

- Леонора АДАМЧУК** к. с.-г. н., доцент, доцент кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів та природокористування України
E-mail: leonora.adamchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2015-7956
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
- Владислав СУХЕНКО** д. т. н., професор, завідувач кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції Національного університету біоресурсів та природокористування України
E-mail: vladsuhenko@nubip.edu.ua
ORCID: 0000-0002-8325-3331
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна
- Євгеній ТИСЕВИЧ** магістр Національного університету біоресурсів та природокористування України
E-mail: yevgenii812@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5398-9877
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

ЯКІСТЬ ПЕРГИ: БОТАНІЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

Визначено якість перги залежно від регіонального та ботанічного походження і технології її отримання. Досліджено органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники її якості. Доведено, що антиоксидантна активність перги залежить від регіонального та ботанічного походження і вища у монофлорної перги.

Ключові слова: перга, гранули, органолептична оцінка, вологість, флавоноїдні сполуки, антиоксидантна активність.

Постановка проблеми. Перга – подрібнене бджолами обніжжя, ферментоване їхніми слинними залозами, щільно складене у комірці стільника й залите медом, тобто природно пройшло процеси спиртового та молочнокислого бродіння, і має вигляд суцільної гранули. Це один із продуктів бджільництва, який належить до профілактичного й оздоровчого харчування. Як порівняти з іншими продуктами бджільництва, що менш вибагливі до умов зберігання (мед, віск), якість і поживні властивості перги залежать від умов отримання (географічного і ботанічного походження, мікроклімату, стану бджолоїної сім'ї), зберігання пергових стільників (мікроклімату у стільникосховищах, запобігання враженню восковою міллю й пліснявими грибами) та технології виробництва цього продукту. З огляду на це дослідження безпечності та якості перги як харчового продукту набуває актуальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують клінічно підтверджені наукові дані про доцільність використання перги в раціоні харчування людини. Загалом вона підвищує імунологічні властивості організму, покращує адаптаційні здатності, зменшує стомлюваність, відіграє важливу роль у дієтичному та лікувальному харчуванні [1; 2]. R. Markiewicz-Żukowska, S. K. Naliwajko, E. Bartosiuk та ін. довели, що хімічний склад, фенольні сполуки, її антиоксидантна та цитотоксична

активність різняться залежно від регіонального і ботанічного походження [3]. Групою португальських науковців: F. Sobral, R. C. Calhella, L. Barros та ін. – визначено, що серед фенольних сполук перги переважають кверцетин, кампферол, мірицитин, ізораметин та похідні гербацетину глікозиду [4]. Дослідження перги румунськими вченими O. Stanciu, L. A. Marghitas, D. Dezmirean [5] підтверджують значну мінливість антиоксидантної активності до вмісту загальних поліфенолів та флавоноїдів у продукті різного ботанічного походження.

Даними, опублікованими науковцями в Інтернеті у 2021 р., доведено, що поживність та вміст біологічних сполук перги різняться залежно від різноманітності флори, сезону і способу збору. Однак, незважаючи на ботанічне походження, перга містить велику кількість природних антиоксидантів з класу поліфенолів та похідних глікозидів флавонолу [6; 7]. Завдяки цьому її використовують у харчовій промисловості. Так, вченими запропоновано додавати її до меду та інших напівфабрикатів задля підвищення їхньої харчової цінності [8; 9]. A. Y. Gibriel, M. H. Abdeldaiem, H. G. M. Ali рекомендують екстракти перги як органічний консервант для подовження строку зберігання рибних консервів із товстолобика білого (*Hypophthalmichthys molitrix*) [10].

Для збереження усіх біологічно активних складових перги важливою є технологія її отримання від бджолиних сімей. Пасічники використовують переважно класичну технологію, яка передбачає вимочування та/або виморожування стільників. Розроблено промислову технологію виробництва перги у штучних стільниках, яка виключає додатковий вплив на продукт [1]. Однак виробники скептично ставляться до неї, аргументуючи це низькою якістю продукту внаслідок використання штучних стільників. Саме тому *мета роботи* – дослідження якості перги певного регіонального й ботанічного походження, отриманої за різними технологіями, на відповідність вимогам національного стандарту.

Матеріали та методи дослідження. Збір зразків, підготовку проб, органолептичну оцінку та мелісопалінологічний аналіз проведено на базі Голосіївської навчально-дослідної пасіки й в Українській лабораторії якості та безпеки продукції агропромислового комплексу за ДСТУ 7074:2009 "Перга. Технічні умови" [11]. Відбір проб нативної перги й у стільниках без вилучення здійснювали нарізанням 5 шматків розміром 0.05 x 0.05 м стільника і вручну видаляли з комірок.

Біохімічні дослідження антиоксидантної активності проведено на базі лабораторії науково-дослідного Інституту збереження агробіорізноманіття та біологічної безпеки Словацького сільськогосподарського університету в м. Нітрі в рамках Міжнародної мережі установ та вчених для реалізації наукової програми досліджень, освіти і розвитку "AgroBioNet – агробіорізноманіття для покращення харчування, здоров'я та якості життя".

Для порівняння обрано чотири технології отримання перги: *T1* – перга з підсушуванням у стільниках без вилучення; *T2* – класична технологія з ручним вилученням; *T3* – класична із заморожуванням стільників та подрібненням воскової маси; *T4* – промислова з використанням штучних стільників.

