

ISSN 2522-1221 (Print)
ISSN 2522-123X (Online)

ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Збірник наукових праць

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ВИПУСК 38

ЛЬВІВ
ВИДАВНИЦТВО ЛЬВІВСЬКОГО
ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
2024

Вісник Львівського торговельно-економічного університету / [ред. кол.: Пелик Л.В., Мережко Н.В., Донцова І.В. та ін.]. – Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2024. – Вип. 38. – 50 с. – (Технічні науки).

Збірник наукових праць

Випуск 38

Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча перейменовано у Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки.

Згідно наказу МОН України № 409 (Додаток 1) від 17.03.2020 Вісник включено до Переліку наукових фахових видань України категорії “Б”.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого ЗМІ від 16.06.2016 р. Серія КВ № 22162-12062 ПР.

Друкується за ухвалою Вченої ради Львівського торговельно-економічного університету. Протокол засідання Ради № 15 від 28 червня 2024 року.

Редакційна колегія:

Пелик Леся Василівна, д.т.н., проф. (головний редактор);
Мережко Ніна Василівна, д.т.н., проф. (заступник головного редактора);
Донцова Інна Вікторівна, к.т.н., доц. (відповідальний секретар);
Арсеньєва Лариса Юріївна, д.т.н., проф.;
Артюх Тетяна Миколаївна, д.т.н., проф.;
Беднарчук Микола Степанович, к.т.н., проф.;
Гаврилишин Володимир Володимирович, к.т.н., проф.;
Доманцевич Ніна Іванівна, д.т.н., проф.;
Дубініна Антоніна Анатоліївна, д.т.н., проф.;
Ковбаса Володимир Миколайович, д.т.н., проф.;
Лозова Тетяна Михайлівна, д.т.н., проф.;
Омельченко Наталя Володимирівна, к.т.н., проф.;
Павлова Марія, Dr hab. inż., проф. (Республіка Польща);
Сидоренко Олена Володимирівна, д.т.н., проф.;
Стойкова Теменуга, Ph.D., доц. (Болгарія).

Відповідальний за випуск – д.е.н., проф. Семак Б. Б.

Видання індексується у наукометричних базах:

Ulrich's Periodicals, Index Copernicus, Google Scholar, World Cat

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

DOI: 10.32782/2522-1221

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38

Електронна версія: <http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech>



ЗМІСТ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКОВОГО ТА ПРАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Стукалець І. Г.

ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
ТА ОБЛАДНАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS SIMULATION.....5

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Березкина Н. А., Буяльська Н. П., Челябієва В. М.

ТЕХНОЛОГІЯ ЗАКВАСКИ СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО
ВИЩОГО ГАТУНКУ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....14

Ощипок І. М., Назар М. І.

АНАЛІЗ ПІНОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ
ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ..... 20

Приліпко Т. М., Ткач Л. В.

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ СТОЛОВИХ ВИН
ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ВИРОБНИЦТВА..... 29

Холод А. М., Пасічний В. М., Маринін А. І.

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ М'ЯСНИХ ХЛІБІВ
З ДОДАВАННЯ СИЧУЖНОГО СИРУ ТА ОЛЕОРЕЗИНІВ МУСКАТНОГО ГОРІХУ
ТА ЧОРНОГО ПЕРЦЮ..... 34

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Решетило Л. І., Сибірня Р. І., Сибірний А. В.

ГІГІЄНА ТА САНІТАРІЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ ФІЗИЧНОГО
ТА МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ..... 41

CONTENTS

TOPICAL ISSUES OF SCIENTIFIC AND PRACTICAL MATERIALS SCIENCE

Stukalets I. H.

TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF MACHINE PARTS
AND EQUIPMENT IN THE SOLIDWORKS SIMULATION ENVIRONMENT.....5

MODERN DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF FOOD TECHNOLOGY

Berezkina N. A., Buialska N. P., Cheliabiieva V. N.

TECHNOLOGY OF SPONTANEOUS FERMENTATION SOURDOUGH
FROM HIGH-GRADE WHEAT FLOUR AND ITS CHARACTERISTICS.....14

Oschypok I. M., Nazar M. I.

ANALYSIS OF THE FOAMING CAPACITY OF FOOSTUFFS
FOR CONFECTIONERY PRODUCTS.....20

Prylipko T. M., Tkach L. V.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TABLE WINES BY DIFFERENT TECHNOLOGICAL
PRODUCTION METHODS.....29

Kholod A. M., Pasichnyi B. M., Marinin A. I.

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR MEAT BREADS WITH THE ADDITION
OF RENNIN CHEESE AND OLEORESINS OF NUTMEG AND BLACK PEPPER.....34

MODERN TECHNOLOGIES FOR PRESERVING HUMAN HEALTH AND CREATING A SAFE ENVIRONMENT

Reshetylo L. I., Sybirna R. I., Sybirny A. V.

