мкм – в 2,2–2,5 раза,

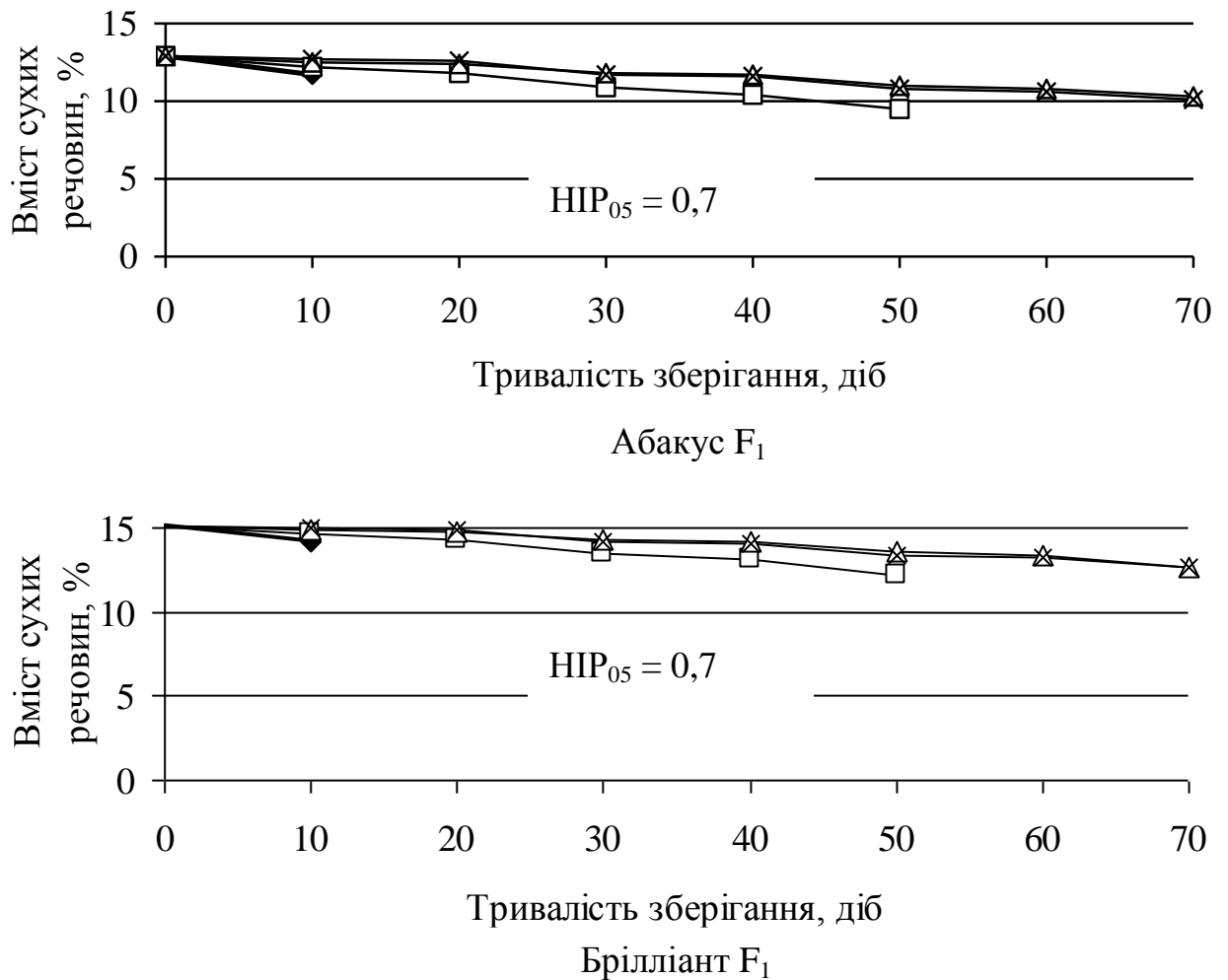


Рис. 5.12. Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ППІ; △ – 1 кг ППІ; ✕ – 0,5 кг СП.

за фасування по 0,5 кг у стретч-плівку – у 3,4–4,3 рази залежно від гібрида (табл. 5.5).

Загальний вміст цукрів у головках капусти брюссельської в середині зберігання (на 30-ту добу) за використання вкладок поліетиленових був нижчий за інші види пакування і становив у Абакуса F₁ 2,9 % та у Брілліанта F₁ 4,0 %. Загальна кількість цукрів в цих варіантах порівняно з початком зберігання зменшилася відповідно на 1,3 та 1,2 % (табл. 5.6, додатки П. 8–П. 10). При фасуванні по 1 кг у пакети поліетиленові та по 0,5 кг у стретч-плівку загальний вміст цукрів був менше від початкового вмісту в Абакуса F₁ відповідно на 0,8 і 0,6 %, у Брілліанта F₁ відповідно на

0,5–0,9 та 0,3–0,8 %.

Таблиця 5.5

Структура природних втрат маси головок капусти брюссельської під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2011–2013 рр.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Природні втрати маси, %	Природні втрати маси, %	
				за рахунок втрати сухих речовин	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Абакус F ₁	10	10,2	11,6	88,4
ПП		50	4,0	46,6	53,4
1 кг ПП		70	2,3	64,2	35,8
0,5 кг СП		70	2,0	79,3	20,7
Контроль	Бріліант F ₁	10	8,6	10,5	89,5
ПП		50	2,9	42,8	57,2
1 кг ПП		70–90	2,0–2,4	58,7–64,1	35,9–41,4
0,5 кг СП		70–90	1,6–1,8	74,0–79,4	20,6–26,0

Зменшення загальної кількості цукрів у головках відбувалося за рахунок сахарози, кількість якої у варіантах з вкладками поліетиленовими зменшилася на 30-ту добу порівняно з початковим вмістом у Абакуса F₁ в 1,7 та у Бріліанта F₁ в 1,5 раза. При фасуванні по 1 кг і по 0,5 кг кількість сахарози зменшувалася за 40 діб у Абакуса F₁ відповідно у 1,5 та 1,4 раза та в 1,4 раза у Бріліанта F₁. Вміст моносахаридів на 40-ву добу залишався на рівні початкового вмісту і у варіантах з Абакусом F₁ коливався в межах 1,6–1,9 % та 2,1–2,6 % у Бріліанта F₁ залежно від виду пакування (табл. 5.6).

За зберігання капусти брюссельської без упаковки загальний вміст цукрів зменшився за 10 діб на 0,4–0,6 %. При використанні вкладок поліетиленових загальний вміст цукрів на 50-ту добу зменшився порівняно з

Таблиця 5.6

**Динаміка вмісту цукрів у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида
(2011–2013 рр.), %**

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза
Контроль	Абакус F ₁	4,2	1,9	2,2	-	-	-	-	10	3,6	1,6	1,9
ПП		4,2	1,9	2,2	30	2,9	1,6	1,3	50	2,0	1,2	0,8
1 кг ПП		4,2	1,9	2,2	40	3,4	1,8	1,5	70	2,7	1,4	1,2
0,5 кг СП		4,2	1,9	2,2	40	3,6	1,9	1,6	70	2,4	1,4	1,0
Контроль	Бріліант F ₁	5,2	2,2	2,9	-	-	-	-	10	4,8	1,9	2,8
ПП		5,2	2,2	2,9	30	4,0	2,1	1,9	50	3,4	1,7	1,6
1 кг ПП		5,2	2,2	2,9	40–50	4,3–4,7	2,1–2,4	2,1–2,2	70–90	3,7–4,3	1,7–1,9	1,9–2,3
0,5 кг СП		5,2	2,2	2,9	40–50	4,4–4,9	2,2–2,6	2,1–2,2	70–90	3,5–4,1	1,8–2,0	1,6–2,0

початком зберігання у головках гібрида Абакус F₁ у 2,1 раз, у Брілліанта F₁ в 1,5 раз. У варіантах, де застосовувалося фасування по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм та по 0,5 кг у стретч-плівку загальний вміст цукрів зменшувався у Абакуса F₁ відповідно в 1,6 та 1,7 раз, у Брілліанта F₁ відповідно в 1,3 та 1,4 раз.

Вміст у головках редукувальних цукрів у кінці зберігання (табл. 5.6) у контрольних варіантах був в 1,2 раз менше, ніж на початку. У варіантах із пакуванням їхній вміст був менше, ніж на початку зберігання: у Абакуса F₁ в 1,4–1,6 раз, у Брілліанта F₁ – в 1,2–1,3 раз.

У кінці зберігання вміст сахарози у головках, що зберігали без упаковки, був у Абакуса F₁ 1,9 % і у Брілліанта F₁ 2,8 %. Її вміст порівняно з початком зберігання зменшився у 1,2 раз. У варіантах з поліетиленовими вкладками вміст сахарози зменшився в Абакуса F₁ у 2,8 раз, у Брілліанта F₁ в 1,8 раз; за фасування головок по 1 кг у пакети поліетиленові – відповідно в 1,8 та 1,5 раз, по 0,5 кг у стретч-плівку – відповідно у 2,2 і 1,7 раз.

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської під час зберігання впродовж років досліджень (додатки П. 11–П. 13) залежала від виду пакування. Було відмічено, що в середньому за роки досліджень (рис. 5.13, додаток П. 14) за рахунок відновлення аскорбінової кислоти з аскорбігену її вміст за зберігання головок без упаковки збільшувався на 10-ту добу на 5,0–5,2 % до початкового вмісту (124,5–140,6 мг/100 г) залежно від гібрида.

При застосуванні пакування вміст аскорбінової кислоти у головках збільшувався до 20-ої доби потім поступово знижувався. При застосуванні вкладок поліетиленових вміст аскорбінової кислоти на 20-ту добу збільшувався на 15–16 % залежно від гібрида. До кінця зберігання (на 50-ту добу) кількість аскорбінової кислоти зменшилася у головках гібрида Абакус F₁ та Брілліанта F₁ порівняно з початковим вмістом відповідно на 6 та 2 %.

У варіантах, де головки фасували по 1 кг, на 20-ту добу вміст

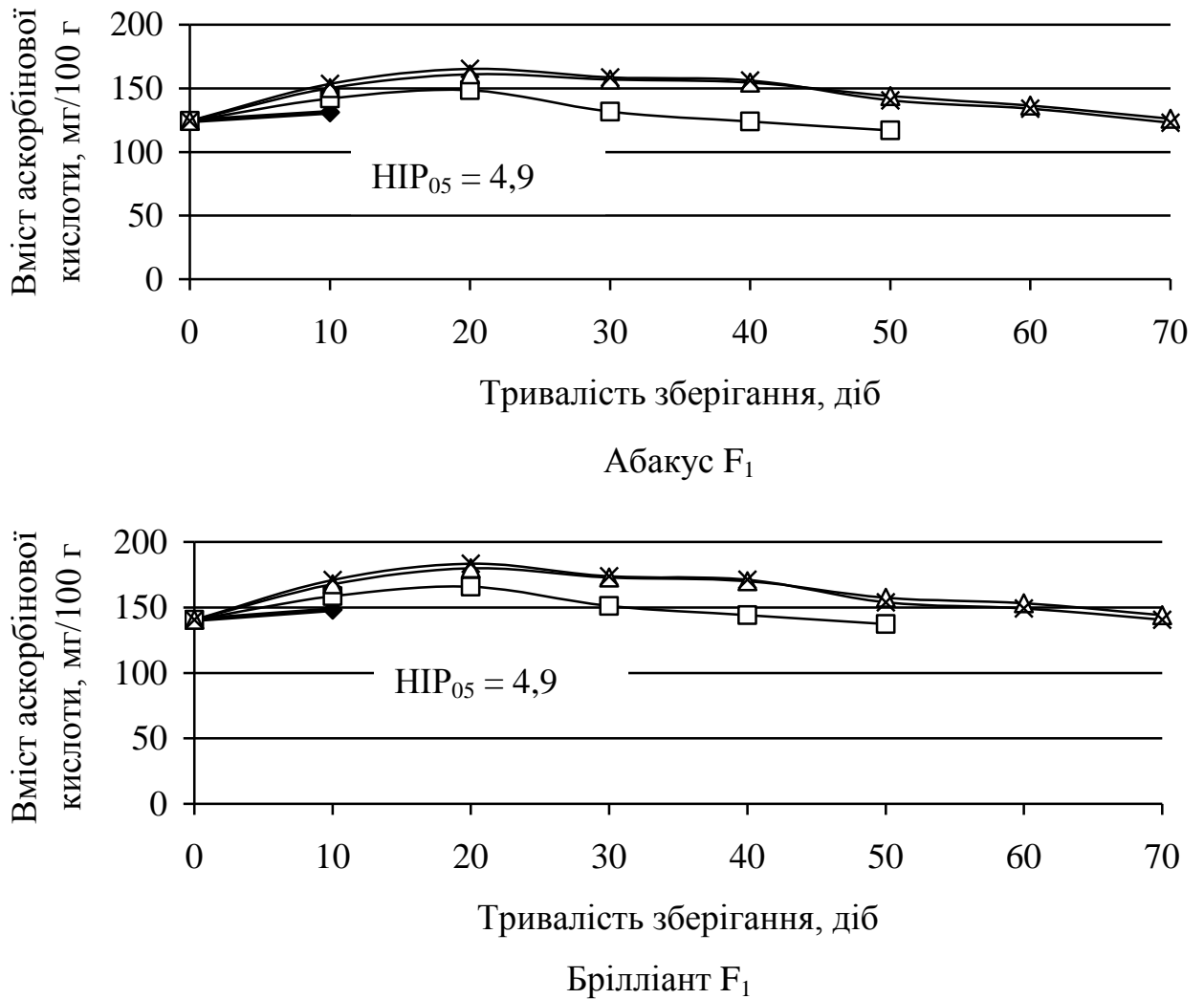


Рис. 5.13 Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.):

◆ – Контроль; □ – ПП; ▲ – 1 кг ПП; ✕ – 0,5 кг СП.

аскорбінової кислоти істотно збільшився на 22–23 % залежно від гібрида. Інтенсивність зменшення кількості аскорбінової кислоти була в 1,5–1,8 раза менша, ніж при використанні вкладок поліетиленових. У кінці зберігання вміст аскорбінової кислоти в Абакуса F₁ та Брілліанта F₁ був більший від початкового відповідно на 1,4 та 2,4 % (рис. 5.13, додаток П. 14).

Фасування головок по 0,5 кг у стретч-плівку сприяло збільшенню вмісту аскорбінової кислоти на 20-ту добу зберігання на 23–25 % залежно від гібрида, але воно було неістотним порівняно з варіантами, де застосовували

фасування по 1 кг. У варіантах з фасуванням головок по 0,5 кг аскорбінова кислота витрачалася дещо інтенсивніше, ніж за фасування по 1 кг. У кінці зберігання (на 70-ту добу) вміст аскорбінової кислоти був у Абакуса F₁ менше від початкового на 1,3 %, у Брілліанта F₁ він був на рівні початкового.

5.4 Оцінка збереженості головок капусти броколі та брюссельської за функцією бажаності Харрінгтона

Збереженість овочевої продукції невід'ємно пов'язана зі зміною її якості. Під час зберігання капусти відбувається втрата маси, зменшення вмісту компонентів хімічного складу (сухих речовин, сухих розчинних речовин і т.д.). Абсолютне зниження показників не дає відповіді на питання щодо бажаності зберігання. Відповідь дає узагальнена функція бажаності Харрінгтона. В основі побудови цієї функції лежить ідея перетворення натуральних значень окремих показників (відгуків) у безмірну шкалу бажаності або переваги. Шкала бажаності належить до психофізичних шкал. Її призначення – установити відповідність між фізичними і психологічними параметрами. Вона має зручні властивості для аналізу: неперервність, монотонність, гладкість. В області близькій до 0 та 1 її відчутність стає нижчою, ніж у середній зоні, що також відмічено у ході досліджень [155].

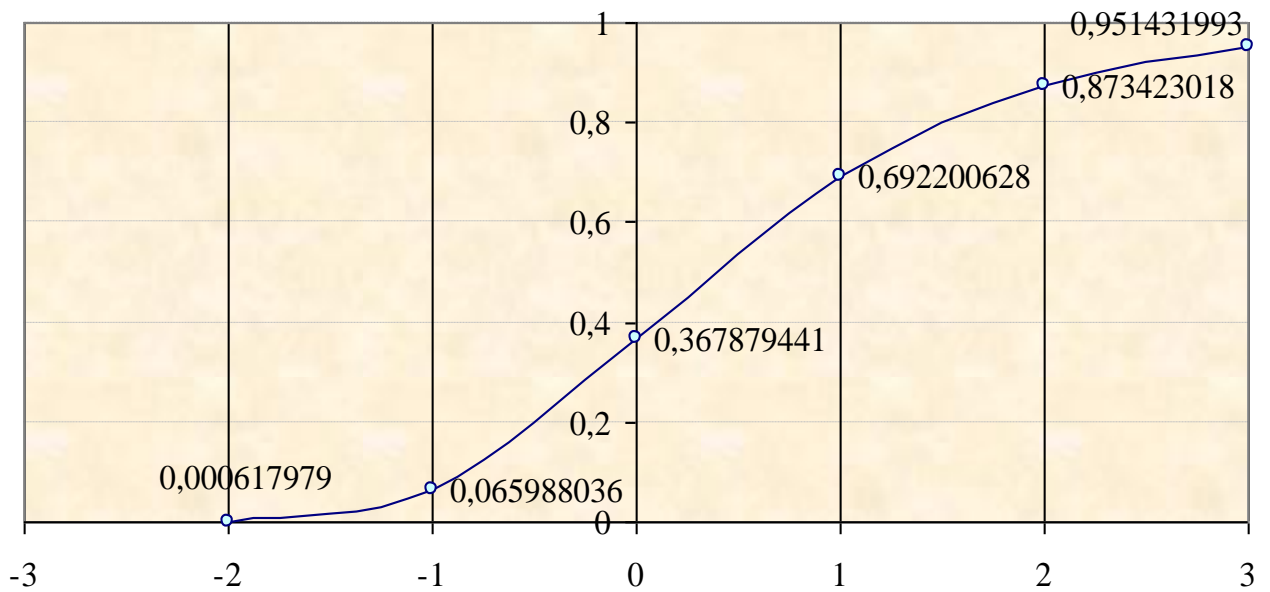
Під фізичними параметрами розуміють окремі значення показників, які характеризують об'єкт. У нашому дослідженні такими окремими значеннями були (табл. 5.7): абсолютна втрата маси сухих речовин головок капусти, сухих розчинних речовин, аскорбінової кислоти, природні втрати маси, тривалість зберігання, вихід стандартної продукції. Враховуючи те, що вміст аскорбінової кислоти у головках капусти броколі та брюссельської під час зберігання збільшувався до 15–20 доби, для зручності розрахунків за початковий рівень було обране його максимальне значення в ці періоди.

Під психологічними параметрами часто розуміють суб'єктивні оцінки експериментатора (переваги) того чи іншого значення. Для отримання

**Зміна якості головок капусти броколі та брюссельської
під час зберігання**

Показник		Капуста броколі			Капуста брюссельська	
		Айронмен F ₁	Агассі F ₁	Бомонт F ₁	Абакус F ₁	Бріліант F ₁
Вміст СР, %	до зберігання	12,4	12,0	12,4	12,9	15,1
	після зберігання	8,8	10,2	9,8	10,3	12,7
	різниця	3,6	1,8	2,6	2,6	2,4
Вміст СРР, %	до зберігання	9,4	9,0	8,4	-	-
	після зберігання	6,3	6,3	5,9	-	-
	різниця	3,1	2,7	2,5	-	-
Вміст АК, мг/100 г	до зберігання	164,8	156,8	181,1	160,9	179,8
	після зберігання	96,8	106,1	111,5	126,2	144,1
	різниця	68,0	50,7	69,6	34,7	35,7
Природні втрати маси, %		4,9	2,6	3,8	2,3	1,9
Тривалість зберігання, дів		40,0	30,0	40,0	70,0	70,0
Вихід стандартної продукції, %		89,1	86,3	81,8	87,0	89,1

комплексної оцінки збереженості продукції залежно від особливостей гібрида було обрано спосіб зберігання головок капусти броколі у перфорованій стретч-плівці та фасування головок капусти брюссельської по 1 кг у пакети з поліетиленової плівки завтовшки 40 мкм. Функція бажаності складена для кодової шкали (рис. 5.14). Значення на кодовій шкалі, що відповідає ідеальному граничному значенню відгуку, прийнято вибирати від 3 до 6: $d(3) = 0,951$, а $d(6) = 0,998$. Чим більше значень кодової шкали використовується, тим більше відчутність у зоні області «добре». Друга точка



Зміна вмісту СР, %	3,88	3,63	3,38	3,12	2,88	2,50	2,38	2,13	1,88	1,38
Зміна вмісту АК, мг/100 г	54,7	51,1	47,6	44,0	40,6	35,2	33,6	30,1	26,6	19,6
Природні втрати маси, %	3,26	3,05	2,84	2,62	2,42	2,10	2,00	1,79	1,58	1,16
Тривалість зберігання, діб	30	36	42	48	54	63	66	72	78	90
Вихід стандартної продукції, %	76,0	77,6	79,8	82,1	84,3	87,8	88,8	91,0	93,9	98,4

Рис. 5.14. Функція бажаності Харрінгтона для гібрида капусти брюссельської Абакус F_1 .

також відома, це межа інших областей вибираються інтуїтивно виходячи з досвіду експериментатора. Їм відповідають значення 1,5; 0,77; -0,48 на кодованій шкалі: $d(1,5) = 0,8$; допустимих значень. Їй відповідає на кодованій шкалі 0: $d(0) = 0,37$. Межі $d(0,77) = 0,63$; $d(-0,48) = 0,2$. Вектор границі кодування має величину -0,47; 0; 0,77; 1,5; 3–6 [158, С. 182]. Використовуючи ці значення за допомогою лінійної інтерполяції відображаємо натуральні відгуки на кодовану шкалу і за нею визначаємо функції бажаності. Для цього складаємо

матрицю кодування. Усі окремі відгуки кодуємо відповідно до шкали кодування – підготовка до інтерполяції (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Граничні значення натуральних відгуків капусти брюссельської, відображені на кодованій шкалі (матриця Border)

Відгук	y= -1,5	y= -1,0	y= -0,48	y= 0	y= 0,77	y= 1,0	y= 1,5	y= 2,0	y= 3,0
Втрата СР, %	3,63	3,38	3,12	2,88	2,50	2,38	2,13	1,88	1,38
Втрата АК, мг/100 г	51,1	47,6	44,0	40,6	35,2	33,6	30,1	26,6	19,6
Природні втрати маси, %	3,05	2,84	2,62	2,42	2,10	2,00	1,79	1,58	1,16
Тривалість зберігання, діб	36	42	48	54	63	66	72	78	90
Вихід стандартної продукції, %	77,6	79,8	82,1	84,3	87,8	88,8	91,0	93,9	98,4

Наведемо приклад розрахунку гібрида капусти брюссельської Абакус F₁ (один відгук – сухі речовини):

$$\text{Reply}_{1,1} = 0 + \frac{0,77 - 0}{2,50 - 2,88} (2,60 - 2,88) = 0,567$$

Маючи інформацію про Reply ми можемо визначити d_i. У результаті розрахунків відповідних значень функцій бажаності одержуємо таблицю перетворених окремих відгуків та значень за кодовою шкалою функції бажаності (табл. 5.9).

Згідно проведених розрахунків оцінку збереженості головок – рівень добрий – серед гібридів капусти броколі отримав Агассі F₁, але за умови зберігання впродовж 30 діб. За більш тривалого зберігання (40 діб) гібриди Бомонт F₁ та Айронмен F₁ отримали оцінки – відповідно рівень задовільний та рівень поганий. Серед гібридів капусти брюссельської через 70 діб зберігання Брілліант F₁ отримав оцінку – рівень добрий, Абакус F₁ – рівень задовільний.

Таблиця 5.9

Відгуки перетворення за шкалою бажаності

Гібрид	Узагальнені окремі відгуки						Перетворені окремі відгуки, d						Узагальнений відгук, D
	Сухі речовини	Сухі розчинні речовини	Аскорбінова кислота	Природні втрати маси	Тривалість зберігання	Вихід стандартної продукції	Сухі речовини	Сухі розчинні речовини	Аскорбінова кислота	Природні втрати маси	Тривалість зберігання	Вихід стандартної продукції	
Капуста броколі													
Айронмен F ₁	-0,981	0,165	0,357	-0,733	1,143	2,125	0,069	0,428	0,497	0,125	0,727	0,887	0,316
Агассі F ₁	2,415	0,894	1,730	2,333	-0,320	1,425	0,915	0,664	0,838	0,908	0,252	0,786	0,672
Бомонт F ₁	0,904	1,250	0,230	0,730	1,143	0,298	0,667	0,751	0,452	0,618	0,727	0,476	0,603
Капуста брюссельська													
Абакус F ₁	0,567	-	0,842	0,289	1,333	0,594	0,567	-	0,650	0,473	0,768	0,576	0,599
Брілліант F ₁	0,962	-	0,699	1,238	1,333	1,068	0,682	-	0,608	0,748	0,768	0,709	0,701

Отже, для вирощування з метою подальшого тривалого зберігання рекомендуємо гібриди капусти броколі Агассі F₁ та Айронмен F₁, і капусти брюссельської Брілліант F₁.

Висновки до розділу

1. Досліджено, що на початку зберігання вища інтенсивність дихання спостерігається у головок гібрида броколі Агассі F₁ – 19,5 мг CO₂/кг·год, нижча у Айронмена F₁ – 15,4 мг CO₂/кг·год. При подальшому зберіганні без упаковки інтенсивність дихання головок знижується на 60–68 % залежно від гібрида; при застосуванні плівки поліетиленової – знижується на 46–58 % (за 10–15 діб), стретч-плівки – на 68–79 % (за 15–20 діб), стретчу перфорованого – на 59–74 % (за 15–20 діб) залежно від гібрида. В кінці зберігання (на 20–40-ву добу) порівняно з серединою інтенсивність дихання у варіантах із застосуванням плівки поліетиленової підвищується на 16–19 %, у варіантах зі стретч-плівкою на 33–45 %, зі стретч-плівкою перфорованою на 32–47 % залежно від гібрида.