Перелік зразків перги, отриманих за визначеними технологіями з різних регіонів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Варіанти зразків перги з різних регіонів

Технологія і номер варіанта	Регіон походження
<i>T1</i> – 1; <i>T2</i> – 4; <i>T3</i> – 7	Баришівський р-н., Київська обл.
<i>T1</i> – 2; <i>T2</i> – 5; <i>T3</i> – 8	Балаклійський р-н., Харківська обл.
<i>T1</i> – 3; <i>T2</i> – 6; <i>T4</i> – 10	м. Кагарлик, Київська обл.
<i>T3</i> – 9; <i>T4</i> – 11, 12	м. Кропивницький
<i>T4</i> – 13, 14, 15, 16, 17	смт Врадіївка, Миколаївська обл.

Перга, отримана за технологією *T4*, загалом налічувала 16 зразків (досліджуваних – Б і контрольних – А). Зразки 10 і 11 підготовлено із висушеного бджолиного обніжжя. Задля створення контрольного зразка бджолам згодовували перемелене бджолине обніжжя з гречки у вигляді порошку, який підставляли у тацях у вулик поверх рамок. Досліджувані готували згідно з технологією. Інші зразки (12–17) – зі свіжопринесеного сирого бджолиного обніжжя.

Контролем слугувала перга у стільниках (без вилучення), одержана від тих же бджолиних сімей, що й досліджувані зразки.

Органолептичні показники якості перги (зовнішній вигляд, консистенцію, колір, запах і смак) та *фізико-хімічні* (активну кислотність, масову частку води, воску, механічних домішок і флавоноїдних сполук) визначено за стандартизованими методиками [11].

Мікробіологічну забрудненість перги встановлено згідно з ГОСТ 10444.15 [12] за кількістю мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів і плісневих грибів.

Радіоактивність досліджено за показником загальної β -активності на бета-радіометрі КРК1-01А з ізотопом ^{40}K за методикою, впровадженою Інститутом колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України [13].

Ботанічну ідентифікацію проведено відповідно до міжнародних гармонізованих методів мелісопалінології [14] та вдосконаленої методики приготування суспензії пилку і препарату для підрахунку [15].

Антиоксидантну активність (АОА) визначено колориметрією вільних радикалів, заснованою на реакції DPPH [16], на спектрофотометрі *Genesys (UV-Visible)* за довжини хвилі 515 нм.

Результати дослідження. Всі зразки перги, отримані за класичними технологіями, та 16 і 17 – за промисловою, визначені як поліфлорні. Для решти встановлено ботанічне походження (табл. 2).

Встановлення ботанічного походження перги

Номер зразка	Ботанічне походження, %						
	10	А	Гречка звичайна (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	52	–	–	Інші
	Б	91		9			
11	А		50				50
	Б		87				13
12	А	Птелея трилиста (<i>Ptelea trifoliata</i>)	37	Скumpія звичайна (<i>Cotinus coggygria</i>)	5	Інші	58
	Б		63		33		4
13	А	Клен звичайний (<i>Acer platanoides</i>)	44	Інші клени	20		36
	Б		72		13		15
14	А; Б	Плодові рослини – суміш пилку яблуні, груші, сливи, вишні, абрикоси					
15	А	Ріпак (<i>Brassica napus</i>)	76	–	–	Інші	24
	Б		92				8

Зовнішній вигляд перги, отриманої за різними технологіями, представлено на *рис 1*.

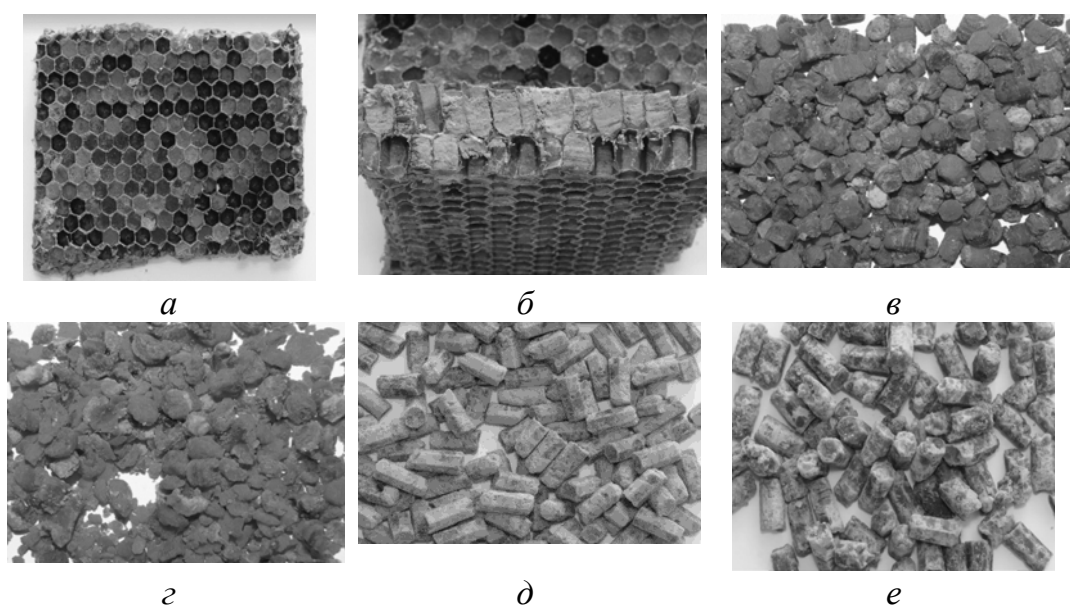


Рис. 1. Перга, отримана за різними технологіями:

- a* – загальний вигляд шматка пергового стільника; *б* – з підсушуванням у стільниках без вилучення (*T1*) – переріз середостіння стільника;
- в* – за класичною технологією із ручним вилученням (*T2*);
- г* – з виморожуванням стільників та подрібненням воскопергової маси (*T3*);
- д* – монофлорна перга за промисловою технологією з використанням штучних стільників (зразок 12–Б) (*T4*);
- е* – поліфлорна перга за промисловою технологією з використанням штучних стільників (зразок 17–Б) (*T4*).

