

## THE MODERN ASPECTS OF THE USE OF HERBS RAW MATERIALS TO PREVENT THE SPOILAGE OF BAKERY PRODUCTS WITH LOW-MOISTURE CONTENT

K. Iorgachova, N. Sokolova, O. Makarova, L. Gordienko

*Odessa National Academy of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Bakery products*  
*Herbs extracts*  
*Rancidity*

---

**Article history:**

Received 16.09.2019  
Received in revised form  
30.09.2019  
Accepted 15.10.2019

---

**Corresponding author:**

N. Sokolova  
**E-mail:**  
awatana@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The different ways of rancidity prevention in flour-based products have been considered in the paper. It contains the information about distribute synthetic antioxidants, which is used for the problem solving connected with rancidity, and their possible detrimental effect on human health.

The benefits of using herbs raw materials as a source of natural substances with antioxidant and antimicrobial action have been showed. They also can be the alternative to synthetic additives.

The results about quantity of some antioxidant substances in water extracts of herbs were given. It has showed that hop extracts (ratio to water 1:100) contained 67.4 eq. GAE/g, chamomile extract (ratio to water 1:10) had less — 18.3 mg GAE/g. Total flavanoid content was 5.7; 11.2; 23.2 mg of rutin eq./g for extracts made from chamomile, nettle and hop respectively.

The expediency of use such extracts in the technology of sweet baked goods with low moisture content to solve the problems related with spoilage during storage has been shown.

The regularities of the influence of the herbs extracts on the oxidative and hydrolytic processes of rancidity in sweet baked products during storage have been studied. It has been determined that the addition of hop extract to the recipe of products was more effective in case of inhibits the rancidity than the extracts of chamomile or nettle. It was found that the use of herbs extracts allow to reduce peroxide value after 90 days of storage by 2 times, and acid number — by 2.5 times in comparison with the control, which correlates with efficiency of using synthetic BHA. It has been noted that products with herbs extracts had higher microbiological stability than control sample during all period of storage. The sensory characteristics of the products with extracts were higher too.

## СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ГАЛЬМУВАННЯ ПСУВАННЯ ХЛІББУЛОЧНИХ ВИРОБІВ ЗНИЖЕНОЇ ВОЛОГОСТІ

К. Г. Іоргачова, Н. Ю. Соколова, О. В. Макарова, Л. В. Гордієнко

*Одеська національна академія харчових технологій*

*У статті розглянуто існуючі шляхи захисту жиркової складової борошняних виробів від окислення. Наведено інформацію про найбільш розповсюджені у харчовій промисловості синтетичні антиоксиданти, які використовують для вирішення проблем, пов'язаних із псуванням жиру, та аналіз літературних даних щодо ризику їх негативного впливу при потраплянні в організм.*

*Показано переваги використання рослинної сировини, яка за рахунок складного природного комплексу біологічно активних речовин, що проявляють антиоксидантну й антимікробну дію, може стати альтернативою добавкам синтетичного походження.*

*Наведено результати досліджень з визначення кількості речовин, що є антиокислювачами, у водних екстрактах лікарської сировини. Показано, що вміст поліфенольних речовин був найбільшим у хмелевому екстракті (гідромодуль 1:100) і становив — 67,4 мг екв. галової кислоти/г екстракту, а найменшим — для екстракту ромашки (гідромодуль 1:10) — 18,3 мг екв. галової кислоти/г СР екстракту. Загальна кількість флаваноїдів становила — 5,7; 11,2; 23,2 мг екв. рутину/г СР екстракту для зразків отриманих з ромашки, кропиви та хмелю відповідно.*

*Доведено доцільність використання таких екстрактів у технології здобних хлібобулочних виробів зниженої вологості для вирішення проблем, що пов'язані з їх псуванням при зберіганні. Встановлено закономірності впливу екстрактів на окисні та гідролітичні процеси псування жиркової складової здобних виробів з екстрактами впродовж зберігання. Визначено, що додавання хмелевого екстракту у рецептуру виробів більшою мірою забезпечує гальмування псування жиркової складової, ніж екстракт ромашки чи кропиви. Його використання дає змогу зменшити перекисне число на 90 добу зберігання у 2 рази, а кислотне — у 2,5 раза порівняно з контролем, що співвідноситься за ефективністю з синтетичним ВНА.*

