

STUDY OF THE INFLUENCE OF A PHYTOCOMPOSITION WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES ON COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF YOGURT QUALITY

I. Goyko, N. Stetsenko

National University of Food Technologies

Key words:

Yogurt
Vegetable raw materials
Mint
Nettle
Chamomile
Antioxidants
Quality
Safety

Article history:

Received 09.03.2022
Received in revised form
23.03.2022
Accepted 15.03.2022

Corresponding author:

I. Goyko
E-mail:
irina_goyko@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of the study of phytocomposition from plant medicinal raw materials in order to enrich yogurt. Its impact on the complex quality indicator of yogurt was analyzed. Medicinal plant raw materials contain a complex of biologically active compounds in their natural ratio, which helps to normalize metabolism, excretion of toxic metabolites, slow the development of atherosclerosis and related complications.

Mint (*Menthapiperita*), nettle (*Urtica*), and chamomile (*Matricaria chamomilla*) were chosen as plant raw materials. Modes of obtaining extracts from selected raw materials were developed, namely: ratio of raw materials: extractant — 1:20, temperature 55—60°C, extraction time 50—55 min and their sensory and physicochemical properties were investigated. The antioxidant properties of the obtained extracts were studied. The extracts have antioxidant properties, which are reduced in the following order: nettle extract → mint extract → chamomile extract.

On the basis of the obtained extracts the phytocomposition for yogurt enrichment was developed. A study of the effect of the developed model samples on milk fermentation was conducted to determine the amount of phytocomposition to be added to the milk base. It is recommended to add the phytocomposition in the amount of 10—15%.

The complex indicator of quality of the obtained yogurt was calculated, which included the following groups of indicators: sensory evaluation — Ra, physico-chemical parameters — Rb, nutritional and biological value — Pc.

The obtained data show the influence of phytocomposition on the complex evaluation of yogurt. Thus, the complex index of yogurt with phytocomposition is 0.99, control sample — 0.79.

The use of the obtained phytocomposition in the production of yogurts allows to expand the range of antioxidant sour milk drinks.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФІТОКОМПОЗИЦІЇ АНТИОКСИДАНТНОЇ ДІЇ НА КОМПЛЕКСНУ ОЦІНКУ ЯКОСТІ ЙОГУРТУ

І. Ю. Гойко, Н. О. Стеценко

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати дослідження фітокомпозиції з рослинної лікарської сировини з метою збагачення йогурту та проаналізовано її вплив на комплексний показник якості отриманого йогурту. Лікарська рослинна сировина містить комплекс біологічно активних сполук (БАР) в їх природному співвідношенні, що сприяє нормалізації обміну речовин, виведенню з організму токсичних метаболітів, уповільненню розвитку атеросклерозу і пов'язаних з ним ускладнень.

Як рослинну сировину обрано м'яту (*Menthapiperita*), кропиву дводомну (*Urtica*), ромашку аптечну (*Matricāria chamomilla*). Визначено режими отримання екстрактів із обраної сировини. Так, співвідношення сировина: екстрагент складає 1:20, температура 55—60°C, час екстрагування 50—55 хв. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні властивості отриманих екстрактів. Проведено дослідження антиоксидантних властивостей отриманих екстрактів. Показано, що отримані екстракти володіють антиоксидантними властивостями, які знижується у ряді: екстракт кропиви → екстракт м'яти → екстракт ромашки.

На основі отриманих результатів розроблено фітокомпозицію для збагачення йогурту. Для встановлення кількості внесення фітокомпозиції до молочної основи проведено дослідження впливу розроблених модельних зразків на сквашування молока. На основі аналізу експериментальних даних рекомендовано використовувати фітокомпозицію у кількості 10—15%.

Розроблено комплексний показник якості отриманого йогурту, в який увійшли такі групи показників: органолептична оцінка P_a , фізико-хімічні показники P_b , харчова цінність P_c .

Отримані дані показують вплив фітокомпозиції на комплексну оцінку йогурту. Так, комплексний показник йогурту із фітокомпозицією — 0,99, контроль — 0,79. Використання отриманої фітокомпозиції у виробництві йогуртів дає змогу розширити асортимент кисломолочних напоїв антиоксидантного спрямування.