Пергу за технологією *T1* (див. *рис. 1б*) одержано від пасічників, які професійно займаються її виробництвом, мають сушильні установки та стільникосховища з регульованим мікрокліматом у приміщенні. Досліджувані та контрольні зразки по суті мали однакове походження. За кольором добре простежується послідовність складання бджолами обніжжя різного ботанічного походження шарами у комірку, що й зумовлює різний біохімічний склад, а відповідно, й властивості перги. Саме тому для подальших досліджень вилучену пергу змішано і взято середню пробу. За якістю цей зразок мав притаманний для нього вигляд без ознак плісняви, приємний аромат свіжоспеченого хліба, що надмірно змішаний із запахом воску та прополісу. Смак перги відповідав вимогам до продукту без наявності сторонніх присмаків.

Під час вилучення перги з комірок вона не тримала форми гранул. Останні розколювалися на менші часточки, зазвичай за кольором пилку. Це може вказувати на неоднакову щільність склеювання пилкових зерен не лише у стані обніжки, але й у гранулі перги. Можливо, також відбувалося неодноразове пересушування її, що і призвело до надмірної крихкості. Власне, у такому вигляді людина і споживає пергу, придбавши її у стільнику.

Гранули перги, отриманої за *T2*, мали неоднакові розміри, колір і форму (див. *рис. 1в*). Виявлено проколи в деяких з них, що вказує на вилучення перги зі стільників голкоподібним стрижнем. Саме значна частка гранул малих розмірів або їхні розколи можуть бути спричинені способом вилучення. Неоднорідність кольору вказує на різне ботанічне походження перги, а відповідно, й властивості. Запах, колір і смак відповідали вимогам стандарту. У порівнянні з контрольним зразком із цієї пасіки смак і аромат досліджуваної перги не відрізнялися.

У перги, отриманої за технологією *T3*, (див. *рис. 1г*), гранули були повністю зруйновані, більші шматочки нагадували бляшки різного кольору. Якість перги досліджуваних зразків як візуально, так і на смак значно погіршилася проти контролю. Аромат був ледь відчутний, смак менш виразний, зі значною наявністю клітковини, маса стала більш крихкою і липкою, що могло бути спричинено надмірною кількістю вологи.

Гранули перги, одержаної за технологією *T4*, (див. *рис. 1д і 1е*), мали добре виражену шестигранну форму, були майже без розколів, однакового розміру. Щільність перги була достатньою, щоб окремі грудочки обніжки не проглядалися.

Для кожного монофлорного виду перги був притаманний свій колір, аромат і смак. Так, перга із птелеї трилистої (*Ptelea trifoliata*) була солодкою, швидко розчинялася під час жування, залишала приємний квітковий посмак і тонкий аромат.

Перга з клену звичайного (*Acer platanoides*) – брудно-зеленого кольору, однорідної структури, з добре вираженим ароматом свіжості, солодким смаком із кислуватістю та гіркуватим посмаком.

Перга з ріпаку (*Brassica napus*) мала яскраво-жовте забарвлення і менш щільну структуру. Останнє, ймовірно, зумовлено інтенсивним медозбором, внаслідок чого бджоли більше уваги приділяли переробці меду. Смак цього виду перги відрізнявся від інших гіркотою, однак посмак був приємний, солодкий. Аромат визначено як квітковий, нагадував запах квітів ріпаку, занадто інтенсивний.

Перга з гречки звичайної (*Fagopyrum esculentum*) різнилася залежно від регіону походження. Перга, одержана в м. Кагарлику Київської обл., мала світле, зелено-коричневе забарвлення, м'який слабовиражений смак і аромат. Посмак – із гіркотою, злегка пекучий. Інший зразок, з м. Кропивницького, – бурого та темно-бурого забарвлення, з різким ароматом гречаного меду та свіжоспеченого хліба. Смак добре виражений, пекучий з гіркуватістю, посмак – гречаного меду, пекучий. У процесі аналізу з'ясовано, що під час закладання штучного стільника з обніжжям та покривання його медовою ситою у першому випадку використовувався весняний мед із різнотрав'я, а в другому – гречаний тогорічний. Це дає підстави вважати, що найвищої монофлорності перги можна досягнути використанням бджолиного обніжжя і меду однакового ботанічного походження.

Поліфлорна перга за технологією *T4* – високої якості, що візуально помітно на фото (див. *рис. 1е*). Гранули щільно сформовані, чітко вираженої шестигранної форми з незначною часткою менших за розміром у загальній масі. Відсутні відколи та пошкодження. Перга різнобарвна – жовтого, коричневого, зеленого та помаранчевого кольору. Відмінність від природно складеної перги бджолами: обніжки не розміщені шарами за кольорами, а однорідні. Ймовірно, це підвищило щільність перги, оскільки відсутні розколи гранул на бляшки (див. *рис. 1б*). Аромат поліфлорної перги інтенсивний, виражений, смак солодко-кислий, ідентичний перзі у контрольному зразку з цієї пасіки.

