

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 658.562:635.256]:664.8.03 DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(29\)06](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(29)06)

Світлана БЕЛІНСЬКА д. т. н., професор кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету
E-mail: belinskas@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4797-6505 вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Наталія КАМЕНЄВА к. т. н., доцент кафедри товарознавства, управління безпекою та якістю Київського національного торговельно-економічного університету
E-mail: nataliakameneva32@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2193-8167 вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

Станіслава ЛЕВИЦЬКА к. т. н., заступник директора ТОВ "С.А.Ф. Фарма"
E-mail: levitskaya_stan@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4098-000X пр-т. Соборності, 7А, м. Київ, 02160, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ЯКОСТІ КАПУСТИ БРОКОЛІ

Проаналізовано динаміку якості капусти брокколи районуваних в Україні сортів, які придатні для вирощування в зонах Лісостепу, Степу й Полісся. Установлено оптимальні терміни її зберігання перед переробленням.

Ключові слова: капуста брокколи, багатокритеріальна оптимізація, функція бажаності Харрінгтона, коефіцієнт кореляції, показники якості.

Белинская С., Каменева Н., Левицкая С. Прогнозирование сохранности качества капусты брокколи. Проанализирована динамика качества капусты брокколи районированных в Украине сортов, пригодных для выращивания в зонах Лесостепи, Степи и Полесья. Установлены оптимальные сроки ее хранения перед переработкой.

Ключевые слова: капуста брокколи, многокритериальная оптимизация, функция желательности Харрингтона, коэффициент корреляции, показатели качества.

Постановка проблеми. Зростаюча популярність здорового способу життя супроводжується збільшенням у харчовому раціоні частки свіжих і перероблених хлорофілвісних овочів, зокрема капусти броколі. Її цінність зумовлена вмістом аскорбінової кислоти, хлорофілу, глюкозинолатів, амінокислот, інших важливих для організму людини біологічно активних речовин. Однак її споживання обмежується незначним терміном зберігання [1].

Одним із головних чинників, який впливає на збереженість якості плодоовочевої продукції, є температура її зберігання. Саме від неї залежить швидкість протікання фізичних, мікробіологічних, біохімічних процесів, які відбуваються в овочах при зберіганні. Коливання температури, температурні стрибки під час зберігання овочів мають подразнюючий вплив на протоплазму клітин, унаслідок якого суттєво активізується дихальний процес, що супроводжується зміною органолептичних і фізико-хімічних показників якості та природними втратами маси овочевої продукції під час зберігання [2]. Саме тому актуальним є дослідження змін якості різних видів свіжих овочів за різних температурних умов із метою встановлення оптимальних термінів їхнього зберігання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В. А. Бондаренко [3] визначено кращі гібриди капусти броколі – *Бомонт F1* і *Бріліант F1* – для вирощування в умовах Лісостепу України та науково доведено, що пакування центральних головок капусти броколі в стретч-плівку та стретч-плівку перфоровану завтовшки 8 мкм подовжує тривалість зберігання до 35–40 діб за збереження стандартної продукції на рівні 80–82 %. Л. М. Пузік [4] науково доведено, що інтенсивність дихання капусти залежить від особливостей гібриду та способу пакування. Використання 8 мкм стретч-плівки уможливило подовжити термін зберігання капусти броколі у свіжому вигляді майже в 2 рази. Автори пропонують зберігати цей овоч у регульованому газовому середовищі з певною концентрацією вуглекислого газу й кисню для збереження нормального дихального газообміну, що подовжує термін зберігання капусти броколі у свіжому вигляді майже в 1.8 рази.

Водночас запропоновані науковцями [3–5] способи не вирішують проблему тривалого подовження термінів зберігання капусти броколі у свіжому вигляді. Комплексні дослідження змін якості капусти броколі сортів і гібридів, що районовані в Україні та придатні до вирощування в зонах Лісостепу, Степу й Полісся, не проводилися й наразі є актуальними.

Мета роботи – проаналізувати динаміку якості капусти броколі районованих в Україні сортів, які придатні для вирощування в зонах Лісостепу, Степу й Полісся, та встановити оптимальні терміни її зберігання перед переробленням.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – капуста броколі сортів і гібридів *Партенон*, *Белстар F1*, *Монако F1*, *Квінта F1* урожаю 2015–2017 рр., які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Продукція вирощена в сільськогосподарських угіддях ТОВ "АРТІ" (м. Харків) в однакових агрокліматичних умовах [6].