HYGIENE AND SANITATION IN ENSURING AN ADEQUATE LEVEL
OF HUMAN PHYSICAL AND MENTAL HEALTH.....41

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКОВОГО ТА ПРАКТИЧНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

УДК 621.7-216

Стукалець І. Г.,

igorstukalets@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7107-4865,

Researcher ID: ADW-2364-2022,

к. т. н., доцент кафедри машинобудування,

Львівський національний університет природокористування, м. Львів

ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS SIMULATION

Анотація. В статті розглянуто порівняно новий та перспективний підхід до оптимізації конструкції деталей машин та обладнання. Метод полягає в оптимізації топології конструкції деталі шляхом ефективного розподілу матеріалу за певних експлуатаційних навантажень. Об'єктом дослідження в статті є монтажний кронштейн PARKER HANNIFIN масою 6,5 кг з номінальним навантаженням 50 кН. Розрахункову модель кронштейна за його креслеником відтворено в геометричній моделі деталі в масштабі 1:1 у середовищі SOLIDWORKS, призначено матеріал та визначено масу, яка повністю відповідає масі оригінальної деталі. Виконано міцнісний статичний аналіз моделі кронштейна в SOLIDWORKS Simulation, на підставі якого визначено напруження, що виникають у деталі, переміщення та коефіцієнт запасу міцності, який становить 2,7. Крім того, за допомогою інструменту Desing Insight визначено області, які найефективніше сприймають навантаження, і ті, що не сприймають навантаження. На підставі цього сформульовано припущення щодо доцільності проведення топологічної оптимізації деталі з метою зменшення її маси та ефективного використання об'єму матеріалу за умов експлуатаційних навантажень. У середовищі SOLIDWORKS Simulation здійснено топологічний аналіз кронштейна. Аналіз топології виконано за умови найкращого співвідношення маси кронштейна до жорсткості його конструкції з показником зменшення маси 60%. Одержано модель, на підставі якої інструментами CAD-модуля SOLIDWORKS внесено відповідні корективи у базову модель кронштейна. У результаті модифікації початкової моделі кронштейна одержано оптимізовану його модель. Маса оптимізованої моделі – 3 кг, що становить 46% від маси початкової моделі. Виконано міцнісний статичний аналіз оптимізованої моделі деталі, на підставі якого встановлено значення напружень, що виникають у деталі, значення переміщень та коефіцієнта запасу міцності, який становить 1,5. За результатами проведених досліджень зроблено висновок, що оптимізована деталь має достатню жорсткість та запас міцності за заданих значень навантаження.

Ключові слова: топологічна оптимізація, кронштейн, SOLIDWORKS Simulation, напруження, коефіцієнт запасу міцності.

Stukalets I. H.,

igorstukalets@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7107-4865,

Researcher ID: ADW-2364-2022,

Ph.D., Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering,

Lviv National Environmental University, Lviv

TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF MACHINE PARTS AND EQUIPMENT IN THE SOLIDWORKS SIMULATION ENVIRONMENT

Abstract. The article discusses a relatively new and perspective approach to optimizing the design of machine parts and equipment. The method consists in optimizing the topology of the part structure by effectively distributing the material under certain operating loads. The object of study in the article is the mounting

bracket PARKER HANNIFIN weighing 6.5 kg with a rated load of 50 kN. The calculation model of the bracket according to its drawing was reproduced in a geometric model of the part on a scale of 1:1 in SOLIDWORKS, a material is assigned and a mass is determined that fully corresponds to the mass of the original part. A strength static analysis of the bracket model was carried out in SOLIDWORKS Simulation, on the basis of which the stresses arising in the part, the displacement and the safety factor of 2.7 were determined. In addition, using the Desing Insight tool, the areas that most effectively bear the load and those that are not subject to load are identified. Based on this, an assumption has been formulated about the feasibility of carrying out topological optimization of the part in order to reduce its mass and effectively use the volume of material under operating loads. A topological analysis of the bracket was carried out in the SOLIDWORKS Simulation environment. The topology analysis was performed with the best ratio of the weight of the bracket to the rigidity of its structure with a weight reduction rate of 60%. A model was obtained, on the basis of which the appropriate adjustments were made to the basic model of the bracket using the tools of the SOLIDWORKS CAD module. As a result of modification of the initial model of the bracket, an optimized model of the bracket was obtained. The weight of the optimized model is 3 kg, which is 46% of the initial model. A strength static analysis of the optimized model of the part was performed, on the basis of which the value of the stresses arising in the part, the value of displacements and the safety factor, which is 1.5, were established. Based on the results of the studies, it was concluded that the optimized part has sufficient rigidity and safety margin at given load values.

Key words: topology optimization, bracket, SOLIDWORKS Simulation, stress, factor of safety.

JEL Classification: L61

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-01

Постановка проблеми. Зменшення маси та збільшення питомої міцності конструкцій, що використовуються в машинобудуванні, – найважливіші задачі, які постають сьогодні перед інженерами всього світу.

Вирішення цих проблем безпосередньо пов'язане із задачею пошуку оптимальних геометричних параметрів виробу, що проектується. В даний час для вирішення цього завдання використовуються методи топологічної оптимізації [5, 6]. Застосування сучасних методик оптимального проектування дозволяє знайти найкращі параметри конструкції, що задовольняють технологічні обмеження та обмеження міцності, забезпечуючи, таким чином, мінімум цільової функції [5, 7-12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ідея топологічної оптимізації, тобто можливості розумно економити матеріал, з'явилася на початку ХХ століття. Першу роботу в 1904 році написав Мітчелл. У контексті чисельних методів топологічної оптимізації почали говорити одночасно з появою методу скінченних елементів, тобто у 1960-ті роки [8, 17, 19, 20].