Ключові слова: йогурт, рослинна сировина, м'ята, кропива, ромашка, антиоксиданти, якість, безпечність.

Постановка проблеми. Одним з перспективних напрямків розвитку харчової промисловості є створення продуктів з антиоксидантними властивостями. Вплив на організм людини різноманітних несприятливих чинників навколишнього середовища активізує окислювальний стрес, тому для уповільнення цього процесу доцільно вживати харчові продукти антиоксидантного спрямування. Кисломолочні продукти належать до найбільш цінних продуктів у харчовому і біологічному

відношенні та рекомендовані для щоденного споживання людиною, бо легко засвоюються організмом, стимулюють секреторну діяльність, нормалізують перистальтику кишечника, покращують процес травлення, сприятливо впливають на засвоєння харчових речовин, підвищують тонус та опірну функцію організму. Особливо перспективним напрямом є комбінування молочної основи із сировиною рослинного походження.

Відомо, що рослинна сировина проявляє антиоксидантні властивості завдяки вмісту біоантиоксидантів: вітамінів, біофлавоноїдів, дубильних речовин, фенольних сполук, каротиноїдів, аскорбінової кислоти, органічних кислот тощо (Максютина, Мойбенко & Мохарт, 2012). Використовувати лікарську рослинну сировину, що має антиоксидантні властивості, як функціональні збагачувачі харчових продуктів актуально і доцільно (Сімахіна, 2021).

Розроблені нові харчові продукти повинні мати високі органолептичні, фізико-хімічні властивості, а також бути якісними і безпечними.

Одним із важливих моментів у процесі створення та впровадження збагачених кисломолочних напоїв є вибір науково обґрунтованих підходів до оцінки їх якості. Якість і безпечність харчових продуктів є важливим питанням, що нерозривно пов'язане зі здоров'ям суспільства у всіх країнах світу. Згідно із законом України «Про безпечність та якість харчових продуктів» якість та безпечність харчового продукту — це сукупність досконалості його властивостей та характерних рис, які здатні задовольнити потреби та побажання тих, хто споживає або використовує цей продукт. Якість харчового продукту, зокрема йогурту, є поняттям комплексним і охоплює цілу низку ознак. Максимально врахувати важливі характеристики виробів можливо шляхом визначення їх комплексного показника якості, що останнім часом набуває широкого застосування та дає змогу здійснювати більш обґрунтований вибір конкурентоспроможної продукції (Крайнюк, Крутовий & Касілова, 2015; Олійник, Степанькова & Шидакова-Каменюка, 2019; Омельченко & Губа, 2009). Тому необхідно комплексно оцінювати якість харчових продуктів, зокрема безпечність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На молочному ринку України практично відсутні молочні продукти із підвищеною антиоксидантною активністю. Численними дослідженнями доведено роль антиоксидантів в інактивації вільних радикалів, що викликають різні патологічні процеси в організмі людини. В працях (Bjorklund & Chirumbolo, 2017; Lobo, Phatak & Chandra, 2010) досліджено роль окисного стресу та антиоксидантів у харчуванні людини. Окислювальний стрес відіграє важливу роль у виникненні та розвитку широкого кола патологічних процесів і захворювань. Роль окисного стресу у розвитку серцево-судинних захворювань досліджували (Черська, Кухарчук & Гайова, 2021; Smith, 2018), онкологічних захворювань (Дружина, Дьоміна & Маковецька, 2019), хвороб нервової системи, у процесах старіння та розвитку хвороби Альцгеймера (Veurink, Perry & Singh, 2020; Singh, Deshpande & Gogia, 2019). Але в цих дослідженнях показано механізм дії вільнорадикальних процесів, формування оксидативного стресу, а не застосування антиоксидантів у розроблених нових харчових продуктів. Особлива роль інактивації вільних радикалів відводиться вітамінам С, Е, групи В, каротиноїдам, флавоноїдам, антоціанам (Polumbryk, Ivanov &

Polumbryk, 2013; Carlsen та ін., 2010), тому необхідність використання антиоксидантів і продуктів з їх використанням постійно зростає.