Комплексну оцінку якості капусти броколі розраховано методом багатокритеріальної оптимізації, який уможливорює виключити вплив одиниць виміру показників якості, а також величин інтервалів припустимих значень кожного показника на цільову функцію (φ). Органолептичну оцінку (зовнішній вигляд, смак, запах, забарвлення) проведено за розробленою нами 5-бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала бальної оцінки показників якості свіжої капусти броколі

| Показник якості | Оцінка, бали | | | | |
|------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Зовнішній вигляд | Головки свіжі, цілі, чисті, здорові, за формою відповідають певному ботанічному сорту, без надлишкового зовнішнього зволоження, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками | | | Головки зів'ялі, деформовані, забруднені, за формою відповідають певному ботанічному сорту | |
| | – | Допускаються головки злегка зів'ялі | | – | уражені хворобами |
| | | до 5 % | до 10 % | | |
| Забарвлення | Властиве ботанічному сорту | | | Наявність непри-таманних свіжим овочам відтінків | Повна втрата природного забарвлення |
| | інтенсивне, природне | недостатньо інтенсивне | з легким потемнінням або пожовтінням | | |
| Запах | Властивий ботанічному сорту | | | Ледь відчутний | Невиражений, не властивий ботанічному сорту |
| | приємний, добре виражений | недостатньо виражений | слабо виражений | | |
| | без сторонніх запахів | | | | |
| Смак | Властивий ботанічному сорту, без сторонніх присмаків | | Порожньо-прісний смак з наявністю "сінного" присмаку | Відсутній природний смак, явно виражений "сінний" присмак | Незадовільний смак зі стороннім присмаком |
| | гармонійний | досить гармонійний | | | |

Інтенсивність дихання визначено методом присосок із використанням баритової води та НСІ за кількістю мг CO_2 , виділеного за годину 1 кг капусти [7], масову частку вологи – висушуванням до постійної маси (ГОСТ 28561–90) [8], розчинні сухі речовини – рефрактометричним методом (ГОСТ 28562–90) [9], загальний цукор [10], масову частку білка – методом йонообмінної колонкової хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА 339М "Мікротехна" (Чехія) [11], титровані кислоти – титрометричним методом у перерахунку на яблучну (ДСТУ 4957:2008) [12], вміст аскорбінової кислоти – йодометричним методом (ГОСТ 24556–89) [13], активність поліфенолоксидази та аскорбінаоксидази – за методом Х. М. Починка [14], вміст ізотіоціанатів – за методом О. І. Єрмакова [15], хлорофілу – спектрофотометричним методом [16].

Дослідження проведено в середній пробі свіжозібраної капусти та протягом 5, 10, 15, 20 діб зберігання за температури $18-20 \pm 2$ °C та відносної вологості повітря 75 %.

Розроблено матрицю значень показників органолептичних і фізико-хімічних властивостей. Установлено допустимі інтервали значень (f_j^+ ; f_j) показників якості сортів x_i , які досліджувались, і визначено прагнення оптимального значення (f_j) до *max* або *min*.

Допустимі інтервали значень кожного критерію встановлено в межах максимальних і мінімальних його величин (у відповідних одиницях виміру) з урахуванням індивідуальних допусків. Проведено операцію нормування – переведення несумісних за одиницями виміру показників якості в безмірні величини f_j .

Вибір кращого сорту визначено за умов найбільшого наближення цільової функції до 1 [7]. Показники, які найбільш впливають на якість капусти броколі впродовж зберігання визначено методом кореляційно-регресійного аналізу [17].

Узагальнена функція бажаності задавалась як середнє геометричне окремих бажаностей [18].

Побудову прогнозу моделі, розрахунок коефіцієнта детермінації, похибки моделі та статистичного критерію Фішера здійснено в середовищі Excel.

Результати дослідження. При проведенні порівняльної оцінки результатів досліджень здійснено ранжування сортів капусти броколі за якістю (табл. 2).

Перший ранг капусти броколі підтверджено для сорту *Партенон* за відповідними результатами досліджених показників (див. табл. 2).