Перша задача оптимального проектування механічних систем була складена та вирішена Лагранжем. Це була задача про мінімум ваги колони, що стискається прикладеною до її вільного кінця силою.

Найцікавіші ідеї топологічної оптимізації з'явилися в 1980-ті роки, і на їх основі розробили теорії. Але справжній сплеск інтересу до цієї теми почався разом із поширенням тривимірного друку.

Топологічна оптимізація (ТО) – це оптимізація розподілу матеріалу у проектній області за впливу на неї заданих навантажень та використання різних обмежень: геометричних, міцнісних, жорстких та ін. Топологічна оптимізація є видом оптимізації форми конструкції, що іноді називається оптимізацією компонування.

Метою ТО є визначення оптимального розподілу матеріалу в області проектування за заданих навантажень із задоволенням критеріїв оптимізації [3, 5, 6, 15, 18], інакше кажучи, визначення кращого використання матеріалу для об'єкта або конструкції, що досліджується, так, щоб цільова функція параметра мала максимальне або мінімальне значення за наявності існуючих обмежень. На відміну від традиційної оптимізації, топологічна оптимізація не вимагає вказання параметрів оптимізації (тобто незалежних змінних, що піддаються оптимізації) у явному вигляді. У топологічній оптимізації параметром оптимізації є функція розподілу матеріалу за об'ємом конструкції. Таким чином, основною особливістю завдань оптимізації розмірів є те, що область проектування відома заздалегідь і вона фіксована в процесі оптимізації, а змінною проектування є сама форма.

За останні десятиліття топологічна оптимізація стала активним полем для досліджень. Це призвело до мультидисциплінарності сучасних методів ТО та використання їх під час вирішення задач механіки твердого тіла, гідродинаміки, теплодинаміки, біології тощо [7, 18].

Постановка завдання. Метою досліджень статті є зменшення маси монтажного кронштейна за заданих експлуатаційних навантажень і одночасного збереження його жорсткості на підставі результатів топологічної оптимізації конструкції в середовищі системи автоматизованого проектування *SOLIDWORKS*.

Виклад основного матеріалу дослідження. На ринку існує велика кількість програмних продуктів, завдяки яким можна проводити топологічну оптимізацію конструкцій. Цю функціональність надають пакети, що дозволяють моделювати напружено-деформований стан конструкцій та виконувати розрахунки на міцність.

Оптимізація топології була вбудована в модулі більшості комерційних *CAD/CAE*-систем, таких як *OptiStruct* від *Altair Hyper-Works*, модуль *SIMULIA Tosca*, що застосовується в *Abaqus*, *ANSYS*, *MSC Nastran* [6, 10], а також системи автоматизованого проектування *SOLIDWORKS* [1].

Сьогодні відомі такі основні методи ТО: *SIMP* (твердий ізотропний матеріал з пеналізацією), *ESO* (еволюційна структурна оптимізація) та *Level-Set* (метод встановлення рівня) та їх різні комбінації. Ці методи мають особливості, але водночас тісно пов'язані між собою [2, 6].

Найпоширенішим математичним методом топологічної оптимізації є метод твердого ізотропного матеріалу з пеналізацією (*SIMP*). Цей метод прогнозує оптимальний розподіл матеріалу в межах проєктного простору для заданих граничних умов, значень прикладених навантажень та виробничих.

Традиційним підходом до оптимізації топології є поділ області на сітку скінченних елементів, яку називають суцільною ізотропною мікроструктурою. Кожен елемент заповнений матеріалом для областей, які сприймають навантаження, або не містить матеріалу для областей, які не сприймають навантажень і для яких матеріал можна видалити. Розподіл щільності матеріалу ρ є дискретним, а кожному елементу призначається двійкове значення:

- $\rho_{(e)} = 1$, де матеріал потрібен;
- $\rho_{(e)} = 0$, де матеріал видалений.

Оскільки відносна щільність матеріалу може безперервно змінюватися, то модуль Юнга матеріалу на кожному елементі також може постійно змінюватися. Для кожного елемента e існує зв'язок між коефіцієнтом відносної щільності матеріалу ρ_e і модулем Юнга для пружності, призначеної ізотропної моделі матеріалу E_0 , що обчислюється степеневим законом [1]:

$$E(\rho_e) = \rho_e^p E_0, \quad (1)$$

де ρ_e – коефіцієнт відносної щільності;
 p – поправка на втрати;
 E_0 – модуль Юнга.

Поправка на втрати p знижує вклад елементів із проміжними щільностями до загальної жорсткості. Експериментально доведено: значення виправлення на втрати $p = 3$.