*З'ясовано, що відбувається збільшення титрованої кислотності на кінець зберігання відносно початкового значення: для контролю — на 28%, для зразка з екстрактом ромашки — на 17%, для зразка з екстрактом кропиви — на 7%, для зразка з ВНА — на 3%. Відмічено підвищення мікробіологічної стійкості виробів з екстрактами протягом усього терміну їх зберігання. Визначено смакові характеристики готових виробів, що були вищі для дослідних зразків протягом усього періоду зберігання.*

**Ключові слова:** хлібобулочні вироби, екстракти лікарських рослин, псування жиру.

**Постановка проблеми.** Трансформаційні процеси, що відбуваються в економіці України, викликають необхідність формування принципово нових підходів у діяльності хлібопекарських підприємств, оскільки нагальною стає потреба більш ефективного їх розвитку. Для цього необхідно не тільки оптимізувати транспортні та енергетичні витрати, але й постійно працювати над вдосконаленням і розширенням асортименту, забезпечувати стабільно високу якість та безпечність продукції.

Актуальним і своєчасним є удосконалення технологій хлібобулочних виробів тривалого зберігання на основі натуральних складових, які здатні не тільки збагатити вироби поживними і дефіцитними мікронутрієнтами, а й позитивно впливати на збереження їх споживчих властивостей протягом регламентованого терміну зберігання.

Додатки натурального походження на основі лікарської і пряно-ароматичної сировини можуть бути успішно використані як інгібітори біохімічних і мікробіологічних процесів, що призводять до псування продуктів. Вони являють собою складний природний комплекс біологічно активних речовин, до складу яких входять речовини, що володіють антиоксидантними й антимікробними властивостями та більш безпечні на відміну від синтетичних.

При зберіганні продуктів з високим вмістом жиру обмеження терміну придатності до споживання зумовлено їх схильністю до окислювального псування, яке є самокаталізованою реакцією та може бути потенційно небезпечним фактором. Адже цей процес не лише псує сенсорні характеристики, а й негативно впливає на харчову цінність продукції і навіть з часом може становити загрозу для здоров'я, оскільки у продукті накопичуються токсичні сполуки: ліпідні пероксиди, гідроксильні жирні кислоти, карбонільні сполуки тощо. Тому вирішення гострої проблеми мікробіологічного й окисного псування для борошняних продуктів з високим вмістом жирового компоненту завдяки застосуванню рослинної сировини стане значною підтримкою для сучасної хлібопекарської галузі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із найпоширеніших шляхів вирішення проблем, що пов'язані з подовженням терміну реалізації продуктів харчування, в тому числі здобних борошняних виробів, є додавання антиоксидантів, що здатні затримувати автоокислення, пригнічуючи утворення вільних радикалів [1]. На сьогодні широкого застосування в харчовій промисловості знайшли синтетичні антиоксиданти, такі як пропілгалат (PG, E310), трет-бутилгідрокінон (TBHQ, E319), бутилгідроксіанізол (BHA, E320) і бутилгідрокситолуол (BHT, E321) та ін. Задля розширення спектру їх дії, посилення ефекту, зменшення побічної дії на властивості напівфабрикатів виробниками також практикується використання їх композицій. До основних переваг синтетичних стабілізаторів жирової складової можна віднести: простоту застосування в харчових системах, стабільну якість та більш високу антиоксидантну активність порівняно з природними сполуками. Однак таке широке застосування синтетичних антиоксидантів бентежить споживачів, оскільки щороку з'являється все більше досліджень небезпечності вживання деяких з них. Існують відомості щодо здатності вищезазначених сполук

впливати на ферментні системи людини та її ДНК [10], виявлено тератогенний, канцерогенний і мутагенний вплив у дослідях на тваринах [6]. Вживання такого антиоксиданта як нордигідрогуаяретинова кислоти (NDGA), що широко застосовується у м'ясопереробній і консервній галузях, ідентифіковано як першопричину ниркових кістозних захворювань у гризунів [9]. Незважаючи на це, їх використання у харчовій індустрії все ще залишається дискусійним питанням. Разом з цим у споживачів формується зацікавленість у натуральних продуктах з «чистою етикеткою», які мають забезпечити їх від потрапляння у організм синтетичних сполук і поліпшувачів. Саме тому пошуки ефективних джерел натуральних антиоксидантів є досі актуальним напрямком, незважаючи на, зазвичай, їх низьку економічну ефективність.