Для визначення найбільш впливових критеріїв на значення цільової функції використано метод кореляційно-регресійного аналізу, згідно з яким із множини факторів обирали ті, що мають найбільшу кореляцію з показником (табл. 3).

Таблиця 2

Комплексна оцінка якості сортів капусти брокколи

| Ботаничний сорт | Інтенсивність дихання, мг на 1 кг за 60 CO ² -60 с | | Масова частка вологи | | Розчинні сухі речовини | | Загальний цукор | | Масова частка білка | | Титрована кислотність | | Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г | | | | Активність | | | | Вміст | | | | Дегустаційна оцінка | | Значення цілової функції Рант |
|-------------------|---|-------|----------------------|-------|------------------------|-------|-----------------|-------|---------------------|-------|-----------------------|-------|---|-------|---------|-------|----------------|-------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|---------------------|-------|-------------------------------|
| | % | | % | | % | | % | | % | | % | | мк моль аскорбінової кислоти, окисленої за 60 с | | | | ізотіоціанатів | | | | хлорофілу | | бали | | | | |
| | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | f_1 | f_2 | |
| <i>Партенон</i> | 14.7 | 0.930 | 87.42 | 0.587 | 9.3 | 0.706 | 3.43 | 0.342 | 3.97 | 0.431 | 0.39 | 0.474 | 116.4 | 0.983 | 1.5 | 0.545 | 16.7 | 0.587 | 0.59 | 0.722 | 49.0 | 0.119 | 4.81 | 0.857 | 4.331 | 1 | |
| <i>Белстар FI</i> | 18.7 | 0.662 | 87.93 | 0.588 | 8.9 | 0.471 | 3.22 | 0.486 | 3.86 | 0.526 | 0.43 | 0.263 | 104.5 | 0.569 | 1.5 | 0.545 | 16.2 | 0.588 | 0.51 | 0.278 | 48.8 | 0.085 | 4.33 | 0.171 | 6.787 | 2 | |
| <i>Монако FI</i> | 20.8 | 0.076 | 88.07 | 0.255 | 9.0 | 0.529 | 2.97 | 0.658 | 3.92 | 0.344 | 0.34 | 0.737 | 96.2 | 0.281 | 1.4 | 0.454 | 15.9 | 0.255 | 0.53 | 0.389 | 53.7 | 0.915 | 4.57 | 0.514 | 6.567 | 3 | |
| <i>Квінта FI</i> | 16.7 | 0.648 | 87.11 | 0.745 | 8.6 | 0.294 | 3.14 | 0.541 | 3.81 | 0.569 | 0.38 | 0.526 | 88.6 | 0.017 | 1.4 | 0.454 | 16.1 | 0.745 | 0.55 | 0.500 | 49.8 | 0.254 | 4.31 | 0.143 | 7.292 | 4 | |
| f_j | 14.2 | - | 86.61 | - | 8.1 | - | 2.47 | - | 3.31 | - | 0.29 | - | 88.1 | - | 0.9 | - | 15.4 | - | 0.46 | - | 48.3 | - | 4.21 | - | - | - | |
| f_j^+ | 21.3 | - | 88.57 | - | 9.8 | - | 3.93 | - | 4.47 | - | 0.48 | - | 116.9 | - | 2.0 | - | 17.2 | - | 0.64 | - | 54.2 | - | 4.91 | - | - | - | |
| $f_j(x^y)$ | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | - | - | |
| - | 14.2 min | - | 88.57 max | - | 9.8 max | - | 3.93 max | - | 4.47 max | - | 0.48 max | - | 116.9 max | - | 0.9 min | - | 15.4 min | - | 0.64 max | - | 54.2 max | - | 4.91 max | - | - | - | |