Зменшення модуля еластичності матеріалу елемента призводить до зменшення жорсткості елемента. З урахуванням методу *SIMP* глобальна жорсткість модулюється відповідно до виразу:

$$K_{SIMP} = \sum_{e=1}^N [\rho_{\min} + (1 - \rho_{\min}) \rho_e^p] K_e, \quad (2)$$

де K_e – матриця жорсткості елемента;
 ρ_{\min} – мінімальна відносна жорсткість;
 ρ_e – відносна щільність елемента;
 p – поправка на втрати;
 N – кількість елементів у домені проектування.

Найпоширеніша мета топологічної оптимізації полягає у збільшенні загальної жорсткості об'єкта досліджень або мінімізації його податливості під час видалення певного об'єму маси.

Податливість – це показник загальної гнучкості (м'якості) структури, який є оберненою величиною до жорсткості. Глобальні умови податливості рівні сумі пружності елементів або енергій деформації. Мінімізація глобальної податливості (C) еквівалентна максимізації глобальної жорсткості. Алгоритм оптимізації за допомогою ітераційного процесу намагається вирішити значення густини елементів (що є розрахунковими змінними оптимізації), які мінімізують глобальну податливість структури.

$$\min C(\{\rho\}) = \sum_{e=1}^N (\rho_e)^p [u_e]^T [K_e][u_e], \quad (3)$$

де $[u_e]$ – вектор вузлового переміщення елемента e ;
 $[K_e]$ – жорсткість елемента e ;
 $\{\rho\}$ – вектор, який містить значення відносної щільності елемента e .

У процесі кожної ітерації топологічної оптимізації повинні бути задоволені цільове обмеження маси, глобальна рівновага сили та жорсткості та необхідні функціональні обмеження:

$$\sum_{e=1}^N \{v_e\}^T \rho_e \leq M_{target}, \quad (4)$$

де v_e – об'єм елемента;
 M_{target} – цільова маса оптимізації [1].

Загальний процес оптимізації конструкції включає окремий етап оптимізації топології, спрямованої на пошук раціональної конструктивно-

силової схеми під час дії заданих навантажень. Після цього результати топологічної оптимізації мають бути інтерпретовані інженерами-розробниками електронної моделі виробу. Другий етап полягає в детальній реалізації отриманої топологічної концепції. На даному етапі виконується оптимізація форми конструкції та визначаються раціональна форма та розміри елементів.

Виконання оптимізації топології в середовищі *SOLIDWORKS* здійснюється відповідно до схеми [4], представленої на рис. 1.

Розглянемо процес топологічної оптимізації в середовищі *SOLIDWORKS Simulation* на прикладі монтажного кронштейна гідроциліндра *PARKER HANNIFIN* [13]. Монтажник кронштейн є продуктом компанії *PARKER HANNIFIN* і виготовляється як аксесуар гідросистем та гідроприводів.

На першому етапі проаналізовано конструкцію та експлуатаційні характеристики деталі на підставі її кресленика, який отримано на офіційному сайті компанії *PARKER HANNIFIN* (рис. 1) [13]. Маса деталі згідно з даними виробника становить 6,5 кг, номінальне навантаження – 50 кН.

За креслеником кронштейна засобами CAD-модуля *SOLIDWORKS* відтворено його геометричну модель, призначено матеріал – Сталь 25, границя текучості матеріалу $\sigma_T=310$ МПа. Маса

моделі відповідає масі оригінала і рівна 6,5 кг. Електронну модель деталі зображено на рис. 2.

Наступний етап, який передував топологічній оптимізації, передбачав проведення міцнісного аналізу об'єкта дослідження. З використанням *SOLIDWORKS Simulation* виконано статичний аналіз деталі на міцність. Процедура такого аналізу деталі передбачає задання обмежень моделі, прикладення навантажень, побудову скінченно-елементної сітки, проведення власне статичного дослідження та аналіз його результатів.

Деталь зафіксовано по чотирьох кріпильних отворах $\varnothing 18$ (рис. 3, а). До двох отворів $\varnothing 30$ прикладено навантаження силою 50 кН, що відповідає номінальному навантаженню, заявленому виробником. Для коректного задання зусилля циліндричну поверхню отворів розділено лінією роз'єму. До моделі додано локальну систему координат, вісь Z якої повинна збігатися з віссю отворів, до яких прикладається навантаження.

Зусилля в моделі прикладено до верхніх циліндричних поверхонь отворів, вектор збігається з віссю Y локальної системи координат, а розподіл зусилля – параболічний (рис. 3, б) [4].

Створено скінченно-елементну сіткову модель кронштейна зі стандартною сіткою на основі кризисності (рис. 4).



