УДК 006.83-043.83:635.15

DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-2/07>**Гапонцева О.В.**

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Селютіна Г.А.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Летута Т.М.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Скирда О.Є.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

Віннікова В.О.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ Й ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ РЕДЬКИ

У щоденному харчуванні людини важливе місце посідає овочева продукція, яка містить значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, органічних кислот і фітонцидів. Зважаючи на сезонність свіжих овочів і завдяки сучасним методам переробки, для забезпечення організму людини необхідною кількістю біологічно-активних речовин можна рекомендувати й перероблену овочеву сировину. Консервовані продукти, виготовлені за сучасними технологіями, можуть використовуватися як у щоденному харчуванні, так і з лікувально-профілактичними цілями.

Особливо цінною, з огляду на хімічний склад (високий вмістом БАР, у тому числі з фітонцидними й антиоксидантними властивостями), доступність і дешевизну, є редька. Відомо, що редьку використовують для профілактики та лікування авітамінозу, атеросклерозу, ожиріння, порушень з боку обміну речовин тощо. Проте на українському споживчому ринку відсутня продукція із цього коренеплоду. Це пов'язано з тим, що редька має здатність до накопичення великої кількості токсичних речовин із ґрунту, а також містить велику кількість ефірних олій, які, з одного боку, надають лікувально-профілактичні властивості, а з іншого – зумовлюють специфічні та неприйнятні для більшості споживачів органолептичні властивості. Комплексна товарознавча оцінка редьки різних господарсько-ботанічних сортів є актуальним дослідженням для сучасної товарознавчої науки. Це дасть змогу встановити критерії її якості з метою цілеспрямованого її використання й формування якості продуктів із неї.

Кількісна характеристика якості товару характеризується показником його якості. Щодо харчових продуктів одиничний показник не може повною мірою відобразити їх якість. Велика кількість показників ускладнює процес аналізу і прийняття рішення щодо якості продуктів, тоді як комплексна оцінка має суттєву перевагу, що полягає у використанні сукупності показників якості й виражається однією числовою величиною – комплексним показником якості.

Ключові слова: редька, комплексний показник якості, ранжування за якістю, товарознавча оцінка, хімічний склад редьки, розподіл сортів.

Постановка проблеми. У щоденному харчуванні людини важливе місце посідає овочева продукція, яка містить значну кількість легкозасвоюваних вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, органічних кислот і фітонцидів. Зважаючи на сезонність свіжих овочів і завдяки сучасним методам переробки, для забезпечення організму людини необхідною кількістю біологічно-актив-

них речовин можна рекомендувати й перероблену овочеву сировину. Консервовані продукти, виготовлені за сучасними технологіями, можуть використовуватися як у щоденному харчуванні, так і з лікувально-профілактичними цілями.

Особливо цінною, з огляду на хімічний склад (високий вмістом БАР, у тому числі з фітонцидними та антиоксидантними властивостями),

доступність і дешевизну, є редька. Відомо, що редьку використовують для профілактики та лікування авітамінозу, атеросклерозу, ожиріння, порушень із боку обміну речовин тощо. Проте на українському споживчому ринку відсутня продукція із цього коренеплоду. Це пов'язано з тим, що редька має здатність до накопичення великої кількості токсичних речовин із ґрунту, а також містить велику кількість ефірних олій, які, з одного боку, надають лікувально-профілактичні властивості, а з іншого – зумовлюють специфічні та неприйнятні для більшості споживачів органолептичні властивості. Комплексна товарознавча оцінка редьки різних господарсько-ботанічних сортів є актуальним дослідженням для сучасної товарознавчої науки. Це дасть змогу встановити критерії її якості із метою цілеспрямованого її використання та формування якості продуктів із неї.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами дослідження встановлено, що на хімічний склад редьки суттєвий вплив мають географічний підтип, сорт, умови вирощування коренеплодів. Тому ці дослідження є узагальненими.