Таблиця 3

**Кореляційний зв'язок між показниками якості
та значенням цільової функції сортів капусти броколі**

| Показник якості | Ботанічний сорт | | | |
|------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|
| | <i>Партенон</i> | <i>Белстар F1</i> | <i>Монако F1</i> | <i>Квінта F1</i> |
| Інтенсивність дихання | 0.97 | 0.91 | 0.89 | 0.94 |
| Масова частка вологи | 0.05 | 0.25 | 0.22 | 0.14 |
| Розчинні сухі речовини | -0.83 | -0.92 | -0.93 | -0.95 |
| Загальний цукор | -0.86 | -0.87 | -0.88 | -0.85 |
| Масова частка білка | -0.47 | -0.32 | -0.29 | -0.33 |
| Титровані кислоти | -0.85 | -0.83 | -0.89 | -0.81 |
| Вміст аскорбінової кислоти | -0.79 | -0.87 | -0.82 | -0.85 |
| Активність аскорбінаоксидази | 0.58 | 0.43 | 0.62 | 0.51 |
| Активність поліфенолоксидази | 0.42 | 0.33 | 0.29 | 0.37 |
| Вміст ізотіоціанатів | -0.58 | -0.48 | -0.51 | -0.42 |
| Вміст хлорофілу | -0.71 | -0.63 | -0.58 | -0.54 |
| Дегустаційна оцінка | -0.88 | -0.79 | -0.91 | -0.83 |

Кореляційні залежності носять як обернений, так і прямий характер, тобто збільшення значення чинника зумовлює відповідне зменшення показника й навпаки. Найбільш суттєвими виявилися вплив інтенсивності дихання, дегустаційної оцінки, вмісту розчинних сухих речовин, титрованих кислот, загального цукру, аскорбінової кислоти на значення цільової функції. Саме тому ці чинники обрано нами для подальшої оцінки збереженості сортів і гібридів капусти броколі. Для цього скористалися функцією бажаності Харрінгтона (табл. 4).

Таблиця 4

**Відгуки перетворення показників капусти броколі
за шкалою бажаності Харрінгтона**

| Тривалість зберігання, днів | Інтенсивність дихання | Вміст РСР | Титрована кислотність | Загальний цукор | Вміст АК | Дегустаційна оцінка | Природні втрати маси | Узагальнений відгук | Бажаність |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------|----------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------|
| <i>Партенон</i> | | | | | | | | | |
| 0* | 0.786 | 0.675 | 0.714 | 0.573 | 0.648 | 0.783 | 0.312 | 0.718 | Добра |
| 5 | 0.624 | 0.531 | 0.712 | 0.523 | 0.614 | 0.713 | 0.123 | 0.657 | Добра |
| 10 | 0.324 | 0.467 | 0.563 | 0.471 | 0.443 | 0.482 | 0.567 | 0.435 | Задовільна |
| 15 | 0.209 | 0.311 | 0.278 | 0.426 | 0.358 | 0.194 | 0.356 | 0.264 | Погана |
| 20 | 0.101 | 0.316 | 0.128 | 0.403 | 0.308 | 0.081 | 0.235 | 0.154 | Дуже погана |
| <i>Белстар F1</i> | | | | | | | | | |
| 0* | 0.771 | 0.654 | 0.651 | 0.564 | 0.687 | 0.786 | 0.123 | 0.705 | Добра |
| 5 | 0.457 | 0.578 | 0.492 | 0.512 | 0.569 | 0.456 | 0.067 | 0.501 | Задовільна |
| 10 | 0.407 | 0.498 | 0.493 | 0.482 | 0.384 | 0.325 | 0.347 | 0.428 | Задовільна |
| 15 | 0.208 | 0.333 | 0.337 | 0.435 | 0.309 | 0.209 | 0.256 | 0.278 | Погана |
| 20 | 0.089 | 0.261 | 0.014 | 0.408 | 0.257 | 0.067 | 0.125 | 0.056 | Дуже погана |

Закінчення табл. 4

| Тривалість зберігання, днів | Інтенсивність дихання | Вміст РСР | Титрована кислотність | Загальний цукор | Вміст АК | Дегустаційна оцінка | Природні втрати маси | Узагальнений відгук | Бажаність |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------|----------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------|
| <i>Монако F1</i> | | | | | | | | | |
| 0* | 0.763 | 0.598 | 0.682 | 0.593 | 0.607 | 0.707 | 0.329 | 0.683 | Добра |
| 5 | 0.536 | 0.592 | 0.499 | 0.549 | 0.583 | 0.524 | 0.137 | 0.536 | Задовільна |
| 10 | 0.373 | 0.507 | 0.680 | 0.437 | 0.438 | 0.369 | 0.367 | 0.484 | Задовільна |
| 15 | 0.219 | 0.403 | 0.303 | 0.403 | 0.397 | 0.282 | 0.124 | 0.298 | Погана |
| 20 | 0.145 | 0.229 | 0.119 | 0.434 | 0.263 | 0.195 | 0.078 | 0.161 | Дуже погана |
| <i>Квінта F1</i> | | | | | | | | | |
| 0* | 0.762 | 0.625 | 0.718 | 0.559 | 0.569 | 0.838 | 0.167 | 0.671 | Добра |
| 5 | 0.626 | 0.459 | 0.263 | 0.475 | 0.644 | 0.603 | 0.356 | 0.493 | Задовільна |
| 10 | 0.397 | 0.362 | 0.562 | 0.503 | 0.373 | 0.417 | 0.234 | 0.435 | Задовільна |
| 15 | 0.219 | 0.360 | 0.419 | 0.447 | 0.347 | 0.133 | 0.254 | 0.297 | Погана |
| 20 | 0.181 | 0.281 | 0.413 | 0.412 | 0.063 | 0.022 | 0.132 | 0.144 | Дуже погана |