Методологічним інструментом визначення комплексного показника якості є кваліметрія. Ця методика дає змогу оцінити практично будь-які властивості продукту із заданим ступенем точності. Особливо широке застосування цей метод знаходить під час розробки нових видів харчових продуктів.

Застосування комплексної оцінки якості проводили стосовно зернових хлібців (Mardar, Zhygunov & Znachek, 2016), інноваційної гарячої солодкої страви суфле з позиції фізіологічних потреб організму дитини дошкільного віку (Dietrich, Kuzmin & Mikhailenko, 2017), фаршу варених ковбас в процесі шприцювання (Топольник, Мілохова & Кузьмін, 2013), кексів з додаванням пивної дробини та білоквісної сировини (Валевська, Дзюба, Землякова & Євдокимова, 2018), плавлених сирних продуктів функціонального спрямування (Машта, 2011) тощо.

Вищенаведене свідчить про перспективність використання кваліметричного методу для оцінки якості нового виду йогурту, збагаченого фітокомпозицією із лікарської рослинної сировини.

У зв'язку з розробленням конкурентоспроможної технології виробництва йогурту, збагаченого фітокомпозицією із рослинної лікарської сировини, що володіє антиоксидантними властивостями, визначення якості та безпечності є актуальним напрямком.

Мета дослідження: розроблення фітокомпозиції з лікарської рослинної сировини антиоксидантної дії та визначення її впливу на якість йогурту.

Матеріали і методи. Для розроблення фітокомпозиції, за літературними даними, було виділено ряд перспективних видів рослинної сировини із загальнозміцнюючою, антиоксидантною та заспокійливою діями, наявністю цінних БАР, що позитивно впливають на імунний стан людини, зокрема м'яту перцеву (*Mentha piperita*), кропиву дводомну (*Urtica*), ромашку аптечну (*Matricaria chamomilla*).

Обрану рослинну сировину використовували у вигляді екстрактів. Як екстрагент використовували воду, яка сприяє кращому сепаруванню тканин сировини, а також дає змогу переходити в розчин БАР. Крім того, для збагачення молочних продуктів дозволяється використання лише водних екстрактів.

Співвідношення сировина:екстрагент варіювали від 1:5 до 1:40. Водні екстракти з рослинної сировини готували однократним екстрагуванням водою при температурі 40...80°C протягом 20...50 хвилин. Вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично з використанням реактиву Фоліна-Деніса (Романова & Ковальов, 2009), аскорбінової кислоти — титруванням барвником Тильманса (ДФУ, 2016), вміст дубильних речовин проводили комплексонометричним методом (ДФУ, 2016), органічні кислоти, в перерахунку на яблучну — титриметричним методом (ДФУ, 2014), вміст каратоноїдів — спектрофотометрично (Мусієнко, Паршикова & Славний, 2001).

Для оцінки антиокислювальних властивостей (АОА) рослинної сировини був обраний метод, який ґрунтується на різниці окисно-відновлювального потенціалу (ОВП) в неактивованих неорганічних розчинах і складних біохімічних середовищах (Гойко, 2013).

Експериментальні зразки отримували за класичною технологією виробництва йогурту.

Для оцінювання впливу фітокомпозиції на якість і безпечність йогурту застосовували комплексний показник, що ґрунтується на методах кваліметрії, адже якість є складною ієрархічною структурою, на верхньому рівні якої є найбільш узагальнені його властивості, а на нижніх — групи, підгрупи й окремі властивості (Мінорова та ін. 2020; Niemirich, Kuzmin & Zychuk, 2018). У загальний комплексний показник якості увійшли такі групи показників: органолептична оцінка РА, фізико-хімічні показники РВ, харчова та енергетична цінність РС. Органолептичні оцінки (РА) отримували за 50-бальною шкалою із залученням експертної групи, фізико-хімічні показники (РВ) здійснювали за ДСТУ ISO 11869:2007 «Йогурт. Визначення титрованої кислотності потенціометричним методом»; масову частку сухих речовин — за ДСТУ 8552:2015 «Молоко та молочні продукти. Методи визначення вологи та сухої речовини», харчову та енергетичну цінність (РС) встановлювали розрахунковим методом.