Підсумовуючи результати органолептичного оцінювання якості перги, можна зазначити, що вимогам чинного стандарту повністю відповідали зразки, отримані за *T2* та *T4*. Зразки перги за *T1* не відповідали вимогам за зовнішнім виглядом, а *T3* – за більшістю органолептичних показників.

Одним з основних фізико-хімічних показників якості перги є вологість, яка в стандартних межах від 5 до 8 % забезпечує тривалий строк її зберігання. Зниження вмісту вологи в ній впливає на пригнічення біологічної активності складових, а підвищення – на розвиток пліснявих грибів та інших мікроорганізмів. Результати дослідження масової частки води, воску та механічних домішок у досліджуваних зразках перги наведено у *табл. 3*.

Перга за *T1* мала підвищену вологість із середнім відхиленням від норми 1.0 %. Вміст воску і механічних домішок не перевищував допустимого рівня.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники якості перги

Технологія	Номер зразка	Масова частка, %					
		води		воску		механічних домішок	
		при нормі за стандартом					
		5.0–8.0		не більше ніж 5.0		не більше ніж 0.1	
		значення	± до норми	значення	± до норми	значення	± до норми
T1	1	9.3	+ 1.3	4.3	–	0.06	–
	2	9.0	+ 1.0	4.8	–	0.05	–
	3	8.7	+ 0.7	4.0	–	0.05	–
T2	4	6.3	–	5.0	–	0.06	–
	5	6.8	–	5.2	+ 0.2	0.08	–
	6	6.3	–	5.0	–	0.06	–
T3	7	10.2	+ 2.2	7.3	+ 2.3	0.12	+ 0.02
	8	9.8	+ 1.8	7.1	+ 2.1	0.11	+ 0.01
	9	10.0	+ 2.0	6.8	+ 1.8	0.16	+ 0.06
T4	10	7.2	–	0.56	–	0	–
	11	7.8	–	0.01	–	0	–
	12	7.0	–	0.35	–	0	–
	13	7.9	–	0.05	–	0	–
	14	6.8	–	0.82	–	0	–
	15	7.2	–	0.42	–	0.001	–
	16	7.8	–	0.66	–	0	–
17	7.3	–	0.01	–	0	–	

Зразки перги T2 відповідали вимогам стандарту за вмістом вологи та механічних домішок. Підвищений вміст воску у варіанті 5, ймовірно, спричинений потраплянням його під час ручного вилучення перги.

Перга за T3 не відповідала вимогам стандарту за всіма фізико-хімічними показниками. Це вказує на потребу поліпшення технології або перегляду окремих процесів вилучення перги зі стільників.

Найкращі результати за фізико-хімічними показниками якості отримано в процесі аналізу перги за T4.

Дослідження кислотності та флавоноїдних сполук проведено в порівнянні з контрольними зразками, щоб відстежити вплив застосованої технології на хімічні зміни у продукті, а отже, і його біологічну активність (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняльний аналіз технології отримання перги за активною кислотністю та флавоноїдними сполуками

Технологія і номер зразка	Концентрація водневих йонів, рН		Флавоноїдні сполуки, %		
	при нормі стандарту [11]				
	3.5–5.0		не менше ніж 2.5		
	А	Б	А	Б	
T1	1	4.8	4.8	3.7	3.7
	2	5.0	5.0	3.9	3.8
	3	5.0	5.0	2.8	2.7
T2	4	4.4	4.0	2.8	2.7
	5	4.3	4.0	2.8	2.8
	6	4.5	4.0	2.6	2.6

Закінчення табл. 4

Технологія і номер зразка	Концентрація водневих йонів, рН		Флавоноїдні сполуки, %		
	при нормі стандарту [11]				
	3.5–5.0		не менше ніж 2.5		
	А	Б	А	Б	
T3	7	5.0	5.5	2.7	1.5
	8	5.0	5.3	2.8	1.3
	9	5.0	5.4	2.7	1.5
T4	10	4.5	3.5	2.6	3.6
	11	4.5	3.5	2.7	3.7
	12	4.6	3.6	2.5	3.6
	13	4.5	3.5	2.6	3.7
	14	4.7	3.5	2.6	3.5
	15	4.5	3.6	2.9	3.7
	16	4.5	3.6	2.8	3.7
	17	4.7	3.5	2.7	3.5

Активна кислотність досліджуваних зразків перги за T1 була ідентична контрольним, оскільки останні готували вирізанням шматка пергового стільника, та відповідала нормі стандарту [11].

Досліджувані зразки за T2 відповідали вимогам стандарту, а в порівнянні з контролем мали дещо нижчу концентрацію водневих йонів, що підвищило кислотність зразків.

Перга за T3 мала меншу кислотність у досліджуваних зразках проти контрольних, оскільки рН дещо підвищився, що зумовлено, ймовірно, застосуванням виморожування. Усі зразки за T3 не відповідали нормі стандарту.

Концентрація водневих йонів зразків перги, отриманої за T4, зменшилася, що вплинуло на збільшення кислотності середовища проти контролю. Такі зміни можуть вказувати на неповне завершення процесу дозрівання перги. Однак, враховуючи вміст вологи (в середньому на рівні 7.36 %), який було досягнуто природно, без застосування додаткового підсушування, можна вважати, що процес дозрівання (зброджування) перги завершено. В середньому рН перги досліджуваних зразків становив 3.54.

