

УДК 664.533:664.849: 663.051.4  
DOI: 10.15587/2313-8416.2018.134393

## ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ОБ'ЄМІ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ, ЗБАГАЧЕНИХ ДІЄТИЧНИМИ ДОБАВКАМИ

© Т. М. Головка, А. О. Пак, В. Г. Применко, М. В. Жеребкін, М. П. Головка

*Досліджено методом ЕПР-спінових міток рівномірність розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених дієтичними добавками непрямим способом. Доведена однорідність розподілення мітки і мікроелементів внесеної дієтичної добавки по об'єму досліджуваних харчових систем в ємностях з габаритними розмірами до 60 мм. Встановлено несуттєвий вплив седиментації на однорідність структури системної води та розподілення мітки і мікроелементів внесеної добавки впродовж рекомендованих термінів зберігання*

**Ключові слова:** соус емульсійного типу, дієтичні добавки селен-білкові, системна вода

### 1. Вступ

Харчування відіграє провідну роль у вирішенні проблеми забезпечення здоров'я населення. Повноцінне харчування у першу чергу формує якість життя людини. Всі необхідні поживні речовини, потрібні для забезпечення фізіологічних потреб, організм повинен отримувати з їжею [1]. Відсутність або надлишок певних речовин в раціоні негативно впливає на стан здоров'я людей [2].

Більшість сучасних технологій харчових продуктів ґрунтуються на принципах органолептичної оцінки та економічної ефективності та не достатньо повно враховують біологічну та харчову цінність отримуваної продукції [3].

Дисбаланс компонентів поживних речовин сучасних продуктів харчування та зміна структури харчування в сучасній Україні призводять до порушення обмінних процесів в організмі людини. Серед незамінних факторів харчування одними з найбільш дефіцитних є мінеральні сполуки [4]. Тому, актуальним напрямком наукових досліджень у галузі харчування є розробка та впровадження нового підходу до проектування рецептур харчових продуктів, збалансованих за нутрієнтним складом, що є вагомим фактором для їх засвоєння.

### 2. Літературний огляд

Одним із шляхів поповнення відсутніх у організмі людини есенціальних мікронутрієнтів є регулярне включення до харчових раціонів всіх категорій населення спеціалізованих харчових продуктів, забезпечених життєво необхідними компонентами – так званих, продуктів оздоровчого, лікувально-профілактичного і функціонального харчування [5].

До таких продуктів відносяться емульсійні харчові продукти. Питання, пов'язані із науковим обґрунтуванням та розробкою технологій емульсійних продуктів оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення, досліджувались провідними вітчизняними та зарубіжними вченими. Так есенціальні мікронутрієнти вводять до складу продуктів харчування на основі молочної [6], рибної [7, 8], м'ясної [9, 10] сировини. З введенням есенціальних мікронутрієнтів виробляють десерти [11], солодкі страви [12], паштети [13] тощо.

Серед такої продукції слід виділити соуси емульсійного типу. Сучасний ринок соусів дуже різноманітний і гнучкий. Найпоширенішими на ринку України є такі їх різновиди, як гірчиця або гірчичний соус, майонез та кетчуп або томатний соус [14]. Вони характеризуються високими споживними властивостями, засвоюваністю, можливістю регулювання хімічного складу, харчової та біологічної цінності, калорійності, технологічних та функціональних властивостей [15]. Збагачення даної харчової продукції білок-селеновими комплексами, що складають основу дієтичних добавок селен-білкових (ДДСБ), – один із можливих варіантів одержання продукції оздоровчого призначення. ДДСБ містять у своєму складі органічні сполуки селену, що є продуктами хімічної взаємодії між селеновими солями та глобулярними білками молочної сироватки [16]. Такі ДДСБ можуть бути використані не тільки у якості джерела вищезгаданого нутрієнта, а також як емульгатор дисперсних систем, таких як майонези. Їх введення до рецептури соусів емульсійного типу не повинно негативно впливати на їх органолептичні показники, має підвищувати емульсійну стійкість, збільшувати вміст органічного селену, що і зумовлює актуальність означених досліджень.