У працях [1–5] зазначено, що редька містить 10,5...13,0% сухих речовин, у яких масова частка жирів не перевищує 0,2%. Переважна кількість сухих речовин коренеплодів представлена вуглеводами. Уміст цукру становить 1,5...6,4%, які представлені здебільш моноцукрами (глюкоза – 1,2%). Поряд із глюкозою, фруктозою та сахарозою міститься дисахарид мальтоза. Також до вуглеводів коренеплоду входить пектин (0,3% у вигляді пектату кальцію) і пентозам (0,9%), харчові волокна – 2,1%, тоді як крохмаль практично відсутній (до 0,1%). До складу азотовмісних речовин коренеплодів входять як білкові, так і небілкові з'єднання. Масова частка сирого протеїну становить 1,6...2,5%. У складі вільних амінокислот методом паперової хроматографії в коренеплодах редьки знайдено холін, тригонелін, аденін та інші пуринові основи. Харчова цінність редьки зумовлена наявністю великої кількості мінеральних речовин. Так, за кількістю заліза, натрію, магнію, фосфору та кальцію вона посідає перше місце серед овочів [6; 7]. Доведено, що редька є джерелом калію, якого в кількості 357...1200 мг/100 г. Основними ферментами коренеплоду, що відрізняються високою активністю, є фосфорилаза, фосфатаза, сахараза, карбоксилаза піровиноградної та щавлевої кислот, алкоголь дегідрогеназа й β -амілаза. За результатами досліджень [8], у її коренеплодах виявлено (у мг/100 г продукту) вітамін С – до 55,0 (переважна частина аскорбінової

кислоти знаходиться у вільній формі), каротину – 0,02...0,03, вітамінів РР – 0,25, В₁ – 0,03.

Постановка завдання. Метою роботи є комплексна оцінка якості господарсько-ботанічних плодів редьки для розподілу за напрямками використання в харчовій промисловості. Для досягнення поставленої мети висунуто низку завдань:

- побудова «дерева властивостей» для оцінювання якості коренеплодів редьки;
- визначення базових і граничних показників для оцінюваних груп властивостей;
- визначення групових комплексних показників якості редьки;
- ранжування коренеплодів редьки за якістю;
- визначення критеріїв напрямів використання сортів редьки залежно від критеріїв їх якості;
- розподіл сортів за доцільними напрямками використання.

Предметом дослідження були 8 господарсько-ботанічних сортів редьки: Чорна зимова Сквирська, Біла зимова Сквирська, Марушка, Трояндова, Лебідка, Серце дракона, Маргеланська та дайкона Біле ікло.

Виклад основного матеріалу дослідження. Експериментально доведено, що коренеплоди редьки мають суттєві відмінності за смакоароматичними показниками, хімічним складом, здатністю до накопичення контамінантів тощо. Для врахування всіх показників під час оцінювання якості овочевої продукції застосовують принципи кваліметрії, за допомогою чого отримується комплексна інформація про якість продукції з урахуванням водночас усіх її властивостей.

Отримані в результаті комплексного дослідження абсолютні значення показників якості (хімічний склад, органолептика, уміст токсичних речовин) у безрозмірні величини здійснювали за відношенням експериментально отриманих результатів абсолютних показників якості до їх базових значень [9]. Визначення відносних показників проводили за формулами:

$$q_i = P_i / P_{i \text{ баз}}, \quad (1)$$

$$q_i = P_{i \text{ баз}} / P_i, \quad (2)$$

$$q_i = (P_i - P_{i \text{ гр}}) / (P_{i \text{ баз}} - P_{i \text{ гр}}), \quad (3)$$

де P_i – значення i -го показника ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) якості оцінюваної продукції;

$P_{i \text{ баз}}$ – базове значення i -го показника;

$P_{i \text{ гр}}$ – граничне значення i -го показника;

n – кількість оцінюваних показників.

Коефіцієнти вагомості для обраних показників якості в межах кожної групи властивостей визна-

чали в рамках експертної групи з дотриманням такої умови:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1 \quad (4)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i -того показника;
 n – число показників якості продукції в окремій групі.

За допомогою адитивної моделі комплексної оцінки розраховували групові показники якості:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_i, \quad (5)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i -того показника;
 n – число показників якості продукції; K_i – відносний показник якості.