Рис. 1. Схема процесу топологічної оптимізації виробу в середовищі *SOLIDWORKS*

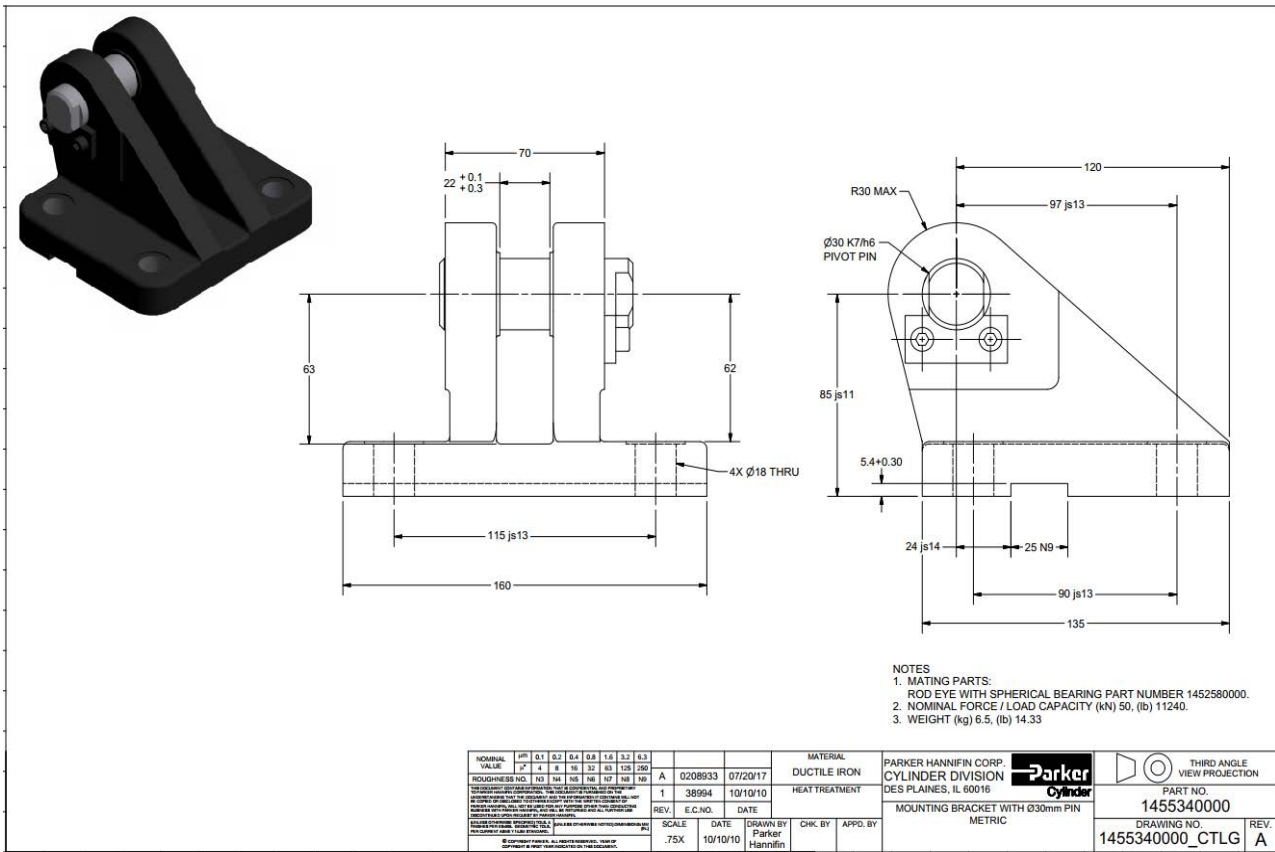


Рис. 2. Кресленик монтажного кронштейна

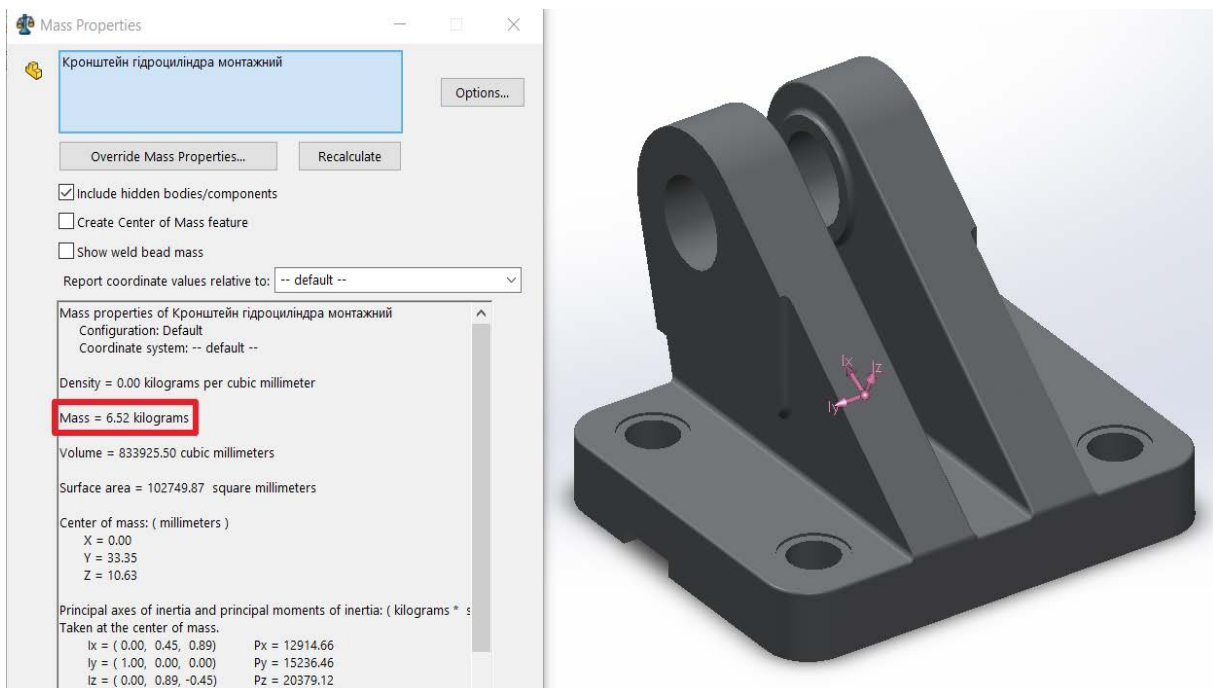


Рис. 3. Задання обмежень на деталь (а) та прикладення навантаження (б)

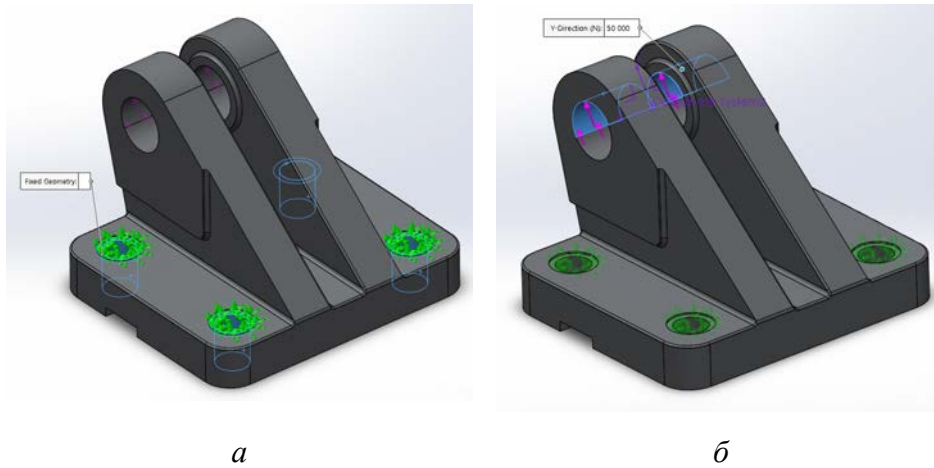


Рис. 4. Скінченно-елементна сіткова модель деталі

За результатами проведеного статичного дослідження одержано значення максимального напруження за критерієм фон Мізеса $\sigma=117$ МПа, переміщень $\delta=0,037$ мм та мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності $K_{FOS}=2,7$. Відповідні епюри зображено на рис. 5.

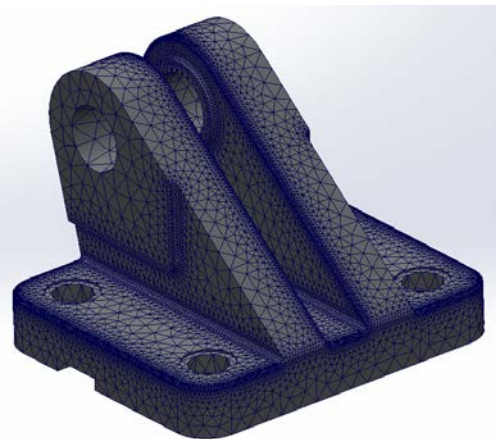


Рис. 5. Епюри напружень (а), переміщень (б) та коефіцієнта запасу міцності (в) моделі кронштейна

За допомогою інструмента Design Insight виявлено області в об'ємі деталі, які найбільш ефективно сприймають навантаження, та області, які недостатньо навантажені (рис. 6).

З одержаних результатів видно: максимальне напруження зосереджено в областях отворів проушин та в місцях кріпильних отворів основи кронштейна. Значення переміщень є мізерно малими, а в деталі присутні області, що практично не сприймають навантаження.

Аналіз результатів дав підстави провести аналіз топології, за результатами якого можна робити висновок про доцільність видалення матеріалу з окремих областей моделі і тим самим оптимізувати її конструкцію, зменшивши масу.

Аналіз топології кронштейна передбачав задання обмежень та прикладення навантажень аналогічно до статичного дослідження. Крім того, у параметрах аналізу топології *SOLIDWORKS* в якості цілей та обмежень вказано параметр «Найкраще співвідношення маси та жорсткості», показник зменшення маси – 60% (рис. 7).