Рослина сировина багата на антиоксиданти прямої дії, такі як фенольні сполуки, ретинол,  $\beta$ -каротин, карбонові кислоти та ін. [16], а це значить, що вони здатні виконувати функцію антиокислювачів не лише в продукті, а й будуть продовжувати працювати у організмі людини, забезпечуючи такий популярний зараз «anti-aging» ефект. Вживання харчових продуктів, що мають антиоксидантні властивості, може звести оксидативний стрес до мінімуму та знизити ступінь його прояву.

Привабливість застосування природних джерел антиоксидантів як харчових добавок зростає в аспекті їх потенційних переваг для здоров'я, особливо це стосується рослин і екстрактів, що містять фенольні сполуки. Саме вони використовуються як стабілізатори якості ліпідної складової харчових систем [3; 14].

Останні десять років було проведено чимало досліджень щодо використання саме лікарської та пряно-ароматичної сировини при вирішенні проблем як псування самого жиру, так і жирової складової у готовій продукції [2; 12; 13; 15].

Незважаючи на вже існуючі результати використання різної лікарської, пряно-ароматичної сировини у хлібопекарському виробництві [3; 7; 13], недостатньо розглянуто питання застосування природних джерел антиоксидантів у технології хлібобулочних виробів з низьким вмістом вологи, таких як здобні сухарі, сухарики, хлібні палички тощо. Проте цей вид виробів користується підвищеним попитом, оскільки є популярною «їжею на ходу» і характеризується тривалим терміном зберігання.

Завдяки збагаченню рецептурного складу сухарів, сухариків та інших виробів зниженої вологості нетрадиційними натуральними інгредієнтами багатофункціональної дії з'являється можливість надавати виробам оздоровчих властивостей. Таким чином можна отримати додатковий прибуток, оскільки вартість виробів цієї категорії значно відрізняється від вартості соціально значимого хліба.

Строки реалізації хлібобулочних виробів зниженої вологості дають можливість розглядати їх як групу виробів, що можуть імпортуватися та сприяти популяризації української продукції як на європейському, так і на світовому продовольчому ринку.

**Мета дослідження:** визначити ефективність використання водних екстрактів рослинної сировини (хмелю, ромашки, кропиви) для уповільнення псування жирової складової сухарів при їх зберіганні та порівняння їх ефективність з синтетичним антиоксидантом ВНА.

**Викладення основних результатів дослідження.** Обрана для отримання екстрактів лікарська та пряно-ароматична сировина — хміль, кропива та ромашка, мають різний хімічний склад і відрізняються активними діючими речовинами. Вона багата на поліфеноли та флаваноїди, які добре відомі як речовини з антиоксидантною активністю. Загальноприйнятими методами визначено загальний вміст поліфенольних речовин і флаваноїдів в екстрактах (рис. 1). Для їх приготування використовували сухий лист кропиви (*Urtica dioica*) та частину стебел і квіток ромашки (*Matricaria recutita*), що відповідали вимогам ТУ 10.8-3259306996-001:2017, та гранульований хміль типу 90 «UA-AROMA» — ДСТУ 4098.2-2002. Для отримання екстрактів з ромашки та кропиви при гідромодулі 1:10 сировину заливали водою з температурою (90...95)°С, настоювали при постійному перемішуванні протягом 15 хв та фільтрували.