0* капуста свіжозібрана.

Отримані дані свідчать, що за узагальненим відгуком (від 0.671 до 0.718) усі свіжозібрані сорти капусти мають добру якість. Проте тільки сорт *Партенон* зберігає її протягом 5 днів в зазначених умовах. Рівень якості всіх інших сортів під час зберігання протягом 5 днів знижується до задовільного (узагальнений показник від 0.493 до 0.536).

Для визначення найбільш впливового чинника на якість капусти броколі при її зберіганні використано метод прямого відбору та встановлено, що найбільш суттєво на функцію бажаності впливає термін зберігання ($r = -0.89$). Саме тому його обрано для побудови прогнозної моделі.

Найкращою для прогнозування виявилася лінійна модель:

$$y = 4.41 - 0.72 X_1; R^2 = 0.889,$$

де y – функція бажаності (узагальнений відгук);

X_1 – строк зберігання, днів.

Адекватність отриманої моделі прогнозування функції бажаності підтверджено статистичним критерієм Фішера. Розрахункове значення критерію ($F_{\text{розрах}})$ становить 22.104, табличне ($F_{\text{табл}})$ – 5.591.

Оскільки $F_{\text{розрах}} > F_{\text{табл}}$, то отримана лінійна модель є адекватною і може використовуватися виробниками для прогнозування якості капусти броколі залежно від тривалості її зберігання.

Висновки. Максимальний термін зберігання капусти броколі сорту *Партенон* з гарантовано високим рівнем якості становить 5 днів. Якість інших досліджених сортів *Белстар F1*, *Монако F1* і *Квінта F1* суттєво знижується.

Отримані результати досліджень можуть бути корисними для працівників овочепереробної галузі харчової промисловості при визначенні черговості перероблення капусти броколі з урахуванням технічних можливостей вітчизняних підприємств і масовості збору врожаю.

Перспективною подальших досліджень є виявлення впливу позитивних низьких температур на якість капусти броколі під час її зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Matejian G. What Is New and Beneficial About Broccoli. The world's healthiest foods. 2010. URL: <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=9>.
2. 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. N 3. P. 205–221.
3. Бондаренко В. А. Лежкоздатні властивості капусти броколі та брюссельської: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.15. Харків, 2017. 314 с.
4. Пузік Л., Колтунов В., Романов О., Бондаренко В., Гайова Л., Щербина Є. Капустяні овочі. Технологія вирощування та зберігання: [колект. монографія]. Харків: Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2015. 374 с.
5. Krasaekoopt W., Bhandari B. Fresh-Cut Vegetables. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*. 2011. С. 219-242.
6. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, 2015. URL: <http://vet.gov.ua/node/919>.
7. Колтунов В. А. Технологія зберігання продовольчих товарів: лабораторний практикум. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. 341 с.
8. ГОСТ 28561–90. Продукты пищевые консервированные. Методы определения сухих веществ или влаги. М.: Изд-во стандартов, 1990. 14 с.
9. ГОСТ 28562–90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Изд-во стандартов, 1990. 15 с.
10. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів. Київ. 2008. 22 с.
11. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності білка крупи із гречки різних сортів. *Technology audit and production reserves*. 2015. № 4. Р. 55-63.
12. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.
13. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: Изд-во стандартов, 1989. 16 с.
14. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Наукова думка, 1976. 334 с.
15. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос, 1987. 430 с.
16. Тартачник І. І. Методи дослідження зелених пігментів у листках і плодах. Проблеми моніторингу в садівництві; за ред. А. М. Силаєвої. Київ: Аграрна наука, 2003. С. 157-159.