### 3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – дослідження методом ЕПР-спінових міток рівномірності розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених дієтичними добавками і форм зв'язку системної води, що утримується даними харчовими системами, та зміни її стану з часом впродовж рекомендованих термінів зберігання.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

1. дослідити методом ЕПР-спінових міток форм зв'язку та структури системної води, що утримується соусами емульсійного типу з додаванням ДДСБ;

2. дослідити методом ЕПР-спінових міток зміни стану системної води соусів емульсійного типу з додаванням ДДСБ з часом впродовж рекомендованих термінів зберігання.

#### 4. Матеріали та методи дослідження рівномірності розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених ДДСБ

##### 4.1. Досліджувані матеріали, що використовувались в експерименті

Склад харчових систем, які були предметом дослідження, наступний:

- модельна система № 1 – майонез з введенням ДДСБ;
- модельна система № 2 – кетчуп з введенням ДДСБ;
- модельна система № 3 – гірчиця з введенням ДДСБ.

Як спінова мітка, яку використано в роботі для дослідження форм зв'язку та структури системної води методом ЕПР-спінових міток, є іон перехідного металу  $Mn^{+2}$  [17]. Мітка вводилась в харчову систему шляхом використання під час приготування досліджуваних харчових систем іонної солі  $MnSO_4$ .

Для реєстрації спектрів ЕПР був застосований радіоспектрометр РЕ1301. Спектри реєструвалися у вигляді першої похідної поглинання НВЧ енергії  $E$  досліджуваним парамагнетиком при скануванні постійного магнітного поля  $H$  [18].

##### 4.2. Методика дослідження рівномірності розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених ДДСБ

Досліджуваною харчовою системою щільно заповнювали ємність у формі куба (рис. 1) з габаритними розмірами  $60 \times 60 \times 60$  мм. Ємність умовно розділяли на елементарні кубічні об'єми з характерним розміром  $b=20$  мм (рис. 1). Із кожного виділеного елементарного об'єму  $a_{ijk}$  (де  $i=0, 1, 2; j=0, 1, 2; k=0, 1, 2$ ) брали пробу для дослідження ЕПР-методом.

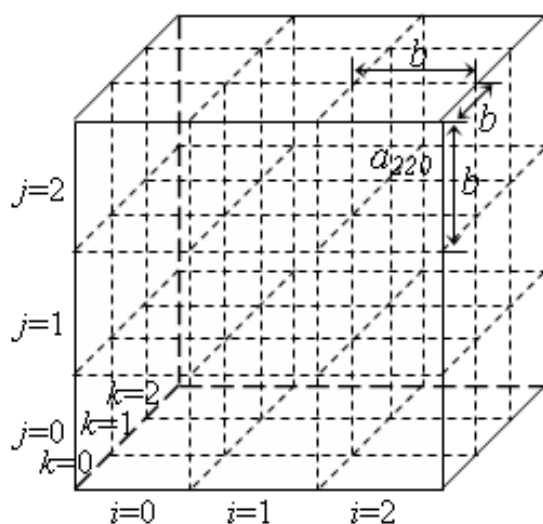


Рис. 1. Ємність для досліджуваних харчових систем

ЕПР-сигнал спініченої харчової системи (рис. 2, а) складається із двох: широкої одиночної лінії без надтонкої структури (рис. 2, б) та розділеного спектру із шести піків рівної інтенсивності (рис. 2, в). Площа під широкою одиночною лінією без надтонкої структури пропорційна кількості резонуючих спінів електронів  $Mn^{+2}$  солі  $MnSO_4$ , яка знаходиться в кри-

сталичному стані, а, відповідно, і масі солі яка випала в осад. Площа під розділеним спектром із шести піків рівної інтенсивності пропорційна кількості спінів електронів іонів  $Mn^{+2}$ , що знаходяться в розчині, а, відповідно, і масі води, яка проявляє себе як розчинник.