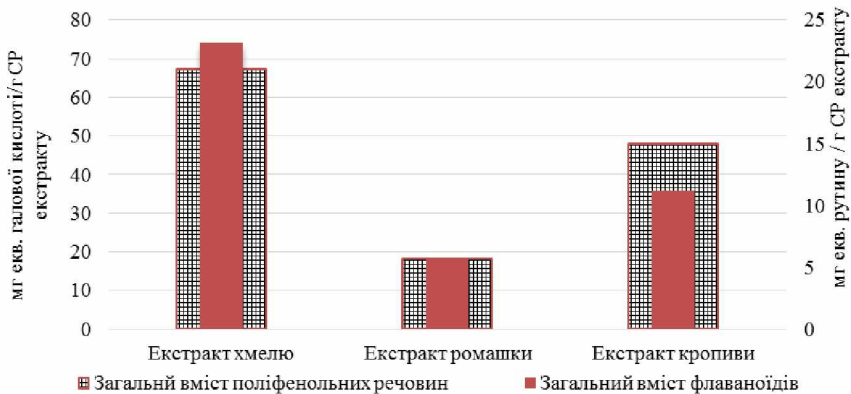


Рис. 1. Загальний вміст поліфенольних речовин і флаваноїдів у водних екстрактах

З огляду на хімічний склад хмелю екстракт з цієї сировини виготовляли по-іншому, оскільки вона вимагає особливих умов для екстракції цінної речовини — ізогумулону, який проявляє антисептичні властивості і бере участь в окисно-відновних реакціях. Гранули хмелю засипали у воду з температурою (90...95)°С у співвідношенні 1:100, після чого кип'ятили протягом 90 хв при повільному перемішуванні, потім екстракт фільтрували. Очевидно, що на вміст речовин з антиоксидантними властивостями впливають як умови екстракції, так і регіон збору тих чи інших трав. Встановлено, що навіть достатньо прості умови екстракції, які можна з легкістю відтворити на хлібопекарських підприємствах будь-якої потужності, дають змогу отримати екстракти, що мають у своєму складі достатню кількість антиоксидантних речовин і можуть потенційно конкурувати з синтетичними антиоксидантами.

Виявлено, що за обраних умов отримання екстрактів найбільший вміст загальної кількості фенольних сполук мав хмелевий екстракт, на 28% менше їх містив екстракт кропиви і на 72% — екстракт ромашки. Такий результат можна пояснити більш високим вмістом поліфенольних речовин у вихідній сировині, саме тому використовували різний гідромодуль. Дослідження Knez Hrnčič та ін. [5] також показали здатність поліфенольних речовин хмелю добре розчинятись у воді при будь-якій температурі і зберігати свою активність навіть після тривалої дії високих температур. Вміст флаванолігнів для екстракту хмелю становив 23,2 мг екв. рутину на 1 г СР екстракту, в екстракті кропиви і ромашки на 51% та 75%, відповідно, менше

Порівнювати загальну антиоксидантну активність екстрактів досить складно, ще складніше передбачити ефект екстрактів на процеси, які будуть відбуватися у продукті, тому важливо було оцінити безпосередній їх вплив на показники, що здатні опосередковано охарактеризувати швидкість гідролітичних та окисних процесів, перебіг яких відбувається у жировій фракції під час зберігання здобних хлібобулочних виробів зниженої вологості. При приготуванні виробів екстракти хмелю, кропиви та ромашки вносили замість частки води, передбаченої на заміс тіста, у кількості 25%, 50%, 75% відповідно.

Накопичення вільних жирних кислот у жири в результаті гідролітичних і окислювальних процесів оцінювали за кислотним числом, кількість первинних продуктів процесу псування — за перекисним (табл. 1). Їх визначали для жиру, що був попередньо вилучений зі зразків, які зберігались за регламентованих умов зберігання (сухарі здобні зберігались насипом у ящиках з гофрованого картону, при 20...22°C та відносній вологості повітря 65...70%) протягом 90 діб. Тривалість зберігання звичайних здобних сухарів становить 60 діб, проте важливо було встановити чи здатні екстракти та ВНА збільшувати строк придатності готових виробів.

*Таблиця 1. Перекисне та кислотне числа готових виробів через 90 діб зберігання*

Зразок	Перекисне число, ммоль O <sub>2</sub> /кг	Кислотне число, мг КОН/г
Контроль	2,8	1,62
З хмелевим екстрактом	1,4	0,64
З екстрактом ромашки	2,6	1,38
З екстрактом кропиви	1,8	0,83
З 0,01% ВНА	0,9	0,51

Встановлено, що хмелевий екстракт у рецептурі виробів забезпечив значне гальмування процесу псування жирової складової. Перекисне число було у 2 рази, а кислотне — у 2,5 рази меншим порівняно з контролем, такий результат майже не поступався в ефективності синтетичному ВНА. Останній у дозуванні, рекомендованому виробником, судячи зі значень перекисного і кислотного числа, сприяв уповільненню негативних процесів більш ніж у 3 рази. Екстракт кропиви був менш ефективним, виявлено зменшення порівняно з контролем кислотного числа у такого зразка на 55%, а перекисного — на 17%. Найменш ефективним для вирішення поставленого завдання виявився зразок з екстрактом ромашки.