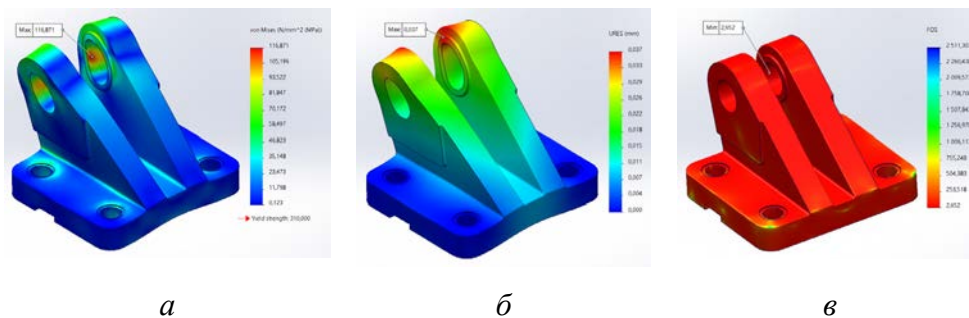


Рис. 6. Результати аналізу Design Insight

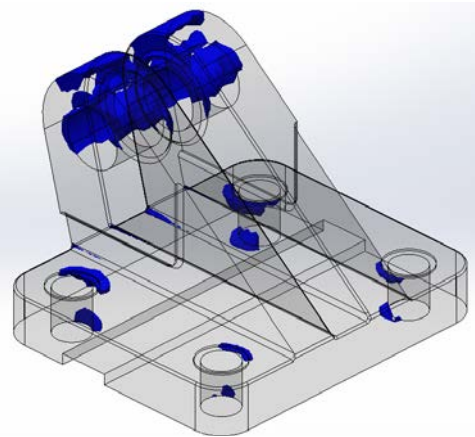


Рис. 7. Задання цілей та обмежень дослідження топології

В якості виробничого контролю дослідження (*Manufacturing Controls*) в моделі зазначено чотири отвори $\varnothing 18$ основи та два отвори $\varnothing 30$ провусин в якості областей, які не піддаватимуться оптимізації зі збереженням матеріалу товщиною 5 мм навколо цих областей. Оскільки кронштейн є симетричною деталлю, то в якості другого параметра виробничого контролю додано одноплосинну симетрію з указанням площини симетрії деталі. Побудовано стандартну сітку на основі кривизни та проведено топологічне дослідження деталі.

На основі топологічного аналізу деталі виявлено та усунуто надлишок матеріалу, що неефективно працює за експлуатаційних умов навантаження. Одержано модель, маса якої – 2,6 кг, що становить 40% від маси початкової моделі (рис. 8).



Рис. 8. Результати топологічного аналізу деталі

Після модифікації моделі кронштейна в *CAD*-модулі *SOLIDWORKS* відповідно до результатів топологічного аналізу одержано оптимізовану модель деталі масою 3 кг (рис. 9), що становить 46% від маси початкової моделі.

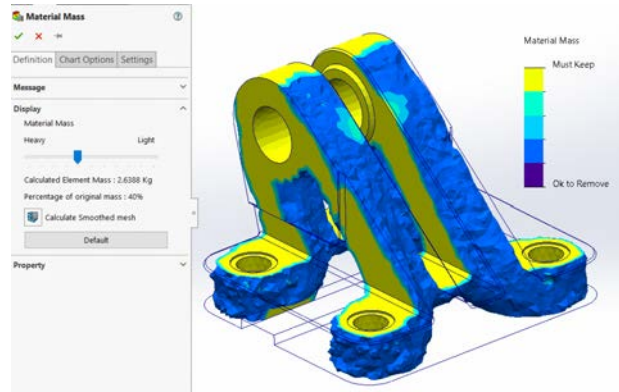


Рис. 9. Оптимізована модель кронштейна

Проведено міцнісний статичний аналіз оптимізованої моделі деталі, за результатами якого одержано значення максимального напруження за критерієм фон Мізеса $\sigma=207$ МПа, переміщень $\delta=0,067$ мм та мінімальне значення коефіцієнта запасу міцності $K_{FOS}=1,5$. Відповідні епюри зображено на рис. 10.

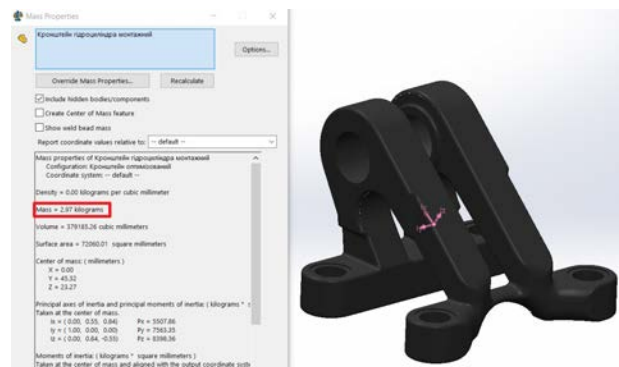


Рис. 10. Епюри напружень (а), переміщень (б) та коефіцієнта запасу міцності (в) моделі кронштейна

Як бачимо, в оптимізованій моделі деталі значення переміщень, хоча й збільшилися, однак залишилися малими та не перевищують 0,07 мм, значення коефіцієнта міцності ($K_{FOS}=1,5$) знаходиться в допустимих межах, що прийняті для сталей при статичному навантаженні ($K_{FOS}=1,3...1,5$).

Зведені результати досліджень подано в таблиці 1.