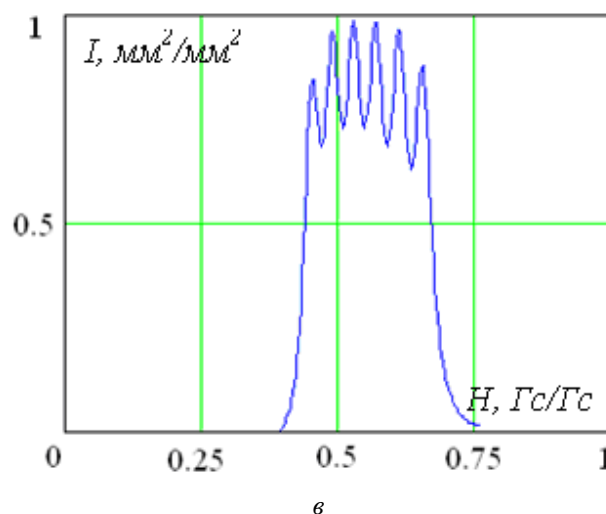
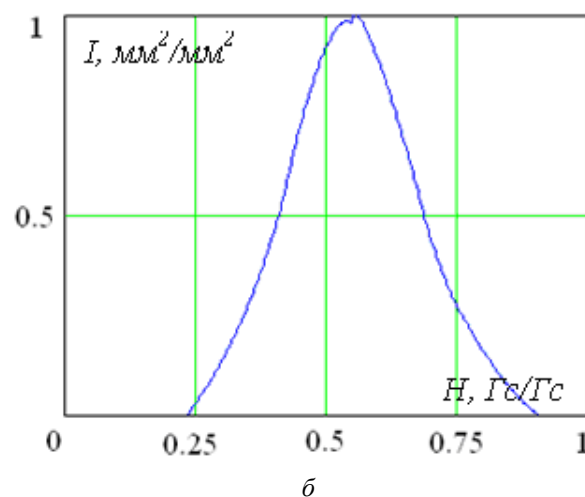
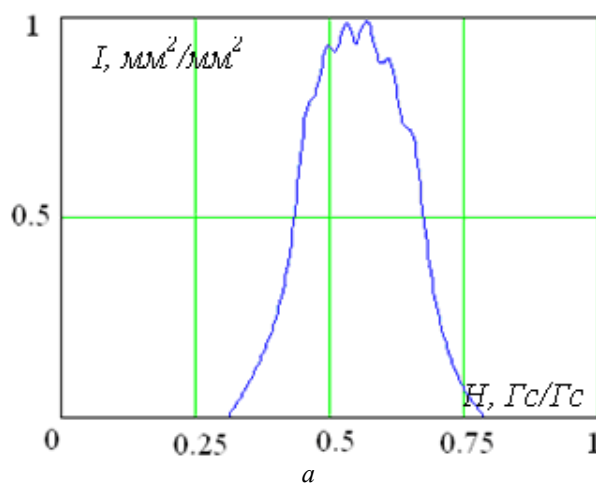


Рис. 2. Інтегровані експериментальні дані для: а – харчової системи; б – порошку солі  $MnSO_4$ ; в – розчину солі  $MnSO_4$

При цьому зв'язування води або її вивільнення, з будь-яких причин, приводить до зміщення рівноваги «іонна сіль в кристалічному стані ↔ іонна сіль в розчиненому стані», відповідно, вліво або вправо з утворенням або недисоційованих молекул, або іонів. Це в свою чергу приводить до того, що збільшується або площа під одиночною лінією, або під розділеним спектром із шести піків рівної інтенсивності.

Таким чином, дослідження рівномірності розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених ДДСБ, а також стан системної води даних харчових систем проводиться непрямым способом [19].