Основними продуктами, що утворюються при псуванні жиру, є гідропероксиди, які згодом руйнуються в серії складних реакцій. У результаті цього утворюються вторинні продукти, такі як спирти та карбонільні сполуки [11], що можуть окислюватися далі до карбонових кислот. З огляду на дані (табл. 1) хмелевий екстракт здатний загальмовувати процес псування як на етапі утворення первинних, так і вторинних продуктів окислення, що означає менше накопичення спиртів, альдегідів, кетонів та їх різноманітних похідних, які здатні суттєво знижувати сенсорні характеристики продукту. У той же час очевидно, що екстракт кропиви більш дієвий у гальмуванні гідролітичних процесів з накопиченням первинних продуктів.

Збільшення титрованої кислотності, накопичення органічних кислот та інших кислотно-реактивних сполук відбувається в результаті окислювальних, гідролітичних процесів у ліпідах. При зберіганні майже всіх зразків титрована кислотність почала збільшуватись порівняно з початковим значенням (2,8 °Н), тільки після 30 діб зберігання (рис. 2), втім інтенсивність цих процесів була різною.

Збільшення кислотності на кінець зберігання відносно початкового значення для контролю складало 28%, для зразка з екстрактом ромашки — 17%, для зразка з екстрактом кропиви — 7%, для зразка з ВНА — 3%. Зразком, який практично не змінив свої показники щодо вихідної точки, був зразок з екстрактом хмелю, що закономірно співвідноситься зі значним вмістом поліфенольних сполук в ньому порівняно з іншими екстрактами, які були обрані для досліджень.

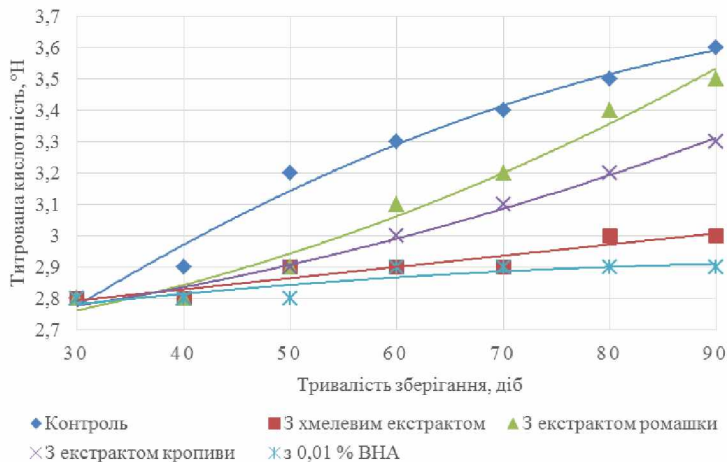


Рис. 2. Зміна титрованої кислотності сухарних виробів при зберіганні

Реакція гідролізу, що викликає псування жиру, не активується так легко, як реакція окислення, він каталізується ферментами, в більшості випадків — ліпазами. Ці ферменти природним чином наявні в багатьох продуктах харчування. У деяких випадках ліпази, які потім індукують гідролітичне псування, продукують мікроорганізми.

Швидкість зміни мікробіологічних і ряду фізико-хімічних показників якості виробів у процесі тривалого зберігання залежить від кількісного вмісту вологи, яка протягом усього терміну зберігання значно не змінювалась. Важлива не лише кількість вологи у продукті, а й її доступність для розвитку мікроорганізмів, перебігу окислювальних, ферментативних та інших процесів. Тож для більш глибокого розуміння процесів, що відбуваються при зберіганні, визначали мікробіологічні показники виробів (табл. 2).