2. Інтенсивність дихання капусти брюссельської при закладанні на зберігання у гібрида Абакус F₁ становить 15,0 мг CO₂/кг·год, у Брілліанта F₁ – 13,8 мг CO₂/кг·год. При подальшому зберіганні без упаковки вона знижується відповідно на 46 та 49 %. Застосування плівки поліетиленової знижує інтенсивність дихання капусти брюссельської в середині зберігання на 29–30 % (30 діб); при фасуванні по 1 кг у мішки з цієї ж плівки – на 70–75 % (40 діб); при пакуванні у стретч-плівку по 0,5 кг – на 75–78 % (40 діб) залежно від гібрида. В кінці зберігання (на 50–70-ту добу) інтенсивність дихання порівняно із серединою підвищується на 17–42 % залежно від виду пакування та гібрида.

3. Вищою активністю каталази на початку зберігання характеризуються головки гібрида Агассі F₁ – 3,5 мл O₂ за перші 3 хв., нижчою у Бомонта F₁ – 2,5 мл O₂. При подальшому зберіганні без упаковки

активність каталази знижується в 1,3 раза, при застосуванні плівки поліетиленової – в 2,1– 3,5 раза, стретч-плівки – в 1,3–1,7 раза та стретчу перфорованого – в 1,6– 2,2 раза. Більше активність каталази знижується в Агассі F_1 .

4. У дослідах з капустою брюссельською вища активність каталази на початку зберігання у гібрида Абакус F_1 – 2,0 мл O_2 за 3 хв.; у Брілліанта F_1 – в 1,2 раза менше. При подальшому зберіганні без упаковки активність каталази знижується в 1,7 раза в Абакуса F_1 і в 1,4 раза у Брілліанта F_1 . Застосування вкладок поліетиленових знижує активність каталази в 3,2–3,3 раза, фасування головок по 1 кг у пакети з плівки поліетиленової – в 2,3–2,5 раза, фасування по 0,5 кг у стретч-плівку – в 1,6–1,7 раза залежно від гібрида. Встановлено, що за підвищення інтенсивності дихання, активність каталази знижується.

5. Тепловиділення продукції капусти броколі та брюссельської відбувається відповідно до інтенсивності дихання.

6. Установлено, що природні втрати маси капусти залежать від особливостей гібрида. Істотно більші природні втрати за п'ять діб зберігання без упаковки у гібрида броколі Агассі F_1 – 18,5 %, менші у Айронмена F_1 – 12,7 %. Застосування плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм збільшує тривалість зберігання головок капусти броколі до 25–30 діб, стретч-плівки – до 30–35, стретчу перфорованого – до 35–40 діб. Менші природні втрати маси забезпечує пакування у стретч-плівку – 1,1–2,3 % залежно від гібрида.

7. Досліджено, що у капусти брюссельської за 10 діб зберігання без упаковки істотно більші втрати у Абакуса F_1 – 10,2 %. Застосування вкладок з плівки завтовшки 40 мкм подовжує тривалість зберігання капусти брюссельської до 50 діб, фасування по 1 кг у пакети з цієї ж плівки і по 0,5 кг у стретч-плівку – до 70 діб. Менші природні втрати забезпечує фасування по 0,5 кг у стретч-плівку – 2,5–3,2 % залежно від гібрида.

8. За зберігання капусти броколі у плівці завтовшки 40 мкм перші ознаки хвороб з'являються на 15–25-ту добу, у стретч-плівці та стретч-плівці

перфорованій пізніше на 5–10 діб – на 25–30-ту добу. Застосування стретчу перфорованого стримує розвиток хвороб та фізіологічних розладів.

Перші ознаки ураження головок капусти брюссельської з'являються на 30-ту добу зберігання. Менш інтенсивно вражається продукція за фасування по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм.

9. Вихід стандартної продукції капусти броколі за зберігання без упаковки впродовж п'яти діб становить 81,5–87,3 %, брюссельської – 89,8–91,4 % за 10 діб залежно від гібрида. При застосуванні пакувальних матеріалів більший вихід товарної продукції броколі забезпечує пакування у стретч-плівку перфоровану 80,9–84,1 за 30–40 діб залежно від гібрида. Кращою лежкоздатністю характеризуються головки гібрида Бомонт F₁. У капусти брюссельської більший вихід товарної продукції забезпечує фасування її по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм: 87,0–88,0 % залежно від гібрида. Краща лежкоздатність у головок гібрида Брілліант F₁.

10. Застосування стретч-плівки сприяє кращому збереженню компонентів хімічного складу в головках гібридів капусти броколі: вміст сухих речовин у кінці зберігання зменшується майже в 1,2 раза, за інших видів пакування – в 1,2–1,4 раза; вміст сухих розчинних речовин зменшується в 1,2–1,3 раза, за інших видів пакування – в 1,4–1,5 раза; вміст аскорбінової кислоти на 11–19 % вище, ніж на початку, за інших видів пакування – нижче або на рівні з початковим; загальний вміст цукрів і сахарози зменшується відповідно до 1,2 та 1,4–1,6 разів, за інших видів пакування – відповідно в 1,3–1,5 та 1,8–3,3 раза. Вміст редукувальних цукрів зменшується до 1,2 раза. Краще компоненти хімічного складу зберігаються у гібрида Бомонт F₁.

11. Під час зберігання головок капусти брюссельської кращу збереженість компонентів хімічного складу забезпечує їхнє фасування по 1 кг у пакети з плівки завтовшки 40 мкм: вміст сухих речовин за 70 діб зберігання зменшується у 1,2–1,3 раза, за інших видів пакування у 1,2–1,4 раза; вміст аскорбінової кислоти у кінці зберігання збільшується до

початкового на 1,4–2,4 %, за інших видів пакування зменшується або залишається на рівні з ним; вміст сахарози зменшується у 1,5–1,8 раза, за інших видів пакування – в 1,8– 2,8 раза залежно від гібрида. Кращому збереженню у головках загального вмісту цукрів та редукувальних сприяє їхнє фасування по 0,5 кг у стретч-плівку: зменшення вмісту порівняно з початком зберігання відповідно у 1,3–1,4 та 1,2–1,4 раза, за інших видів пакування відповідно у 1,5–2,1 та 1,3– 1,6 раза залежно від гібрида. Краще компоненти хімічного складу зберігаються у головках гібрида Брілліант F₁.

12. Під час зберігання головок капусти броколі без упаковки природні втрати маси за рахунок випаровування вологи сягають 91,8–92,9 %, за рахунок сухих речовин – 7,1–8,2 %. Пакування зменшує втрати вологи головок капусти броколі під час зберігання в 1,9–4,9 раза: менші втрати вологи при застосуванні плівки завтовшки 40 мкм, більші – за пакування у стретч-плівку.

13. Під час зберігання головок капусти брюссельської без упаковки природні втрати маси за рахунок випаровування вологи високі – 88,4–89,5 %, сухих речовин – 10,5–11,6 % залежно від гібрида. При застосуванні плівок втрати за рахунок випаровування вологи зменшуються в 1,6–4,3 раза залежно від гібрида. Менші втрати вологи за фасування по 0,5 кг у стретч-плівку, більші – при застосуванні вкладок поліетиленових завтовшки 40 мкм.

14. Оцінка збереженості головок капусти броколі та брюссельської проведена за функцією бажаності Харрінгтона: краща збереженість серед гібридів капусти броколі: у Агассі F₁ – рівень добрий (за 30 діб) у Бомонта F₁ – рівень задовільний (за 40 діб); у капусти брюссельської у Брілліанта F₁ – рівень добрий (за 70 діб). Для вирощування з метою подальшого тривалого зберігання рекомендуємо гібриди капусти броколі Агассі F₁ та Айронмен F₁, і капусти брюссельської Брілліант F₁.

Основні результати досліджень представлені в публікаціях [173, 189–197].

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.

2. 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.

3. 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.

4. Спосіб зберігання капусти броколі: пат. 83674 Україна, МПК А 23В 7/04 / Пузік Л. М., Пузік В. К., Бондаренко В. А.; заявник та власник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – № u 2013 03300; заявл. 18.03.2013, чинний з 25.09.2013, Бюл. № 18.

5. 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.

6. 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.

7. Пузік 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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. I. Харків: ХНАУ, 2013. С. 52–54.

РОЗДІЛ 6

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ ТА БРЮССЕЛЬСЬКОЇ

6.1 Економічна ефективність вирощування і зберігання капусти броколі та брюссельської

Застосування будь-якої технології виробництва і зберігання продукції овочівництва є доцільним лише в тому разі, якщо вона забезпечує отримання високого врожаю та скорочення втрат під час зберігання, забезпечує отримання економічного ефекту. Оскільки виробник завжди орієнтований на прибуток, то доцільність вирощування тієї чи іншої культури, а також застосування певного способу зберігання визначається рентабельністю.

Технологічні карти вирощування капусти броколі та брюссельської на прикладі гібридів Айронмен F₁ та Абакус F₁ наведено у додатках Р. 1–Р. 2. Затрати на матеріали, а також розрахунки собівартості вирощування і зберігання продукції капусти броколі та брюссельської наведено у додатках Р. 4–Р. 5.

У розрахунки економічної ефективності вирощування і зберігання капусти броколі та брюссельської було закладено ринкові ціни 2013 р. Вартість одного літра дизельного палива в цьому році становила 10 грн. Під час розрахунків вартості літнього дизельного палива перераховували його вагу на об'єм, враховуючи те, що 1 л важить 0,86 кг. Тарифи на електроенергію брали для сільської місцевості: при споживанні до 150 кВт у місяць 0,2592 грн/кВт, від 150 до 800 кВт – 0,3372 грн/кВт, більше 800 кВт – 0,9576 грн/кВт. Оптова ціна реалізації центральних головок капусти броколі становила 10 грн/кг, що дозволило отримати вартість урожаю на рівні 45,0–56,0 тис. грн/га (табл. 6.1). Виробничі витрати на виробництво центральних головок склали 20,3–21,6 тис. грн/га залежно від гібрида, а бічних – на 0,6–1,8 тис. грн/га менше. Це сформувало ціну на урожай бічних головок на рівні

Економічна ефективність вирощування капусти броколі

Показник		Айронмен F ₁	Агассі F ₁	Бомонт F ₁
Урожайність, т/га	ЦГ	5,2	4,5	5,6
	БГ	4,4	3,2	2,6
Вартість врожаю, тис. грн/га	ЦГ	52,0	45,0	56,0
	БГ	35,2	25,6	20,8
Виробничі витрати, тис. грн/га	ЦГ	20,3	20,4	21,6
	БГ	19,7	19,7	19,8
Чистий прибуток, тис. грн/га	ЦГ	31,7	24,6	34,4
	БГ	15,5	6,0	1,0
Собівартість продукції, тис. грн/т	ЦГ	3,9	4,5	3,8
	БГ	4,5	6,1	7,6
Рентабельність, %	ЦГ	155,7	120,3	159,4
	БГ	78,7	30,6	5,0

8 грн/кг, що обумовило його вартість в межах 20,8–35,2 тис. грн/га.

Оскільки вищим врожай центральних головок був у гібрида Бомонт F₁, то від його реалізації отриманий більший чистий прибуток – 34,4 тис. грн/га. Під час реалізації врожаю бічних головок більший прибуток отримано у Айронмена F₁ – 15,5 тис. грн/га. Більші врожаї центральних головок гібрида Бомонт F₁ та бічних в Айронмена F₁ обумовили невисоку собівартість продукції відповідно 3,8 і 4,5 тис. грн/т. Більша рентабельність також була отримана від вирощування центральних головок Бомонта F₁ – 159,4 % і бічних головок гібрида Айронмен F₁ – 78,7 %.

Гібрид капусти брюссельської Бріліант F₁ характеризувався високою врожайністю, тому в нього була більша вартість урожаю – 363,0 тис. грн/га (оптова ціна реалізації – 10 грн/кг) (табл. 6.2). Висока врожайність обумовила також і більші виробничі витрати – 91,4 тис. грн/га, що в 1,5 раза перевищували витрати на вирощування та збір головок гібрида Абакус F₁.

Чистий прибуток також більший був у Брілліанта F₁ і становив 271,6 тис. грн/га, висока врожайність зумовила собівартість продукції 2,5 тис. грн/т, що в 1,5 раза менше, ніж у Абакуса F₁.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність вирощування капусти брюссельської

Показник	Абакус F ₁	Брілліант F ₁
Урожайність, т/га	16,2	36,3
Вартість врожаю, тис. грн/га	162,0	363,0
Виробничі витрати, тис. грн/га	60,0	91,4
Чистий прибуток, тис. грн/га	102,0	271,6
Собівартість продукції, тис. грн/т	3,7	2,5
Рентабельність, %	169,9	297,3

Вищий рівень рентабельність був при вирощуванні гібрида Брілліант F₁ і становила 297,3 %. Це більше за рентабельність вирощування Абакуса F₁ в 1,7 раза.

Зберігання капусти здійснювали у 2011–2013 рр. На зберігання закладали центральні головки капусти броколі. Менші витрати були за зберігання головок без упаковки впродовж п'яти діб і становили 21,7–25,3 тис. грн/га залежно від гібрида (табл. 6.3). Більші витрати на зберігання були за застосування плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм – 26,4– 31,2 тис. грн/га. При цьому меншими вони були в Агассі F₁ за 20 діб зберігання. Застосування стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої подовжувало тривалість зберігання головок на 5–10 діб порівняно з поліетиленовою, проте витрати на зберігання порівняно з нею були меншими на 11–14 % (додаток Р. 6).

Собівартість товарної продукції капусти броколі після зберігання меншою була в контрольному варіанті і становила 5,4–5,9 тис. грн/т залежно від гібрида. Більша собівартість була при застосуванні плівки поліетиленової і коливалася в межах 6,8–7,4 тис. грн/т. При застосуванні стретчу і стретчу

Таблиця 6.3

Економічна ефективність зберігання 1 т центральних головок капусти броколі залежно від виду пакування і гібрида

Вид пакування	Гібрид	Урожайність, т/га	Тривалість зберігання, діб	Втрати врожаю при зберіганні		Вихід товарної продукції після зберігання, т/га	Витрати на зберігання, тис. грн./га	Собівартість товарної продукції після зберігання, тис. грн/т	Вартість, тис. грн/т	Прибуток, тис. грн/т	Рентабельність, %
				%	т/га						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль	Айронмен F ₁	5,2	5	12,7	0,7	4,5	24,5	5,4	10,0	4,6	83,7
ПП		5,2	30	21,4	1,1	4,1	30,2	7,4	10,0	2,6	35,7
СП		5,2	35	20,0	1,0	4,2	26,2	6,2	10,0	3,8	60,1
СПП		5,2	40	19,1	1,0	4,2	26,4	6,3	10,0	3,7	59,1
Контроль	Агассі F ₁	4,5	5	18,5	0,8	3,7	21,7	5,9	10,0	4,1	70,3
ПП		4,5	20	14,3	0,6	3,9	26,4	6,8	10,0	3,2	47,9
СП		4,5	30	18,9	0,9	3,6	22,6	6,3	10,0	3,7	59,4
СПП		4,5	30	13,7	0,6	3,9	23,4	6,0	10,0	4,0	66,7

Продовження табл. 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль	Бомонт F ₁	5,6	5	15,9	0,9	4,7	25,3	5,4	10,0	4,6	85,9
ПП		5,6	30	19,3	1,1	4,5	31,2	6,9	10,0	3,1	44,1
СП		5,6	35	18,5	1,0	4,6	27,2	5,9	10,0	4,1	69,4
СПП		5,6	40	18,2	1,0	4,6	27,3	5,9	10,0	4,1	68,4

перфорованого собівартість продукції після зберігання становила 5,9–6,3 тис. грн/т. Менша собівартість була у Бомонта F₁.

Вартість 1 т головок капусти броколі після зберігання за будь-якого способу пакування становила 10,0 тис. грн. Це забезпечило прибуток від реалізації 1 т продукції, що зберігалася без пакування, на рівні 4,1–4,6 тис. грн. При застосуванні пакування менший прибуток був при реалізації капусти, що зберігалася у плівці товщиною 40 мкм – 2,6–3,2 тис. грн/т, більший – за зберігання у стретч-плівці та стретч-плівці перфорованій – 3,7–4,1 тис. грн/т.

Рентабельність зберігання капусти броколі без упаковки за п'ять діб становила 70,3–85,9 %. При застосуванні пакувальних матеріалів вищу рентабельність забезпечило зберігання капусти броколі у стретч-плівці – 59,4–69,4 % та стретч-плівці перфорованій – 59,1–68,4 % залежно від гібрида. Більша рентабельність була у Бомонта F₁: 68,4 % при зберіганні у стретч-плівці перфорованій та 69,4 % – у стретч-плівці.

При зберіганні капусти брюссельської (табл. 6.4) менші витрати були у контрольному варіанті і становили 58,9 тис. грн/га у гібрида Абакус F₁ та 128,3 тис. грн/га у Брілліанта F₁ за 10 діб зберігання. Майже на 10 % більше були витрати на зберігання при застосуванні вкладок поліетиленових – 65,3 та 140,9 тис. грн/га відповідно у Абакуса F₁ і Брілліанта F₁ за 50 діб. За 70 діб витрати на зберігання при застосуванні фасування по 1 кг у пакети поліетиленові порівняно з використанням вкладок збільшилися майже на 8 %: 70,4 у Абакуса F₁ та 152,6 тис. грн/га у Брілліанта F₁. При фасуванні по 0,5 кг у стретч-плівку за 70 діб зберігання витрати були на 18 % більші, ніж при застосуванні вкладок поліетиленових і становили у Абакуса F₁ 78,9 та у Брілліанта F₁ 172,1 тис. грн/га (додаток Р. 7).

Собівартість продукції капусти брюссельської після зберігання без упаковки коливалася в межах 3,9–4,1 тис. грн/т, при застосуванні плівок – 4,7–5,7 тис. грн/т. Більша собівартість була при фасуванні по 0,5 кг у стретч-плівку. Серед гібридів менша собівартість відмічена у Брілліанта F₁.

Таблиця 6.4

Економічна ефективність зберігання 1 т головок капусти брюссельської залежно від виду пакування і гібрида

Вид пакування	Гібрид	Урожайність, т/га	Тривалість зберігання, діб	Втрати врожаю при зберіганні		Вихід товарної продукції після зберігання, т/га	Витрати на зберігання, тис. грн/га	Собівартість товарної продукції після зберігання, тис. грн/т	Вартість, тис. грн/т	Прибуток, тис. грн/т	Рентабельність, %
				%	т/га						
Контроль	Абакус F ₁	16,2	10	10,2	1,7	14,5	58,9	4,1	10,0	5,9	146,0
ПП		16,2	50	19,6	3,2	13,0	65,3	5,0	10,0	5,0	99,1
1 кг ПП		16,2	70	13,0	2,1	14,1	70,4	5,0	10,0	5,0	100,4
0,5 кг СП		16,2	70	14,3	2,3	13,9	78,9	5,7	10,0	4,3	76,1
Контроль	Бріліант F ₁	36,3	10	8,6	3,1	33,2	128,3	3,9	10,0	6,1	158,7
ПП		36,3	50	16,8	6,1	30,2	140,9	4,7	10,0	5,3	114,4
1 кг ПП		36,3	70	10,9	4,0	32,3	152,6	4,7	10,0	5,3	111,7
0,5 кг СП		36,3	70	11,9	4,3	32,0	172,1	5,4	10,0	4,6	86,0

Оскільки вартість продукції після зберігання становила 10,0 тис. грн/т, то зберігання капусти брюссельської без упаковки забезпечило прибуток на рівні 5,9–6,1 тис. грн/т. При застосуванні пакувальних матеріалів більший прибуток після зберігання забезпечило використання вкладок поліетиленових та фасування головок у пакети поліетиленові по 1 кг: по 5,0 тис. грн/т у гібрида Абакус F₁ та по 5,3 тис. грн/т у Брілліанта F₁.

Зберігання без упаковки забезпечило рентабельність на рівні 146,0–158,7 %. Серед варіантів, де застосовувалися пакувальні матеріали, більша рентабельність була при використанні вкладок поліетиленових та при фасуванні головок у пакети поліетиленові по 1 кг – 99,1–114,4 й 100,4–111,7 % відповідно. При цьому вищий рівень рентабельності був у гібрида Брілліант F₁.

6.2 Біоенергетична оцінка вирощування і зберігання капусти броколі та брюссельської

Сільськогосподарське виробництво – єдине виробництво, що постачає людству необхідну форму енергії у вигляді органічної речовини. За допомогою фотосинтезу промениста енергія сонячної радіації перетворюється в хімічну енергію органічних сполук. Ця енергія – рушійна сила всіх життєвих процесів [159].

Біоенергетична оцінка дає змогу визначити коефіцієнт біоенергетичної ефективності вирощування та зберігання капусти броколі та брюссельської. Значення коефіцієнту підвищується при збільшенні енергії в продукції, що свідчить про енергоефективність технології, і навпаки. Під час розрахунків використовували коефіцієнт споживчої цінності капусти білоголової – 6,7.

Розрахунками встановлено, що витрати енергії на вирощування центральних головок капусти броколі становили 14357,7–14581,1 МДж/га і більшими були у Бомонта F₁ (табл. 6.5). На вирощування бічних головок витрачалося 24815,8–25824,8 МДж/га і більші витрати були у Айронмена F₁.

Біоенергетична оцінка вирощування капусти броколі

Показник		Айронмен F ₁	Агассі F ₁	Бомонт F ₁
Урожайність, т/га	ЦГ	5,2	4,5	5,6
	БГ	4,4	3,2	2,6
Витрати енергії на вирощування, МДж/га	ЦГ	14499,1	14357,7	14581,1
	БГ	25824,8	24956,7	24815,8
Вміст сухих речовин в продукції, %	ЦГ	12,6	12,2	12,7
	БГ	13,0	12,5	13,7
Вміст енергії в продукції, МДж/га	ЦГ	8157,2	6835,1	8854,4
	БГ	7121,4	4980,0	4434,7
Коефіцієнт споживчої цінності		6,7	6,7	6,7
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	ЦГ	3,8	3,2	4,1
	БГ	1,8	1,3	1,2

Вміст енергії в центральних головках капусти броколі коливався в межах 6835,1–8854,4 МДж/га і був більше у Бомонта F₁. У цього гібрида також був більший і коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 4,1. Більше енергії у бічних головках містив гібрид Айронмен F₁ – 7121,4 МДж/га, при цьому коефіцієнт біоенергетичної ефективності становив 1,8.

При вирощуванні капусти брюссельської (табл. 6.6) більше енергії витрачалося на більш врожайний гібрид Брілліант F₁ – 114600,7 МДж/га. Цей гібрид також характеризувався високим вмістом сухої речовини – 16,3 %, її енергетичною цінністю – 155,6 МДж/кг та вмістом енергії в продукції – 73665,4 МДж/га. Це обумовило підвищений порівняно з Абакусом F₁ коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 4,3.

Під час зберігання зі зменшенням кількості сухих речовин втрачається і вміст енергії в продукції. За зберігання капусти броколі (табл. 6.7) без упаковки кількість енергії в головках за п'ять діб зменшилася в 1,3–1,4 раза,

Біоенергетична оцінка вирощування капусти брюссельської

Показник	Абакус F ₁	Брілліант F ₁
Урожайність, т/га	16,2	36,3
Витрати енергії на вирощування, МДж/га	48248,2	114600,7
Вміст сухої речовини в продукції, %	14,2	16,3
Вміст енергії в продукції, МДж/га	28640,0	73665,4
Коефіцієнт споживчої цінності	6,7	6,7
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	4,0	4,3

коефіцієнт біоенергетичної ефективності становив 4,7–5,2 і був більшим у Айронмена F₁.

При застосуванні плівок у гібридів Айронмен F₁ та Бомонт F₁ більш енергоефективним було пакування у стретч-плівку на 35 діб. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності становив 4,6 і 5,0 відповідно. У Агассі F₁ менше енергії втрачалось за 30 діб зберігання при пакуванні головок у стретч-плівку перфоровану – коефіцієнт 4,9.

За зберігання головок капусти брюссельської без упаковки (табл. 6.8) кількість енергії в продукції за 10 діб зменшилася в 1,3–1,4 раза. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності становив 4,9–5,3 і був більше у Брілліанта F₁. У варіантах із застосуванням плівок більше енергії в продукції, навіть за зберігання 70 діб, зберіглося при фасуванні головок у пакети поліетиленові по 1 кг та у стретч-плівку по 0,5 кг: коефіцієнт біоенергетичної ефективності за цих способів пакування у Абакуса F₁ становив відповідно 4,2 і 4,1; у Брілліанта F₁ – 4,6.