Дослідження вмісту флавоноїдів показали суттєву різницю їхньої кількості залежно від технології виробництва перги. Мінімальну різницю між контрольними і досліджуваними зразками зафіксовано за технологіями T1 і T2. Це вказує на те, що найвища біологічна активність зберігається у перзі у стільниках.

Майже вдвічі знизився вміст флавоноїдів у перзі досліджуваних зразків проти контролю за технологією T3. Середнє значення цього показника становило 1.4 %, що не відповідає вимогам стандарту. Погіршення якості перги зумовлює необхідність перегляду технології, оскільки, ймовірно, це відбувається внаслідок впливу низьких температур (виморожування).

Протилежні дані одержано під час дослідження перги, виробленої за T4. У порівнянні з контрольними зразками вміст флавоноїдів у перзі, отриманій у штучних стільниках, вищий незалежно від географічного та ботанічного походження продукту. Наприклад, для монофлорної

перги з гречки (зразки 10, 11), із плетей (зразок 12), клену (зразок 13) різниця становила 1–1.1 %. Для поліфлорної перги із садів (зразок 14) та різнотрав'я (зразок 16) – 0.9 %.

Отже, деякі сорти монофлорної перги (зокрема гречана) мають високий вміст флавоноїдів, що вказує на необхідність подальшого вивчення властивостей перги з одного виду рослин. Це дасть змогу отримати продукт стабільного біохімічного складу, який можна буде використовувати у функціональному харчуванні для лікування чи складанні дієт.

З показників мікробіологічної забрудненості досліджуваних зразків перги визначено кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів та плісневих грибів. Їхня кількість не перевищувала норми стандарту (табл. 5). Бактерій групи кишкових паличок (коліформи) та патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella*, в жодному зразку не виявлено.

Таблиця 5

Результати мікробіологічного дослідження і радіоактивності перги

Номер зразка	Кількість, КУО в 1 г [12]		Радіонукліди [13]
	МАФАНМ $\times 10^4$	плісневих грибів	$\Sigma\beta$ -активність, Бк/кг
	при нормі не більше ніж		
	2.5	100	100
1	2.4	Не виявлено	12
2	2.4		13
3	2.5		12
4	2.4	10	12
5	2.4	10	11
6	2.4	10	24
7	2.5	25	7
8	2.5	31	8
9	2.5	28	7
10	1.8	Не виявлено	10
11	1.7		12
12	1.8		7
13	1.8		8
14	1.6		8
15	2.0		8
16	2.0		7
17	1.9		7

Плісневих грибів не знайдено лише у перзі *T1* і *T4*. Також зразки перги, отримані у штучних стільниках, мали нижчу кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів проти інших зразків. Серед токсичних елементів контролювали рівень техногенного забруднення за β -активністю, що показує суму ізотопів, враховуючи радіонукліди, які надходять різними шляхами до продукту. Сумарний вміст радіонуклідів у досліджуваних зразках перги не перевищував допустимого рівня – не більше ніж 200 Бк/кг для Cs та 50 Бк/кг для Sr [17].

Серед показників якості харчових продуктів, які використовують в оздоровчому харчуванні, особливу увагу приділяють антиоксидантній активності (АОА). Результати дослідження цього показника в перзі залежно від технології отримання проти контролю представлено на *рис. 3*.

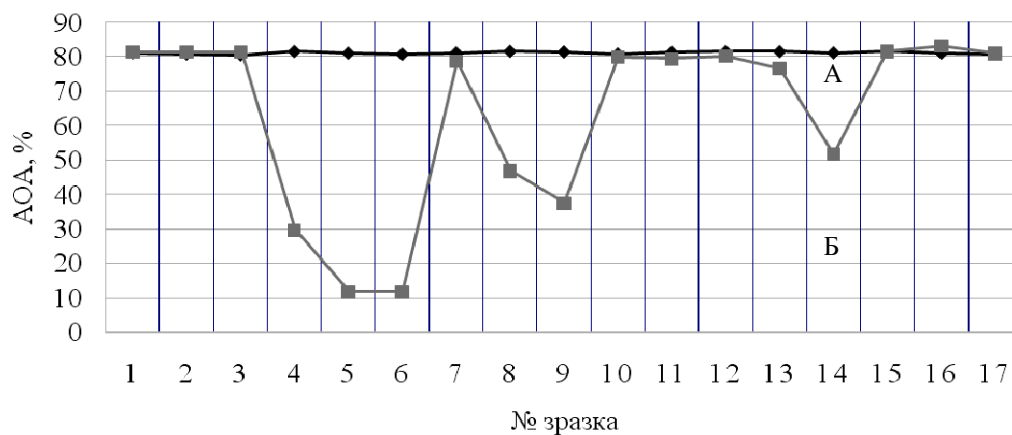


Рис. 3. Антиоксидантна активність перги, %: А – контрольні зразки; Б – досліджувані зразки, отримані за різними технологіями

АОА контрольних зразків перги перебуває в межах від 80.57 до 82.09 %. Залежно від технології АОА перги змінювалася: на 0.4 % збільшилася за *T1* і зменшилася на 78.0, 33.0 і 5.5 % за *T2*, *T3* і *T4* відповідно.