Для групи властивостей С:

$$KC_0 = (MC_1 KC_1) + (MC_2 KC_2) + (MC_3 KC_3) + (MC_4 KC_4) + (MC_5 KC_5) + (MC_6 KC_6).$$

Для групи властивостей D:

$$KD_0 = (MD_1 KD_1) + (MD_2 KD_2) + (MD_3 KD_3) + (MD_4 KD_4) + (MD_5 KD_5) + (MD_6 KD_6) + (MD_7 KD_7) + (MD_8 KD_8) + (MD_9 KD_9) + (MD_{10} KD_{10}).$$

Вираження комплексної оцінки якості виробів одним значенням отримували в результаті об'єднання групових оцінок властивостей. Комплексний показник якості (КПЯ) продукції визначали за допомогою адитивної моделі комплексної оцінки за формулою (5).

Проведено комплексну оцінку якості коренеплодів редьки за обраними параметрами, найбільш важливими з яких вважаємо харчову цін-

ність і безпечність. Обчислення розпочинали з побудови «дерева властивостей», яке характеризує саме ці властивості (рис. 1).

Другий етап – вимірювання абсолютних показників якості в межах груп властивостей А, В, С, D здійснено у відповідних розділах роботи.

На третьому етапі обирали базові та граничні показники для оцінюваних груп властивостей. Базовими ($P_{\text{баз}}$) є показники, регламентовані нормативними документами, або ті, що зустрічаються на практиці в більшості продукції. Граничні показники вводяться додатково для розрахунку комплексного показника тих груп властивостей, що характеризують безпечність продукції для споживача. Як $P_{\text{баз}}$ для груп властивостей А, В та С обрано кращі показники серед досліджуваних зразків. Для групи D за базовий приймали мінімальне значення показника, а за граничний – його ГДК.

Базові показники:

$$PA_{\text{баз}} = 5 \text{ балів}, PB_{\text{баз}} = 2,33 \cdot 10^5 \text{ Па}, PC_{1\text{баз}} = 0,95\%,$$

$$PC_{2\text{баз}} = 6,05\%,$$

$$PC_{3\text{баз}} = 1,25\%, PC_{4\text{баз}} = 34,2 \text{ мг/100 г},$$

$$PC_{5\text{баз}} = 597,0 \text{ мг/100 г},$$

$$PC_{6\text{баз}} = 669,21 \text{ мг/100 г}; PD_{1\text{баз}} = 805,0 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{2\text{баз}} = 0,008 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{3\text{баз}} = 2,6 \text{ Бк/кг}, PD_{4\text{баз}} = 2,3 \text{ Бк/кг},$$

$$PD_{5\text{баз}} = 0,18 \text{ мг/кг}, PD_{6\text{баз}} = 0,009 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{7\text{баз}} = 0,017 \text{ мг/кг}, PD_{8\text{баз}} = 1,7 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{9\text{баз}} = 4,05 \text{ мг/кг}, PD_{10\text{баз}} = 0,05 \text{ мг/кг}.$$

Граничні показники:

$$PD_{1\text{гр}} = 1200,0 \text{ мг/кг}, PD_{2\text{гр}} = 0,05 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{3\text{гр}} = 40 \text{ Бк/кг}, PD_{4\text{гр}} = 20 \text{ Бк/кг},$$

$$PD_{5\text{гр}} = 0,5 \text{ мг/кг}, PD_{6\text{гр}} = 0,02 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{7\text{гр}} = 0,03 \text{ мг/кг}, PD_{8\text{гр}} = 5,0 \text{ мг/кг},$$

$$PD_{9\text{гр}} = 10,0 \text{ мг/кг}, PD_{10\text{гр}} = 0,20 \text{ мг/кг}.$$

Рис. 1. «Дерево властивостей» для оцінювання якості редьки:

1 рівень: PA – органолептичні показники; PB – структурно-механічні показники (твердість); PC – хімічний склад; PD – безпечність;

2 рівень: PC₁ – уміст пектинових речовин; PC₂ – уміст цукру;

PC₃ – уміст золи; PC₄ – уміст вітаміну С; PC₅ – уміст флавоноїдів;

PC₆ – загальна кількість летких речовин; PD₁ – уміст нітратів;

PD₂ – уміст пестицидів; PD₃ – уміст ¹³⁷Cs; PD₄ – уміст ⁹⁰Sr; PD₅ – уміст

солей свинцю; PD₆ – уміст солей ртуті; PD₇ – уміст солей кадмію;

PD₈ – уміст солей міді; PD₉ – уміст солей цинку; PD₁₀ – уміст солей мми'яку

Результати визначення комплексних показників якості за групами властивостей для редьки різних господарсько-ботанічних сортів наведено в таблиці 1.