Таблиця 6.7

Біоенергетична оцінка зберігання капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Вихід стандартної продукції після зберігання		Вміст сухих речовин в продукції до зберігання		Вміст сухих речовин в продукції після зберігання		Вміст енергії в продукції, МДж/га		Коефіцієнт біоенергетичної ефективності
			%	т	%	т	%	т	до зберігання	після зберігання	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль	Айронмен F ₁	5	87,3	4,5	12,6	0,7	11,4	0,5	8157,2	6386,9	5,2
ПП		30	78,6	4,1	12,6	0,7	8,7	0,4	8157,2	4440,9	3,6
СП		35	80,0	4,2	12,6	0,7	10,8	0,5	8157,2	5647,3	4,6
СПП		40	80,9	4,2	12,6	0,7	8,8	0,4	8157,2	4601,5	3,8
Контроль	Агассі F ₁	5	81,5	3,7	12,2	0,5	10,5	0,4	6835,1	4836,8	4,7
ПП		20	85,7	3,9	12,2	0,5	8,8	0,3	6835,1	4272,8	4,2
СП		30	81,1	3,6	12,2	0,5	11,0	0,4	6835,1	4930,2	4,8
СПП		30	86,3	3,9	12,2	0,5	10,2	0,4	6835,1	4952,6	4,9

Продовження табл. 6.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль	Бомонт F ₁	5	84,1	4,7	12,7	0,7	11,2	0,5	8854,4	6553,7	5,0
ПП		30	80,7	4,5	12,7	0,7	9,0	0,4	8854,4	5042,3	3,8
СП		35	81,5	4,6	12,7	0,7	11,5	0,5	8854,4	6586,1	5,0
СПП		40	81,8	4,6	12,7	0,7	9,8	0,5	8854,4	5612,5	4,2

Таблиця 6.8

Біоенергетична оцінка зберігання капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Вихід стандартної продукції після зберігання		Вміст сухих речовин в продукції до зберігання		Вміст сухих речовин в продукції після зберігання		Вміст енергії в продукції, МДж/га		Коефіцієнт біоенергетичної ефективності
			%	т	%	т	%	т	до зберігання	після зберігання	
Контроль	Абакус F ₁	10	89,8	14,5	14,2	2,3	11,7	1,7	28640,0	21121,4	4,9
ПП		50	80,4	13,0	14,2	2,3	9,5	1,2	28640,0	15375,8	3,6
1 кг ПП		70	87,0	14,1	14,2	2,3	10,3	1,5	28640,0	18081,1	4,2
0,5 кг СП		70	85,7	13,9	14,2	2,3	10,1	1,4	28640,0	17478,6	4,1
Контроль	Бріліант F ₁	10	91,4	33,2	16,3	5,9	14,2	4,7	73665,4	58694,3	5,3
ПП		50	83,2	30,2	16,3	5,9	12,2	3,7	73665,4	45870,8	4,2
1 кг ПП		70	89,1	32,3	16,3	5,9	12,7	4,1	73665,4	51071,1	4,6
0,5 кг СП		70	88,1	32,0	16,3	5,9	12,6	4,0	73665,4	50198,4	4,6

Висновки до розділу

1. Вищий рівень рентабельності забезпечує вирощування центральних головок капусти броколі гібрида Бомонт F_1 – 159,4 % та бічних головок Айронмена F_1 – 78,7 %; капусти брюссельської гібрида Брілліант F_1 – 297,3 %.

2. Вищу рентабельність за тривалого зберігання головок капусти броколі забезпечує їхнє пакування у стретч-плівку – 59,4–69,4 % та стретч-плівку перфоровану – 59,1–68,4 %. Більша рентабельність у Бомонта F_1 .

У капусти брюссельської вищий рівень рентабельності забезпечує використання вкладок поліетиленових та фасування продукції по 1 кг у пакети поліетиленові – відповідно 99,1–114,4 і 100,4–111,7 %. Більша рентабельність у гібрида Брілліант F_1 .

3. Більш енергоефективним є вирощування центральних головок гібрида капусти броколі Бомонт F_1 та бічних головок гібрида Айронмен F_1 : коефіцієнт біоенергетичної ефективності становить відповідно 4,1 та 1,8. При вирощуванні капусти брюссельської більш енергоефективним є вирощування головок гібрида Брілліант F_1 – коефіцієнт біоенергетичної ефективності становить 4,3.

4. У гібридів капусти броколі Айронмен F_1 та Бомонт F_1 більш енергоефективним є пакування їхніх головок у стретч-плівку на 35 діб. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності становить 4,6 і 5,0 відповідно. У Агассі F_1 менше енергії втрачається за 30 діб зберігання при пакуванні у стретч-плівку перфоровану – коефіцієнт 4,9.

У досліді з капустою брюссельською при застосуванні плівок більше енергії в продукції зберігається за її фасування по 1 кг у пакети поліетиленові та по 0,5 кг у стретч-плівку: коефіцієнт біоенергетичної ефективності за цих видів пакування у Абакуса F_1 – відповідно 4,2 і 4,1; у Брілліанта F_1 – 4,6.

Основні результати досліджень представлені в публікації [198].

1. Бондаренко В. А., Пузік 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.

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

центральных головках капусты 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 капусты 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 капусты 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 капусты броколі – Айронмен $F_1 - \varphi(x_1) = 5,81$ та брюссельської – Брілліант $F_1 - \varphi(x_1) = 2,37$.

4. Встановлено, що головки капусты броколі мають такі фізичні показники: об'єм – 150,8–187,0 см³, питома маса – 1,03–1,04 г/см³, істинна густина – 1048–1050 кг/м³, пористість – 2,4–2,9 %, насипна маса продукції – 222–238 кг/м³, шпаруватість – 77–79 %; а капусты брюссельської: об'єм – 8,8–18,6 см³, питома маса – 0,92–1,04 г/см³, істинна густина – 1056–1065 кг/м³, пористість – 2,8–13,5 %, насипна маса продукції – 496–537 кг/м³, шпаруватість – 46–48 %.

Теплофізичні властивості маси продукції капусты броколі: питома теплоємність – 3,84–3,85 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,64 Вт/м·К, температуропровідність – $4,39-4,40 \cdot 10^{-4}$ м²/с; брюссельської: питома теплоємність – 3,77–3,83 кДж/кг·К, теплопровідність – 0,61–0,64 Вт/м·К, температуропровідність – $4,49-4,79 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

5. Головки капусты броколі без упаковки здатні зберігатися лише п'ять діб. Застосування стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої підвищує лежкоздатність головок капусты 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 F₁.

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 Брілліант F₁.

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 F₁ – рівень добрий (за 30-добового зберігання) та Бомонт F₁ – рівень задовільний (за зберігання впродовж 40 діб), у гібрида капусти брюссельської Абакус F₁ – рівень добрий (за зберігання впродовж 70 діб).

9. Вирощування гібрида капусти броколі Бомонт F₁ та гібрида капусти брюссельської Брілліант F₁ 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 F₁ та капусти брюссельської Бріліант F₁, 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кучеренко Т. Когда и большой урожай не в радость // Овощеводство. 2012. №4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201204/article/689/> (дата звернення: 15.05.2013).
2. Катаєва Т. Є. Новий середньостиглий сорт кабачка Консул // Вісник Полтав. держ. аграр. акад. Полтава, 2011. № 1. С. 69.
3. Пузік Л. М., Гордієнко І. М. Технологія зберігання плодів, овочів та винограду: навч. посібник / ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків: Майдан, 2011. 336 с.
4. Жук О. Я., Волошина О. І., Федосій І. О. Капуста червоноголова: монографія. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2013. 204 с.
5. Дятлов В. В. Сохраняемость яблок с защитным пленочным покрытием: монографія. Донецк: Дон ГУЭТ, 2004. С. 9–10.
6. Шишкина Н. С. Хранение плодов и овощей в зонах производства. Москва: Агропромиздат, 1991. С. 111–113.
7. Toivonen P. M. A. Benefits of combined treatment approaches to maintaining fruit and vegetable quality // J. Fresh Produce. 2009. Vol. 3. P. 58–64.
8. Барабаш О. Ю. Догляд за овочевими культурами. Національний аграрний ун-т, наук.-навч. ін-т рослинництва та ґрунтознавства, ВСП НАУ «Бережанський агротехнічний ін-т». Київ: Бережани, 2008. 122 с.
9. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту: навч. посібник. Ч. 2: Відкритий ґрунт. Вінниця: Нова Книга, 2008. 312 с.
10. Жук О. Я., Сидорова І. М., Федосій І. О. Капуста брюссельська: монографія. Київ: Нілан-ЛТД, 2013. 178 с.
11. Колтунов В. А. Якість плодовоовочевої продукції та технологія її зберігання. Ч. 1. Якість і збереженість картоплі та овочів: монографія. Київ: КНТЕУ, 2004. 568 с.

12. Федосий И. А. Как вырастить капусту брокколи // Настоящий хозяин. 2011. № 10. С. 14–16.
13. Федосий И. А. Капуста брюссельская // Настоящий хозяин. 2009. № 12. С. 22–26.
14. Лизгунова Т. В. Капуста. Ленинград: Колос, 1965. 384 с.
15. Eaves C. A., Forsyth F. R. The influence of light, modified atmospheres and benzimidazole on Brussels sprouts // J. Horticulture Science. 1968. № 43. P. 317–322.
16. В Україні різко виріс попит на броколі, цвітну та брюссельську капусту // Аграрний сектор України. Аграрні новини та оперативна статистика (11.11.2015 р.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.agroua.net/news/news_8015.html (дата звернення: 8.02.2016).
17. Гончаренко В. На чому можна заробити // Аграрний тиждень. Україна (29.03.2013 р.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://a7d.com.ua/plants/11082-na-chomu-mozhna-zarobiti.html> (дата звернення: 20.07.2013).
18. Малиновський Б. Заробити на капусті // ZN.UA (13.11.2015 р.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gazeta.dt.ua/business/zarobiti-na-kepusti-.html> (дата звернення: 10.04.2016).
19. Болотских А. С. Капуста. Харьков: Фолио, 2002. 320 с.
20. Гринь В. П., Кузнецова С. В. Редкостные овощные и пряные культуры. Киев: Урожай, 1991. 152 с.
21. Сокольский И. Капуста знакомая и не очень // Наука и жизнь. 2005. № 2. С. 88–90.
22. Кононков П. Брокколи // Животновод. 1992. №1. С. 28–30.
23. Григоровская М. Капуста брокколи // Огородник. 2004. № 6. С. 32.
24. Черенок Л. Г. Капуста. Минск: Сэр-Вит, 1997. 224 с.
25. Вместо аптеки – на грядку. За пекинской капустой и брокколи // Овощеводство. 2010. № 3. С. 50–53.

26. Хранение и переработка овощей и фруктов. Изд. 8-е. Москва: Московский рабочий, 1993. 256 с.
27. Иванова М. И., Ковылин В. М. Пищевая ценность и качество сортов цветной капусты и брокколи // Картофель и овощи. 2000. № 2. С. 10–11.
28. Смілянecь Н. М. Брокoлі – еліксир молодості // Дім, сад, город. 2001. № 3. С. 4–5.
29. Hounsome N., Hounsome B., Tomos D., Edwards-Jones G. Plant Metabolites and Nutritional Quality of Vegetables // Journal of Food Science. 2008. Vol. 73. P. 48–65.
30. Song L., Thornalley P. J. Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables // J. Food and Chemical Toxicology. 2007. Vol. 45. P. 216–224.
31. Rungapamestry V., Duncan A.J., Fuller Z., Ratcliffe B. Effect of cooking brassica vegetables on the subsequent hydrolysis and metabolic fate of glucosinolates // J. Proceedings of the Nutrition Society. 2007. Vol. 66. №. 1. P. 69–81.
32. Jones R. B., Faragher J. D., Winkler S. A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) heads // J. Postharvest Biology and Technology. 2006. Vol. 41. P. 1–8.
33. Verkerk R. et al. Glucosinolates in Brassica vegetables: the influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health // J. Molecular nutrition & food research. 2009. Vol. 53. P. 219.
34. Matusheski N.V., Jeffery E.H. Comparison of the bioactivity of two glucoraphanin hydrolysis products found in broccoli, sulforaphane and sulforaphane nitrile // Journal of agricultural and food chemistry. 2001. Vol. 49. №. 12. P. 5743–5749.
35. Лівенцев В. Ця дивовижна капуста брокoлі // Сад, виноград, вино України. 2002. № 3–4. С. 43.
36. Мухин В. Без капусты щи не густы. Путеводитель по видам

капусты // Сад и огород. 2003. №4. С. 17–19.

37. Лебедева А. Спаржевая капуста – брокколи // Сад и огород. 2003. № 5. С. 2–4.

38. Сич З. Д., Бобось І. М. Сортовивчення овочевих культур: навч. посібник. Київ: Нілан-ЛТД, 2012. 578 с.

39. Лебедева А. Капуста брюссельская // Наша усадьба. 2001. №3. С. 9.

40. Переднев В. П. и др. Плоды и овощи в питании человека. Минск: Ураджай, 1983. С. 97–110.

41. Барабаш О. Ю., Гутиря С. Т. Капустяні культури. Київ: Вища шк., 2006. 93 с.

42. Китаева И. Е. Капуста. Москва: Моск. рабочий, 1977. 128 с.

43. Плешков К. К., Макарова С. Г. Капуста. Киев: Урожай, 1990. 112 с.

44. Барабаш О. Ю., Дидів О. Й., Лещук Н. В. Капуста білоголова. Київ: Знання України, 1992. 48 с.

45. Болотских А. С. Овощи Украины. Харьков: Орбита, 2001. С. 308–311.

46. Rodríguez - Hernández M. D. C., Moreno D. A., Carvajal M., García - Viguera C., Martínez - Ballesta M. D. C. Natural antioxidants in purple sprouting broccoli under Mediterranean climate // Journal of food science. 2012. Vol. 77. № 10. P. 1058–1063.

47. Барабаш О. Ю. Цвітна капуста // Дім, сад, город. 1994. № 10. С. 4–5.

48. Карпенко В. П. Брюссельська капуста // Дім, сад, город. 1995. № 2. С. 4–5.

49. Рубін В. Ф., Вітанов Д. Р. Капуста. Вид. 4-те, перероб. і доп. Київ: Урожай, 1973. С. 64.

50. Чинилова В. Любимая капуста – брюссельская // Сад и огород. 2006. №6. С. 8–9.

51. Васянович В. Д. Биологические особенности и агротехника капустных овощных растений: лекция. Киев. Изд. отд. УСХА, 1983. 52 с.

52. Гринь В. П., Смелянец Н. Н. Брюссельская капуста – перспективная

культура // Агроном України. 1990. № 7. С. 53–54.

53. Капуста. Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1989. 96 с.

54. Лизгунова Т. В., Джохадзе Т. И. Капуста краснокочанная, савойская и брюссельская: под ред. Д.Д. Брежнева. Ленинград: Колос, 1971. 88 с.

55. Барабаш О. Ю., Котюк Н. В. Цвітна капуста. Київ: Знання України, 1991. 16 с.

56. Гринь В. П. Капуста броколі // Дім, сад, город. 1994. № 9. С. 8.

57. Івакін М. М. та ін. Зберігання овочів і плодів баштанних культур: за ред. М.М. Івакіна. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Київ: Урожай, 1983. 104 с.

58. Сич З. Д., Федосій І. О., Подпрятков Г. І. Післязбиральні технології доробки овочів для логістики та маркетингу: навч. посібник. Київ, 2010. 440 с.

59. Технічні умови: РСТ УСССР 1483-89. Капуста броколі свіжа. Київ, 1991. 6 с.

60. Технічні умови: ДСТУ 1915-91. Капуста брюссельська свіжа. Київ, 1992. 5 с.

61. Nilsson T. Postharvest handling and storage of vegetables // Fruit & Vegetables Quality. An integrated view. N.W.: CRC Press, 2000. Chap. 6. P. 97–98.

62. Хранение овощей и плодов бахчевых культур. (Обзор литературы) / [сост. канд. с.-х. наук В. С. Дьяченко]. Москва: ВНИИТ ЭИсельхоз МСХ СССР, 1970. 96 с.

63. Рубин Б. А. Курс физиологии растений: учебник. Изд. 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Высш. шк., 1976. 576 с.

64. Irtwange S. V. Application of modified atmosphere packaging and related technology in postharvest handling of fresh fruits and vegetables // Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://www.researchgate.net/profile/Simon_Irtwange/publication/228878406_Application_of_Modified_Atmosphere_Packaging_and_Related_Technology_in_Posth

arvest_Handling_of_Fresh_Fruits_and_Vegetables/links/54b642420cf28ebe92e7c0fd.pdf (дата звернення: 05.02.2015).

65. Сметанська І., Х'юскенс-Кайл С. Післязбиральна фізіологія та технологія зберігання плодоовочевої продукції / Університет ім. Гумбольдта, Нац. аграр. ун-т України, Спільний європейський проект Tempus Tacis. Київ: НАУУ, 2004. 150 с.

66. Бруев С. Н., Егорова Н. М., Поздняков Г. С. Хранение капусты в полиэтиленовой пленке. Хранение и переработка картофеля, овощей, плодов и винограда: под ред. чл.-кор. ВАСХНИЛ П.Ф. Сокола и канд. с.-х. наук А. Г. Старикова. Москва: Колос, 1973. С. 107–111.

67. Найченко В. М., Осадчий О. С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: підручник. Київ: Школяр, 1999. С. 146, 246.

68. Хареба В. В. Інтенсивність дихання та тепловологовиділення капусти білоголової при зберіганні // Овочівництво і баштанництво: міжвід. темат. наук. зб. НААНУ, ІОБ. Харків, 2001. № 46. С. 226–229.

69. Tan W. L., Tao L. R., Li J., Dong X. L., Wang Y. H. Study on water loss of green cabbage under different relative humidity // J. Science and Technology of Food Industry. 2012. Vol. 7. P. 89.

70. Широков Е. Хранение капусты: под ред. проф. Н.В. Сабурова. Москва: Московский рабочий, 1961. 68 с.

71. Фролов А. М. Прогрессивные способы хранения овощей // Пищевая промышленность. 1991. №1. С. 75–79.

72. Завадская О. В. Особенности хранения овощной продукции // Настоящий хозяин. 2009. №11. С. 40–48.

73. Brecht J. Cabbage // WFLO Commodity Storage Manual. 2008. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

Available at: <http://www.gcca.org/wp-content/uploads/2012/09/Cabbage.pdf> (дата звернення: 12.02.2012).

74. Prange Robert K. Cabbage // Agriculture Handbook. The Commercial

Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. 2014. № 66. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/cabbage.pdf> (дата звернения: 07.12.2015).

75. Дьяченко В. С. Хранение картофеля, овощей и плодов. Москва: Агропромиздат, 1987. С. 101–103.

76. Николаева М. А. Хранение плодов и овощей на базах. Москва: Экономика, 1986. С. 154–162.

77. Лебедева А. Т. Капуста. Москва: Астрель, 2004. 123 с.

78. Федосий И. А. Капуста савойская // Настоящий хозяин. 2009. № 10. С. 33–38.

79. Федосий И. А. Выращивание капусты кольраби // Настоящий хозяин. 2011. № 6. С. 10–13.

80. Федосий И. А. Капуста цветная // Настоящий хозяин. 2009. №7–9. С. 4–8.

81. Иванушкин В. П. Рациональное использование продуктов растениеводства: справочник. Рига: Авотс, 1985. 184 с.

82. Toivonen Peter M. A., Forney Ch. Broccoli // Agriculture Handbook. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. 2014. № 66. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/broccoli.pdf> (дата звернения: 02.02.2016).

83. Nunes M. C. N., Emond J. P. Storage temperature // Postharvest physiology and pathology of vegetables. 2003. С. 209–228.

84. Федосий И. А. Выращивание капусты брюссельской // Настоящий хозяин. 2013. №3. С. 46–49.

85. Forney Ch., Toivonen Peter M. A. Brussels Sprouts // Agriculture Handbook. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. 2014. № 66. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/brussels.pdf> (дата звернения: 02.02.2016).

86. Болотских А. С., Федосий И. А. Технология выращивания капусты брюссельской // Настоящий хозяин. 2013. № 7. С. 30–35.

87. Лизгунова Т. В., Джохадзе Т. И. Капуста краснокочанная, савойская и брюссельская. Ленинград: Колос, 1979. С. 63.

88. Noichinda S., Bodhipadma K., Mahamontri Ch., Narongruk Th., Ketsa S. Light during storage prevents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) // *J. Postharvest Biology and Technology*. 2007. Vol. 44. P. 312–315.

89. Olarte C., Sanz S., Echávarri J.F., Ayala F. Effect of plastic permeability and exposure to light during storage on the quality of minimally processed broccoli and cauliflower // *J. Food Science and Technology*. 2009. Vol. 42. P. 402–411.

90. Prusky D. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects // *J. Food Security*. 2011. Vol. 3. № 4. P. 463–474.

91. Sharma R. R., Singh D., Singh R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review // *J. Biological Control*. 2009. Vol. 50. № 3. P. 205–221.

92. Коробкина З. В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей. Киев: Урожай, 1989. 168 с.

93. Палилов Н. А., Фролов А. М., Хороших Н. Н., Крутских Б. Н. Пригодность сортов белокочанной капусты к механизированной уборке и хранению // *Хранение плодоовощной продукции и картофеля: сб. науч. ст.* Москва: Колос, 1983. С. 74–79.

94. Pirovani M. E., Guemes D. R., Piagentini A. M., Di Pentima J. H. Storage quality of minimally processed cabbage packaged in plastic films // *Journal of Food Quality*. 1997. Vol. 20. P. 381–389.

95. Майстренко С. М. и др. Сохранение качества плодов и овощей. Москва: Колос, 1984. 157 с.

96. Федосій І. О. Лежкість капусти савойської за різних способів зберігання. *Аграрна наука і освіта*, 2008. Т. 9. №1–2. С. 60–63.

97. Колтунов В. А., Сердюк Т. Л., Тернова Т. А., Вітанова О. Д. Зберігання та переробка капусти брюссельської // *Овочівництво і баштанництво: міжвід. темат. наук. зб. НААНУ, ІОБ. Харків*, 2004. № 49

C. 194–199.

98. Бондаренко Г. Л., Белашова Л. П., Даценко С. М. Зберігання капусти червоноголової // Овочівництво і баштанництво: міжвід. темат. наук.зб. НААНУ, ІОБ. Харків, 2005. № 50. С. 265–270.

99. Нестеренко В. И. Выращивание капусты цветной // Настоящий хозяин. 2011. №7–8. С. 24–29.

100. Serrano M., Martinez-Romero D., Guillén F., Castillo S., Valero D. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging // J. Postharvest Biology and Technology. 2006. Vol. 39. P. 61–68.

101. Barth M. M., Zhuang H. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli florets during postharvest storage // J. Postharvest Biology and Technology. 1996. Vol. 9. P. 141–150.

102. Jia C. G., Xu C. J., Wei J., Yuan J., Yuan G. F., Wang B. L., Wang Q. M. Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets // J. Food Chemistry. 2009. Vol. 114. P. 28–37.

103. Rangkadilok N., Tomkins B., Nicolas M. E., Premier R. R., Bennett R. N., Eagling D. R., Taylor P. W. J. The Effect of Post-Harvest and Packaging Treatments on Glucoraphanin Concentration in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) // J. Agriculture and Food Chemistry. 2002. № 50. P. 7386–7391.

104. Hu W., Jiang A., Qi H., Pang K., Fan S. Effects of initial low oxygen and perforated film package on quality of fresh - cut cabbages // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007. Vol. 87. № 11. P. 2019–2025.

105. Gillies S. L., Cliff M. A., Toivonen P. M. A., King M. C. Effect of atmosphere on broccoli sensory attributes in commercial map and microperforated package // J. Food Quality. 1997. Vol. 20. P. 105–115.

106. Artés F., Vallejo F., Martínez J. Quality of broccoli as influenced by film wrapping during shipment // J. European Food Research and Technology. 2001. Vol. 213. P. 480–483.

107. Фролов А. М. Сокращение потерь и повышение качества капусты при выращивании и хранении // Достижения науки и техники. 1989. №8. С. 36–39.

108. Дворников В. П., Цуркан Н. В., Варзугина Л. И. Применение газоселективных мембран для хранения капусты // Потенциальная лежкоспособность плодов и ее реализация при хранении: сб. науч. тр. Кишинев: Штиинца, 1988. С. 81–84.

109. Сабуров Н. В., Гусейнов А. Г. Длительное хранение яблок в упаковке из полиэтиленовой пленки. Хранение плодов в полимерных упаковочных материалах. Москва, 1966. С. 22–27.

110. Ципруш Р. Я. Хранение яблок в таре из синтетических материалов // Хранение плодов в полимерных упаковочных материалах. Москва, 1966. С. 30–36.

111. Моисеева Н. А., Голенищева-Кутузова А. А. Применение полиэтиленовой упаковки при холодильном хранении яблок // Хранение плодов в полимерных упаковочных материалах. Москва, 1966. С. 41–45.

112. Жадан В. З., Святная Н. С., Вигуржинская С. Ю. Сокращение потерь капусты при хранении // Достижения науки и техники АПК. 1989. № 9. С. 36–37.

113. Коваль Александр. Эффективная упаковка свежей плодоовощной продукции // АПК-информ: овощи & фрукты. (15 ноября 2005). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lol.org.ua/rus/showart.php?id=32770> (дата звернення: 25.05.2011).

114. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I., Wendin K. Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli // J. Food Quality and Preference. 2004. Vol. 15. P. 301–310.

115. Annelie J. Quality Aspects of Modified Atmosphere Packaged Broccoli. Lund University Publications, 2004. P. 98–102.

116. Lucera A., Costa C., Mastromatteo M., Conte A., Del Nobile M. A. Fresh-cut broccoli florets shelf-life as affected by packaging film mass transport

properties // J. Food Engineering. 2011. Vol. 102. P. 122–129.

117. Viña S. Z., Mugridge A., García M. A., Ferreyra R. M., Martino M. N., Chaves A. R., Zaritzky N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts // J. Food Chemistry. 2007. Vol. 103. P. 701–709.

118. Пузік Л. М., Колтунов В. А., Гордієнко І. М. Прогнозування збереженості якості плодоовочевої продукції. Харків: Майдан, 2015. 144 с.

119. Пузік Л. М. Наукові основи формування товарної якості капусти цвітної // Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання». Харків: ХНАУ, 2016. № 1. С. 32–38.

120. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

121. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. Київ: НМК ВО, 1992. 364 с.

122. Белик В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Москва: Агропромиздат, 1992. 317 с.

123. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві: за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 368 с.

124. Рожков А. О. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи: за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

125. Державний Реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні (витяг станом на 19.07.2010 року). Київ, 2010. С. 152. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vsego-nechego.ucoz.ru/_ld/0/8__-2010.pdf (дата звернення: 07.11.2010).