17. Левицька С., Белінська С., Мороз О. Прогнозування якості швидкозамороженої капусти броколі. *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. 2018. № 2 (26). С. 25-33.
18. Зіатдінов Ю. К. Моделі та методи визначення задач багатокритеріальної оптимізації. *Вісник нац. авіаційного ун-ту*. 2005. № 12. С. 77-81.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2019.

Belinska S., Kamieniwa N., Levytska S. Prognosis of the broccoli cabbage quality protection.

Background. One of the determining factors that affects the quality preservation of fruits and vegetables, is the storage temperature. The speed of the flow of physical, microbiological, and biochemical processes that occur in vegetables during storage depends on it. The study of changes in the quality of fresh vegetables at different temperatures to establish the optimal storage time is actual.

The aim of the article is to analyze the dynamics of broccoli quality, sorts, zoned in Ukraine, suitable for cultivation in zones of forest-Steppe, Steppe and Polissya, and to establish the optimum time of storage before processing.

Materials and methods. A research object is a cabbage broccoli of botanical sorts of Partenon, Belstar F1, Monaco of F1, Quint of F1 of harvest 2015–2017, grown on agricultural lands of LTD. "ARTI" (Kharkiv).

The complex estimation of quality of cabbage broccoli is calculated by the method of multicriterion optimization. Organoleptical estimation (original appearance, taste, smell, colouring) is conducted on the worked out 5-ball scale.

The construction of prognosis model, calculation of the coefficient of determination, error of model and statistical criterion of Fisher, is carried out in the environment of Excel.

The complex estimation of quality of cabbage broccoli on the organoleptical (original appearance, taste, smell, colouring) and physical and chemical (breathing intensity, mass fraction of moisture, soluble dry substance, general sugar, mass fraction of protein, titrated acids, content of ascorbic acid, activity of polyphenol oxidase and ascorbate oxidase, content of isothiocyanates, chlorophyll) indexes of quality is calculated by the method of multicriterion optimization. Study is undertaken in a middle test in a fresh-cut cabbage and during 5, 10, 15, 20 days storage at a temperature $18-20 \pm 2$ °C and relative humidity of air 75 %. Changes of quality of cabbage broccoli during storage are defined by the generalized function of desirability of Harrington. Indexes that most influence on quality of cabbage broccoli during storage are defined by the method of cross-correlation-regressive analysis.

Results. The first grade of cabbage broccoli sort of *Partenon* is confirmed by such indexes: a tasting estimation is 4.81 points, mass fraction of moisture is a 87.42 %, content of SSR – 9.3 %, general sugar – 3.43 %, mass fraction of protein is 3.97 %, titrated acids – 0.39 %, content of ascorbic acid is 116.4 mgs/100 gs, activity of a ascorbate oxidase – 1.5 mkmol of the ascorbic acid oxidized after 60 c, activity of polyphenol oxidase – 16.7 mkmol of the ascorbic acid oxidized after 60 c, content of isothiocyanates – 0.59 mg/100 g, content of chlorophyll – 49.0 mg/100 g. The most substantial factors of influence on the value of objective function: breathing intensity, tasting estimation, soluble dry substance, titrated acids, general sugar and ascorbic acid appeared. Exactly these factors are selected for the further estimation of cabbage broccoli sorts preservation by the function of desirability of Harrington. All fresh-cut sorts of cabbage have good quality (the generalized review varies from 0.671 to 0.718). However only the sort of *Partenon* keeps it during 5 days in the marked terms. The level of quality of all other sorts at their storage during 5 days goes down to satisfactory (the generalized index from 0.493 to 0.536).

Conclusion. The maximum shelf life of Parthenon broccoli cabbage with a guaranteed high quality is 5 days. Quality of other investigational sorts of *Belstar F1*, *Monaco F1* and *Quint F1* at storage goes down substantially.

The obtained results of researches can be useful to the workers of vegetable processing industry of food industry at determination of priority of processing of cabbage broccoli taking into account technical capabilities of domestic enterprises and mass character of harvest.

Keywords: cabbage broccoli, multicriteria optimization, Harrington's desirable function, correlation coefficient, quality indices.