Шкала оцінювання від 1 до 0 поділяється на п'ять інтервалів: 1,00...0,80 – дуже добре; 0,80...0,63 – добре; 0,63...0,37 – задовільно; 0,37...0,20 – погано; 0,20...0,00 – дуже погано.

Таблиця 1
Результати визначення групових комплексних показників якості для редьки різних господарсько-ботанічних сортів

Сорт редьки	Комплексні показники для груп властивостей			
	РА	PB	PC	PD
Чорна зимова Сквирська	0,82	0,54	0,71	0,83
Біла зимова Сквирська	0,80	0,52	0,71	0,83
Марушка	0,90	0,64	0,69	0,90
Трояндова	0,94	0,73	0,79	0,85
Лебідка	0,92	1,00	0,66	0,80
Серце дракона	0,98	0,74	0,96	0,87
Маргеланська	0,86	0,61	0,74	0,54
Дайкон Біле ікло	0,90	0,50	0,57	0,55

Згідно з наведеною шкалою, усі зразки за органолептичними показниками (група А) мають оцінку «дуже добре». За структурно-механічними властивостями (група В) оцінку «дуже добре» має лише зразок редьки сорту Лебідка, зразки сортів Марушка, Трояндова та Серце дракона характеризуються оцінкою «добре», а сорти Чорна зимова Сквирська, Біла зимова Сквирська, Маргеланська та дайкон Біле ікло – оцінкою «задовільно». Найкращий хімічний склад має зразок редьки Серце дракона («дуже добре»). Редька сорту дайкон Біле ікло за цією групою властивостей має оцінку «задовільно», що зумовлюється низьким вмістом у ній цукрів, золи та флавоноїдів. За показником безпечності оцінку «дуже добре» отримали всі зразки, крім редьки сортів Маргелан-

ська та дайкон Біле ікло: вони характеризуються оцінкою «задовільно».

Загалом, згідно з розрахованими груповими комплексними показниками, усі досліджувані сорти редьки можна ранжувати так:

група А – Серце дракона > Трояндова > Лебідка > Марушка > дайкон Біле ікло > Маргеланська > Чорна зимова Сквирська > Біла зимова Сквирська; *група В* – Лебідка > Серце дракона > Трояндова > Марушка > Маргеланська > Чорна зимова Сквирська > Біла зимова Сквирська > дайкон Біле ікло;

група С – Серце дракона > Трояндова > Маргеланська > Чорна зимова Сквирська > Біла зимова Сквирська > Марушка > Лебідка > дайкон Біле ікло;

група D – Марушка > Серце дракона > Трояндова > Чорна зимова Сквирська > Біла зимова Сквирська > Лебідка > дайкон Біле ікло > Маргеланська.

Вираження комплексної оцінки якості виробів одним значенням отримували в результаті об'єднання групових оцінок властивостей. Комплексний показник якості продукції визначали за допомогою адитивної моделі комплексної оцінки за формулою (5). Результати розрахунку відображено на рис. 2.

Установлено, що для зразків редьки Серце дракона, Трояндова, Лебідка значення комплексного показника якості знаходиться в інтервалі, який відповідає оцінці «дуже добре» (0,93, 0,84 та 0,82 відповідно). Інші зразки характеризуються оцінкою «добре» (від 0,69 до 0,78).

За значенням комплексного показника досліджувані зразки редьки ранжуються так: Серце дракона > Трояндова > Лебідка > Марушка > Маргеланська > Чорна зимова Сквирська > Біла зимова Сквирська > дайкон Біле ікло.

Отже, серед досліджених господарсько-ботанічних сортів редьки найвищі значення комплекс-

Рис. 2. Комплексний показник якості оцінюваних зразків редьки різних господарсько-ботанічних сортів

сного показника якості мають сорти Серце дракона (0,93), Трояндова (0,84) та Лебідка (0,82). Це дає підстави рекомендувати їх до промислової переробки.

Висновки. З огляду на нестабільність властивостей вихідної овочевої сировини, узагальнено та систематизовано отримані результати досліджень з метою розрахунку комплексного показника якості коренеплодів і визначення шляхів їх раціонального використання. У результаті проведених розрахунків встановлено, що для зразків редьки Серце дракона, Трояндова, Лебідка значення комплексного показника якості

знаходиться в інтервалі, який відповідає оцінці «дуже добре» (0,93, 0,84 та 0,82 відповідно). Інші зразки характеризуються оцінкою «добре» (від 0,69 до 0,78). Це дає підстави рекомендувати сорти з максимальним рівнем якості до промислової переробки.