126. Капуста брокколи: Айронмен F₁. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.agrosemcenter.ru/seeds/index.php?SECTION_ID=30 (дата звернення: 07.11.2010).

127. Сортимент овощных культур для открытого грунта Райк Цваан 2009/2010: каталог. С. 12.
128. Каталог насіння овочевих культур Бейо Заден 2012–2014. С. 13.
129. Семена овощных культур Syngenta 2011–2012: каталог. С. 16.
130. Семена овощных культур Никерсон Цваан 2011–2012: каталог. С. 20.
131. Сучасні технології в овочівництві: за ред. К. І. Яковенка. Харків, 2001. 120 с.
132. Дженеєв С. Ю. и др. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда (организация и проведение исследований): под ред. С. Ю. Дженеєва и В. И. Иванченко. Ялта: Институт винограда и вина “Магарач”, 1998. 152 с.
133. ДСТУ 4971:2008. Технічні умови. Ящики полімерні багатооборотні для овочів і фруктів. Київ, 2009. 22с.
134. ГОСТ 10354-82. Технические условия. Пленка полиэтиленовая. Москва, 2007. 23 с.
135. ДСТУ ISO 874-2002. Фрукти і овочі свіжі. Відбирання проб. Київ, 2003. 9 с.
136. Что такое полиэтилен? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itapro.com.ua/re/> (дата звернення: 18.10.2014).
137. Стретч-пленка пищевая поливинилхлоридная. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kozakplus.com.ua/stretch_plenka_pvh.htm (дата звернення: 18.10.2014).
138. Найченко В. М., Заморська І. Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навч. посіб. Умань: Сочінський, 2010. 327 с.
139. Ермаков А. И. и др. Методы биохимического исследования растений: под ред. А. И. Ермакова. Изд. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 38–39.
140. Метлицкий Л. В. Основы биохимии плодов и овощей. Москва:

Экономика, 1976. 349 с.

141. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів. Київ, 2008. 22 с.

142. ДСТУ ISO 751:2004. Продукти перероблення фруктів і овочів. Метод визначення сухих речовин, не розчинних у воді (контрольний метод). Київ, 2005. 8 с.

143. ДСТУ ISO 2173:2007. Продукти з фруктів та овочів. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом. Київ, 2009. 11 с.

144. Широков Е. П. Практикум по технологии хранения и переработки плодов и ягод. Москва: Колос, 1974. 223 с.

145. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель в 3 т. Киев.: Наукова думка, 1978. 232 с.

146. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. Москва: Колос, 1982. 320 с.

147. Колтунов В. А. Прогнозування збереження якості продовольчих товарів. КНТЕУ. Киев, 2002. 198 с.

148. Гинзбург А. С., Громов М. А. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов. Москва: Агропромиздат, 1987. 272 с.

149. Сабуров Н. В., Антонов М. В., Широков Е. П. Хранение и переработка плодов и овощей. Москва: Изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1963. 463 с.

150. Пузік Л. М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин: дис. ... д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.15. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків. 2010. 391 с.

151. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак урожайності у динамічних рядах різної тривалості // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2005. № 2. С. 5–20.

152. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научн.-техн. бюл. ВСГИ. Одесса,

1981. Вып. 39. С. 8–14.

153. Теплицкий М. Г. Многокритериальный выбор комплексов технических средств для животноводства // Техника в сел. хоз-ве. 1989. №6. С. 25.

154. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Москва: Наука, 1976. С. 9–63.

155. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. Москва: Высш. шк., 1985. 327 с.

156. Терентьев В. П. Дальнейшее развитие метода корреляционных плеяд. Применение математических методов в биологии. Ленинград: ЛГУ, 1960. С. 27–36.

157. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. Київ: Вища шк., 1994. С. 43.

158. Колтунов В. А. та ін. Наукові дослідження у товарознавстві сільськогосподарських продуктів: монографія / за заг. ред. д-ра с.-г. наук, проф. В. А. Колтунова. Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2016. 236 с.

159. Болотських О. С., Довгаль М. М. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві. Харків, 1999. 28 с.

160. Боровиков В. П., Боровиков И. П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows Statistica. Москва: Филинь, 1997. 608 с.

161. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Вплив погодних умов на формування вмісту основних компонентів хімічного складу плодів овочів // Збірник наукових праць Уман. нац. ун-ту садівництва. 2012. Вип. 81. Ч. 1. Агрономія. С. 144–149.

162. Янчук Т. В., Макаркина М. А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление сахаров и органических кислот в ягодах смородины черной // Современное садоводство. 2014. № 2.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/2/25.pdf> (дата звернення: 16.05.2015).

163. Hofmann S. Wirkung von Bewässerung auf Ertrag und Fruchtqualität bei Roter und Schwarzer Johannisbeere // *Erwerbsobstbau*. 1995. №. 4. S. 113–117.

164. Zheng J., Yang B., Toumasjukka S., Ou Sh., Kalio H. Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice // *J. Agriculture and Food Chemistry*. 2009. № 7. P. 2977–2987.

165. Сыровата В. И., Теплицкий М. Г., Карташов С. Г. Применение ЭВМ при оптимизации технологических линий в животноводстве. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 27–30.

166. 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.

167. 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.

168. 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.

169. 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.

170. 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.

171. 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.

172. 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.

173. 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.

174. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Фізичні та теплофізичні властивості плодів овочів залежно від сорту та ступеня стиглості // Збірник наукових праць Уманського нац. ун-ту садівництва. 2013. Вип. 83. С. 38–43.

175. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Серия «Теоретическая физика». Т. 5. Статистическая физика. Ч.1. Изд. 3-е, доп. Москва: Наука, 1976. 584 с.

176. Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика. Изд. 4-е. Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2008. 480 с.

177. Волков А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник. Минск: Современная школа, 2005. 608 с.

178. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской // Вестник Белорус. ГСИ. Горки, 2015. № 3. С. 107–110.

179. Рубин Б. А., Ладыгина М. Е. Физиология и биохимия дыхания растений. Москва: Изд-во МГУ, 1974. 511 с.

180. Сирий М. М., Кулешов М. М., Гаджиева Н. М. Біохімія рослин: навч. посібник. ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків, 2006. С. 103–104.

181. Ленинджер А. Основы биохимии: в 3-х т. Москва: Мир, 1985. Т. 2. 731 с.
182. Bowler C., Van Montagu M., Inze D. Superoxide dismutase and stress tolerance // *Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biology.* 1992. Vol. 43. P. 83–116.
183. Вітанова О. Д. Зберігання броколі // *Овочівництво і баштанництво: міжвід. темат. наук. зб. НААНУ, ІОБ. Харків, 1999. № 44. С. 226–228.*
184. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. Изд 3-е, перероб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1989. 302 с.
185. Thompson A. K. *Fruit and vegetables: harvesting, handling and storage.* Blackwell Publishing Ltd., 2003. P. 330.
186. Nei D., Uchino T., Sakai N., Tanaka S.I. Prediction of sugar consumption in shredded using a respiratory model // *J. Postharvest Biology and Tehnology.* 2006. № 41. P. 56–61.
187. Podsedek A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review // *J. LWT – Food Science and Technology.* 2007. Vol. 40. P. 1–11.
188. Горбачев В. В., Горбачева В. Н. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник. Минск: Книжный Дом; Интерпрессервис, 2002. 544 с.
189. 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.
190. 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.
191. Спосіб зберігання капусти броколі: пат. 83674 Україна, МПК А 23В 7/04 / Пузік Л. М., Пузік В. К., Бондаренко В. А.; заявник та власник

ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – № у 2013 03300; заявл. 18.03.2013, чинний з 25.09.2013, Бюл. № 18.

192. 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.

193. 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.

194. Пузік 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.

195. 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.

196. 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.

197. 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.

198. Бондаренко В. А., Пузік 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.

ДОДАТКИ

Додаток А

За даними метеостанції ХНАУ ім. В.В. Докучаєва

Рік	Місяць														
	05		06			07			08			09			10
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кількість опадів, мм															
1945-1990	13,0	21,0	15,0	22,0	22,0	17,0	29,0	25,0	16,0	21,0	19,0	17,0	13,0	13,0	11,0
2011	4,9	14,9	0,3	51,2	143,1	48,2	0,0	42,8	10,9	38,1	12,5	11,9	2,1	2,2	10,0
2012	14,9	12,0	20,4	6,2	21,7	2,9	12,7	4,7	22,8	15,2	71,0	2,8	3,5	0,7	22,4
2013	10,6	34,2	5,1	21,8	25,4	6,5	25,0	35,1	23,5	0,0	32,4	14,7	29,7	63,5	0,0
2014	12,5	32,2	75,8	14,7	65,5	23,3	9,2	16,4	2,0	13,5	28,5	0,0	0,0	25,6	0,0
Температура повітря, °С															
1945-1990	15,8	16,4	18,7	18,9	19,9	20,2	20,9	20,5	20,5	20,1	18,3	16,3	13,7	11,5	9,0
2011	16,8	20,1	21,4	21,1	19,0	20,8	24,3	23,8	21,0	23,1	19,8	16,6	15,8	13,3	13,9
2012	22,2	18,4	20,6	24,7	21,5	24,2	23,0	20,6	27,3	18,8	19,1	16,1	17,5	16,3	14,8
2013	21,8	21,4	21,1	24,3	23,5	23,9	22,0	18,4	21,8	24,3	19,9	13,7	15,6	8,7	6,2
2014	21,9	23,2	23,1	17,8	17,3	20,6	23,5	23,4	26,8	25,0	19,7	18,9	15,0	12,9	8,6

Продовження додатку А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Відносна вологість повітря, %															
1945-1990	55	58	57	60	61	62	62	61	62	61	64	63	67	69	72
2011	64	54	46	64	74	75	57	65	57	59	57	62	63	65	75
2012	57	61	63	56	57	50	57	48	51	67	76	69	60	69	68
2013	61	63	61	51	62	56	57	77	69	49	64	80	77	85	77
2014	56	55	56	65	71	62	57	52	46	53	58	52	47	71	62

Додаток Б

Метод багатокритеріальної оптимізації
(геометрична перевірка критеріїв)

В основі методу лежить застосування механізму прийняття рішення за багатьма критеріями, які дають змогу виключити вплив одиниць виміру показників (елементи урожайності та біохімічні властивості головок), а також величин інтервалів допустимих значень кожного показника на вибір гібрида (цільова функція).

Елементами врожайності та біохімічними показниками (критеріями A_j) капусти броколі є: A_1 – маса центральної головки; A_2 – урожайність центральних головок; A_3 – урожайність бічних головок; A_4 – загальна урожайність; A_5 – коефіцієнт стабільності врожайності центральних головок; A_6 – коефіцієнт стабільності врожайності бічних головок; A_7 – коефіцієнт стабільності загальної врожайності; A_8 – вміст сухих речовин у центральних головках; A_9 – вміст сухих розчинних речовин у центральних головках; A_{10} – вміст аскорбінової кислоти у центральних головках; A_{11} – загальний вміст цукрів у центральних головках; A_{12} – вміст редукувальних цукрів у центральних головках; A_{13} – вміст сухих речовин у бічних головках; A_{14} – вміст сухих розчинних речовин у бічних головках; A_{15} – вміст аскорбінової кислоти у центральних головках; A_{16} – загальний вміст цукру в бічних головках; A_{17} – вміст редукувальних цукрів у бічних головках.

Елементами врожайності та біохімічними показниками (критеріями A_j) капусти брюссельської є: A_1 – середня маса головки; A_2 – кількість головок на рослині; A_3 – продуктивність однієї рослини; A_4 – загальна урожайність; A_5 – коефіцієнт стабільності врожайності; A_6 – вміст сухих речовин; A_7 – вміст аскорбінової кислоти; A_8 – загальний вміст цукрів; A_9 – вміст редукувальних цукрів.

Для виключення впливу одиниць виміру врожайних та біохімічних показників різних гібридів капусти проводимо операцію нормування, яка

дасть можливість перевести значення цих показників у безмірні величини ($f_j \rightarrow \underline{f}_j$).

Перед проведенням нормування необхідно встановити:

1) максимальне (f_j^+) та мінімальне (f_j^-) i -го критерію досліджуваних гібридів (x_i);

2) оптимальне значення (f_j^{onm}) j -го критерію за правилом:

– якщо оцінений критерій f_j прагне до мінімального значення ($f_j^{onm} \rightarrow \min$), то $f_j^{onm} = f_j^-$;

– якщо оцінений критерій f_j прагне до максимального значення ($f_j^{onm} \rightarrow \max$), то $f_j^{onm} = f_j^+$.

Прагнення оптимального значення f_j -го критерію ($f_j^{onm} \rightarrow \min$, $f_j^{onm} \rightarrow \max$) враховується при виборі формули 1, 2 для проведення операції нормування:

$$\underline{f}_j(x_i) = \frac{(f_j(x_i) - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, \text{ якщо } f_j^{onm} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\underline{f}_j(x_i) = \frac{(f_j^+ - f_j(x_i))}{(f_j^+ - f_j^-)}, \text{ якщо } f_j^{onm} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $\underline{f}_j(x_i)$ – значення f_j -го критерію нормування для i -го гібрида;

$f_j(x_i)$ – значення f_j -го критерію нормування для i -го гібрида у відповідних одиницях виміру;

$[f_j^+; f_j^-]$ – область допустимих значень j -го критерію гібридів, що порівнюють.

Після проведення операції нормування розраховують значення цільової функції (φ) для кожного гібрида (x_i) за формулою 3:

$$\varphi(x_i) = \sum^n | \underline{f}_j(x_i) - \underline{f}_j(x^u) | \rightarrow \min, \text{ де } 0 \leq \underline{f}_j(x_i) \leq 1, \quad (3)$$

$$\underline{f}_j(x^u) = 1;$$

$\varphi(x_i)$ – цільова функція i -го гібриду;

n – кількість критеріїв;

$\underline{f}_j(x_i)$ – значення j -го критерію в нормованому вигляді для i -го гібрида;

$f_j(x'')$ – значення j -го критерію в нормованому вигляді для ідеального гібрида;

x'' – ідеальний гібрид (з оптимальним значенням критеріїв).

Доведемо, що $f_j(x'')=1$.

Якщо $f_j^{\text{onm}} \rightarrow \max$, то відповідно до формули 1

$$f_j(x'') = \frac{(f_j(x'') - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)}, \text{ оскільки } f_j(x'') = f_j^{\text{onm}} = f_j^+, \text{ то}$$

$$f_j(x'') = \frac{(f_j^+ - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)} = \frac{1}{1}.$$

Якщо $f_j^{\text{onm}} \rightarrow \min$, то відповідно до формули 2

$$f_j(x'') = \frac{(f_j^+ - f_j(x''))}{(f_j^+ - f_j^-)}, \text{ оскільки } f_j(x'') = f_j^{\text{onm}} = f_j^-, \text{ то}$$

$$f_j(x'') = \frac{(f_j^+ - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)} = \frac{1}{1}.$$

Кращий гібрид визначається з умов найбільшого приближення його цільової функції $[\varphi(x_i)]$ до цільової функції ідеального гібрида $[\varphi(x'')]$, яка дорівнює нулю.

Доведемо, що $\varphi(x'') = 0$.

Відповідно до формули 3:

$$\varphi(x'') = \sum^n | f_j(x_i) - f_j(x'') | = \sum^n | 1-1 | = 0$$

Таким чином, чим менша величина цільової функції сорту $\varphi(x_i)$ у діапазоні значень критеріїв досліджуваних гібридів, тим вища його якість. На цьому принципі основана побудова ран жувальної низки і вибір у діапазоні значень показників порівнюваних гібридів комплексу елементів урожайності та біохімічних показників кращого гібрида.

Додаток В

Додаток В. 1

Урожайність капусти броколі залежно від гібрида
та умов вегетаційного періоду

Рік (фактор В)	Гібрид (фактор А)		
	Айронмен F ₁	Агассі F ₁	Бомонт F ₁
1	2	3	4
Урожайність центральних головок, т/га			
2011	6,8	6,1	6,8
2012	4,5	3,6	4,9
2013	4,7	3,9	5,0
2014	4,9	4,2	5,5
НІР ₀₅	0,7		
Середнє	5,2	4,5	5,6
SF	1,5	1,7	1,4
As, %	79,6	74,9	84,4
Урожайність бічних головок, т/га			
2011	4,3	3,0	2,6
2012	4,2	2,5	1,7
2013	4,4	3,4	2,7
2014	4,7	4,0	3,5
НІР ₀₅	0,8		
Середнє	4,4	3,2	2,6
SF	0,5	1,5	2,1
As, %	95,1	80,2	71,6
Урожайність загальна, т/га			
2011	11,0	9,2	9,5
2012	8,6	6,1	6,6
2013	9,1	7,4	7,7

Продовження додатку В. 1

1	2	3	4
2014	9,6	8,2	9,0
НІР ₀₅	0,9		
Середнє	9,6	7,7	8,2
SF	1,3	1,5	1,4
As, %	89,2	83,0	84,0
Частка центральних головок у загальній урожайності, %			
2011	61,3	66,9	72,1
2012	51,9	60,5	74,0
2013	52,0	53,4	64,6
2014	50,9	51,7	60,8
НІР ₀₅	8,8		
Середнє	54,0	58,1	67,9

Додаток В. 2

Урожайність капусти брюссельської залежно від гібрида
та умов вегетаційного періоду

Рік (фактор В)	Гібрид (фактор А)	
	Абакус F ₁	Бріліант F ₁
1	2	3
Кількість головок, шт./росл.		
2011	84,0	89,0
2012	62,0	58,0
2013	63,0	59,0
2014	73,0	65,0
НІР ₀₅	6,0	
Середнє	71,0	68,0
Продуктивність рослини, г		
2011	711,9	1593,3
2012	562,5	1556,8
2013	413,8	1204,9
2014	579,1	730,1
НІР ₀₅	108,0	
Середнє	566,8	1271,3
Урожайність, т/га		
2011	20,3	45,5
2012	16,1	44,5
2013	11,8	34,4
2014	16,6	20,8
НІР ₀₅	3,1	
Середнє	16,2	36,3
SF	1,7	2,2
As, %	78,5	68,4

1	2	3
Середня маса головки з верхньої частини рослини, г		
2011	10,9	24,3
2012	15,0	40,1
2013	8,5	21,8
2014	10,1	13,4
НІР ₀₅	2,7	
Середнє	11,1	24,9
Середня маса головки з середньої частини рослини, г		
2011	8,4	16,3
2012	8,8	26,6
2013	6,3	20,4
2014	6,7	9,8
НІР ₀₅	1,7	
Середнє	7,6	18,3
Середня маса головки з нижньої частини рослини, г		
2011	7,5	10,5
2012	5,6	14,1
2013	5,0	19,7
2014	5,9	8,5
НІР ₀₅	1,1	
Середнє	6,0	13,2

Додаток В. 3

Вміст деяких компонентів хімічного складу в центральних головках гібридів капусти броколі

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	СР, %	СРР, %	Вміст цукрів, %			АК, мг/100 г
				загальний	РЦ	сахароза	
Айронмен F ₁	2011	11,6	9,1	3,4	2,7	0,7	102,6
	2012	15,5	10,9	3,5	1,7	1,7	133,6
	2013	10,0	8,3	3,3	1,3	1,9	118,1
	2014	13,1	10,7	3,6	1,5	2,0	130,1
Агассі F ₁	2011	11,3	8,8	3,2	2,3	0,9	84,5
	2012	14,9	10,0	3,4	1,7	1,6	126,2
	2013	9,8	8,1	2,9	1,4	1,4	100,0
	2014	12,7	10,3	3,2	1,7	1,4	118,7
Бомонт F ₁	2011	11,7	8,4	2,7	2,4	0,4	110,9
	2012	15,6	8,8	3,2	1,6	1,4	141,0
	2013	10,0	7,9	2,6	1,4	1,2	129,1
	2014	13,4	8,7	3,0	1,7	1,2	138,2
НІР ₀₅		1,1	0,5	0,3	0,3	0,4	13,5
Айронмен F ₁	Середнє	12,6	9,8	3,5	1,8	1,6	121,1
Агассі F ₁	Середнє	12,2	9,3	3,2	1,8	1,3	107,4
Бомонт F ₁	Середнє	12,7	8,5	2,9	1,8	1,1	129,8

Додаток В. 4

Вміст деяких компонентів хімічного складу в бічних головках гібридів капусти броколі

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	СР, %	СРР, %	Вміст цукрів, %			АК, мг/100 г
				загальний	РЦ	сахароза	
Айронмен F ₁	2013	10,4	6,9	3,0	2,3	0,7	88,4
	2014	15,5	7,9	3,2	2,1	1,0	92,3
Агассі F ₁	2013	10,0	6,5	1,9	1,4	0,5	77,4
	2014	15,0	7,0	3,0	1,8	1,1	88,5
Бомонт F ₁	2013	11,4	6,7	1,4	1,1	0,3	102,6
	2014	16,0	7,5	2,3	1,7	0,6	111,9
НІР ₀₅		1,8	1,0	0,5	0,6	0,4	15,8
Айронмен F ₁	Середнє	13,0	7,4	3,1	2,2	0,9	90,4
Агассі F ₁	Середнє	12,5	6,8	2,5	1,6	0,8	83,0
Бомонт F ₁	Середнє	13,7	7,1	1,9	1,4	0,5	107,3

Додаток В. 5

Вміст деяких компонентів хімічного складу в головках гібридів
капусти брюссельської

Гібрид (фактор А)	Рік (фактор В)	СР, %	Вміст цукрів, %			АК, мг/100 г
			загальний	РЦ	сахароза	
Абакус F ₁	2011	15,0	5,3	2,1	3,0	124,2
	2012	12,7	4,0	1,9	2,0	137,1
	2013	11,0	3,2	1,6	1,5	112,3
	2014	18,2	3,7	1,6	2,0	120,0
Брілліант F ₁	2011	16,8	5,6	2,2	3,2	137,5
	2012	14,9	5,2	2,3	2,8	152,6
	2013	13,6	4,8	2,0	2,7	131,6
	2014	20,0	5,0	2,0	2,9	135,5
НІР ₀₅		0,9	0,3	0,3	0,2	10,7
Абакус F ₁	Середнє	14,2	4,1	1,8	2,1	123,4
Брілліант F ₁	Середнє	16,3	5,2	2,1	2,9	139,3

Додаток Д

Розрахунок вибору оптимального гібрида капусти брюссельської методом багатокритеріальної оптимізації

I. Створення матриці значень елементів урожайності та компонентів хімічного складу по гібридах за допомогою встановлення допустимих інтервалів значень $[f_j^+; f_j^-]$ критеріїв (A_j) групи гібридів (x_i), які вивчали і визначення прагнення оптимального значення (f_j^{onm}) j -го критерію.

Допустимі інтервали значень кожного критерію устанавлюються в межах максимальних і мінімальних його величин (у відповідних одиницях виміру) з урахуванням індивідуальних допусків.