*Таблиця 2. Мікробіологічні показники здобних сухарів*

Зразок	КМАФАМн, КУО/г	Salmonell a spp./г, не більше	B. cereus, КУО/г	Сумарний вміст пліснявих грибів, КУО/г
<b>1-й день зберігання</b>				
Контроль	$1 \times 10^1$	3	2	$24 \times 10^1$
З хмелевим екстрактом	$1 \times 10^1$	3	3	$15 \times 10^1$
З екстрактом ромашки	$1 \times 10^1$	4	5	$23 \times 10^1$
З екстрактом кропиви	$1 \times 10^1$	3	1	$17 \times 10^1$
З 0,01% ВНА	$1 \times 10^1$	5	8	$19 \times 10^1$
<b>60-й день зберігання</b>				
Контроль	$2 \times 10^2$	3	$4 \times 10^2$	$7 \times 10^2$
З хмелевим екстрактом	$3 \times 10^2$	3	$2 \times 10^2$	$2 \times 10^2$
З екстрактом ромашки	$8 \times 10^2$	4	$5 \times 10^2$	$3 \times 10^2$
З екстрактом кропиви	$8 \times 10^2$	3	$4 \times 10^2$	$5 \times 10^2$
З 0,01% ВНА	$2 \times 10^2$	5	$2 \times 10^2$	$8 \times 10^2$
<b>90-й день зберігання</b>				
Контроль	$5 \times 10^4$	3	$24 \times 10^3$	$56 \times 10^3$
З хмелевим екстрактом	$7 \times 10^3$	3	$2 \times 10^3$	$15 \times 10^3$
З екстрактом ромашки	$4 \times 10^4$	4	$37 \times 10^3$	$43 \times 10^4$
З екстрактом кропиви	$12 \times 10^3$	3	$29 \times 10^3$	$43 \times 10^3$
З 0,01% ВНА	$2 \times 10^4$	5	$4 \times 10^3$	$45 \times 10^4$

Більш низька загальна контамінація мікроорганізмами протягом усього терміну зберігання свідчить про наявність активних речовин в екстрактах, що здатні пригнічувати розвиток небажаної мікрофлори. Найвищу ефективність показали екстракти хмелю і кропиви, тоді як екстракт ромашки був найменш ефективний. Отримані результати співвідносяться з висновками Z. Z. Kukric

та ін. [4], які довели, що екстракт кропиви містить речовини, здатні інгібувати різні грамнопозитивні та грамнегативні бактерії, включаючи *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, і *Escherichia coli*.

Дію хмелевих екстрактів можна пов'язати як з наявністю в хмелі гірких речовин, зокрема  $\alpha$ -кислот (гумулон, ізогумулон) і  $\beta$ -кислоти (лупулон), які проявляють сильну бактерицидну дію та здатні пригнічувати розвиток грамнопозитивних і грамнегативних бактерій, так і за рахунок окремих груп БАР, що переходять у відвари при екстрагуванні — органічних, фенолкарбонових кислот, антоціанідів і флаванолідів. Ефективним виявились екстракти у боротьбі з пліснявими грибами та *B. cereus*.

Псування жиру супроводжується появою специфічного запаху і неприємного смаку, викликаних утворенням низькомолекулярних карбонільних сполук. Згідно з оцінками за 10-бальною шкалою, експертами сенсорної панелі складено профілограму, яка характеризує органолептичні показники виробів за смаковими маркерами (рис. 3).

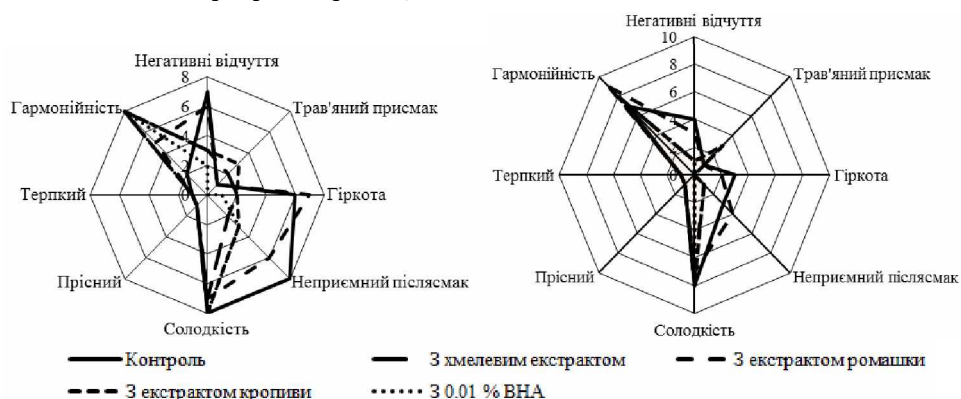


Рис. 3. Профілограми смаку готових виробів протягом зберігання

На 60 добу регламентованого терміну зберігання всі смакові профілі зразків мали високі якісні характеристики, зразок з екстрактом ромашки був відзначений як найбільш гармонійний за смаком. Зразки з додаванням екстракту з хмелю та кропиви були відмічені експертами як такі, що мали ледь помітний характерний для них присмак.

Після закінчення регламентованого терміну зберігання на 90-у добу тільки два зразки — контроль та зразок з екстрактом ромашки були негативно оцінені на 5...8 балів за показниками «гіркота», «неприємний запах», «неприємний післясмак», що закономірно співвідноситься з даними з визначення кислотного числа в цих виробках.