### 5. Результати досліджень рівномірності розподілу мікроелементів в об'ємі соусів емульсійного типу збагачених ДДСБ та їх обговорення

На першому етапі досліджень визначалось розподілення мітки в об'ємі свіжо приготованих досліджуваних харчових систем (рис. 3).

На рис. 3 наведено значення площі під спектром, що являє собою широку одиночну лінію, яка пропорційна кількості системної води, що не розчиняє іонну сіль. Наведені дані пронормовані на максимальне значення площі під одиночною лінією для досліджуваного зразка харчової сировини. З наведених експериментальних даних видно, що кількість системної води, яка виконує функції розчинника іонної солі, відрізняється по об'єму зразків з габаритними розмірами 60×60×60 мм досліджуваних харчових систем не більше ніж на 4...5 %, тобто в межах похибки. Встановлене свідчить про однорідність структури системної води по об'єму досліджуваних харчових систем в ємностях з габаритними розмірами до 60 мм, а, відповідно, і про однорідність розподілення мітки і мікроелементів внесеної ДДСБ.

На другому етапі досліджень визначалось розподілення мітки в об'ємі досліджуваних харчових систем після зберігання впродовж рекомендованих термінів зберігання (рис. 4).

З рис. 4 видно, що зміни кількості системної води, яка виконує функції розчинника іонної солі, після зберігання досліджуваних харчових систем впродовж рекомендованих термінів (45 діб), відрізняються від максимального значення не більше ніж на 8...10 %. Тобто зміни у формах зв'язку системної води з сухими речовинами досліджуваних харчових систем знаходяться у межах похибки. При цьому від вихідних значень значення кількості досліджуваної частини системної води відрізняється не більше ніж на 5...6 %. Встановлене свідчить про несуттєвий вплив седиментації на однорідність структури системної води за умови зберігання досліджуваних харчових систем у ємностях з висотою не більше 60 мм впродовж термінів не більше 45 діб.