A_1 – середня маса головки, г:

$$f_1^- = f_1(x_1) = 8,0 - 0,5 = 7,5 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_1^+ = f_1(x_2) = 19,2 + 0,5 = 19,7 \quad f^{onm} = 19,7$$

A_2 – кількість головок на рослині, шт.:

$$f_2^- = f_2(x_2) = 68,0 - 0,5 = 67,5 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_2^+ = f_2(x_1) = 71,0 + 0,5 = 71,5 \quad f^{onm} = 71,5$$

A_3 – продуктивність однієї рослини, г:

$$f_3^- = f_3(x_1) = 566,8 - 0,5 = 566,3 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_3^+ = f_3(x_2) = 1271,3 + 0,5 = 1271,8 \quad f^{onm} = 1271,8$$

A_4 – Урожайність, т/га:

$$f_4^- = f_4(x_1) = 16,2 - 0,5 = 15,7 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_4^+ = f_4(x_2) = 36,3 + 0,5 = 36,8 \quad f^{onm} = 36,8$$

A_5 – коефіцієнт стабільності урожайності:

$$f_5^- = f_5(x_1) = 1,7 - 0,5 = 1,2 \quad f^{onm} \rightarrow \min$$

$$f_5^+ = f_5(x_2) = 2,2 + 0,5 = 2,7 \quad f^{onm} = 1,2$$

A_6 – вміст сухих речовин, %:

$$f_6^- = f_6(x_1) = 14,2 - 0,5 = 13,7 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_6^+ = f_6(x_2) = 16,3 + 0,5 = 16,8 \quad f^{onm} = 16,8$$

A_7 – вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г:

$$f_7^- = f_7(x_1) = 123,4 - 0,5 = 122,9 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_7^+ = f_7(x_2) = 139,3 + 0,5 = 139,8 \quad f^{onm} = 139,8$$

A_8 – загальний вміст цукрів, %

$$f_8^- = f_8(x_1) = 4,1 - 0,5 = 3,6 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_8^+ = f_8(x_2) = 5,2 + 0,5 = 5,7 \quad f^{onm} = 5,7$$

A_9 – вміст редукувальних цукрів, %:

$$f_9^- = f_9(x_1) = 1,8 - 0,3 = 1,5 \quad f^{onm} \rightarrow \max$$

$$f_9^+ = f_9(x_2) = 2,1 + 0,3 = 2,4 \quad f^{onm} = 2,4$$

II. Операція нормування – переведення несумірних за значенням критеріїв (A_j) у безмірні величини (f_j) за формулою 2.15 та 2.16

Середня маса головки A_1 :

$$f_1(x_1) = \frac{8,0 - 7,5}{19,7 - 7,5} = 0,041;$$

$$f_1(x_2) = 0,959$$

2. Кількість головок на рослині A_2 :

$$f_2(x_1) = \frac{71,0 - 67,5}{71,5 - 67,5} = 0,875;$$

$$f_2(x_2) = 0,125$$

3. Продуктивність однієї рослини A_3 :

$$f_3(x_1) = \frac{566,8 - 566,3}{1271,8 - 566,3} = 0,001;$$

$$f_3(x_2) = 0,999$$

4. Урожайність A_4 :

$$f_4(x_1) = \frac{16,2 - 15,7}{36,8 - 15,7} = 0,024;$$

$$f_4(x_2) = 0,976$$

5. Коефіцієнт стабільності урожайності A_5 :

$$f_5(x_1) = \frac{2,7 - 1,7}{2,7 - 1,2} = 0,667;$$

$$f_5(x_2) = 0,333$$

6. Вміст сухих речовин A_6 :

$$f_6(x_1) = \frac{14,2 - 13,7}{16,8 - 13,7} = 0,161;$$

$$f_6(x_2) = 0,839$$

7. Вміст аскорбінової кислоти A_7 :

$$f_7(x_1) = \frac{123,4 - 122,9}{139,8 - 122,9} = 0,030;$$

$$f_7(x_2) = 0,970$$

8. Загальний вміст цукрів A_8 :

$$f_8(x_1) = \frac{4,1 - 3,6}{5,7 - 3,6} = 0,238;$$

$$f_8(x_2) = 0,762$$

9. Вміст редукувальних цукрів A_9 :

$$f_9(x_1) = \frac{1,8 - 1,5}{2,4 - 1,5} = 0,333;$$

$$f_9(x_2) = 0,667$$

III. Визначення значень цільової функції для кожного гібрида $\varphi(x_i)$ за формулою 2.17:

$$\begin{aligned} \varphi(x_1) = & |0,041 - 1| + |0,875 - 1| + |0,001 - 1| + |0,024 - 1| + |0,667 - 1| + |0,161 - 1| + \\ & + |0,030 - 1| + |0,238 - 1| + |0,333 - 1| = 6,63; \end{aligned}$$

$$\varphi(x_2) = 2,37.$$

Вибір кращого гібрида визначається із умов найбільшого приближення $\varphi(x_i) \rightarrow \varphi(x^u) = 0$.

$$\varphi(x_1) = 6,63 - \text{гібрид Абакус } F_1 \text{ (2 ранг),}$$

$$\varphi(x_2) = 2,37 - \text{гібрид Бріліант } F_1 \text{ (1 ранг).}$$

Додаток Ж

Додаток Ж. 1

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), мг CO₂/кг·год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	14,4	4,8							
ПП		14,4	11,2	9,2	7,8	8,1	8,4	9,0		
СП		14,4	9,7	6,8	5,0	4,8	5,3	5,8	7,2	
СПП		14,4	10,4	8,0	6,7	5,5	5,5	6,1	7,5	9,6
Контроль	Агассі F ₁	18,4	7,5							
ПП		18,4	12,8	9,6	8,3	8,8	10,2			
СП		18,4	10,2	5,9	3,7	4,0	5,1	6,1		
СПП		18,4	11,1	6,8	4,6	4,2	6,0	8,9		
Контроль	Бомонт F ₁	16,8	5,2							
ПП		16,8	11,0	7,7	6,7	7,1	7,6	8,2		
СП		16,8	9,0	5,5	4,3	3,9	4,3	5,2	6,0	
СПП		16,8	9,1	7,2	6,2	5,5	4,9	5,6	6,4	7,7
НІР ₀₅		4,6	0,8	0,3	0,8	0,6	0,6	0,7	0,3	0,6

Додаток Ж. 2

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), мг CO₂/кг·год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	16,3	5,3							
ПП		16,3	12,9	10,3	8,7	9,0	9,6	10,4		
СП		16,3	12,0	8,1	5,6	5,0	5,5	6,3	7,5	
СПП		16,3	12,5	10,0	8,3	7,1	6,7	7,3	8,2	10,9
Контроль	Агассі F ₁	20,7	8,2							
ПП		20,7	14,8	11,7	9,7	10,5	12,3			
СП		20,7	11,0	6,5	4,7	5,2	6,8	9,6		
СПП		20,7	13,0	8,0	5,4	5,3	7,8	10,0	12,5	
Контроль	Бомонт F ₁	17,3	5,6							
ПП		17,3	11,9	8,8	7,8	8,2	8,9	9,4		
СП		17,3	9,6	6,0	4,9	4,2	4,6	5,8	7,3	
СПП		17,3	10,4	7,8	6,5	5,7	5,4	6,2	7,5	9,3
НІР ₀₅		3,9	0,8	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	0,2

Додаток Ж. 3

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), мг CO₂/кг·год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	15,4	5,1							
ПП		15,4	12,4	9,8	8,4	8,6	9,1	10,2		
СП		15,4	10,5	7,4	5,3	4,8	5,4	6,1	7,3	
СПП		15,4	11,1	8,8	7,7	6,4	6,2	6,5	7,7	10,1
Контроль	Агассі F ₁	19,4	8,0							
ПП		19,4	13,7	10,1	8,8	9,5	11,1			
СП		19,4	10,7	6,1	3,9	4,6	5,7	6,8		
СПП		19,4	11,8	7,1	5,0	4,9	7,4	9,7		
Контроль	Бомонт F ₁	17,2	5,3							
ПП		17,2	11,4	8,2	7,0	7,4	8,0	9,0		
СП		17,2	8,8	5,2	4,1	3,7	4,1	5,0	5,3	
СПП		17,2	9,0	7,0	6,0	5,2	4,7	5,5	6,2	7,2
НІР ₀₅		0,8	0,9	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2

Додаток Ж. 4

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида
(2011–2013 рр.), мг CO₂/кг·год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	15,4	5,1							
ПП		15,4	12,2	9,8	8,3	8,6	9,0	9,9		
СП		15,4	10,7	7,4	5,3	4,9	5,4	6,1	7,3	
СПП		15,4	11,3	8,9	7,6	6,3	6,1	6,6	7,8	10,2
Контроль	Агассі F ₁	19,5	7,9							
ПП		19,5	13,8	10,5	8,9	9,6				
СП		19,5	10,6	6,2	4,1	4,6	5,9	7,5		
СПП		19,5	12,0	7,3	5,0	4,8	7,1	9,5		
Контроль	Бомонт F ₁	17,1	5,4							
ПП		17,1	11,4	8,2	7,2	7,6	8,2	8,9		
СП		17,1	9,1	5,6	4,4	3,9	4,3	5,3	6,2	
СПП		17,1	9,5	7,3	6,2	5,5	5,0	5,8	6,7	8,1
НІР ₀₅		1,0								

Додаток Ж. 5

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.),

мг CO₂/кг год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	15,1	8,6						
ПП		15,1	12,6	11,4	10,8	11,1	12,7		
1 кг ПП		15,1	11,0	7,1	5,0	4,2	4,7	5,3	6,7
0,5 кг СП		15,1	10,8	6,6	4,4	3,5	3,8	4,5	6,1
Контроль	Бріліант F ₁	13,9	7,2						
ПП		13,9	11,0	10,1	9,7	10,3	11,6		
1 кг ПП		13,9	9,5	6,7	4,7	3,6	3,6	4,1	5,1
0,5 кг СП		13,9	9,0	5,8	4,0	3,1	3,1	3,2	4,3
НІР ₀₅		0,6	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5

Додаток Ж. 6

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.),
 мг CO₂/кг год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	15,4	10,3						
ПП		15,4	14,5	14,0	13,7	14,2	15,8		
1 кг ПП		15,4	12,2	9,2	6,1	5,8	6,1	7,3	8,7
0,5 кг СП		15,4	11,7	8,5	6,0	4,9	5,3	6,3	7,6
Контроль	Бріліант F ₁	14,2	9,6						
ПП		14,2	13,3	13,0	12,8	13,5	14,7		
1 кг ПП		14,2	10,5	8,1	6,0	4,6	4,6	5,0	6,8
0,5 кг СП		14,2	9,9	7,4	5,3	4,3	4,5	4,6	5,6
НІР ₀₅		0,4	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5

Додаток Ж. 7

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.),
 мг CO₂/кг год,

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Контроль	Абакус F ₁	14,5	5,5								
ПП		14,5	10,6	8,2	7,3	7,8	9,8				
1 кг ПП		14,5	9,7	6,0	4,0	3,4	4,2	4,9	5,8		
0,5 кг СП		14,5	9,3	5,4	3,5	2,8	3,4	4,2	5,5		
Контроль	Бріліант F ₁	13,4	4,4								
ПП		13,4	9,1	6,7	6,2	6,9	8,1				
1 кг ПП		13,4	8,5	5,5	3,2	2,3	2,7	3,0	3,4	4,0	4,5
0,5 кг СП		13,4	8,0	4,7	3,0	1,6	2,1	2,2	2,8	3,0	3,3
НІР ₀₅		0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4

Додаток Ж. 8

Динаміка інтенсивності дихання головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.),
 мг CO₂/кг год

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	15,0	8,1						
ПП		15,0	12,6	11,2	10,6	11,0	12,8		
1 кг ПП		15,0	11,0	7,4	5,0	4,5	5,0	5,8	7,1
0,5 кг СП		15,0	10,6	6,8	4,6	3,7	4,2	5,0	6,4
Контроль	Бріліант F ₁	13,8	7,1						
ПП		13,8	11,1	9,9	9,6	10,2	11,5		
1 кг ПП		13,8	9,5	6,8	4,6	3,5	3,6	4,0	5,1
0,5 кг СП		13,8	9,0	6,0	4,1	3,0	3,2	3,3	4,2
НІР ₀₅		0,9							

Додаток 3
Додаток 3. 1

Активність каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), мл O₂,

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Айронмен F ₁	4,6	5,2	6,0	-	-	-	-	5	3,5	4,3	5,5
ПП		4,6	5,2	6,0	15	1,9	1,7	1,6	30	1,6	1,5	1,3
СП		4,6	5,2	6,0	20	3,6	2,8	2,5	35	2,7	2,0	1,6
СПП		4,6	5,2	6,0	20	2,8	2,3	1,8	40	2,3	1,7	1,5
Контроль	Агассі F ₁	5,1	6,5	7,3	-	-	-	-	5	3,8	4,3	5,0
ПП		5,1	6,5	7,3	10	1,7	1,6	1,5	20	1,5	1,5	1,3
СП		5,1	6,5	7,3	15	3,7	3,2	2,8	30	2,8	2,5	2,3
СПП		5,1	6,5	7,3	15	2,8	2,4	2,1	30	2,1	1,8	1,5
Контроль	Бомонт F ₁	3,2	4,5	5,4	-	-	-	-	5	2,6	3,1	4,6
ПП		3,2	4,5	5,4	15	2,0	1,8	1,6	30	1,8	1,6	1,5
СП		3,2	4,5	5,4	20	2,7	2,6	2,3	35	2,2	1,8	1,7
СПП		3,2	4,5	5,4	20	2,4	1,9	1,8	40	2,1	1,7	1,7
НІР ₀₅		0,2	0,1	0,1								

Додаток 3. 2

Активність каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Айронмен F ₁	1,6	1,0	0,8	-	-	-	-	5	1,2	0,7	0,3
ПП		1,6	1,0	0,8	15	0,9	0,7	0,5	30	0,5	0,3	0,2
СП		1,6	1,0	0,8	20	1,3	1,2	1,0	35	1,1	0,9	0,8
СПП		1,6	1,0	0,8	20	1,2	1,0	0,8	40	1,0	0,8	0,7
Контроль	Агасі F ₁	1,9	1,6	1,2	-	-	-	-	5	1,4	0,7	0,3
ПП		1,9	1,6	1,2	15	0,8	0,6	0,5	25	0,6	0,2	0,1
СП		1,9	1,6	1,2	15	1,5	1,3	1,2	30	1,3	1,2	1,2
СПП		1,9	1,6	1,2	20	1,3	1,2	1,0	35	1,1	1,0	0,9
Контроль	Бомонт F ₁	1,5	1,3	1,0	-	-	-	-	5	1,2	0,7	0,3
ПП		1,5	1,3	1,0	15	0,9	0,7	0,5	30	0,4	0,3	0,2
СП		1,5	1,3	1,0	20	1,3	1,1	1,0	35	1,2	0,9	0,7
СПП		1,5	1,3	1,0	20	1,2	0,9	0,7	40	1,0	0,8	0,6
НІР ₀₅		0,1	0,1	0,1								

Додаток 3. 3

Активність каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Айронмен F ₁	3,1	2,9	2,5	-	-	-	-	5	2,5	2,1	1,8
ПП		3,1	2,9	2,5	15	1,8	1,5	1,2	30	1,3	0,9	0,8
СП		3,1	2,9	2,5	20	2,8	2,5	2,3	35	2,6	2,3	2,0
СПП		3,1	2,9	2,5	20	2,4	2,2	2,1	40	2,1	2,1	1,7
Контроль	Агассі F ₁	3,6	3,2	3,0	-	-	-	-	5	2,8	2,5	2,2
ПП		3,6	3,2	3,0	15	1,7	1,3	1,0	25	1,0	1,0	0,7
СП		3,6	3,2	3,0	15	3,2	3,0	2,8	30	2,1	1,7	1,7
СПП		3,6	3,2	3,0	15	2,4	2,0	1,6	30	1,6	1,3	0,9
Контроль	Бомонт F ₁	2,7	2,5	2,2	-	-	-	-	5	2,3	1,7	1,4
ПП		2,7	2,5	2,2	15	1,8	1,6	1,2	30	1,3	1,0	0,9
СП		2,7	2,5	2,2	20	2,5	2,1	1,7	35	2,3	1,8	1,5
СПП		2,7	2,5	2,2	20	2,2	1,8	1,5	40	1,8	1,6	1,2
НІР ₀₅		0,2	0,1	0,3								

Додаток 3. 4

Активність каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Айронмен F ₁	3,1	3,0	3,1	-	-	-	-	5	2,4	2,4	2,5
ПП		3,1	3,0	3,1	15	1,5	1,3	1,1	30	1,1	0,9	0,8
СП		3,1	3,0	3,1	20	2,6	2,2	1,9	35	2,1	1,7	1,5
СПП		3,1	3,0	3,1	20	2,1	1,8	1,6	40	1,8	1,5	1,3
Контроль	Агассі F ₁	3,5	3,8	3,8	-	-	-	-	5	2,7	2,5	2,5
ПП		3,5	3,8	3,8	10-15	1,3-1,7	1,0-1,6	0,8-1,5	20-25	0,8-1,5	0,6-1,5	0,4-1,3
СП		3,5	3,8	3,8	15	2,8	2,5	2,3	25-30	1,7-2,8	1,5-2,5	1,5-2,3
СПП		3,5	3,8	3,8	15-20	1,3-2,6	1,2-2,2	1,0-1,9	30-35	1,1-1,9	1,0-1,6	0,9-1,2
Контроль	Бомонт F ₁	2,5	2,8	2,9	-	-	-	-	5	2,0	1,8	2,1
ПП		2,5	2,8	2,9	15	1,6	1,4	1,1	30	1,2	1,0	0,9
СП		2,5	2,8	2,9	20	2,2	1,9	1,7	35	1,9	1,5	1,3
СПП		2,5	2,8	2,9	20	1,9	1,5	1,3	40	1,6	1,4	1,2
НІР ₀₅		0,2	0,1	0,2								

Додаток 3. 5

Активність каталази у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), мл O₂/3 хв.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	3,1	2,4							
ПП		3,1	2,6	2,0	1,5	1,3	1,2	1,1		
СП		3,1	3,0	2,9	2,8	2,6	2,4	2,2	2,1	
СПП		3,1	2,8	2,6	2,4	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8
Контроль	Агассі F ₁	3,5	2,7							
ПП		3,5	2,8	1,8	1,4	1,2				
СП		3,5	3,3	3,0	2,8	2,6	2,4	2,1		
СПП		3,5	3,0	2,6	2,2	1,9	1,7	1,6		
Контроль	Бомонт F ₁	2,5	2,0							
ПП		2,5	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2		
СП		2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	
СПП		2,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6
НІР ₀₅		0,4								

Додаток 3. 6

Активність каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), мл O₂,

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Абакус F ₁	2,5	2,5	2,5	-	-	-	-	10	1,2	0,9	0,7
ПП		2,5	2,5	2,5	30	1,2	0,9	0,7	50	1,1	0,9	0,6
1 кг ПП		2,5	2,5	2,5	40	1,5	1,3	1,2	70	1,2	0,9	0,7
0,5 кг СП		2,5	2,5	2,5	40	2,0	1,8	1,3	70	1,8	1,4	0,9
Контроль	Бріліант F ₁	1,8	2,0	2,2	-	-	-	-	10	1,0	0,6	0,5
ПП		1,8	2,0	2,2	30	0,9	0,7	0,6	50	0,8	0,6	0,5
1 кг ПП		1,8	2,0	2,2	40	1,1	0,9	0,8	70	0,9	0,7	0,6
0,5 кг СП		1,8	2,0	2,2	40	1,5	1,2	1,0	70	1,3	0,8	0,6
НІР ₀₅		0,3	0,1	0,1								

Додаток 3. 7

Активність каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Абакус F ₁	1,7	2,1	2,4	-	-	-	-	10	1,2	0,9	0,8
ПП		1,7	2,1	2,4	30	0,3	0,2	0,2	50	0,2	0,2	0,1
1 кг ПП		1,7	2,1	2,4	40	0,5	0,5	0,4	70	0,3	0,2	0,2
0,5 кг СП		1,7	2,1	2,4	40	1,5	1,2	1,0	70	0,4	0,2	0,2
Контроль	Бріліант F ₁	1,3	1,5	2,0	-	-	-	-	10	1,0	0,7	0,5
ПП		1,3	1,5	2,0	30	0,5	0,4	0,3	50	0,3	0,3	0,2
1 кг ПП		1,3	1,5	2,0	40	0,7	0,6	0,6	70	0,4	0,2	0,2
0,5 кг СП		1,3	1,5	2,0	40	1,2	1,1	1,0	70	1,0	0,3	0,2
НІР ₀₅		0,1	0,3	0,1								

Додаток 3. 8

Активність каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Абакус F ₁	1,9	2,3	2,7	-	-	-	-	10	1,3	0,8	0,5
ПП		1,9	2,3	2,7	30	1,0	0,9	0,8	50	0,5	0,5	0,5
1 кг ПП		1,9	2,3	2,7	40	1,4	1,2	0,8	70	1,0	0,5	0,5
0,5 кг СП		1,9	2,3	2,7	40	1,6	1,4	1,0	70	1,3	1,2	1,0
Контроль	Бріліант F ₁	1,6	1,9	2,3	-	-	-	-	10	1,2	1,2	1,1
ПП		1,6	1,9	2,3	30	1,0	0,8	0,7	50	0,4	0,4	0,4
1 кг ПП		1,6	1,9	2,3	50	1,3	1,0	0,9	90	0,9	0,8	0,6
0,5 кг СП		1,6	1,9	2,3	50	1,4	1,2	1,1	90	1,2	0,7	0,7
НІР ₀₅		0,3		0,1								

Додаток 3. 9

Активність каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), мл O₂

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.	тривалість зберігання, діб	3 хв.	6 хв.	9 хв.
Контроль	Абакус F ₁	2,0	2,3	2,5	-	-	-	-	10	1,2	0,9	0,7
ПП		2,0	2,3	2,5	30	0,8	0,7	0,6	50	0,6	0,5	0,4
1 кг ПП		2,0	2,3	2,5	40	1,1	1,0	0,8	70	0,8	0,5	0,5
0,5 кг СП		2,0	2,3	2,5	40	1,7	1,5	1,1	70	1,2	0,9	0,7
Контроль	Бріліант F ₁	1,6	1,8	2,2	-	-	-	-	10	1,1	0,8	0,7
ПП		1,6	1,8	2,2	30	0,8	0,6	0,5	50	0,5	0,4	0,4
1 кг ПП		1,6	1,8	2,2	40-50	0,9-1,2	0,8-1,0	0,7-0,9	70-90	0,7-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6
0,5 кг СП		1,6	1,8	2,2	40-50	1,4	1,2	1,0-1,1	70-90	0,9-1,2	0,6-0,7	0,4-0,7
НІР ₀₅		0,2	0,2	0,1								

Додаток 3. 10

Активність каталази у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.),

мл O₂/3 хв.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	2,0	1,2						
ПП		2,0	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6		
1 кг ПП		2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
0,5 кг СП		2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2
Контроль	Бріліант F ₁	1,6	1,1						
ПП		1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5		
1 кг ПП		1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
0,5 кг СП		1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
HIP ₀₅		0,2							

Додаток 3. 11

Результати дисперсійного аналізу трифакторного дослідження з вивчення фізіологічних процесів, що відбуваються під час зберігання у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування (2011–2013 рр.)

Фактор	Вид капусти							
	Броколі				Брюссельська			
	Показники							
	Інтенсивність дихання, мг CO ₂ /кг·год.		Активність каталази, мл O ₂ /3 хв.		Інтенсивність дихання, мг CO ₂ /кг·год.		Активність каталази, мл O ₂ /3 хв.	
	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅
А	14	0,19	22	0,08	18	0,23	36	0,06
В	1	0,16	1	0,07	1	0,16	1	0,04
С	59	0,28	37	0,13	55	0,32	32	0,08
АВ	1	0,32	1	0,15	1	0,32	1	0,08
АС	9	0,56	10	0,25	19	0,64	10	0,16
ВС	5	0,49	3	0,22	1	0,45	1	0,11
АВС	9	0,97	3	0,44	1	0,90	1	0,22
Інші	2		23		4		18	

Додаток К

Додаток К. 1

Тепловиділення головок капусти броколі залежно від виду пакування
та гібрида (2011–2013 рр.), кДж/кг·год

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання	У середині зберігання		У кінці зберігання	
			тривалість зберігання, діб	кДж/кг·год	тривалість зберігання, діб	кДж/кг·год
Контроль	Айронмен F ₁	168,4	-	-	5	55,5
ПП		168,4	15	91,0	30	108,1
СП		168,4	20	53,3	35	80,4
СПП		168,4	20	69,4	40	111,8
Контроль	Агассі F ₁	213,7	-	-	5	86,6
ПП		213,7	10-15	91,0-101,4	20-25	111,8-128,3
СП		213,7	15	44,9	25-30	74,5-86,1
СПП		213,7	15-20	52,6-55,9	30-35	108,5-137,0
Контроль	Бомонт F ₁	187,4	-	-	5	58,8
ПП		187,4	15	78,5	30	97,2
СП		187,4	20	43,1	35	68,0
СПП		187,4	20	59,9	40	88,4
НІР ₀₅		34,2				

Додаток К. 2

Тепловиділення головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), кДж/кг·год

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання	У середині зберігання		У кінці зберігання	
			строк зберігання, діб	кДж/кг·год	строк зберігання, діб	кДж/кг·год
Контроль	Абакус F ₁	164,4	-	-	10	89,2
ПП		164,4	30	116,2	50	139,9
1 кг ПП		164,4	40	49,0	70	77,5
0,5 кг СП		164,4	40	40,9	70	70,2
Контроль	Бріліант F ₁	151,6	-	-	10	77,4
ПП		151,6	30	104,9	50	125,7
1 кг ПП		151,6	40-50	29,6-45,0	70-90	49,3-65,2
0,5 кг СП		151,6	40-50	23,0-40,6	70-90	36,2-54,3
НІР ₀₅		5,5				

Додаток Л

Додаток Л. 1

Динаміка природних втрат маси капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	11,9								
ПП		1,2	2,1	3,0	3,4	4,2	4,6	5,5		
СП		0,3	0,5	0,6	0,8	1,3	1,7	1,9	2,0	
СПП		0,7	1,5	2,2	2,8	3,3	4,0	4,1	5,1	5,8
Контроль	Агассі F ₁	18,0								
ПП		1,7	2,3	3,2	3,8	4,6				
СП		0,3	0,6	0,8	1,0	1,5	1,7	1,9		
СПП		0,6	0,9	1,2	1,8	2,2	2,7	3,3		
Контроль	Бомонт F ₁	15,0								
ПП		1,1	1,9	2,2	3,2	3,6	4,4	5,1		
СП		0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
СПП		0,3	0,8	1,3	1,9	2,5	3,5	3,6	3,8	4,6
НІР ₀₅		1,7	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,5	0,4

Додаток Л. 2

Динаміка природних втрат маси головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	13,7								
ПП		1,8	2,6	3,5	4,4	4,9	5,0	6,3		
СП		0,3	0,8	1,3	1,9	2,1	3,0	3,2	4,0	
СПП		0,6	1,6	2,0	2,4	2,9	3,9	4,7	5,1	5,4
Контроль	Агассі F ₁	18,9								
ПП		1,9	3,2	4,1	4,7	5,6	6,7			
СП		0,1	0,3	0,4	0,8	1,6	2,1	2,3		
СПП		0,2	0,7	1,4	1,7	2,2	3,1	3,3	3,4	
Контроль	Бомонт F ₁	16,6								
ПП		1,3	2,5	3,0	3,8	4,6	4,8	5,6	5,9	
СП		0,2	0,5	0,8	1,4	1,7	1,9	2,0	2,1	
СПП		0,9	1,5	2,2	2,6	3,2	3,8	4,0	4,7	5,3
НІР ₀₅		1,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1

Додаток Л. 3

Динаміка природних втрат маси головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	12,6								
ПП		1,4	2,0	3,0	4,0	4,6	4,8	6,0		
СП		0,3	0,5	0,8	1,0	1,4	1,6	1,7	1,9	
СПП		0,7	1,5	2,0	2,6	2,9	3,5	4,0	4,5	5,3
Контроль	Агассі F ₁	18,7								
ПП		1,8	2,5	3,7	4,3	5,2	5,4			
СП		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3		
СПП		0,4	0,6	0,8	1,1	1,5	1,9	2,1		
Контроль	Бомонт F ₁	16,1								
ПП		1,2	1,9	2,7	3,5	4,4	4,7	5,5		
СП		0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	
СПП		0,5	0,8	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5	2,8	3,5
НІР ₀₅		1,8	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2