## Висновки

Отже, водні екстракти хмелю, кропиви та ромашки здатні забезпечити гальмування процесів псування ліпідної складової здобних сухарів. Перекисне число у зразках з хмелевим екстрактом через 90 діб зберігання було у 2 рази, а кислотне — у 2,5 рази меншим порівняно з контролем, синтетичний ВНА сприяв уповільненню негативних процесів більш ніж утричі. Виявлено

зменшення, порівняно з контролем, кислотного числа зразків з екстрактами кропиви і ромашки в діапазоні 38...85%. Для вирішення поставленого завдання найменш ефективним виявився екстракт ромашки. Отримані результати узгоджуються з визначеним вмістом в екстрактах поліфенольних речовин і флаванолідів.

Встановлено, що застосування екстрактів сприяє менш інтенсивному накопиченню кислотореагуючих речовин і зниженню мікробіологічних показників виробів при забезпеченні їх високих органолептичних показників навіть на кінець регламентованого терміну зберігання. Так, на 60 добу регламентованого терміну зберігання всі смакові профілі зразків мали високі якісні характеристики, зразок з екстрактом ромашки був відзначений як найбільш гармонійний за смаком.

### Література

1. Banerjee R., Verma A. K., Siddiqui M. W. (ed.). *Natural Antioxidants: Applications in Foods of Animal Origin*. CRC Press, 2017.
2. Embuscado M. E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants—a mini review. *Journal of functional foods*. 2015. Т. 18. С. 811—819.
3. Galanakis C. M. et al. Control of microbial growth in bakery products fortified with polyphenols recovered from olive mill wastewater. *Environmental technology & innovation*. 2018. Т. 10. С. 1—15.
4. Kukrić Z. Z., Topalić-Trivunović L. N., Kukavica B. M., Matoš S. B., Pavičić S. S., Boroja M. M. & Savić A. V. (2012). Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *Apoteff*, 43, 1—342.
5. Knez Hrnčič M., Španinger E., Košir I. J., Knez Ž. & Bren U. (2019). Hop Compounds: Extraction Techniques, Chemical Analyses, Antioxidative, Antimicrobial, and Anticarcinogenic Effects. *Nutrients*, 11(2), 257.
6. Lobo V. et al. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*. 2010. Т. 4. № 8. С. 118.
7. Makowska A. et al. Triticale crisp bread enriched with selected bioactive additives: volatile profile, physical characteristics, sensory and nutritional properties. *Journal of food science and technology*. 2017. Т. 54. № 10. С. 3092—3101.
8. Martelli G., Giacomini D. Antibacterial and antioxidant activities for natural and synthetic dual-active compounds. *European journal of medicinal chemistry*. 2018. Т. 158. С. 91—105.
9. Mut-Salud N., Alvarez P. J., Garrido J. M., Carrasco E., Aranega A., Rodríguez-Serrano F. Antioxidant intake and antitumor therapy: toward nutritional recommendations for optimal results. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2016(2016) 6719534.
10. Liu R., Xing L., Fu Q., Zhou G. H., Zhang W. G. A review of antioxidant peptides derived from meat muscle and by-products. *Antioxidants* 5(2016) 32.
11. Repetto M., Semprine J., Boveris A. Lipid peroxidation: chemical mechanism, biological implications and analytical determination. 2012. Т. 1. С. 3—30.
12. Лозова Т. М., Давидович О. Я. Дослідження впливу нетрадиційних рослинних добавок на збереження якості жирів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького*. 2008. Т. 10. № 3—3(38).
13. Михайлов В. М. и др. Перспективи створення технологій оздоровчих хлібобулочних і кондитерських виробів на основі нетрадиційної рослинної сировини. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Т. 24, № 6. С. 167—173.
14. Сирохман І. В., Хлопко Т. В. Сучасні проблеми дослідження зберігання жирових продуктів. *Вісник Львівської комерційної академії*. Серія товарознавча. 2013. № 13. С. 8—10.
15. Юргачова К. Г., Лебеденко Т. С. Хлібобулочні вироби оздоровчого призначення з використанням фітодобавок [Текст]: монографія. Київ: К-Прес, 2015. 464 с.
16. Чекман І. С. Флавоноїди—клініко-фармакологічний аспект. *Фітотерапія в Україні*. 2000. № 2. С. 3—5.