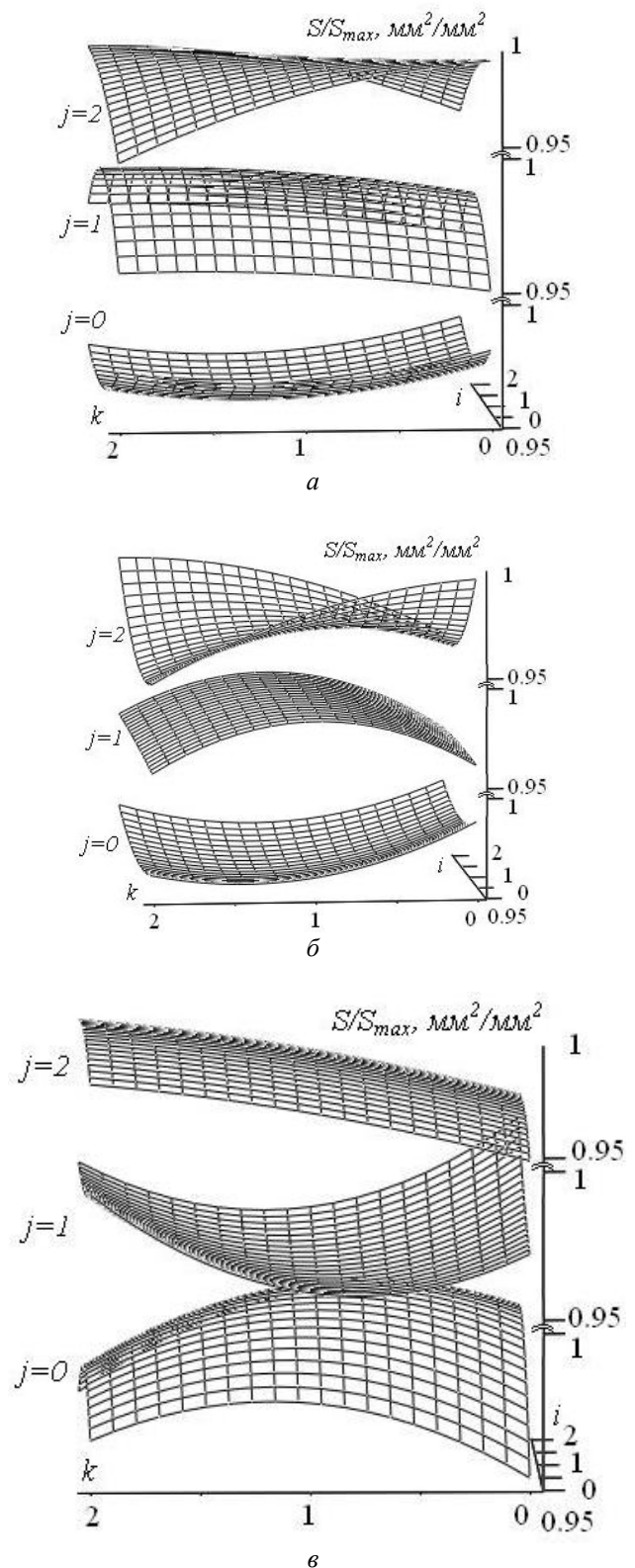


Рис. 3. Розподілення частини системної рідини, що виконує функції розчинника іонної солі, по об'єму харчової сировини у кубічній ємності: *a* – модельна система № 1 (майонез); *b* – модельна система № 2 (кетчуп); *v* – модельна система № 3 (гірчиця)