Додаток Л. 4

Динаміка природних втрат маси головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	12,7							
ПП		1,5	2,2	3,2	3,9	4,6	4,8		
СП		0,3	0,6	0,9	1,2	1,6	2,1	2,3	
СПП		0,7	1,5	2,1	2,6	3,0	3,8	4,3	4,9
Контроль	Агассі F ₁	18,5							
ПП		1,8	2,7	3,7	4,3				
СП		0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	1,6		
СПП		0,4	0,7	1,1	1,5	2,0	2,6		
Контроль	Бомонт F ₁	15,9							
ПП		1,2	2,1	2,6	3,5	4,2	4,6		
СП		0,2	0,4	0,6	1,0	1,1	1,3	1,4	
СПП		0,6	1,0	1,6	2,0	2,5	3,1	3,4	3,8
НІР ₀₅		0,4							

Додаток Л. 5

Динаміка втрат маси головок капусти броколі за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	7,6	7,6	17,3	23,2		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	18,1	23,5	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	3,9	14,0	24,0
Контроль	Агассі F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	7,1	18,1	23,2				
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	18,1	24,4		
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	14,9	24,6		
Контроль	Бомонт F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	17,1	23,1		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	18,2	22,9	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	15,6	23,4

Додаток Л. 6

Динаміка втрат маси головок капусти броколі за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	15,4	21,7		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	17,1	21,3	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	3,1	13,3	23,8
Контроль	Агассі F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	5,3	16,7	21,1			
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	16,1	23,6		
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	3,9	12,6	23,0	
Контроль	Бомонт F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	14,6	23,1	
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	16,0	21,4	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	4,6	13,2	22,5

Додаток Л. 7

Динаміка втрат маси головок капусти броколі за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	17,2	23,0		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	17,9	22,5	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	4,1	15,2	24,0
Контроль	Агассі F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	6,5	17,0	22,9			
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	17,8	23,5		
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	14,4	22,7		
Контроль	Бомонт F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	16,2	22,6		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	17,0	22,0	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	14,4	23,2

Додаток Л. 8

Динаміка втрат маси головок капусти броколі за рахунок хвороб та фізіологічних розладів
залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	2,5	8,3	16,6	22,6		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	17,7	22,4	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	3,7	14,2	23,9
Контроль	Агассі F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	2,4	10,0	19,0				
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	17,3	23,8		
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	11,1	20,0		
Контроль	Бомонт F ₁	0,0								
ПП		0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	14,7	20,1		
СП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	17,1	22,1	
СПП		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	5,1	14,4	23,0
НІР ₀₅		3,3								

Додаток Л. 9

Збереженість головок капусти броколі залежно від виду пакування
та гібрида, 2011 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Айронмен F ₁	5	11,9	2,38	0,0	88,1
ПП		30	4,6	0,15	17,3	78,1
СП		35	1,9	0,06	18,1	80,0
СПП		40	5,1	0,13	14,0	80,9
Контроль	Агассі F ₁	5	18,0	3,60	0,0	82,0
ПП		20	3,8	0,19	18,1	78,1
СП		25	1,5	0,06	10,1	88,3
СПП		30	2,7	0,09	14,9	82,4
Контроль	Бомонт F ₁	5	15,0	3,00	0,0	85,0
ПП		30	4,4	0,15	17,1	78,5
СП		35	1,0	0,03	18,2	80,8
СПП		40	3,8	0,10	15,6	80,6

Додаток Л. 10

Збереженість головок капусти броколі залежно від виду пакування
та гібрида, 2012 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Айронмен F ₁	5	13,7	2,74	0,0	86,3
ПП		30	5,0	0,17	15,4	79,6
СП		35	3,2	0,09	17,1	79,7
СПП		40	5,1	0,13	13,3	81,6
Контроль	Агассі F ₁	5	18,9	3,78	0,0	81,1
ПП		25	5,6	0,23	16,7	77,7
СП		30	2,1	0,07	16,1	81,8
СПП		35	3,3	0,09	12,6	84,1
Контроль	Бомонт F ₁	5	16,6	3,32	0,0	83,4
ПП		30	4,8	0,16	10,8	84,4
СП		35	2,0	0,06	16,0	82,0
СПП		40	4,7	0,12	13,2	82,1

Додаток Л. 11

Збереженість головок капусти броколі залежно від виду пакування
та гібрида, 2013 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Айронмен F ₁	5	12,6	2,52	0,0	87,4
ПП		30	4,8	0,16	17,2	78,0
СП		35	1,7	0,05	17,9	80,4
СПП		40	4,5	0,11	15,2	80,3
Контроль	Агассі F ₁	5	18,7	3,74	0,0	81,3
ПП		25	5,2	0,21	17,0	77,8
СП		30	1,1	0,04	17,8	81,1
СПП		30	1,9	0,06	14,4	83,7
Контроль	Бомонт F ₁	5	16,1	3,22	0,0	83,9
ПП		30	4,7	0,15	16,2	79,1
СП		35	1,3	0,04	17,0	81,7
СПП		40	2,8	0,07	14,4	82,8

Додаток М

Додаток М. 1

Динаміка природних втрат маси головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Контроль	Абакус F ₁	10,8											
ПП		1,4	1,7	2,4	3,6	4,2	4,6	5,3					
1 кг ПП		0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,6	3,0	3,5	4,0	
0,5 кг СП		0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	1,8	2,4	2,6	2,8	3,2	
Контроль	Брілліант F ₁	8,8											
ПП		1,2	1,4	1,8	2,3	3,0	4,0	4,3					
1 кг ПП		0,3	0,5	0,7	0,9	1,4	1,7	2,0	2,2	2,6	3,2	3,4	
0,5 кг СП		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	
НІР ₀₅		1,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	

Додаток М. 2

Динаміка природних втрат маси головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Контроль	Абакус F ₁	11,1											
ПП		1,5	2,2	3,0	3,8	4,5	5,3	5,7					
1 кг ПП		0,9	1,1	1,4	1,6	2,0	2,2	2,8	3,2	3,4	3,7	4,4	
0,5 кг СП		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	
Контроль	Брілліант F ₁	9,5											
ПП		1,3	1,6	2,0	2,4	3,2	4,2	4,7					
1 кг ПП		0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2,0	2,2	2,4	2,9	3,5	3,9	
0,5 кг СП		0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	
НІР ₀₅		1,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Додаток М. 3

Динаміка природних втрат маси головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Контроль	Абакус F ₁	8,8											
ПП		0,9	1,3	2,2	2,6	3,4	3,9	4,3					
1 кг ПП		0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,3	3,7	
0,5 кг СП		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	1,8	2,2	2,4	2,6	3,0	
Контроль	Брілліант F ₁	7,5											
ПП		0,6	1,0	1,4	2,0	2,4	2,9	3,2	3,8				
1 кг ПП		0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3
0,5 кг СП		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6
НІР ₀₅		0,8	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2

Додаток М. 4

Динаміка природних втрат маси головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида
(2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба						
		10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	10,2						
ПП		1,3	1,7	2,5	3,3	4,0		
1 кг ПП		0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3
0,5 кг СП		0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
Контроль	Брілліант F ₁	8,6						
ПП		1,0	1,3	1,7	2,2	2,9		
1 кг ПП		0,3	0,5	0,7	0,9	1,4	1,7	1,9
0,5 кг СП		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	1,6
НІР ₀₅		0,3						

Додаток М. 5

Динаміка втрат маси головок капусти брюссельської за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Контроль	Абакус F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	6,8	6,8	15,8	17,1	23,5					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,9	0,9	4,2	4,2	10,9	10,9	15,5	16,4	21,0	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,4	1,4	5,6	5,6	12,7	12,7	17,5	18,5	23,2	
Контроль	Брілліант F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	6,0	6,0	14,2	15,3	21,6					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,6	0,6	3,6	3,6	10,1	10,1	14,3	14,8	19,5	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,2	1,2	4,6	4,6	11,3	11,3	15,9	16,6	21,3	

Додаток М. 6

Динаміка втрат маси головок капусти брюссельської за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Контроль	Абакус F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	7,3	7,3	17,2	18,6	25,1					
1 кг ПП		0,0	0,0	1,0	1,0	4,5	4,5	11,3	11,3	15,9	16,8	21,5	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,4	1,4	5,8	5,8	13,2	13,2	18,0	18,7	24,2	
Контроль	Брілліант F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	6,4	6,4	15,6	16,7	22,8					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,7	0,7	3,9	3,9	10,6	10,6	14,8	15,3	20,0	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,2	1,2	5,0	5,0	12,0	12,0	16,8	17,5	22,5	

Додаток М. 7

Динаміка втрат маси головок капусти брюссельської за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Контроль	Абакус F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	5,1	5,1	13,7	14,7	20,8					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,7	0,7	2,8	2,8	9,8	9,8	13,4	14,1	20,5	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,2	1,2	3,5	3,5	11,0	11,0	15,0	16,0	22,8	
Контроль	Брілліант F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	4,1	4,1	11,8	12,3	17,5	20,5				
1 кг ПП		0,0	0,0	0,4	0,4	2,5	2,5	6,4	6,4	9,6	9,6	14,1	19,0
0,5 кг СП		0,0	0,0	0,5	0,5	2,8	2,8	7,7	7,7	11,3	11,3	16,3	21,5

Додаток М. 8

Динаміка втрат маси головок капусти брюссельської за рахунок хвороб та фізіологічних розладів залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
Контроль	Абакус F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	6,4	6,4	15,6	16,8	23,1					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,9	0,9	3,8	3,8	10,7	10,7	14,9	15,8	21,0	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,3	1,3	5,0	5,0	12,3	12,3	16,8	17,7	23,4	
Контроль	Брілліант F ₁	0,0											
ПП		0,0	0,0	5,5	5,5	13,9	14,8	20,6					
1 кг ПП		0,0	0,0	0,6	0,6	3,3	3,3	9,0	9,0	12,9	13,2	17,9	
0,5 кг СП		0,0	0,0	1,0	1,0	4,1	4,1	10,3	10,3	14,7	15,1	20,0	
НІР ₀₅		0,9											

Додаток М. 9

Збереженість головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида, 2011 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Абакус F ₁	10	10,8	1,08	0,0	89,2
ПП		50	4,2	0,08	15,8	80,0
1 кг ПП		70	2,2	0,03	10,9	86,9
0,5 кг СП		70	1,8	0,02	12,7	85,5
Контроль	Бріліант F ₁	10	8,8	0,88	0,0	91,2
ПП		50	3,0	0,06	14,2	82,8
1 кг ПП		70	2,0	0,03	10,1	87,9
0,5 кг СП		70	1,6	0,02	11,3	87,1

Додаток М. 10

Збереженість головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида, 2012 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Абакус F ₁	10	11,1	1,11	0,0	88,9
ПП		50	4,5	0,09	17,2	78,3
1 кг ПП		70	2,8	0,04	11,3	85,9
0,5 кг СП		70	2,4	0,03	13,2	84,4
Контроль	Бріліант F ₁	10	9,5	0,95	0,0	90,5
ПП		50	3,2	0,07	15,6	81,2
1 кг ПП		70	2,2	0,03	10,6	87,2
0,5 кг СП		70	1,8	0,03	12,0	86,2

Додаток М. 11

Збереженість головок капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида, 2013 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %			Вихід стандартної продукції, %
			природні		від хвороб та фізіологічних розладів	
			всього	за добу		
Контроль	Абакус F ₁	10	8,8	0,88	0,0	91,2
ПП		50	3,4	0,07	13,7	82,9
1 кг ПП		70	2,0	0,03	9,8	88,2
0,5 кг СП		70	1,8	0,03	11,0	87,2
Контроль	Бріліант F ₁	10	7,5	0,75	0,0	92,5
ПП		50	2,4	0,05	11,8	85,8
1 кг ПП		90	2,4	0,03	9,6	88,0
0,5 кг СП		90	1,8	0,02	11,3	86,9

Додаток М. 12

Результати дисперсійного аналізу трифакторного дослідження з вивчення збереженості головок капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування й особливостей гібрида (2011–2013 рр.)

Фактор	Вид капусти							
	Броколі				Брюссельська			
	Показники							
	Природні втрати маси, %		Втрати маси за рахунок хвороб та фізіологічних розладів, %		Природні втрати маси, %		Втрати маси за рахунок хвороб та фізіологічних розладів, %	
	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅
А	3	0,08	1	0,72	1	0,08	2	0,21
В	1	0,07	1	0,72	1	0,06	1	0,17
С	14	0,11	30	1,10	13	0,10	29	0,36
АВ	2	0,13	1	1,25	1	0,11	1	0,29
АС	72	0,22	24	1,90	78	0,21	62	0,63
ВС	2	0,19	12	1,90	1	0,15	1	0,51
АВС	4	0,38	20	3,30	1	0,30	1	0,88
Інші	2		11		4		3	

Додаток Н

Додаток Н. 1

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	11,6	10,8								
ПП		11,6	11,1	10,2	9,5	9,2	8,7	8,2	7,6		
СП		11,6	11,6	11,4	11,3	11,1	10,6	10,4	10,3	10,2	
СПП		11,6	11,4	10,8	10,2	9,7	9,2	8,8	8,7	7,9	7,4
Контроль	Агассі F ₁	11,3	9,9								
ПП		11,3	10,5	9,8	8,9	8,5	7,9				
СП		11,3	11,3	11,2	11,1	10,9	10,4	10,2	10,1		
СПП		11,3	11,1	10,8	10,6	10,2	9,6	9,4	9,0		
Контроль	Бомонт F ₁	11,7	10,6								
ПП		11,7	11,3	10,7	10,5	9,4	9,2	8,5	8,0		
СП		11,7	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11,1	11,0	
СПП		11,7	11,6	11,2	10,7	10,5	10,0	9,7	9,4	9,1	8,8
НІР ₀₅		1,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,2

Додаток Н. 2

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	15,5	14,5								
ПП		15,5	14,6	13,5	12,8	12,2	11,8	11,6	10,8		
СП		15,5	15,4	15,2	14,6	14,2	14,0	13,6	13,2	12,6	
СПП		15,5	15,3	14,5	14,2	13,8	13,2	12,5	11,9	11,7	11,4
Контроль	Агассі F ₁	14,9	13,3								
ПП		14,9	13,9	12,7	12,0	11,3	10,4	9,6			
СП		14,9	14,9	14,8	14,7	14,6	13,8	13,5	13,3		
СПП		14,9	14,8	14,5	14,2	13,8	13,3	12,6	12,5	12,4	
Контроль	Бомонт F ₁	15,6	14,3								
ПП		15,6	15,0	14,2	13,4	12,8	12,1	11,9	11,4	11,1	
СП		15,6	15,6	15,4	15,2	14,7	14,5	14,4	14,3	14,2	
СПП		15,6	15,3	14,8	14,4	13,8	13,3	13,0	12,4	12,2	11,6
НІР ₀₅		1,4	0,6	0,3	0,3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2

Додаток Н. 3

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	10,0	9,0								
ПП		10,0	9,4	8,8	8,3	7,7	7,2	6,4	6,1		
СП		10,0	9,9	9,8	9,6	9,5	9,3	9,0	8,9	8,7	
СПП		10,0	9,7	9,0	8,7	8,4	8,0	7,4	6,9	6,7	6,3
Контроль	Агассі F ₁	9,8	8,3								
ПП		9,8	8,9	8,0	7,2	6,6	5,8	5,5			
СП		9,8	9,8	9,7	9,6	9,5	9,3	9,2	9,0		
СПП		9,8	9,7	9,5	9,4	9,3	8,8	8,5	8,4		
Контроль	Бомонт F ₁	10,0	8,8								
ПП		10,0	9,5	8,9	8,3	7,5	6,9	6,6	5,9		
СП		10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,2	9,1	
СПП		10,0	9,8	9,7	9,5	9,1	8,9	8,7	8,4	8,1	7,5
НІР ₀₅		2,3	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	1,1	0,9	0,6

Додаток Н. 4

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2001–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	12,4	11,4							
ПП		12,4	11,7	10,8	10,2	9,7	9,2	8,7		
СП		12,4	12,3	12,1	11,8	11,6	11,3	11,0	10,8	
СПП		12,4	12,1	11,4	11,0	10,6	10,1	9,6	9,2	8,8
Контроль	Агассі F ₁	12,0	10,5							
ПП		12,0	11,1	10,2	9,4	8,8				
СП		12,0	12,0	11,9	11,8	11,7	11,2	11,0		
СПП		12,0	11,9	11,6	11,4	11,1	10,6	10,2		
Контроль	Бомонт F ₁	12,4	11,2							
ПП		12,4	11,9	11,3	10,7	9,9	9,4	9,0		
СП		12,4	12,4	12,3	12,1	11,9	11,8	11,7	11,5	
СПП		12,4	12,2	11,9	11,5	11,1	10,7	10,5	10,1	9,8
НІР ₀₅		1,1								

Додаток Н. 5

Структура природних втрат маси головок капусти броколі під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2011 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, дів	Природні втрати маси, %	Природні втрати маси, %	
				за рахунок втрати сухих речовин	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Айронмен F ₁	5	11,9	6,7	93,3
ПП		30	4,6	74,6	25,4
СП		35	1,9	68,1	31,9
СПП		40	5,1	72,8	27,2
Контроль	Агассі F ₁	5	18,0	7,9	92,1
ПП		20	3,8	74,5	25,5
СП		25	1,5	60,4	39,6
СПП		30	2,7	71,8	28,2
Контроль	Бомонт F ₁	5	15,0	7,0	93,0
ПП		30	4,4	71,8	28,2
СП		35	1,0	53,2	46,8
СПП		40	3,8	69,7	30,3

Додаток Н. 6

Структура природних втрат маси головок капусти броколі під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2012 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Природні втрати маси, %	Природні втрати маси, %	
				за рахунок втрати сухих речовин	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Айронмен F ₁	5	13,7	7,5	92,5
ПП		30	5,0	79,3	20,7
СП		35	3,2	72,8	27,2
СПП		40	5,1	75,1	24,9
Контроль	Агассі F ₁	5	18,9	8,5	91,5
ПП		25	5,6	81,0	19,0
СП		30	2,1	66,8	33,2
СПП		35	3,3	72,7	27,3
Контроль	Бомонт F ₁	5	16,6	7,8	92,2
ПП		30	4,8	77,6	22,4
СП		35	2,0	64,3	35,7
СПП		40	4,7	72,2	27,8

Додаток Н. 7

Структура природних втрат маси головок капусти броколі під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2013 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, днів	Природні втрати маси, %	Природні втрати маси, %	
				за рахунок втрати сухих речовин	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Айронмен F ₁	5	12,6	7,2	92,8
ПП		30	4,8	75,4	24,6
СП		35	1,7	65,7	34,3
СПП		40	4,5	73,6	26,4
Контроль	Агассі F ₁	5	18,7	8,3	91,7
ПП		25	5,2	77,0	23,0
СП		30	1,1	51,5	48,5
СПП		30	1,9	68,8	31,2
Контроль	Бомонт F ₁	5	16,1	7,6	92,4
ПП		30	4,7	72,3	27,7
СП		35	1,3	60,6	39,4
СПП		40	2,8	66,5	33,5

Додаток Н. 8

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	9,1	8,4								
ПП		9,1	8,6	8,2	7,7	7,2	6,8	6,3	5,9		
СП		9,1	8,9	8,6	8,3	8,1	7,8	7,6	7,4	7,3	
СПП		9,1	8,8	8,4	8,0	7,7	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1
Контроль	Агассі F ₁	8,8	7,9								
ПП		8,8	8,2	7,7	7,2	6,7	6,2				
СП		8,8	8,6	8,3	8,0	7,8	7,4	7,0	6,7		
СПП		8,8	8,5	8,1	7,7	7,4	6,9	6,5	6,1		
Контроль	Бомонт F ₁	8,4	7,6								
ПП		8,4	7,9	7,5	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0		
СП		8,4	8,3	8,2	8,0	7,9	7,7	7,5	7,3	7,1	
СПП		8,4	8,1	7,9	7,7	7,4	7,2	7,0	6,7	6,3	6,0
НІР ₀₅		0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

Додаток Н. 9

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	10,9	9,9								
ПП		10,9	10,1	9,5	8,9	8,4	7,8	7,5	6,9		
СП		10,9	10,4	10,1	9,8	9,5	9,2	9,0	8,7	8,3	
СПП		10,9	10,2	9,7	9,4	9,0	8,6	8,1	7,6	7,2	6,9
Контроль	Агассі F ₁	10,0	8,9								
ПП		10,0	9,2	8,3	7,7	7,2	6,7	6,1			
СП		10,0	9,9	9,6	9,1	8,6	7,9	7,5	7,2		
СПП		10,0	9,7	9,4	8,7	8,3	7,6	7,0	6,5	6,2	
Контроль	Бомонт F ₁	8,8	7,8								
ПП		8,8	8,1	7,5	7,0	6,6	6,3	6,1	5,7	5,4	
СП		8,8	8,6	8,4	8,2	7,8	7,6	7,3	7,1	6,9	
СПП		8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6
НІР ₀₅		0,7	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2

Додаток Н. 10

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	8,3	7,5								
ПП		8,3	7,7	7,3	6,6	6,2	5,7	5,4	4,9		
СП		8,3	8,0	7,7	7,4	7,1	6,7	6,5	6,3	6,1	
СПП		8,3	7,9	7,5	7,0	6,7	6,4	6,0	5,7	5,4	5,0
Контроль	Агассі F ₁	8,1	7,1								
ПП		8,1	7,4	6,8	6,3	5,7	5,1	4,7			
СП		8,1	7,9	7,5	7,0	6,6	6,4	6,0	5,6		
СПП		8,1	7,7	7,3	6,7	6,2	5,7	5,3	4,9		
Контроль	Бомонт F ₁	7,9	7,0								
ПП		7,9	7,2	6,7	6,3	5,8	5,5	5,3	5,0		
СП		7,9	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	
СПП		7,9	7,5	7,2	6,9	6,7	6,5	6,1	5,7	5,5	5,1
НІР ₀₅		0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2

Додаток Н. 11

Динаміка вмісту сухих розчинних речовин у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	9,4	8,6							
ПП		9,4	8,8	8,3	7,7	7,3	6,8	6,4		
СП		9,4	9,1	8,8	8,5	8,2	7,9	7,7	7,5	
СПП		9,4	9,0	8,5	8,1	7,8	7,4	7,0	6,7	6,3
Контроль	Агассі F ₁	9,0	8,0							
ПП		9,0	8,3	7,6	7,1	6,5				
СП		9,0	8,8	8,5	8,0	7,7	7,2	6,8		
СПП		9,0	8,6	8,3	7,7	7,3	6,7	6,3		
Контроль	Бомонт F ₁	8,4	7,5							
ПП		8,4	7,7	7,2	6,8	6,4	6,1	5,9		
СП		8,4	8,2	8,1	7,9	7,6	7,4	7,2	7,0	
СПП		8,4	8,0	7,7	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9
НІР ₀₅		0,4								

Додаток Н. 12

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	сахара	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахара	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахара
Контроль	Айронмен F ₁	3,4	2,7	0,7	-	-	-	-	5	2,9	2,2	0,7
ПП		3,4	2,7	0,7	15	2,8	2,5	0,3	30	2,4	2,2	0,2
СП		3,4	2,7	0,7	20	3,2	2,6	0,6	35	3,0	2,5	0,5
СПП		3,4	2,7	0,7	20	2,9	2,4	0,4	40	2,2	1,8	0,4
Контроль	Агасі F ₁	3,2	2,3	0,9	-	-	-	-	5	2,5	1,9	0,6
ПП		3,2	2,3	0,9	10	2,7	2,4	0,3	20	2,6	2,3	0,3
СП		3,2	2,3	0,9	15	3,0	2,4	0,6	25	2,8	2,3	0,5
СПП		3,2	2,3	0,9	15	2,9	2,5	0,4	30	2,3	1,9	0,4
Контроль	Бомонт F ₁	2,7	2,4	0,4	-	-	-	-	5	2,1	1,8	0,3
ПП		2,7	2,4	0,4	15	2,2	2,0	0,2	30	1,9	1,8	0,1
СП		2,7	2,4	0,4	20	2,6	2,3	0,3	35	2,4	2,1	0,3
СПП		2,7	2,4	0,4	20	2,4	2,2	0,2	40	2,3	2,2	0,1

Додаток Н. 13

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загаль-	РЦ	саха-	тривалість збері-	загаль-	РЦ	саха-	тривалість збері-	загаль-	РЦ	саха-
		ний		роза	гання, діб	ний		роза	гання, діб	ний		роза
Контроль	Айронмен F ₁	3,5	1,7	1,7	-	-	-	-	5	2,7	1,6	1,1
ПП		3,5	1,7	1,7	15	2,7	2,0	0,7	30	2,3	1,7	0,6
СП		3,5	1,7	1,7	20	3,2	2,1	1,1	35	3,1	2,1	1,0
СПП		3,5	1,7	1,7	20	2,9	2,1	0,8	40	2,7	2,0	0,7
Контроль	Агассі F ₁	3,4	1,7	1,6	-	-	-	-	5	2,4	1,5	0,9
ПП		3,4	1,7	1,6	15	2,6	2,1	0,5	25	2,3	1,9	0,4
СП		3,4	1,7	1,6	15	3,1	2,4	0,7	30	2,9	2,3	0,6
СПП		3,4	1,7	1,6	20	3,0	2,4	0,6	35	2,8	2,3	0,5
Контроль	Бомонт F ₁	3,2	1,6	1,4	-	-	-	-	5	2,3	1,4	0,9
ПП		3,2	1,6	1,4	15	2,5	2,0	0,5	30	2,2	1,9	0,3
СП		3,2	1,6	1,4	20	3,0	2,1	0,9	35	2,7	1,9	0,8
СПП		3,2	1,6	1,4	20	2,6	1,8	0,8	40	2,3	1,7	0,6