REFERENCES

1. Matejian, G. (2010). What Is New and Beneficial About Broccoli. The world's healthiest foods. *www.whfoods.com*. Retrieved from <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=9> [in English].
2. Sharma, R. R., Singh, D., & Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. *J. Biological Control*, (Vol. 50), 3, 205-221 [in English].
3. Bondarenko, V. A. (2017). Lezhkozdatni vlastyvoli kapusty brokoli ta brjussel's'koi' [Lying properties of broccoli and Brussels cabbage]. *Candidate's thesis*. Harkiv [in Ukrainian].
4. Puzik, L., Koltunov, V., Romanov, O., Bondarenko, V., Gajova, L., & Shherbyna, Je. (2015). Kapustjani ovochi. Tehnologija vyroshhuvannja ta zberigannja [Cabbage vegetables. Cultivation and storage technology]. Harkiv [in Ukrainian].
5. Krasaekoopt, W., & Bhandari, B. (2011). Fresh-Cut Vegetables. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. [in English].
6. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni [State register of plant varieties, suitable for distribution in Ukraine]. (2015). *Derzh. veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrai'ny – State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine*. *vet.gov.ua*. Retrieved from <http://vet.gov.ua/node/919> [in Ukrainian].
7. Koltunov, V. A. (2003). Tehnologija zberigannja prodovol'chyh tovariv: laboratornyj praktykum [Food products storage technology: laboratory workshop]. *Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t – Kyiv National University Of Trade and Economics*. Kyi'v [in Ukrainian].
8. Produkty pishhevye konservirovannye. Metody opredelenija suhiv veshhestv ili vlagi [Canned food products. Methods for determination of dry matter or moisture]. (1990). *GOST 28561–90*. Moscow: Izd-vo standartov [in Russian].
9. Produkty pererobotki plodov i ovoshhej. Refraktometrisheskij metod opredelenija rastvorimyh suhiv veshhestv [Products of fruits and vegetables processing. Refractometric method for the determination of soluble solids]. (1990). *GOST 28562–90*. Moscow: Izd-vo standartov [in Russian].
10. Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachennja cukriv [Products of fruits and vegetables processing. Methods of sugars determination]. (2008). *DSTU 4954:2008*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
11. Dubinina, A. A., Lenert, S. O., & Popova, T. M. (2015). Analiz aminokyslotnogo skladu ta biologichnoi' cinnosti bilka krupy iz grechky riznyh sortiv [Analysis of the amino acid composition and biological value of protein, buckwheat groats of different varieties]. *Technology audit and production reserves*, 4, 55-63. [in Ukrainian].
12. Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachennja tytrovanoj' kyslotnosti [Products of fruits and vegetables processing. Methods of titrated acidity determination]. (2009). *DSTU 4957:2008*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
13. Produkty pererobotki plodov i ovoshhej. Metody opredelenija vitamina C [Products of fruits and vegetables processing. Methods of vitamin C determination]. (1989). *GOST 24556–89*. Moscow: Izd-vo standartov [in Russian].

14. Pochinok, H. N. (1976). Metody biohimicheskogo analiza rastenij [Methods of biochemical analysis of plants]. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
15. Ermakov, A. I. (1987). Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij [Methods of biochemical plants research]. Leningrad: Kolos [in Russian].
16. Tartachnyk, I. I. (2003). Metody doslidzhennja zelenyh pigmentiv u lystkah i plodah. Problemy monitoryngu v sadivnytvi [Methods of studying green pigments in leaves and fruits. Problems of monitoring in gardening]. A. M. Sylajeva (Ed.). Kyi'v: Agrarna nauka [in Ukrainian].
17. Levyc'ka, S., Belins'ka, S., & Moroz, O. (2018). Prognozuvannja jakosti shvydko-zamorozhenoi' kapusty brokoli [Quality prediction of frozen broccoli cabbage]. *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky" – International scientific and practical magazine "Goods and Markets"*, 2 (26), 25-33 [in Ukrainian].
18. Ziatdinov, Ju. K. (2005). Modeli ta metody vyznachennja zadach bagatokryterial'noi' optymizacii' [Models and methods for determining multicriteria optimization tasks]. *Visnyk nacional'nogo aviacijnogo universytetu – Bulletin of the National Aviation University*, 12, 77-81 [in Ukrainian].