Дослідження проводили тричі, також проводили статистичне оброблення результатів. Імовірними вважалися зміни при $P \leq 0,05$.

Викладення основних результатів дослідження. Експериментально досліджено режими екстракції, зокрема співвідношення сировина: екстрагент 1:20, температура 55—60°C, час екстрагування 50—55 хв. При співвідношенні 1:10 та 1:15 процес екстрагування майже не відбувається, бо рослинна сировина повністю поглинає воду. Дослідження також показали, що підвищення температури екстрагенту сприяє збільшенню виходу екстрактивних речовин. Однак підвищення її вище 55°C може руйнувати БАР, що входять до складу екстрактивних речовин сировини. Одержані зразки рідких екстрактів упарювали в роторному випарнику до втрати в масі під час висушування не більше 25%.

В отриманих екстрактах досліджували БАР, органолептичні, фізико-хімічні властивості. Отримані дані наведено в табл. 1, 2.

Таблиця 1. Вміст БАР отриманих екстрактів

Найменування	Вміст показників, %					
	Вітамін С, мг/100 г	Флавоноїди в перерахунку на рутин, %	Дубильні речовини в перерахунку на танін, %	Органічні кислоти, в перерахунку на яблучну, %	Каратоноїди, мг/100 г	АОА, мВ/100 г
М'ята	0,59±0,03	2,17±0,04	0,19±0,02	0,4	9,8	178
Кропива	0,94±0,01	1,12±0,03	0,2±0,02	0,7	8,5	183
Ромашка	0,48±0,04	1,7±0,03	0,12±0,01	1,7	5,3	174

Показано, що найбільший вміст вітаміну С визначено в екстракті кропиви (0,94±0,01 мг/100 г), а найменший — у ромашці (0,48±0,04 мг/100 г). Найбільший вміст флавоноїдів визначено в м'яті (2,17±0,04%), а найменший — у кропиві (1,12±0,03%). За вмістом каратоноїдів перше місце займає екстракт м'яті (9,8 мг/100 г). Антиокислювальна активність практично не відрізняється та знижується у ряді: екстракт кропиви → екстракт м'яті → екстракт ромашки. Наведені дані показують, що отримані екстракти володіють антиоксидантними властивостями.

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 2. Показники якості екстрактів рослинної сировини

Найменування показника	Значення та характеристика показника для екстракту із		
	листя кропиви	трави м'яти	квітів ромашки
Органолептичні показники			
Запах	Аромат, притаманний кропиви	Свіжий, з нотками м'яти	Слабо виражений аромат квітів ромашки
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, напівпрозора рідина із слабким специфічним запахом	Однорідна, напівпрозора рідина із слабким м'ятним запахом	Однорідна, напівпрозора рідина із слабким специфічним запахом
Колір	Зелений з легким коричневим відтінком	Світло-зелений	Світло-жовтий з коричневим відтінком
Смак	Приємний, трав'янистий, властивий цьому виду рослинної сировини	Гармонійний, освіжаючий, з прямими нотками	Гармонійний, характерний для цієї рослинної сировини
Фізико-хімічні показники			
Активна кислотність, од. рН	5,8	5,8	5,7
СР	25,0	24	25

З табл. 2 видно, що всі екстракти мають гарні органолептичні властивості. Для розроблення фітокомпозиції, за органолептичними показниками, встановили оптимальне співвідношення екстрактів — 1:1:1.

На основі літературних даних та експериментальних досліджень виготовляли модельні зразки йогурту із різним вмістом фітокомпозиції із екстрактами рослинної сировини (5%; 10%; 15%). Як контроль було взято йогурт без добавок.

Досліджували вплив вмісту фітокомпозиції на процес сквашування молока. Отримані дані наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Динаміка зміни показника титрованої кислотності модельних зразків у процесі сквашування

Вміст фітокомпозиції, %	Титрована кислотність, °Т							
	Час сквашування, год							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Контроль	20	25	30	43	72	80	90	95
5	20	25	27	40	69	78	85	90
10	20	22	24	35	68	73	80	87
15	20	21	22	29	60	70	76	85

Вміст фітокомпозиції у кількості 5% практично не змінює титровану кислотність порівняно з контролем. За 6 год сквашування титрована кислотність в зразку зросла до 85°Т. У той же час збільшення кількості фітокомпозиції до 10—15% призводить до сповільненого утворення молочної кислоти, що, очевидно, пов'язано з антибактеріальними властивостями фітоекстракту.