Більш негативно на АОА перги вплинуло ручне виймання гранул із комірок стільника (див. *рис. 3*). Перга зразків 5 і 6 майже втратила свої природні властивості, хоча вони отримані з різних областей і мають неоднаковий ботанічний склад. Напевно, це пов'язано з найдовшим процесом виймання перги під час ручної праці, контактом із повітрям навколишнього середовища та порушенням умов проміжного зберігання під час вилучення.

У *табл. 6* наведено дані експериментальних досліджень з метою обґрунтування вибору технології за ознакою збереження біологічно активних властивостей перги.

Найвища АОА серед досліджуваних зразків була у перзі без вилучення зі стільників і навіть перевищувала значення контролю. Ймовірно, це пов'язано зі стерильними умовами в лабораторії, де вилучали гранули, що вказує на необхідність дотримання санітарно-гігієнічних правил під час роботи з продуктами на пасіці та перегляду норм стосовно виробництва перги. Високою АОА характеризувалися досліджувані зразки, отримані промисловою технологією у штучних стільниках, але найнижчою серед них – перга з плодівих, що може вказувати на порушення технології виробництва цього зразка або ботанічну особливість, і це потребує подальших досліджень.

Таблиця 6

АОА зразків перги у розчинах з метиловим спиртом

(n=3)

Номер зразка	Показник*					
	X	Sx	Δx	CV	Min	Max
1	81.66	1.22	0.71	1.50	80.25	82.51
2	81.66	1.10	0.64	1.35	80.55	82.71
3	81.66	0.99	0.57	1.21	81.25	83.21
$\sum x$ за зразками $T1$	81.66	1.10	0.64	1.35	80.68	82.81
4	29.77	0.37	0.21	1.24	29.52	30.20
5	11.88	1.40	0.81	11.82	10.64	13.40
6	11.88	0.51	0.30	4.33	11.64	12.61
$\sum x$ за зразками $T2$	17.84	0.76	0.44	5.80	17.27	18.74
7	78.94	3.49	2.02	4.43	75.06	81.84
8	46.94	2.61	1.51	5.55	45.06	49.92
9	37.61	2.09	1.21	5.56	35.84	39.92
$\sum x$ за зразками $T3$	54.50	2.73	1.58	5.18	51.99	57.23
10	80.12	1.14	0.66	1.42	78.89	81.14
11	79.58	2.89	1.67	3.63	76.34	81.88
12	80.36	1.57	0.91	1.96	78.68	81.81
13	76.84	4.61	2.66	5.99	72.03	81.21
14	51.90	8.83	5.10	17.01	46.74	62.10
15	81.74	1.62	0.94	1.98	80.42	83.55
16	83.33	0.63	0.36	0.76	82.64	83.88
17	81.19	4.06	2.34	5.00	76.50	83.62
$\sum x$ за зразками $T4$	76.88	3.17	1.83	4.72	74.03	79.90

* X – середнє значення вибірки; Sx – середнє квадратичне відхилення вибірки; Δx – абсолютна похибка вимірювання; CV – коефіцієнт варіації; Min – мінімальне значення вибірки; Max – максимальне значення вибірки; $\sum x$ – середнє суми значень.

АОА інших досліджуваних зразків за $T4$ незначно відрізнялася від контролю. Так, антиоксидантів було менше на 1.07 % і 2.30 % у перзі з гречки, отриманої у Київській обл. та м. Кропивницькому відповідно. У перзі із плетей та скупії – менше на 1.66 %, клену – на 5.93 %, ріпаку – більше на 0.09 %. Це свідчить про максимальне збереження АОА перги за використання технології $T4$.

За допомогою аналогічних досліджень АОА перги у водних розчинах встановлено, що її властивості зберігаються гірше. В середньому антиоксидантна активність становить за всіма контрольними зразками 24.59 %, досліджуваними – 18.75 %.

Висновки. Перга, отримана за технологіями $T2$ і $T4$, за органолептичною оцінкою повністю відповідала вимогам чинного стандарту, за $T1$ – була недосконалою за зовнішнім виглядом, а за $T3$ – непридатна до вживання.

За фізико-хімічними показниками найкращі результати одержано в перзі за технологією $T4$, які повністю відповідали чинним вимогам.

Найвищий вміст флавоноїдів та збереження АОА виявлено в досліджуваних зразках перги за $T4$ та $T1$ (у воскових стільниках

із подальшим вилученням у лабораторних умовах). АОА перги різняться залежно від регіонального та ботанічного походження. У зразках монофлорної перги вміст антиоксидантів вищий, ніж у поліфлорної.

Зважаючи на отримані результати та загрозу розвитку патогенних мікроорганізмів і враження восковою міллю перги за *T1*, доцільно використовувати технологію *T4*, яка уможливило отримати монофлорну пергу високої якості у промислових обсягах.