Додаток Н. 14

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання				
		загаль-	РЦ	саха-	тривалість збері- гання, діб	загаль-	ний	РЦ	саха-	тривалість збері- гання, діб	загаль-	ний	РЦ
		ний		роза					роза				
Контроль	Айронмен F ₁	3,3	1,3	1,9	-	-	-	-	5	2,6	1,2	1,3	
ПП		3,3	1,3	1,9	15	2,5	1,2	1,2	30	2,1	1,0	1,1	
СП		3,3	1,3	1,9	20	3,0	1,2	1,7	35	2,8	1,2	1,5	
СПП		3,3	1,3	1,9	20	2,7	1,1	1,5	40	2,3	1,0	1,2	
Контроль	Агассі F ₁	2,9	1,4	1,4	-	-	-	-	5	2,0	1,1	0,9	
ПП		2,9	1,4	1,4	15	2,2	1,0	1,1	25	1,9	1,0	0,9	
СП		2,9	1,4	1,4	15	2,7	1,2	1,4	30	2,6	1,2	1,3	
СПП		2,9	1,4	1,4	15	2,5	1,2	1,2	30	2,1	1,0	1,1	
Контроль	Бомонт F ₁	2,6	1,4	1,2	-	-	-	-	5	1,8	1,2	0,6	
ПП		2,6	1,4	1,2	15	1,9	1,2	0,7	30	1,6	1,0	0,6	
СП		2,6	1,4	1,2	20	2,4	1,2	1,1	35	2,2	1,1	1,1	
СПП		2,6	1,4	1,2	20	2,2	1,3	0,9	40	1,9	1,2	0,7	

Додаток Н. 15

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	102,6	112,8								
ПП		102,6	122,0	134,3	140,6	120,5	103,4	85,7	62,3		
СП		102,6	134,7	151,7	160,7	146,0	134,2	124,9	119,5	113,0	
СПП		102,6	130,9	145,5	152,4	135,4	117,8	103,9	95,9	86,4	69,3
Контроль	Агассі F ₁	84,5	93,6								
ПП		84,5	101,4	113,1	118,9	98,7	57,2				
СП		84,5	116,3	128,9	137,1	126,2	112,0	103,8	95,3		
СПП		84,5	112,7	124,8	130,1	119,8	86,2	76,7	65,2		
Контроль	Бомонт F ₁	110,9	120,7								
ПП		110,9	131,6	144,5	151,2	131,0	114,0	96,3	74,4		
СП		110,9	159,2	182,7	191,0	167,4	153,6	142,9	133,5	123,5	
СПП		110,9	150,4	169,7	179,4	154,5	136,9	113,4	106,3	99,9	82,5
НІР ₀₅		17,4	8,1	5,2	4,7	5,6	6,0	4,6	5,1	2,3	1,4

Додаток Н. 16

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	133,6	142,7								
ПП		133,6	149,0	160,1	166,2	143,9	121,9	100,2	88,1		
СП		133,6	165,6	176,8	185,0	177,0	164,3	150,3	145,8	138,7	
СПП		133,6	162,0	169,8	174,9	166,9	148,2	127,4	120,9	110,8	100,8
Контроль	Агассі F ₁	126,2	134,6								
ПП		126,2	140,9	149,9	155,0	129,2	104,9	77,3			
СП		126,2	179,2	192,3	198,3	185,3	167,4	158,7	135,6		
СПП		126,2	177,8	184,2	187,5	178,5	152,4	138,2	112,2	104,7	
Контроль	Бомонт F ₁	141,0	149,7								
ПП		141,0	159,7	171,1	177,6	156,4	139,5	120,7	109,4	99,7	
СП		141,0	183,9	199,5	207,6	188,2	181,8	164,9	160,4	151,0	
СПП		141,0	176,7	184,4	189,7	178,7	165,6	140,2	132,4	118,0	108,6
НІР ₀₅		6,2	2,7	2,9	2,4	3,5	3,1	2,5	2,9	2,8	1,5

Додаток Н. 17

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Контроль	Айронмен F ₁	118,1	127,9								
ПП		118,1	135,5	148,1	154,4	130,9	113,7	94,2	75,3		
СП		118,1	150,1	168,9	178,2	163,5	151,2	146,2	134,2	128,6	
СПП		118,1	145,7	155,4	167,1	149,4	131,1	123,2	105,2	93,2	87,0
Контроль	Агассі F ₁	100,0	108,7								
ПП		100,0	115,9	127,0	132,6	108,1	83,4	62,1			
СП		100,0	142,5	158,0	166,1	149,3	136,2	121,5	112,0		
СПП		100,0	140,6	148,4	152,8	144,3	125,2	103,4	85,4		
Контроль	Бомонт F ₁	129,1	138,3								
ПП		129,1	148,8	161,7	168,4	143,2	125,4	106,6	90,5		
СП		129,1	161,2	180,1	187,7	177,5	168,5	161,2	151,3	140,8	
СПП		129,1	159,9	168,8	174,2	164,8	150,6	140,4	122,7	116,6	106,4
НІР ₀₅		12,7	1,7	3,0	3,1	3,8	3,5	3,1	3,0	2,3	2,1

Додаток Н. 18

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у капусті броколі залежно від
виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
Контроль	Айронмен F ₁	118,1	127,8							
ПП		118,1	135,5	147,5	153,7	131,8	113,0	93,4		
СП		118,1	150,1	165,8	174,6	162,2	149,9	140,5	133,2	
СПП		118,1	146,2	156,9	164,8	150,6	132,4	118,2	107,3	96,8
Контроль	Агассі F ₁	103,6	112,3							
ПП		103,6	119,4	130,0	135,5	112,0				
СП		103,6	146,0	159,7	167,2	153,6	138,5	128,0		
СПП		103,6	143,7	152,5	156,8	147,5	121,3	106,1		
Контроль	Бомонт F ₁	127,0	136,2							
ПП		127,0	146,7	159,1	165,7	143,5	126,3	107,9		
СП		127,0	168,1	187,4	195,4	177,7	168,0	156,3	148,4	
СПП		127,0	162,3	174,3	181,1	166,0	151,0	131,3	120,5	111,5
НІР ₀₅		8,5								

Додаток П

Додаток П. 1

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти брюссельської залежно від
виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Контроль	Абакус F ₁	15,0	13,8										
ПП		15,0	14,2	14,0	13,0	12,5	11,3	11,0	10,5				
1 кг ПП		15,0	14,6	14,5	14,0	13,8	12,9	12,7	12,3	12,1	11,8	11,5	11,1
0,5 кг СП		15,0	14,8	14,7	14,0	13,9	12,8	12,6	12,1	11,7	11,4	11,2	10,9
Контроль	Бріліант F ₁	16,8	15,9										
ПП		16,8	16,2	16,1	15,0	14,6	13,6	13,4	13,0				
1 кг ПП		16,8	16,6	16,5	16,1	16,0	15,2	15,0	14,2	14,1	13,9	13,7	13,2
0,5 кг СП		16,8	16,7	16,6	16,0	15,9	15,1	14,9	14,0	13,9	13,7	13,2	13,1
НІР ₀₅		2,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3

Додаток П. 2

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Контроль	Абакус F ₁	12,7	11,3										
ПП		12,7	11,8	11,2	10,3	9,7	8,9	8,4	7,8				
1 кг ПП		12,7	12,1	12,0	11,3	11,2	10,5	10,4	9,8	9,6	9,4	9,0	8,6
0,5 кг СП		12,7	12,3	12,2	11,2	11,1	10,2	10,0	9,5	9,4	8,9	8,6	8,3
Контроль	Бріліант F ₁	14,9	13,8										
ПП		14,9	14,2	13,8	13,1	12,7	11,6	11,2	10,6				
1 кг ПП		14,9	14,6	14,5	13,9	13,8	13,0	12,9	12,2	12,1	11,8	11,3	11,0
0,5 кг СП		14,9	14,7	14,6	13,7	13,6	12,8	12,6	12,0	11,9	11,6	11,1	10,8
НІР ₀₅		0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3

Додаток П. 3

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба													
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Контроль	Абакус F ₁	11,0	10,0												
ПП		11,0	10,5	10,3	9,3	9,1	8,4	8,0	7,0						
1 кг ПП		11,0	10,7	10,6	10,2	10,0	9,6	9,4	8,8	8,5	7,9	7,5	7,0		
0,5 кг СП		11,0	10,9	10,8	10,0	9,9	9,4	9,3	8,7	8,5	7,7	7,4	6,8		
Контроль	Бріліант F ₁	13,6	12,9												
ПП		13,6	13,3	13,0	12,3	12,0	11,3	10,9	10,3	9,8					
1 кг ПП		13,6	13,5	13,4	13,0	12,9	12,5	12,3	11,8	11,6	11,0	10,8	10,3	9,8	
0,5 кг СП		13,6	13,6	13,6	13,0	12,9	12,3	12,2	11,7	11,6	10,9	10,8	10,1	9,6	
НІР ₀₅		0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	

Додаток П. 4

Динаміка вмісту сухих речовин у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), %

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	12,9	11,7						
ПП		12,9	12,2	11,8	10,9	10,4	9,5		
1 кг ПП		12,9	12,5	12,4	11,8	11,7	11,0	10,8	10,3
0,5 кг СП		12,9	12,7	12,6	11,7	11,6	10,8	10,6	10,1
Контроль	Бріліант F ₁	15,1	14,2						
ПП		15,1	14,6	14,3	13,5	13,1	12,2		
1 кг ПП		15,1	14,9	14,8	14,3	14,2	13,6	13,4	12,7
0,5 кг СП		15,1	15,0	14,9	14,2	14,1	13,4	13,2	12,6
НІР ₀₅		0,7							

Додаток П. 5

Структура природної втрати маси головок капусти брюссельської під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2011 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, днів	Втрата маси, %		
			загальна	за рахунок втрати сухої речовини	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Абакус F ₁	10	10,8	11,7	88,3
ПП		50	4,2	46,9	53,1
1 кг ПП		70	2,2	64,6	35,4
0,5 кг СП		70	1,8	80,1	19,9
Контроль	Бріліант F ₁	10	8,8	10,3	89,7
ПП		50	3,0	43,4	56,6
1 кг ПП		70	2,0	58,7	41,4
0,5 кг СП		70	1,6	74,0	26,0

Додаток П. 6

Структура природної втрати маси головок капусти брюссельської під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2012 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрата маси, %		
			загальна	за рахунок втрати сухої речовини	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Абакус F ₁	10	11,1	12,5	87,5
ПП		50	4,5	49,9	50,1
1 кг ПП		70	2,8	65,2	34,8
0,5 кг СП		70	2,4	81,8	18,2
Контроль	Бріліант F ₁	10	9,5	11,5	88,5
ПП		50	3,2	44,8	55,2
1 кг ПП		70	2,2	60,7	39,3
0,5 кг СП		70	1,8	77,2	22,8

Додаток П. 7

Структура природної втрати маси головок капусти брюссельської під час зберігання залежно від виду пакування та гібрида, 2013 р.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрата маси, %		
			загальна	за рахунок втрати сухої речовини	за рахунок випаровування вологи
Контроль	Абакус F ₁	10	8,8	10,5	89,5
ПП		50	3,4	43,0	57,0
1 кг ПП		70	2,0	62,8	37,2
0,5 кг СП		70	1,8	75,9	24,1
Контроль	Бріліант F ₁	10	7,5	9,6	90,4
ПП		50	2,4	40,3	59,7
1 кг ПП		90	2,4	64,1	35,9
0,5 кг СП		90	1,8	79,4	20,6

Додаток П. 8

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза
Контроль	Абакус F ₁	5,3	2,1	3,0	-	-	-	-	10	4,8	2,0	2,7
ПП		5,3	2,1	3,0	30	3,9	2,1	1,7	50	3,1	1,7	1,3
1 кг ПП		5,3	2,1	3,0	40	4,5	2,2	2,2	70	3,8	1,7	2,0
0,5 кг СП		5,3	2,1	3,0	40	4,7	2,5	2,1	70	3,5	1,8	1,6
Контроль	Бріліант F ₁	5,6	2,2	3,2	-	-	-	-	10	5,2	2,1	3,0
ПП		5,6	2,2	3,2	30	4,4	2,2	2,1	50	3,8	1,8	1,9
1 кг ПП		5,6	2,2	3,2	40	4,9	2,3	2,5	70	4,3	1,9	2,3
0,5 кг СП		5,6	2,2	3,2	40	5,1	2,5	2,5	70	4,1	2,0	2,0

Додаток П. 9

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза
Контроль	Абакус F ₁	4,0	1,9	2,0	-	-	-	-	10	3,3	1,4	1,8
ПП		4,0	1,9	2,0	30	2,5	1,5	1,0	50	1,5	1,0	0,5
1 кг ПП		4,0	1,9	2,0	40	3,1	1,7	1,3	70	2,2	1,4	0,8
0,5 кг СП		4,0	1,9	2,0	40	3,3	1,7	1,5	70	1,9	1,4	0,5
Контроль	Бріліант F ₁	5,2	2,3	2,8	-	-	-	-	10	4,6	1,6	2,9
ПП		5,2	2,3	2,8	30	3,9	2,0	1,8	50	3,1	1,7	1,3
1 кг ПП		5,2	2,3	2,8	40	4,4	2,5	1,8	70	3,7	1,7	1,9
0,5 кг СП		5,2	2,3	2,8	40	4,6	2,7	1,8	70	3,5	1,8	1,6

Додаток П. 10

Динаміка вмісту цукрів у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), %

Вид пакування	Гібрид	На початку зберігання			У середині				У кінці зберігання			
		загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза	тривалість зберігання, діб	загальний	РЦ	сахароза
Контроль	Абакус F ₁	3,2	1,6	1,5	-	-	-	-	10	2,8	1,5	1,2
ПП		3,2	1,6	1,5	30	2,2	1,1	1,1	50	1,4	0,9	0,5
1 кг ПП		3,2	1,6	1,5	40	2,7	1,5	1,1	70	2,0	1,1	0,9
0,5 кг СП		3,2	1,6	1,5	40	2,9	1,6	1,2	70	1,9	1,1	0,8
Контроль	Бріліант F ₁	4,8	2,0	2,7	-	-	-	-	10	4,5	1,9	2,5
ПП		4,8	2,0	2,7	30	3,8	2,0	1,7	50	3,3	1,7	1,5
1 кг ПП		4,8	2,0	2,7	50	4,3	2,1	2,1	90	3,8	1,8	1,9
0,5 кг СП		4,8	2,0	2,7	50	4,4	2,2	2,1	90	3,7	2,0	1,6

Додаток П. 11

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Контроль	Абакус F ₁	124,2	130,4										
ПП		124,2	142,0	148,3	131,2	123,0	117,6	110,6	94,6				
1 кг ПП		124,2	149,5	160,4	156,4	152,9	144,1	131,7	127,8	117,6	113,2	103,8	92,8
0,5 кг СП		124,2	153,1	164,8	157,0	153,6	140,5	130,0	124,1	113,6	108,3	98,4	90,4
Контроль	Бріліант F ₁	137,5	145,1										
ПП		137,5	155,6	162,3	147,3	140,3	134,5	128,0	113,8				
1 кг ПП		137,5	162,9	174,9	168,3	165,8	159,9	150,2	144,7	135,4	128,6	120,9	112,4
0,5 кг СП		137,5	166,7	179,2	171,5	168,8	152,0	144,6	138,3	130,1	120,7	119,4	110,0
НІР ₀₅		8,3	3,7	6,4	6,3	6,5	4,7	5,0	8,1	5,8	5,5	5,7	6,6

Додаток П. 12

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2012 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Контроль	Абакус F ₁	137,1	141,6										
ПП		137,1	151,9	156,1	137,8	129,3	121,9	113,4	105,4				
1 кг ПП		137,1	161,6	171,8	168,3	165,6	155,0	150,2	131,8	128,3	120,5	118,5	102,5
0,5 кг СП		137,1	163,6	174,9	170,3	168,2	150,6	145,5	127,3	122,7	118,1	115,8	99,5
Контроль	Бріліант F ₁	152,6	157,8										
ПП		152,6	167,8	173,1	156,2	148,4	141,4	134,2	127,2				
1 кг ПП		152,6	177,4	188,9	180,0	176,8	164,5	162,7	149,9	145,6	140,5	138,0	125,1
0,5 кг СП		152,6	179,4	191,4	178,6	175,2	160,4	159,1	148,5	144,3	136,1	133,9	123,2
НІР ₀₅		9,1	3,5	6,2	5,3	5,3	6,1	6,4	5,2	6,3	4,3	4,5	6,6

Додаток П. 13

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2013 р.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба												
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Контроль	Абакус F ₁	112,3	121,4											
ПП		112,3	131,9	140,9	126,1	119,3	111,1	99,3	87,0					
1 кг ПП		112,3	139,1	150,5	146,2	144,6	132,5	127,4	119,0	117,5	109,6	99,5	85,0	
0,5 кг СП		112,3	143,9	156,5	148,7	146,4	130,8	126,5	117,3	115,9	106,0	96,1	82,2	
Контроль	Бріліант F ₁	131,6	141,9											
ПП		131,6	152,7	161,9	149,9	143,9	135,9	124,4	115,9	109,7				
1 кг ПП		131,6	163,0	175,5	170,5	167,4	148,0	146,3	137,8	136,3	127,8	125,5	117,9	107,2
0,5 кг СП		131,6	167,0	180,0	171,2	169,8	149,3	143,8	135,0	133,7	125,5	120,8	111,0	104,7
НІР ₀₅		9,6	3,0	4,5	4,3	4,2	3,9	5,5	4,3	3,7	4,8	5,7	3,5	2,5

Додаток П. 14

Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у головках капусти брюссельської залежно від виду пакування та гібрида (2011–2013 рр.), мг/100 г

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, доба							
		0	10	20	30	40	50	60	70
Контроль	Абакус F ₁	124,5	131,1						
ПП		124,5	141,9	148,4	131,7	123,9	116,9		
1 кг ПП		124,5	150,1	160,9	157,0	154,4	143,9	136,4	126,2
0,5 кг СП		124,5	153,5	165,4	158,7	156,1	140,6	134,0	122,9
Контроль	Бріліант F ₁	140,6	148,3						
ПП		140,6	158,7	165,8	151,1	144,2	137,3		
1 кг ПП		140,6	167,8	179,8	172,9	170,0	157,5	153,1	144,1
0,5 кг СП		140,6	171,0	183,5	173,8	171,3	153,9	149,2	140,6
НІР ₀₅		4,9							

Додаток П. 15

Результати дисперсійного аналізу трифакторного дослідження з вивчення зміни вмісту компонентів хімічного складу у головках гібридів капусти броколі та брюссельської залежно від виду пакування (2011–2013 рр.)

Фактор	Вид капусти									
	Броколі					Брюссельська				
	Показники									
	Вміст СР, %		Вміст СРР, %		Вміст АК, мг/100 г		Вміст СР, %		Вміст АК, мг/100 г	
	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅	Сила впливу, %	НІР ₀₅
А	30	0,21	30	0,09	36	1,64	44	0,17	53	1,23
В	2	0,18	2	0,07	4	1,42	2	0,12	1	0,87
С	34	0,31	41	0,13	31	2,46	23	0,24	17	1,74
АВ	1	0,36	1	0,15	2	2,84	1	0,24	1	1,74
АС	16	0,62	17	0,26	19	4,91	25	0,47	25	3,48
ВС	2	0,53	2	0,22	1	4,25	1	0,34	1	2,46
АВС	5	1,07	5	0,44	4	8,51	1	0,67	1	4,92
Інші	10		2		3		3		1	

Додаток Р
Додаток Р. 1
Технологічна схема вирощування капусти броколі

Гібрид: Айронмен F₁

Мінеральних добрив, кг д.р. N₁₁₀P₅₀K₅₀

Схема розміщення рослин (40+100)х50 см

Попередник: огірок

Площа 1 га

Густота рослин 28,6 тис.шт./га

№ п/п	Назва роботи	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Строк виконання, декада, місяць	Склад агрегату		Кількість обслугов. персоналу		Змінна норма виробітку (7 годин)	Кількість нормозмін	Тривалість операції, год	Витрати праці, люд.-год.		Витрати матеріал. засобів	
					трактор	с.-г. машина	механізаторів	ін. робітників				механізаторів	ін. робітників	Палива, кг	Електроенергії, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Основний обробіток ґрунту і внесення добрив (восени)															
1	Дискування ґрунту на гл. 6-8 см	га	1	I.09	Т-150	ЛДГ-10	1		38,7	0,03	0,2	0,18		3,3	
2	Навантаження мінеральних добрив	т	0,33	II.09	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140	0,002	0,02	0,02		0,06	
3	Внесення мінеральних добрив	га	1	II.09	МТЗ-80	КОР-4,2	1		15,1	0,07	0,5	0,46		3,5	
4	Зяблева оранка на гл. 25-27 см	га	1	II.09	Т-150	ПЛН-5-35	1		5,2	0,19	1,3	1,35		18,9	
Вирощування розсади в розсаднику (навесні)															
5	Боронування	га	0,015	I.04	Т-150	СУ-11У+ +4хБТЗС- 1,0+ +6хЗБП- О-6А	1		57,4	0,0003	0,002	0,002		0,024	
6	Культивация на гл. 3-4 см	га	0,015	I.04	Т-150	С-11У+ +КПСП-4	1		45,5	0,0003	0,002	0,002		0,051	
7	Монтаж СКЗ*	га	1	III.04	вручну			4	1,8	0,56	1,0		15,68		
8	Посів насіння 30 075 шт. на гл. 1,5-2 см	га	0,015	III.04	МТЗ-80	СО-4,2	1	1	13,5	0,001	0,01	0,008	0,008	0,054	
9	Прикочування посівів	га	0,015	III.04	МТЗ-80	С-11У+ +ЗККШ- 6А	1		54,7	0,0003	0,002	0,002		0,027	

Продовження додатку Р. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	Розкладання поливних стрічок	га	0,015	III.04	вручну			2	0,5	0,03	0,11		0,42		
11	Полив розсадника після посіву і далі через день, норма 50 м ³ /га	м ³	13,5	III.04-IV.05	СКЗ			1	16,0	0,8	6,8		5,6		13,5
12	Прополювання, рихлення міжрядь 2 рази	га	0,03	I-II.05	вручну			2	0,3	0,1	0,35		1,4		
13	Підвезення води і приготування розчину інсектициду	м ³	0,005	I.05	МТЗ-80	АПЖ-12	1	1	20,0	0,0003	0,002	0,002	0,002	0,011	
14	Обприскування розсадника (1 раз) інсектицидом Актара 25 WG, в.г.	га	0,015	I.05	МТЗ-80	ОП-2000	1		13,7	0,001	0,008	0,008		0,072	
15	Змотування поливних стрічок	га	0,015	I.05	вручну			2	0,5	0,03	0,11		0,42		
16	Вибирання розсади	тис шт.	28,6	I.06	вручну			12	7,0	4,09	2,4		343,6		
Передсадивний обробіток ґрунту, догляд за рослинами, збирання врожаю															
17	Боронування	га	1	I.04	Т-150	СУ-11У+ +4хБТЗС- 1,0+ +6хЗБП-О- 6А	1		57,4	0,02	0,12	0,12		1,6	
18	Культивація на гл. 10-12 см	га	1	I.04	Т-150	КПС-4+ +БЗТС-1,0	1		24,6	0,04	0,3	0,28		5,5	
19	Передсадивна культивування на гл. 10-12 см	га	1	III.05	Т-150	КПС-4+ +БЗТС-1,0	1		24,6	0,04	0,3	0,28		5,5	
20	Транспортування розсади	тис шт.	28,6	III.05	МТЗ-80	2ПТС-4	1	4	144,0	0,20	0,4	1,4	5,6	5,2	
21	Висаджування розсади і укладання поливних стрічок	га	1	III.05	МТЗ-80	СКН-6Л	1	9	1,5	0,67	0,5	4,7	42,21	25,2	
22	I полив нормою 75 м ³ /га	м ³	75	III.05	СКЗ			1	16,0	4,69	37,5		32,83		75,0
23	Підвезення води і приготування розчину ґрунтового гербіциду Бутізан 400, к.е.	м ³	0,3	III.05	МТЗ-80	АПЖ-12	1	1	20,0	0,02	0,11	0,11	0,11	0,7	
24	Внесення ґрунтового гербіциду	га	1	III.05	МТЗ-80	ОП-2000	1		13,7	0,07	0,5	0,51		4,8	
25	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	I.06	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	

Продовження додатку Р. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
26	I підживлення аміачною селітрою і міжряд. оброб. ґрунту на гл. 6-8 см	га	1	I.06	МТЗ-80	КОР-4,2	1		10,8	0,09	0,6	0,63		5,8	
27	II полив після підживлення	м ³	75	I.06	СКЗ			1	16,0	4,69	37,5		32,83		75,0
28	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	II.06	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
29	II підживлення аміачною селітрою і міжряд. оброб. ґр. на гл. 8-10 см	га	1	II.06	МТЗ-80	КОР-4,2	1		9,8	0,1	0,7	7,14		6,3	
30	III полив після підживлення	м ³	100	II.06	СКЗ			1	16,0	6,25	50,0		43,75		100,0
31	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	III.06	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
32	III підживлення аміачною селітрою і міжряд. оброб. ґр. на гл. 10-12 см	га	1	III.06	МТЗ-80	КОР-4,2	1		9,4	0,11	0,8	0,77		7,0	
33	IV полив після підживлення	м ³	100	III.06	СКЗ			1	16,0	6,25	50,0		43,75		100,0
34	Підвезення води і приготування розчину інсектициду (8 раз)	м ³	2,4	I.06- II.07	МТЗ-80	АПЖ-12	1	1	20,0	0,12	0,8	0,84	0,84	5,3	
35	Обприскування (8 раз) інсектицидом Актара 25 WG, в.г.	га	8	I.06- II.07	МТЗ-80	ОП-2000	1		13,7	0,58	4,1	4,06		38,4	
36	5-6-й поливи по 100 м ³ /га	м ³	200	06-07	СКЗ			1	16,0	12,5	100,0		87,5		200,0
37	Збирання центральних головок	т	5,2	III.07- I.08	вручну			8	4,5	1,15	1,0		64,4		
38	Навантаження головок в ящиках	т	5,2	—	вручну			4	6,0	0,87	1,5		24,36		
39	Транспортування врожаю	т	5,2	—	МТЗ-80	2ПТС-4	1		41,3	0,13	0,9	0,91		7,8	
40	Розвантаження і закладання центральних головок на зберігання	т	5,2	—	вручну			4	6,0	0,87	1,5		24,36		
41	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	I.08	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
42	IV підживлення аміачною селітрою і міжряд. оброб. ґр. на гл. 10-12 см	га	1	I.08	МТЗ-80	КОР-4,2	1		9,4	0,11	0,8	7,77		7,0	
43	VII полив 100 м ³ /га	м ³	100	I.08	СКЗ			1	16,0	6,25	50,0		43,75		100,0
44	Збір бічних головок	т	4,4	III.08	вручну			4	4,5	0,98	1,7		27,44		
45	Навантаження головок в ящиках	т	4,4	—	вручну			4	6,0	0,73	1,3		20,44		
46	Транспортування врожаю	т	4,4	—	МТЗ-80	2ПТС-4	1		41,3	0,11	0,8	0,77		6,6	
47	Розвантаження врожаю	т	4,4	—	вручну			4	6,0	0,73	1,3		20,44		