Проведені розрахунки враховують всі важливі характеристики коренеплодів редьки й дають змогу цілеспрямовано використовувати сировину за сортами, що забезпечить не лише отримання високоякісної та безпечної конкурентоспроможної овочевої продукції, а й сприятиме скороченню втрат і збільшенню рентабельності підприємств.

Список літератури:

1. Consolacion Y. Ragasa, Virgilio D. Ebajo Jr., Maria Carmen S. Tan [et al.]. Chemical constituents of *Raphanus sativus*. *Der Pharma Chemica*. 2015. № 7 (11). P. 354–357.
2. Ki Hyun Kim, Eunjung Moon, Seoung Rak Lee [et al.]. Chemical Constituents of the Seeds of *Raphanus sativus* and their Biological Activity. *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2015. № 11 (26).
3. Syed S.B., Lakshmi N.M., Gowda B.B. Polyphenolics profile and antioxidant properties of *Raphanus sativus* L. *Natural Product Res.* 2012. № 26 (6). P. 557–563.
4. Sandoval M., Okuhama N.N., Angelesam F.M. [et al.]. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chemistry*. 2002. № 79. P. 207–213.
5. Suleiman A., Maryam H.B. Volatile Constituents of *Raphanus sativus* L. var. *niger* Seeds. *J. Essential Oil Res.* 2005. № 17 (4). P. 440–441.
6. Yong J.K., Kug C.Y., Min K.H., Kyu C.B. Radish extract stimulates motility of the intestine via themuscarinic receptors. *J. Pharm. Pharmacol.* 2000. № 52. P. 1031–1036.
7. Лудилев В.А., Иванова М.И. Все об овощах. Полный справочник. Москва : Фитон, 2010. 215 с.
8. Chen-Tien C., Sheng-Ting C., Rong-Jen S. [et al.]. Purification and properties of chitinases from radish roots. *Food Sci. Agric. Chem.* 2000. № 2. P. 107–114.
9. Азгальдов Г.Г., Костин А.В., Садовов В.В. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов» : учебное пособие. Москва : Высш. шк., 2010. 143 с.
10. Кузнецов Д.Ю., Трошина Т.Л. Кластерный анализ и его применение. *Ярославский педагогический вестник*. 2006. № 4. С. 103–107.

Haponcewa O.W., Seliutina H.A., Letuta T.M., Skyrda O.Ye., Vinnikova V.O.

CALCULATION OF THE COMPLEX QUALITY INDICATOR AND DETERMINATION OF CRITERIA FOR FORMATION OF RARE ROOF QUALITY

Vegetables are an important source of carbohydrates, organic acids, vitamins, mineral salts, volatiles contained in an available form for human digestion. Along with fresh vegetables, which are characterized by seasonality, thanks to modern methods of processing, canned vegetable products that can be used in both everyday and therapeutic and preventive nutrition, providing the population with the necessary amount of BAR are valuable.

There are no radish products on the domestic market, which is not only a cheap local raw material, but also has a high content of BAR, including with volatile and antioxidant properties. This makes it an important product in the prevention and treatment of avitaminosis, atherosclerosis, obesity, metabolic disorders and the like. However, there are difficulties in the processing of radish, due to the fact that the root contains a large number of volatile substances that cause specific flavoring characteristics, polyphenolic substances that are destroyed by oxidizing enzymes, and also has the ability to excess accumulation of contaminants. Therefore, conducting a comprehensive study of the quality of radish of various economic and botanical varieties with the purpose of its purposeful use and formation of quality of products from it is a relevant research for modern commodity science.

Quantitative description of the quality of goods is characterized by an indicator of its quality. With regard to food, a single indicator cannot fully reflect their quality. The large number of indicators complicates the process of analyzing and deciding product quality. Whereas a comprehensive evaluation has a significant advantage, which is the use of a set of quality indicators and is expressed in a single numerical value – a comprehensive quality indicator.

Key words: radish, complex quality index, quality ranking, commodity evaluation, chemical composition of radish, distribution of varieties.