Перспективним надалі стане дослідження показників якості монофлорної перги, отриманої з інших видів рослин, а також детальне визначення її біохімічного складу з метою впровадження продукту в технології функціонального харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук Л. О., Броварський В. Д., Величко С. М., Бріндза Я., Хлебо Р. Перга. Ресурси і технологія виробництва: монографія. Київ: НУБіП України, 2018. 149 с.
2. Малахов В. О., Макєва М. А., Кошелева Г. М., Федоренко Н. О., Жерновенков А. О., Расторгуєв О. Л. Використання методу апітерапії в реабілітації хворих. *Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології*. 2016. № 1. С. 61-65.
3. Markiewicz-Żukowska R., Naliwajko S. K., Bartosiuk E., Moskwa J., Isidorov V., Soroczyńska J. et al. Chemical composition and antioxidant activity of beebread, and its influence on the glioblastoma cell line (U87MG). *Journal of Apicultural Science*. 2013. Vol. 57 (2). P. 147-157.
4. Sobral F., Calhella R. C., Barros L., Dueñas M., Tomás A., Santos-Buelga C. et al. Flavonoid Composition and Antitumor Activity of Bee Bread. *Collected in Northeast Portugal. Molecules*. 2017. Vol. 22 (2). P. 248.
5. Stanciu O., Marghitas L. A., Dezmirean D. S. A comparison of methods used to define the antioxidant capacity of bee pollen and beebread from Romania: Proceedings of the 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia, 2008. P. 751-754.
6. Aylanc V., Falcão, S. I. Ertoşun S., Vilas-Boas, M. From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 109. P. 464-481 URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.042>.
7. Urcan A. C., Criste A. D., Dezmirean D. S., Bobiş O., Bonta V., Dulf F. V. et al. Botanical origin approach for a better understanding of chemical and nutritional composition of beebread as an important value-added food supplement. *LWT*. 2021. Vol. 142. Article 111068. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111068>.
8. Сухов М. А., Левина Т. Ю. Технология производства полуфабриката из мяса птицы с пергой. *Пицца. Экология. Качество*. 2016. P. 275-277.
9. Kowalski S., Lukaszewicz M. Application of random lymethylated cyclodextrin in extraction of antioxidant-like compounds from bee bread. *Journal of Food & Nutrition Research*. 2017. Vol. 56. N 2. P. 121-128.
10. Gibriel A. Y., Abdeldaiem M. H., Ali H. G. M. Use of the Ethanollic Extract of Bee Pollen (Bee Bread) and Gamma Irradiation for Keeping the Quality of Silver Carp (*Hypophthalmichthys Molitrix*) Fish Patties. *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications*. 2016. Vol. 49 (2). P. 140-150.

11. ДСТУ 7074:2009. Перга. Технічні вимоги. Київ: Держспоживстандарт України. 2010. 11 с.
12. ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Москва: Стандартинформ, 2010. 4 с.
13. Adamchuk L. O., Suchenko V. Yu., Pshinko G. M. Quality and safety indicators of Ukrainian honey. *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2020. № 1. Вип. 119. С. 38-45.
14. Von Der Ohe W., Oddo L. P., Piana M. L., Morlot M., Martin P. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*. 2004. Vol. 35. Suppl. 1. P. 18-25. URL: <https://doi.org/10.1051/apido:2004050>.
15. Adamchuk, L. Improvement of the method of botanical identification of honey. *Foods science and technology*. 2020. Vol. 14. Issue 4. P. 31-42. URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1895>.
16. Полумбрик М. О., Полумбрик О. М., Пасічний В. М., Омельченко Х. В., Баль-Прилипко Л. В. Оцінка антиоксидантної активності природних сполук. *Продовольча індустрія АПК*. 2016. № 6. С. 5-9. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/26717>.
17. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді". Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 03.05.2006 № 256. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text>.

Стаття надійшла до редакції 24.03.2021.

Adamchuk L., Suchenko V., Tysevych Ye. Bee bread quality: botanical identification and production technology.

Background. Bee bread is one of the products of beekeeping, which is used in preventive and health nutrition, which is becoming more common. The quality and nutritional properties of bee bread depend on the conditions and technology of its production.

The aim of the work was to study the quality of bee bread of a certain regional and botanical origin, obtained by different technologies, for compliance with the requirements of the national standard.

Materials and methods. For comparative evaluation, the following technologies were selected: bee bread in honeycombs without extraction with drying (*T1*); classic with manual extraction of bee bread (*T2*); classical with freezing of honeycombs and grinding of wax mass (*T3*); industrial technology using artificial honeycombs (*T4*).

Organoleptic (appearance, consistency, color, odor, taste) and physicochemical (acidity, humidity, wax impurities, flavonoids) indicators, microbiological and toxic elements are established according to the norms of DSTU 7074:2009 "Bee bread. Specifications". Botanical definition of bee bread is according to melissopalynological analysis. Antioxidant activity was determined by free radical colorimetry based on the DPPH reaction (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).

Results. Bee bread, obtained by *T2* and *T4* technologies, according to organoleptic assessment fully met the requirements of the current standard, by *T1* – was imperfect in appearance, and by *T3* – unfit for consumption.

According to physicochemical parameters, the best results were obtained by analyzing bee bread with industrial technology: the average humidity of the samples was – 7.37 %, the mass fraction of wax – 0.36 %, mechanical impurities were detected in only one sample (15-B), but did not exceed the permissible norms.

The highest content of flavonoids was found in bee bread without extraction from the honeycombs using industrial technology. Monofloral bee bread from buckwheat had the highest content of flavonoids.

The antioxidant properties of bee bread were the highest in samples, obtained by industrial technology using artificial honeycombs or in wax honeycombs without extraction. Due to the fact that wax honeycombs are threatened by the development of pathogenic microorganisms and the impression of a wax moth, it is advisable to use industrial technologies. The antioxidant properties of bee bread differed depending on regional and botanical origin.

Conclusion. The results indicate a significant advantage of safety and quality of bee bread, obtained by industrial technology using artificial honeycombs. Due to the fact that large amount of monofloral bee bread can be obtained only with the use of industrial technology, this once again confirms the feasibility of its introduction into production.

Keywords: bee bread, granules, organoleptic evaluation, humidity, flavonoid compounds, antioxidant activity.