Підвищення вмісту фітокомпозиції в зразках йогурту до 15%, за органолептичними показниками, призвело до погіршення смаку й запаху. Оптимальна кількість фітокомпозиції в йогурті 10%.

Досліджували зміни титрованої кислотності зразків йогурту під час зберігання за температури $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ протягом 14 діб. Встановлено, що через 14 діб титрована кислотність йогурту збільшилась на 9°T та становить 128°T , що відповідає нормативному значенню. Отже, йогурт має термін придатності 14 діб за температури $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Для визначення впливу фітокомпозиції на якість йогурту розробляли комплексний показник якості, який здійснювали за таким алгоритмом:

- розробити ієрархічну структуру показників йогурту, вибрати групові та одиничні властивості для його характеристики;
- визначити коефіцієнти вагомості кожного з одиничних і групових показників якості йогурту;
- визначити оптимальні значення базових показників якості;
- розрахувати відносні показники якості одиничних властивостей;
- вибрати метод зведення оцінок одиничних показників для одержання показника комплексної оцінки якості;
- розрахувати показник комплексної оцінки якості.

На першому етапі здійснено вибір групових та одиничних властивостей, необхідних і достатніх для побудови ієрархічної структури показників якості йогурту — «дерева властивостей», що оцінювалось такими показниками: органолептична оцінка Pa, фізико-хімічні показники Pb, харчова цінність Pc (табл. 4).

Таблиця 4. «Дерево властивостей» для оцінки комплексного показника

	Групові показники якості	Одиничні показники якості	
		Органолептичні показники Pa (0,2)	Pa1
Pa2	Колір (0,25)		
Pa3	Смак (0,25)		
Pa4	Запах (0,25)		
Комплексний показник якості Po (1,0)	Фізико-хімічні показники Pb (0,3)	Pb1	Титрована кислотність (0,3)
		Pb2	Активна кислотність (0,3)
		Pb3	М.ч. сухих речовин (0,4)
Харчова цінність Pc (0,5)	Pc1	Вміст білка (0,25)	
	Pc2	Вміст вуглеводів (0,25)	
	Pc3	Вміст каротеноїдів (0,25)	
	Pc4	Енергетична цінність (0,25)	

У зв'язку з тим, що властивості, які включено до «дерева властивостей», не однакові за значимістю, визначали коефіцієнти вагомості одиничних і групових показників якості. Отримані дані наведено в табл. 5.

Таблиця 5. Базові значення оцінюваних одиничних властивостей

Група властивостей	Показник	Одиниці вимірювання	Значення базового показника
A	Pa1—Pa4	бал	50,00
B	Pb1	$^{\circ}\text{T}$	90
	Pb2	од. рН	4,40
	Pb3	%	9,00
C	Pc1	г/100 г	5,0
	Pc2	г/100 г	3,5
	Pc3	мг/100 г	15,0
	Pc5	Ккал/100 г	63

У табл. 6 наведено результати визначення абсолютних і відносних одиничних показників якості досліджуваного йогурту.

Таблиця 6. Результати визначення абсолютних і відносних одиничних показників якості досліджуваного йогурту

Код показника якості, од. вимір.	Абсолютні показники якості йогурту		Відносні показники якості йогурту	
	Контроль	Збагачений йогурт	Контроль	Збагачений йогурт
Pa1, бал	45,00	49,00	0,9	0,98
Pa2, бал	47,00	49,00	0,94	0,98
Pa3, бал	46,00	49,00	0,92	0,98
Pa4, бал	48,00	48,00	0,92	0,92
Pb1, °Т	80,00	85,00	0,88	0,94
Pb2, рН	4,0	4,2	0,90	0,95
Pb3, %	8,5	8,7	0,94	0,96
Pc1, г/100 г	4,2	4,7	0,84	0,94
Pc2, г/100 г	3,3	3,45	0,88	0,98
Pc3, мг/100 г	0,1	5,0	0	0,3
Pc4, ккал/100 г	61,6	63,88	0,97	1,01

У табл. 7 наведено комплексну оцінку якості збагаченого йогурту.