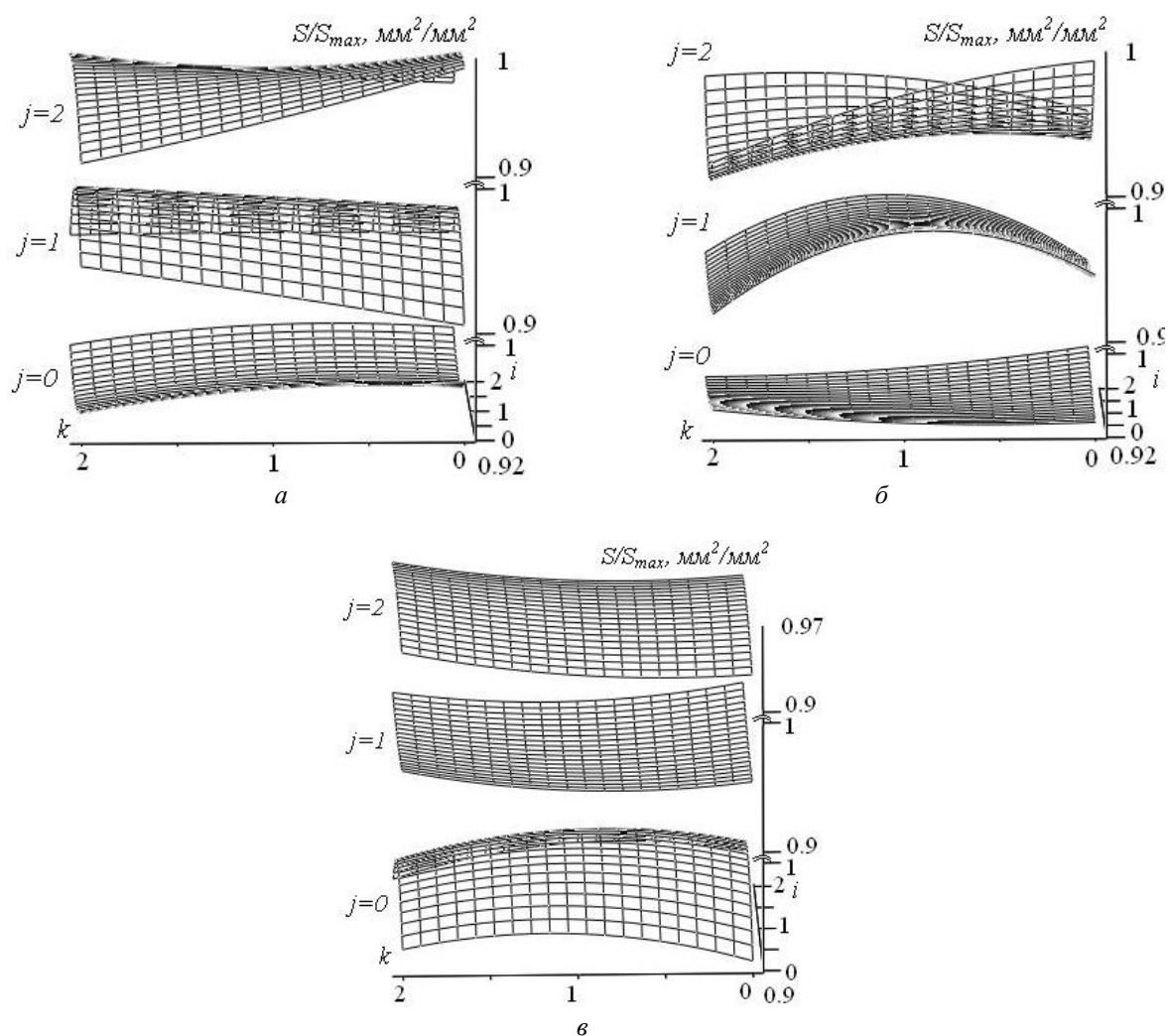


Рис. 4. Розподілення частини системної рідини, що виконує функції розчинника іонної солі, по об'єму харчової сировини у кубічній ємності після зберігання впродовж 45 діб: *а* – модельна система № 1 (майонез); *б* – модельна система № 2 (кетчуп); *в* – модельна система № 3 (гірчиця)

Таким чином, впродовж рекомендованих термінів зберігання не встановлено суттєвих змін у формах зв'язку системної води з сухими речовинами досліджуваних харчових систем, а також визначений несуттєвий вплив седиментації на однорідність структури системної води за умови зберігання досліджуваних харчових систем у ємностях з висотою не більше 60 мм впродовж термінів не більше 45 діб. Отриманий результат пояснюється властивостями внесених ДДСБ підвищувати емульсійну стійкість досліджуваних соусів впродовж рекомендованих термінів зберігання.

## 6. Висновки

1. Доведено, що кількість системної води, яка виконує функції розчинника іонної солі, відрізняється

ся по об'єму зразків з габаритними розмірами 60×60×60 мм досліджуваних харчових систем не більше ніж на 4...5 %, тобто в межах похибки. Отримані результати свідчать про однорідність розподілення мітки і мікроелементів внесеної ДДСБ по об'єму досліджуваних харчових систем в ємностях з габаритними розмірами до 60 мм.

2. Встановлено несуттєвий вплив седиментації на однорідність структури системної води за умови зберігання досліджуваних харчових систем у ємностях з висотою не більше 60 мм впродовж термінів не більше 45 діб, а, відповідно, і на однорідність розподілення мітки і мікроелементів внесеної ДДСБ. Відзначено, що отриманий результат пояснюється властивостями внесених ДДСБ підвищувати емульсійну стійкість досліджуваних соусів.

## Література

1. Katz D. L., Meller S. Can We Say What Diet Is Best for Health? // Annual Review of Public Health. 2014. Vol. 35, Issue 1. P. 83–103. doi: <http://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182351>
2. Дружилов С. А. Здоровый образ жизни как целесообразная активность человека // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 (60). С. 654–648.
3. Lean M. E. J. Principles of human nutrition // Medicine. 2015. Vol. 43, Issue 2. P. 61–65. doi: <http://doi.org/10.1016/j.mpmed.2014.11.009>
4. Melina V., Craig W., Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2016. Vol. 116, Issue 12. P. 1970–1980. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>