Продовження додатку Р. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
48	Змотування поливних стрічок	га	1	1.09	вручну			2	0,5	2,00	7,0		28,00		
49	Демонтаж СКЗ	га	1	1.09	вручну			4	1,8	0,56	1,0		15,68		

* – система крапельного зрошення

Додаток Р. 2

Технологічна схема вирощування капусти брюссельської

Гібрид: Абакус F₁

Мінеральних добрив, кг д.р. N₁₀₅P₆₀K₆₀

Схема розміщення рослин (40+100)х50 см

Попередник: огірок

Площа 1 га

Густота рослин 28,6 тис.шт./га

№ п/п	Назва роботи	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Строк виконання, декада, місяць	Склад агрегату		Кількість обслугов. персоналу		Змінна норма виробітку (7 годин)	Кількість нормозмін	Тривалість операції, год.	Витрати праці, люд.-год.		Витрати матеріальних засобів	
					трактор	с.-г. машина	механізаторів	ін. робітників				механізаторів	ін. робітників	Палива, кг	Електроенергії, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Основний обробіток ґрунту і внесення добрив (восени)															
1	Дискування ґрунту	га	1	II.10	Т-150	ЛДГ-10	1		38,7	0,03	0,2	0,18		3,3	
2	Навантаження мінеральних добрив	т	0,4	III.10	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140	0,003	0,02	0,02		0,08	
3	Внесення мінеральних добрив	га	1	III.10	МТЗ-80	КОР-4,2	1		15,1	0,07	0,5	0,46		3,5	
4	Зяблева оранка на гл. 25-27 см	га	1	III.10	Т-150	ПЛН-5-35	1		5,2	0,19	1,3	1,35		18,9	
Вирощування розсади в касетах (навесні)															
5	Приготування ґрунтосуміші	м ³	3,05	I.04	вручну			4	5,6	0,54	1,0		15,25		
6	Набивання ґрунтосуміші в ящики	м ³	0,45	I.04	вручну			2	6,0	0,08	0,3		1,05		
7	Висів насіння в ящики за схемою 3х1 см	шт	30075	I.04	вручну			6	5000	6,02	7,0		252,63		
8	Полив 9 разів нормою 0,16 м ³	м ³	1,44	I.04	вручну			5	0,042	34,29	48,0		1200,00		
9	Набивання ґрунтосуміші в касети	м ³	2,60	II.04	вручну			4	6,0	0,43	0,8		12,13		
10	Пікірування у касети	шт	28571	II.04	вручну			6	5000	5,71	6,7		240,00		
11	Полив 11 разів нормою 0,2 м ³	м ³	2,2	II.04- II.05	вручну			6	0,042	52,38	61,1		2200,00		

Продовження додатку Р. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пересадивний обробіток ґрунту, догляд за рослинами															
12	Боронування	га	1	I.04	Т-150	СУ-11У+ +4ХБТЗС- 1,0+ +6хЗБП- О-6А	1		57,4	0,02	0,12	0,12		1,6	
13	Культивація на гл. 10-12 см	га	1	I.04	Т-150	КПС-4+ +БЗТС-1,0	1		24,6	0,04	0,3	0,28		5,5	
14	Пересадивна культивування на гл. 10-12 см	га	1	II.05	Т-150	КПС-4+ +БЗТС-1,0	1		24,6	0,04	0,3	0,28		5,5	
15	Монтаж СКЗ	га	1	II.05	вручну			4	1,8	0,56	1,0		15,68		
16	Транспортування розсади	тис. шт	28,6	II.05	МТЗ-80	2ПТС-4	1	4	144,0	0,20	0,4	1,4	5,6	5,2	
17	Висаджування розсади і укладання поливних стрічок	га	1	II.05	МТЗ-80	СКН-6Л	1	9	1,5	0,67	0,5	4,7	42,21	25,2	
18	I полив нормою 75 м ³ /га	м ³	75	II.05	СКЗ			1	16,0	4,69	37,5		32,83		75,0
19	Підвезення води і приготування розчину ґрунтового гербіциду Бутізан 400, к.е.	м ³	0,3	II.05	МТЗ-80	АПЖ-12	1	1	20,0	0,02	0,11	0,11	0,11	0,7	
20	Внесення ґрунтового гербіциду	га	1	II.05	МТЗ-80	ОП-2000	1		13,7	0,07	0,5	0,51		4,8	
21	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	I.06	ЮМЗ- 6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
22	I підживлення аміачною селітрою і міжряд. обробіток ґрунту на гл. 6-8 см	га	1	I.06	МТЗ-80	КОР-4,2	8		10,8	0,09	0,6	0,63		5,8	
23	II полив після підживлення	м ³	75	I.06	СКЗ			1	16,0	4,69	37,5		32,83		75,0
24	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	III.06	ЮМЗ- 6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
25	II підживлення аміачною селітрою і міжрядний обробіток ґрунту на гл. 8-10 см	га	1	III.06	МТЗ-80	КОР-4,2	1		9,8	0,1	0,7	7,14		6,3	
26	III полив після підживлення	м ³	100	III.06	СКЗ			1	16,0	6,25	50,0		43,75		100,0

Продовження додатку Р. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
27	Навантаження аміачної селітри	т	0,04	III.06	ЮМЗ-6Л	ПЕ-0,8Б	1		140,0	0,0003	0,002	0,002		0,008	
30	III підживлення аміачною селітрою і міжряд. обробіток ґрунту на гл. 10-12 см	га	1	I.08	МТЗ-80	КОР-4,2	1		9,4	0,11	0,8	0,77		7,0	
31	IV полив після підживлення	м ³	100	I.08	СКЗ			1	16,0	6,25	50,0		43,75		100,0
32	Підвезення води і приготування розчину інсектициду (9 раз)	м ³	2,7	I.06- I.09	МТЗ-80	АПЖ-12	1	1	20,0	0,14	1,0	0,98	0,98	5,9	
33	Обприскування рослин (9 раз) інсектицидом Актара 25 WG	га	9	I.06- I.09	МТЗ-80	АПЖ-12	1		13,7	0,66	4,6	4,62		43,2	
34	Вершкування	га	1	II.08	вручну			5	0,5	2,00	2,8		70,00		
35	5-8-й поливи по 100 м ³ /га	м ³	400		СКЗ			1	16,0	25,00	200		175,00		200,0
36	Змотування поливних стрічок	га	1	III.09	вручну			2	0,5	2,00	7,0		28,00		
37	Демонтаж СКЗ	га	1	III.09	вручну			4	1,8	0,56	1,0		15,68		
Збирання врожаю															
	Збирання врожаю: відокремлення головок	т	16,2	I.10	вручну			6	4,5	3,60	4,2		151,20		
	Навантаження врожаю в ящиках	т	16,2	I.10	вручну			6	6,0	2,70	3,2		113,40		
	Транспортування врожаю	т	16,2	I.10	МТЗ-80	2ПТС-4	1		41,3	0,39	2,7	2,73		24,3	
	Розвантаження і закладання на зберігання	т	16,2	I.10	вручну			6	6,0	2,70	3,2		113,40		

Додаток Р. 3
Вартість вирощування капусти броколі (центральні головки)

Гібрид Показник	Айронмен F ₁			Агасці F ₁			Бомонт F ₁		
	На 1 га		На 1 т продукції, грн	На 1 га		На 1 т продукції, грн	На 1 га		На 1 т продукції, грн
	одиниць ресурсів	грн		одиниць ресурсів	грн		одиниць ресурсів	грн	
Заробітна плата, грн		2600,00	500,00		2250,00	500,00		2800,00	500,00
Насіння, шт.	30075	2887,20	555,23	30075	3835,16	852,26	30075	3578,93	639,10
Мінеральні добрива, т: нітроамофоска (N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅)	0,33	1155,00	222,12	0,33	1155,00	256,67	0,33	1155,00	206,25
аміачна селітра	0,13	390,00	75,00	0,13	390,00	86,67	0,13	390,00	69,64
Засоби захисту рослин: гербіциди (Бутізан 400, к.е.), л	2,5	549,97	105,76	2,5	549,97	122,22	2,5	549,97	98,21
інсектициди (Актара 25 WG, в.г.), г	1122,1	1930,01	371,16	1122,1	1930,01	428,89	1122,1	1930,01	344,65
ПММ, кг	147,5	1715,12	329,83	146,5	1715,12	381,14	148,10	1715,12	306,27
Витрати на крапельне зрошення (електроенергія) кВт	563,5	190,01	36,54	563,5	190,01	42,22	563,5	190,01	33,93
Амортизація		1694,73	325,91		1702,53	378,34		1798,90	321,23
Ремонт основних засобів		1016,84	195,55		1021,52	227,00		1079,34	192,74
Оренда земельних ділянок		180,00	34,62		180,00	40,00		180,00	32,14
Страхові платежі		677,89	130,36		681,01	151,34		719,56	128,49
Ручний інвентар і тара		5350,00	1028,85		4830,00	1073,33		5500,00	982,14
Всього		20336,77	3910,92		20430,32	4540,07		21586,85	3854,79

Додаток Р. 4

Вартість вирощування капусти броколі (бічні головки)

Гібрид Показник	Айронмен F ₁			Агассі F ₁			Бомонт F ₁		
	На 1 га		На 1 т продукції, грн	На 1 га		На 1 т продукції, грн	На 1 га		На 1 т продукції, грн
	одиниць ресурсів	грн		одиниць ресурсів	грн		одиниць ресурсів	грн	
Заробітна плата, грн		1760,00	400,00		1280,00	400,00		1040,00	400,00
Насіння, шт.	30075	2887,20	656,18	30075	3835,16	1198,49	30075	3578,93	1376,51
ПММ, кг	161,1	1873,26	425,74	158,3	1852,33	578,85	159,0	1841,86	708,41
Мінеральні добрива, т: нітроамофоска (N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅)	0,33	1155,00	262,50	0,33	1155,00	360,94	0,33	1155,00	444,23
аміачна селітра	0,17	510,00	115,91	0,17	510,00	159,38	0,17	510,00	196,15
Витрати на крапельне зрошення, (електроенергія) кВт	663,5	215,93	49,08	663,5	215,93	67,48	663,5	215,93	83,05
Засоби захисту рослин: гербіциди (Бутізан 400, к.е.), л	2,5	549,97	124,99	2,5	549,97	171,87	2,5	549,97	211,53
інсектициди (Актара 25 WG, в.г.), г	1122,1	1930,01	438,64	1122,1	1930,01	603,13	1122,1	1930,01	742,31
Амортизація		1641,14	372,99		1633,84	510,58		1650,17	634,68
Ремонт основних засобів		984,68	223,79		980,30	306,34		990,10	380,81
Оренда земельних ділянок		180,00	40,91		180,00	56,25		180,00	69,23
Страхові платежі		656,45	149,19		653,54	204,23		660,07	253,87
Ручний інвентар і тара		5350,00	1215,91		4830,00	1509,38		5500,00	2115,38
Всього		19693,64	4475,83		19606,08	6126,90		19802,04	7616,17

Додаток Р. 5
Вартість вирощування капусти брюссельської

Гібрид Показник	Абакус F ₁			Бріліант F ₁		
	На 1 га		На 1 т продукції, грн	На 1 га		На 1 т продукції, грн
	одиниць ресурсів	грн		одиниць ресурсів	грн	
Заробітна плата, грн		16200,00	1000,00		36300,00	1000,00
Насіння, шт.	30075	7566,87	467,09	30075	5954,85	164,05
Вирощування розсади у касетах, шт.	28571	11428,40	705,46	28571	11428,40	314,83
Мінеральні добрива, т: нітроамофоска (N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅)	0,4	1400,00	86,42	0,4	1400,00	38,57
аміачна селітра (3 підживлення)	0,13	390,00	24,07	0,13	390,00	10,74
Засоби захисту рослин: гербіциди (Бутізан 400, к.е.), л	2,5	549,97	33,95	2,5	549,97	15,15
інсектициди (Актара 25 WG, в.г.), г	1260	2167,20	133,78	1260	2167,20	59,70
ПММ, кг	166,8	1939,54	119,72	197,0	2290,70	63,11
Витрати на крапельне зрошення (електроенергія) кВт	550	185,46	11,45	550	185,46	5,11
Амортизація		5001,74	308,75		7613,66	209,74
Ремонт основних засобів		3001,05	185,25		4568,20	125,85
Оренда земельних ділянок		180,00	11,11		180,00	4,96
Страхові платежі		2000,7	123,50		3045,46	83,90
Ручний інвентар і тара		8010,00	494,44		15290,00	421,21
Всього		60020,93	3704,99		91363,90	2516,92

Додаток Р. 6

Вартість зберігання капусти броколі залежно від способу пакування (на 1 га)

Варіант	Показник										Всього, грн
	Зарплата, грн	Ящики		Плівка		Електроенергія		Амортизація, грн	Ремонт, грн	Страху- вання, грн	
		шт.	грн	м	грн	кВт	грн				
Айронмен F ₁											
Контроль	1350,00	1583	18996,00			189	63,73	2040,97	1224,58	816,39	24491,68
ПП	1230,00	1583	18996,00	1028,95	4225,80	864	827,37	2516,92	1510,15	1006,77	30203,00
СП	1260,00	1583	18996,00	13000	650,00	999	956,64	2186,26	1311,76	874,51	26235,17
СПП	1260,00	1583	18996,00	13000	650,00	1134	1085,92	2199,19	1319,52	879,68	26390,30
Агасі F ₁											
Контроль	1110,00	1411	16932,00			189	63,73	1810,57	1086,34	724,23	21726,88
ПП	1170,00	1411	16932,00	917,15	3668,60	594	200,30	2197,09	1318,25	878,84	26365,08
СП	1080,00	1411	16932,00	11250	562,50	729	245,82	1882,03	1129,22	752,81	22584,38
СПП	1170,00	1411	16932,00	11250	562,50	864	827,36	1949,19	1169,51	779,67	23390,24
Бомонт F ₁											
Контроль	1410,00	1633	19596,00			189	63,73	2106,97	1264,18	842,79	25283,68
ПП	1350,00	1633	19596,00	1061,45	4245,80	864	827,37	2601,92	1561,15	1040,77	31223,00
СП	1380,00	1633	19596,00	14000	700,00	999	956,64	2263,26	1357,96	905,31	27159,17
СПП	1380,00	1633	19596,00	14000	700,00	1134	1085,92	2276,19	1365,72	910,48	27314,30

Додаток Р. 7

Вартість зберігання капусти брюссельської залежно від способу пакування (на 1 га)

Варіант	Показник												Всього, грн
	Зарплата, грн	Ящики		Лотки		Плівка		Електроенергія		Аморти- зація, грн	Ремонт, грн	Страху- вання, грн	
		шт.	грн	шт.	грн	м	грн	кВт	грн				
Абакус F ₁													
Контроль	21750,00	2268	27216,00					432	145,67	4911,17	2946,70	1964,47	58934,00
ПП	19500,00	2268	27216,00			1474,2	5896,80	1872	1792,63	5440,54	3264,33	2176,22	65286,51
1 кг ПП	21150,00	2268	27216,00			1944,0	7776,00	2592	2482,10	5862,41	3517,45	2344,96	70348,92
0,5 кг СП	20850,00	2268	27216,00	32400	14256,00	19440,0	972,00	2592	2482,10	6577,61	3946,57	2631,04	78931,32
Брілліант F ₁													
Контроль	49800,00	4693	56316,00					864	827,37	10694,34	6416,60	4277,73	128332,00
ПП	45300,00	4693	56316,00			3050,5	12201,80	3744	3585,25	11740,31	7044,18	4696,12	140883,70
1 кг ПП	48450,00	4693	56316,00			4356,0	17424,00	5184	4964,20	12715,42	7629,25	5086,17	152585,00
0,5 кг СП	48000,00	4693	56316,00	72600	31944,00	43560,0	2178,00	5184	4964,20	14340,22	8604,13	5736,09	172082,60

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 83674

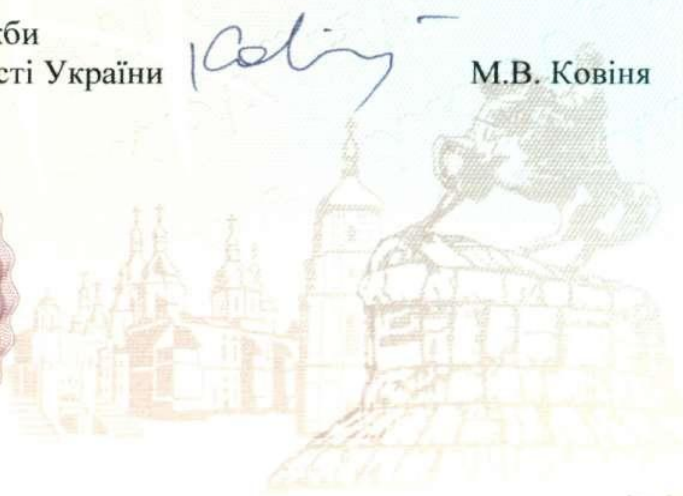
СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.09.2013.**

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

М.В. Ковіня



(11) **83674**(19) **UA**(51) **МПК****A23B 7/04 (2006.01)**

- (21) Номер заявки: **u 2013 03300**
- (22) Дата подання заявки: **18.03.2013**
- (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.09.2013**
- (46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **25.09.2013, Бюл. № 18**

- (72) Винахідники:
Пузік Людмила Михайлівна, UA,
Пузік Володимир Кузьмич, UA,
Бондаренко Вероніка Анатоліївна, UA

- (73) Власник:
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.В. ДОКУЧАЄВА,
п/в "Комуніст-1", Харківський р-н, Харківська обл., 62483, UA

- (54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ

- (57) Формула корисної моделі:

Спосіб зберігання капусти броколі, що включає зберігання капусти у закритій ємності, який відрізняється тим, що головки капусти індивідуально пакують у стретч-плівку ПВХ (полівінілхлоридну), перфоровану, з діаметром отворів 0,2-0,3 мм, у розрахунку на 1 дм² - 3 отвори, і зберігають при температурі 0±0,5 °С.

Додаток Т

«ПОГОДЖЕНО»
 Ректор Харківського національного
 аграрного університету ім. В.В. Докучаєва

 В.К. Пузік
 « 17 » вересень 2014 р.



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор СК «Вітязь»

 М.І. Золотар'ов
 « 17 » вересень 2014 р.



АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

Результати наукової роботи Бондаренко Вероніки Анатоліївни за темою «Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської», виконаної у Харківському національному аграрному університеті ім. В.В. Докучаєва під керівництвом професора Пузік Л.М., впроваджено у виробництво СК «Вітязь» с. Коробочкино, Чугуївського р-ну, Харківської обл.

1. Вид впровадження: збереженість капусти броколі залежно від виду пакування.

2. Характер масштабів впровадження: зберігання 0,3 т головок капусти броколі гібрида Айронмен F₁, що були індивідуально запаковані у стретч-плівку ПВХ (полівінілхлоридну). Строки проведення – серпень-вересень 2014 р.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи: для подовження тривалості зберігання капусти броколі до 35 діб у свіжому вигляді і отримання якісної стандартної продукції на рівні 82 % рекомендовано перед зберіганням продукцію охолоджувати до 0±1°C і пакувати у стретч-плівку ПВХ товщиною 8 мкм. Зберігати упаковану капусту за температури 0±1°C.

4. Економічний ефект: прибуток від зберігання 0,3 т головок капусти броколі гібрида Айронмен F₁, що були індивідуально запаковані у стретч-плівку ПВХ, становив 3,6 тис. грн/т. Рівень рентабельності становив 57,2%.

5. Соціальний і науково-технічний ефект: збереження якості головок, зменшення втрат та подовження строків споживання якісної продукції капусти броколі.

Від Харківського національного
 аграрного університету
 ім. В.В. Докучаєва
 відповідальний за впровадження


 В.А. Бондаренко

« 17 » вересень 2014 р.

Від СК «Вітязь»
 відповідальний за впровадження
 головний інженер


 В.Д. Сиром'ятніков

« 17 » вересень 2014 р.

Додаток У

«ПОГОДЖЕНО»
 Ректор Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва

 В.К. Пузік
 « 22 » грудень 2014 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Директор СК «Вітязь»

 М.І. Золотарьов
 « 22 » грудень 2014 р.

АКТ

впровадження результатів науково-дослідної роботи

Результати наукової роботи Бондаренко Вероніки Анатоліївни за темою «Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської», виконаної у Харківському національному аграрному університеті ім. В.В. Докучаєва під керівництвом професора Пузік Л.М., впроваджено у виробництво СК «Вітязь» с. Коробочкино, Чугуївського р-ну, Харківської обл.

1. Вид впровадження: збереженість капусти брюссельської залежно від виду пакування.

2. Характер масштабів впровадження: зберігання 0,5 т качанчиків капусти брюссельської гібрида Брілліант F₁, що були розфасовані по 1 кг у пакети з поліетиленової плівки товщиною 40 мкм. Строки проведення – жовтень-грудень 2014 р.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи: для подовження тривалості зберігання капусти брюссельської до 70 діб у свіжому вигляді і отримання якісної стандартної продукції на рівні 87 % рекомендовано перед зберіганням продукцію охолоджувати до 0±1°C і фасувати по 1 кг у пакети з поліетиленової плівки товщиною 40 мкм. Зберігати упаковану капусту за температури 0±1°C.

4. Економічний ефект: прибуток від зберігання 0,5 т качанчиків капусти брюссельської гібрида Брілліант F₁, що були розфасовані по 1 кг у пакети з поліетиленової плівки товщиною 40 мкм, становив 5,2 тис. грн/т. Рівень рентабельності становив 110,2 %.

5. Соціальний і науково-технічний ефект: збереження якості качанчиків, зменшення втрат та подовження строків споживання якісної продукції капусти брюссельської.

Від Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва
 відповідальний за впровадження

 В.А. Бондаренко

« 22 » грудень 2014 р.

Від СК «Вітязь»
 відповідальний за впровадження
 головний інженер

 В.Д. Сиромятніков

« 22 » грудень 2014 р.

Додаток Ф



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.В. ДОКУЧАЄВА

п/в «Комуніст-1», Харківський район, Харківська область, 62483, тел. (057) 709-03-00,
 факс (057) 709-03-10, E-mail: office@kнау.kharkov.ua, код ЄДРПОУ 00493764

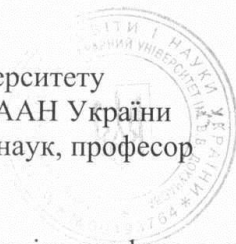
16.09.2016, № 1090/01-21

ДОВІДКА

про впровадження в навчальний процес результатів досліджень, що проводилися викладачем кафедри плодоовочівництва та зберігання ХНАУ ім. В.В. Докучаєва **Бондаренко Веронікою Анатоліївною** за темою “Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської”.

Цією довідкою засвідчуємо, що матеріали дисертаційної роботи викладача кафедри плодоовочівництва та зберігання Бондаренко В.А. впроваджуються у навчальному процесі агрономічного факультету і факультету захисту рослин при викладанні дисциплін “Технологія переробки і зберігання продукції рослинництва”, “Стандартизація та управління якістю продукції рослинництва”, “Товарознавство овочів, плодів та винограду”. Ці дисципліни вивчаються студентами таких спеціальностей: 201 “Агрономія”, 202 “Захист і карантин рослин”, 203 “Садівництво і виноградарство”.

Ректор університету
 член-кор. НААН України
 доктор с.-г. наук, професор



В.К. Пузік

Декан агрономічного факультету
 кандидат с.-г. наук, доцент

О.В. Романов

Декан факультету захисту рослин
 кандидат с.-г. наук, доцент

І.В. Забродіна

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

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.

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.

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.

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.

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.

6. Пузік Л. М., Бондаренко В. А. Физические и теплофизические свойства капусты брюссельской // Вестник Белорус. ГСИ. Горки, 2015. № 3. С. 107–110.

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.

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.

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.

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.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

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. (Форма участі – очна).

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. (Форма участі – очна).

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. (Форма участі – очна).

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. І. Харків: ХНАУ, 2013. С. 52–54. (Форма участі – очна).

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. (Форма участі – очна).

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. (Форма участі – очна).

17. Пузік 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. (Форма участі – заочна).

18. Бондаренко В. А., Пузік 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. (Форма участі – заочна).

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

19. Спосіб зберігання капусти броколі: пат. 83674 Україна, МПК А 23В 7/04 / Пузік Л. М., Пузік В. К., Бондаренко В. А.; заявник та власник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. – № u 2013 03300; заявл. 18.03.2013, чинний з 25.09.2013, Бюл. № 18.