Таблиця 7. Комплексна оцінка якості йогурту збагаченого

Зразок	Оцінка якості за властивостями			Комплексний показник
	Органолептичні	Фізико-хімічні	Харчова та енергетична цінність	
Контроль	0,2-0,92	0,3-0,91	0,5-0,68	0,79
Йогурт збагачений	0,2-0,965	0,3-0,95	0,5-1,02	0,99

Аналіз оцінок якості проводили з використанням графіка (шкали) функції бажаності Харрінгтона для груп властивостей А, В, С, що передбачає поділ усього інтервалу значень функції бажаності на ряд проміжків (градацій якості). Шкала передбачає 5 інтервалів, у загальному інтервалі шкали від 1,00 до 0,00: 1,00...0,80 — дуже добре (відмінно); 0,80...0,63 — добре; 0,63...0,37 — задовільно; 0,37...0,20 — погано; 0,20...0,00 — дуже погано.

Відзначено, що комплексна оцінка якості контролю становить 0,79, а йогурту, збагаченого фітокомпозицією, — 0,99. За шкалою функції бажаності Харрінгтона розроблений йогурт має оцінку «дуже добре», що вище за контрольний зразок на 20%.

Висновки

За результатами проведених досліджень розроблено фітокомпозицію із лікарської рослинної сировини, зокрема м'яти (*Mentha piperita*), кропиви дводомної (*Urtica*), ромашки аптечної (*Matricaria chamomilla*) у співвідношенні 1:1:1 та досліджено БАР, органолептичні, фізико-хімічні властивості. Встановлено, що

найбільший вміст вітаміну С має екстракт кропиви ($0,94 \pm 0,01$ мг/100 г), найбільший вміст флавоноїдів і каратоноїдів в екстракті м'яти ($2,17 \pm 0,04\%$) та (9,8 мг/100 г), відповідно, в екстракті ромашки найбільший вміст органічних кислот 1,7%. Антиокислювальна активність знижується в ряді: екстракт кропиви → екстракт м'яти → екстракт ромашки.

Розроблено комплексний показник якості отриманого йогурту. Встановлено, що за рахунок введення фітокомпозиції та з огляду на групові показники (органолептичні, фізико-хімічні, харчову цінність) комплексна оцінка якості розробленого йогурту перевищує контроль на 20%.

Отже, розроблений йогурт дасть змогу розширити асортимент харчових продуктів з антиоксидантними властивостями. Тому дослідження з пошуку нових джерел сировини, що володіє антиоксидантними властивостями, з подальшим використанням її у розробленні широкого спектра харчової продукції антиоксидантної дії, є актуальним і перспективним.

Література

Валевська, Л. О., Дзюба, Н. А., Землякова, О. В., Євдокимова, Г. Й. (2018). Кваліметрична оцінка якості кексу з використанням білоквмісної сировини. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: технічні науки*, 29(68), 9—13.

Гойко, І. Ю. (2013). Визначення окислювально-відновлювального потенціалу для характеристики антиоксидантної активності нетрадиційної рослинної сировини. *Харчова промисловість*, 14, 6—9.

Державна Фармакопея України (2016). Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».

Державна Фармакопея України (2014). Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».

Дружина, М. О., Дьоміна, Е. А., Маковецька, Л. І. (2019). Метаболіти оксидативного стресу як предиктори променевої та канцерогенних ризиків. *Онкологія*, 21(2), 170—175. <https://doi.org/10.32471/oncology.2663-7928.t-21-2-2019-g.7457>.

Крайнюк, Л. М., Крутовий, Ж. А., Касілова, Л. О. (2015). Застосування методики комплексної органолептичної оцінки якості кулінарної продукції. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: збірник наукових праць*, 1(11), 266—272.

Максютина, Н. П., Мойбенко, А. А., Мохарт, Н. А. и др. (2012). *Биофлавоноиды как органопротекторы (кверцитин, корвитин, квертин)*. Київ: Наук. думка.