5. Nutrient Profiles of Vegetarian and Nonvegetarian Dietary Patterns / Rizzo N. S. et. al. // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2013. Vol. 113, Issue 12. P. 1610–1619. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jand.2013.06.349>
6. Технологія харчових продуктів на основі драглеутворювачів з якісно зміненими функціональними властивостями: монографія / Перцевої Ф. В. та ін.; ред. Перцевої Ф. В. Харків: ХДУХТ, 2011. 312 с.
7. Інноваційні технології виробництва харчової продукції масового споживання: монографія / Пивоваров П. П. та ін.; ред. Пивоваров П. П. Харків: ХДУХТ, 2011. 444 с.
8. Tahergorabi R., Hosseini S. V. Importance of Fish Consumption in Disease Prevention // Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2018. Vol. 25, Issue 1. P. 1–9.
9. Використання колагеномісткої сировини м'ясної промисловості: монографія / Янчева М. О. та ін. Харків: ХДУХТ, 2010. 147 с.
10. Micronutrients of beef meat from pasture and concentrated based production systems / Cabrera M. C. et. al. // Nurturing Locally, Growing Globally. 2017. P. 301.
11. Наукові та практичні основи виробництва десертної продукції на основі молочної та плодово-ягідної сировини: монографія / Плотнікова Р. В. та ін. Харків: ХДУХТ, 2015. 111 с.
12. Наукові аспекти технології солодких страв з пробіотичними капсульованими мікроорганізмами: монографія / Пивоваров С. П. та ін. Харків: ХДУХТ, 2015. 139 с.
13. Головки Т. М., Полевич В. В. Моделювання рецептурного складу паштетів, виготовлених з використанням НКХ та еламіну // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2009. № 2. С. 478–483.
14. Рощина Е. В., Кузнецова Ю. П., Васюта Т. В. Научное обоснование повышения конкурентоспособности кетчупов // Потребительская кооперация. 2014. № 2. С. 55–61.
15. Yuceer M., Piyasoglu H., Ozcelik B. Comparison of flow behavior and physicochemical characteristics of low-cholesterol mayonnaises produced with cholesterol-reduced egg yolk // The Journal of Applied Poultry Research. 2016. Vol. 25, Issue 4. P. 518–527. doi: <http://doi.org/10.3382/japr/pfw033>
16. Kieliszek M., Blazejak S. Current Knowledge on the Importance of Selenium in Food for Living Organisms: A Review // Molecules. 2016. Vol. 21, Issue 5. P. 609. doi: <http://doi.org/10.3390/molecules21050609>
17. Дослідження системної вологи крохмалю зернових культур методом ЕПП / Погожих М. І. та ін. // Східно-європейський журнал передових технологій. 2012. Т. 5, № 6 (59). С. 62–66. URL: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/4594>
18. Дослідження системної води крохмалів тензометричним та ЕПП-методом / М. І. Погожих та ін. // Технологічний аудит та резерви виробництва. 2013. Т. 2, № 1 (10). С. 31–35. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2013.12956>
19. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами / Погожих М. І. та ін. // Східно-європейський журнал передових технологій. 2014. Т. 5, № 11 (71). С. 42–46. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.27790>

*Дата надходження рукопису 03.05.2018*

**Головки Тетяна Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: [golovko.tatyana.10@gmail.com](mailto:golovko.tatyana.10@gmail.com)

**Пак Андрій Олегович**, доктор технічних наук, доцент, кафедра фізико-математичних та інженерно-технічних дисциплін, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: [a.pak@hduht.edu.ua](mailto:a.pak@hduht.edu.ua)

**Применко Владислав Геннадійович**, аспірант, кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: [primenkovlad@gmail.com](mailto:primenkovlad@gmail.com)

**Жеребкін Максим Васильович**, кандидат технічних наук, асистент, кафедра холодильної і торговельної техніки та прикладної механіки, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: [Zherebkin.maxim@gmail.com](mailto:Zherebkin.maxim@gmail.com)

**Головки Микола Павлович**, доктор технічних наук, професор, кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: [golovko.m.p@ukr.net](mailto:golovko.m.p@ukr.net)