REFERENCES

1. Adamchuk, L. O., Brovars'kyj, V. D., Velychko, S. M., Brindza, Ja., & Hlebo, R. (2018). *Perga. Resursy i tehnologija vyrobnytva [Bee bread (Ambrosia). Resources and production technology]*. Kyi'v: NUBiP Ukrai'ny [in Ukrainian].
2. Malahov, V. O., Makjejeva, M. A., Kosheljeva, G. M., Fedorenko, N. O., Zhernovenkov, A. O., & Rastorguev O. L. (2016). Vykorystannja metodu apiterapii' v reabilitacii' hvoryh [The use of apitherapy in the rehabilitation of patients]. *Fizychna reabilitacija ta rekreacijno-ozdorovchi tehnologii' – Physical rehabilitation and recreational and health technologies, 1*, 61-65 [in Ukrainian].
3. Markiewicz-Żukowska, R., Naliwajko, S. K., Bartosiuk, E., Moskwa, J., Isidorov, V., Soroczyńska, J. et al. (2013). Chemical composition and antioxidant activity of bee-bread, and its influence on the glioblastoma cell line (U87MG). *Journal of Apicultural Science*. (Vol. 57 (2), (pp. 147-157) [in English].
4. Sobral, F., Calhelha, R. C., Barros, L., Dueñas, M., Tomás, A., Santos-Buelga, C. et al. (2017). Flavonoid Composition and Antitumor Activity of Bee Bread. *Collected in Northeast Portugal. Molecules*. (Vol. 22 (2), (p. 248) [in English].
5. Stanciu, O., Marghitas, L. A., & Dezmirean, D. (2008). *A comparison of methods used to define the antioxidant capacity of bee pollen and beebread from Romania: Proceedings of the 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture*. (pp. 751-754). Opatija. Croatia [in English].
6. Aylanc, V., Falcão, S. I., Ertoşun, S., & Vilas-Boas, M. (2021). From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science & Technology*. (Vol. 109), (pp. 464-481). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.042> [in English].
7. Urcan, A. C., Criste, A. D., Dezmirean, D. S., Bobiş, O., Bonta, V., Dulf, F. V. et al. (2021). Botanical origin approach for a better understanding of chemical and nutritional composition of beebread as an important value-added food supplement. *LWT*. (Vol. 142). (Article 111068). Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111068> [in English].
8. Suhov, M. A., & Levina, T. Ju. (2016). Tehnologija proizvodstva polufabrikata iz mjasna pticy s pergoj [Technology for the production of semi-finished poultry meat with bee bread]. *Pishha. Jekologija. Kachestvo – Food. Ecology. Quality*. (pp. 275-277) [in Russian].
9. Kowalski, S., & Lukasiewicz, M. (2017). Application of random lymethylated cyclodextrin in extraction of antioxidant-like compounds from bee bread. *Journal of Food & Nutrition Research*. (Vol. 56), 2, 121-128 [in English].

10. Gibriel, A. Y., Abdeldaiem, M. H., & Ali, H. G. M. (2016). Use of the Ethanolic Extract of Bee Pollen (Bee Bread) and Gamma Irradiation for Keeping the Quality of Silver Carp (*Hypophthalmichthys Molitrix*) Fish Patties. *Arab Journal of Nuclear Sciences and Applications*. (Vol. 49 (2), (pp. 140-150) [in English].
11. Perga. Tehnichni vymogy [Bee bread (Ambrosia). Technical requirements]. (2010). *DSTU 7074:2009*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny [in Ukrainian].
12. Produkty pishhevye. Metody opredelenija kolichestva mezofil'nyh ajerobnyh i fakul'tativno-anaerobnyh mikroorganizmov [Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms]. (2010). *GOST 10444.15-94*. Moscow: Standartinform [in Russian].
13. Adamchuk, L. O., Suchenko, V. Yu., & Pshinko, G. M. (2020). Quality and safety indicators of Ukrainian honey. *Standartyzacija, sertyfikacija, jakist' – Standardization, certification, quality, 1*, (Issue 119), (pp. 38-45) [in English].
14. Von Der Ohe, W., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*. (Vol. 35). (Suppl. 1), (pp. 18-25). Retrieved from <https://doi.org/10.1051/apido:2004050> [in English].
15. Adamchuk, L. (2020). Improvement of the method of botanical identification of honey. *Foods science and technology*. (Vol. 14). (Issue 4), (pp. 31-42). Retrieved from <https://doi.org/10.15673/fst.v14i4.1895> [in English].
16. Polumbryk, M. O., Polumbryk, O. M., Pasichnyj, V. M., Omel'chenko, H. V., & Bal'-Prylypko, L. V. (2016). Ocinka antyoksydantnoi' aktyvnosti pryrodnyh spoluk [Evaluation of antioxidant activity of natural compounds]. *Prodovol'cha industrija APK – Food industry of agro-industrial complex*, 6, 5-9. Retrieved from <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/26717> [in Ukrainian].
17. *Pro zatverdzhennja Derzhavnyh gigijenichnyh normatyviv "Dopustymi rivni vmistu radionuklidiv 137Cs ta 90Sr u produktah harchuvannja ta pytnij vodi"*. Nakaz Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukrai'ny vid 03.05.2006 № 256 [On approval of the State Hygienic Standards "Permissible levels of 137Cs and 90Sr radionuclides in food and drinking water". Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 03.05.2006 № 256]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text> [in Ukrainian].