Машта, Н. О. (2011). Особливості моделювання комплексного показника якості плавлених сирних продуктів функціонального спрямування. *Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча*, 12, 108—112.

Мінорова, А. В., Крушельницька, Н. Л., Рудакова, Т. В., Моїсеєва, Л. О., Наріжний, С. А. (2020). Оцінка якості сухих молочних багатокомпонентних сумішей на принципах кваліметрії. *Продовольчі ресурси*, 8(15), 139—150. <https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-15>.

Мусієнко, М. М., Паршикова, Т. В., Славный, П. С. (2001). Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фіто-соціоцентр.

Олійник, С. Г., Степанькова, Г. В., Шидакова-Каменюка, О. Г. (2019). Кваліметрична оцінка якості хліба пшеничного з використанням шроту зародків вівса та макухи зародків кукурудзи. *Наукові праці НУХТ*, 25(1), 233—242.

Омельченко, Н. В., Губа, Л. М. (2009). Розробка програми для визначення комплексного показника якості товарів. *Товарознавство та інновації*, 1, 2—7.

Рензєва, Т. В., Мерман, А. Д., Шарфунова, И. Б. (2010). Разработка обобщенного комплексного показателя качества хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*, 3(18), 91—95.

- Романова, С. В., Ковальов, С. В. (2009). Кількісне визначення фенольних сполук. *Вісник фармації*, 2, 24—26.
- Сімахіна, Г. О. (2021). Отримання концентратів біофлавоноїдів із лікарської сировини. *Наукові праці НУХТ*, 27(2), 140—147. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2021-27-2-16>.
- Топольник, В. Г., Мілохова, Т. А., Кузьмін, О. В. (2013). Методика комплексної кількісної оцінки якості фаршу варених ковбас в процесі шприцювання. *М'ясної бізнес*, 11(128), 38—41.
- Черська, М. С., Кухарчук, Х. М., Гайова, О. А. (2021). Оксидативний стрес у пацієнтів із високим серцево-судинним ризиком. *Ендокринологія*, 26(3), 287—294. <https://doi.org/10.31793/1680-1466.2021.26-3.287>.
- Bjorklund, G., Chirumbolo, S. (2017). Role of oxidative stress and antioxidants in daily nutrition and human health. *Nutrition*, 33, 311—321. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.07.018>.
- Carlsen, M. H., Halvorsen, B. L., Holte, K., Bohn, S. K., Dragland, S., Sampson, L., Blomhoff, R. (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutrition Journal*, 9(1).
- Deshpande, P., Gogia, N. (2019). Exploring the efficacy of natural products in alleviating Alzheimer's disease. *Neural Regen. Res*, 14, 1321. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.253509>.
- Dietrich, I., Kuzmin, O., Mikhailenko, V. (2017). Comprehensive evaluation of the hot sweet soufflé dessert quality. *Ukrainian Journal of Food Science*, 5(1), 92—102. <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2017-5-1-12>.
- Kuzmin, O., Levkun, K., Riznyk, A. (2017). Qualimetric assessment of diets. *Ukrainian Food Journal*, 6(1), 46—60. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2017-6-1-7>.
- Lobo, V., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals and functional foods: impact on human health. *Pharmacol. Rev*, 4, 118—126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>.
- Mardar, M., Zhygunov, D., Znachek, R. (2016). QFD methodology to develop a new health-conducive grain product. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 11(80), 42—47. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.65725>.
- Niemirich, O., Kuzmin, O., Vasheka, O., Zychuk, T. (2018). Development of complex quantity assessment method of butter quality. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*, 5(45), 27—35.
- Polumbryk, M., Ivanov, S., Polumbryk, O. (2013). Antioxidants in food systems. Mechanism of action. *Ukrainian journal of food science*, 1(1), 15—40.
- Smith, C. J. (2018) Natural antioxidants in prevention of accelerated ageing: a departure from conventional paradigms required. *Physiol Biochem*, 74(4), 549—558. <https://doi.org/10.1007/s13105-018-0621-5>.
- Veurink, G., Perry, G., Singh, S. (2020). Role of antioxidants and a nutrient rich diet in Alzheimer's disease. *Open Biology*, 10, 1—16. <https://doi.org/10.1098/rsob.200084>.