Таким чином, у результаті топологічної оптимізації конструкції монтажного кронштейна вдалося зменшити його масу на 54% за збереження його жорсткості та виконання умов міцності за значень експлуатаційних навантажень, заявлених виробником.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Топологічна оптимізація конструкції деталей є новим та перспективним елементом процедури проектування

Зведені результати досліджень

	Початкова модель	Оптимізована модель	Різниця, %
Геометрична модель кронштейна			
Маса деталі m , кг	6,5	3	-54%
Напруження σ	117	207	+43%
Переміщення δ	0,04	0,07	+43%
Коефіцієнт запасу міцності K_{FOS}	2,7	1,5	-44%

елементів обладнання. Серед низки систем автоматизованого проектування, які дозволяють реалізувати оптимізацію топології деталі, однією з найпопулярніших є *SOLIDWORKS*.

У результаті здійснення топологічної оптимізації монтажного кронштейна *PARKER HANNIFIN* вдалося зменшити масу деталі на 54% у порівнянні з базовим варіантом деталі. Значення переміщень, визначених на підставі міцнісного статичного аналізу оптимізованої моделі кронштейна за значення навантаження 50 кН, становить 0,07 мм, що забезпечує достатню жорсткість конструкції; натомість коефіцієнт запасу міцності – 1,5, що є в допустимих межах.

Таким чином задіяння топологічної оптимізації під час проектування деталей машин та обладнання дозволяє значно зменшити їх масу, ефективно використовувати об'єм матеріалу за заданих навантажень. Поряд з тим, найбільша ефективність у застосуванні топологічної оптимізації може бути досягнута за умови використання у виробництві адитивних технологій замість класичних виробничих методів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Довідка SolidWorks. URL: https://help.solidworks.com/2022/english/SolidWorks/sldworks/r_welcome_sw_online_help.htm.
2. Мастенко І. В., Стельмах Н. В. Застосування топологічної оптимізації при проектуванні деталі типу кронштейн. *Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні* : збірник праць XV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 10-11 грудня 2019 року, м. Київ / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 147-150.
3. Мастенко І. В., Стельмах Н. В. Аналіз методів топологічної оптимізації при проектуванні елементів приладів. *Погляд у майбутнє приладобудування* : збірник праць XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 13-14 травня 2020 року, м. Київ / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ПБФ, ФММ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С. 109-111.

4. Стукалець І. Г. Основи інженерного аналізу технічних об'єктів. Курс лекцій для студентів інженерних спеціальностей. Львів : ЛНУП, 2022. 109 с.

5. Bendsøe M. P., Kikuchi N. Generating Optimal Topologies in Structural Design Using a Homogenization Method. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.* 1988, 71(2), p. 197–224.

6. Bendsøe M. P., Sigmund O. *Topology optimization: theory, methods, and applications*. Springer, Berlin, 2003, ISBN-3540429921, 376 p.

7. Deaton J. D., Grandhi R. V. A survey of structural and multidisciplinary continuum topology optimization: post 2000. *Structural and Multidisciplinary Optimization*. 2014. January. Vol. 49, iss. 1. P. 1-38.

8. Diaz A. R., Kikuchi N. Solutions to Shape and Topology Eigenvalue Optimization Using a Homogenization Method. *Int. J. Numer. Methods Eng.* 1992, 35, p. 1487-1502.

9. Eves J., Toropov V. V., Thompson H. M., Gaskell P. H., Doherty J. J., Harris J. C. Topology optimization of aircraft with non-conventional configurations. *8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization*. June 1 – 5 2009, Lisabon. P. 1-9.

10. Huang X., Xie Y. M. *Evolutionary topology optimization of continuum structures: Methods and applications*. Wiley, 2010. P. 223.

11. Jikai Liu, Yongsheng Ma. A survey of manufacturing oriented topology optimization methods. *Advances in Engineering Softwar.* 2016. August. P. 161-175.

12. Krog L., Grihon S., Marasco A. Smart design of structures through topology optimization. *8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization*. June 1 – 5 2009, Lisabon. P. 1-9.

13. Miller HV Series Heavy Duty Hydraulic Cylinders Catalog HY08-M1314-1/NA. URL: <https://https://promo.parker.com/promotionsite/miller-fluid-power/us/en/homepage>.

14. Munk D. J., Vio G. A., Steven G. P. Topology and shape optimization methods using evolutionary algorithms: a review. *Struct Multidisc Optim.* 2015. September. Vol. 52, iss. 3. P. 613-631.

15. Oliveira A., Krog L. Implementation of FEA in the minimum weight design process of aerostructures. Proceedings of NAFEMS World Congress. 2005, Malta.

16. Optimum shape design of rotating shaft by ESO method / Y. H. Kim, A. Tan, B. S. Yang [et al.]. *Journal of Mechanical Science and Technology.* 2007. July. Vol. 21, iss. 7. P. 1039-1047.

17. Rozvany G. I. N., Zhou N., Sigmund O. Topology Optimization in Structural Design. In: Advances in Design Optimization. Adeli, 1994, London. P. 240-299.

18. Saitou K., Izui K., Nishiwaki S., Papalambros P. A survey of structural optimization in mechanical product development. *J. of Computing and Information Science in Engineering.* September 2005. V. 5. P. 214-226.

19. Xie Y. M., Steven G. P. A simple evolutionary procedure for structural optimization. *Computers & Structures.* 1993. V. 49, N 5. P. 885-896.

20. Yang R. J., Chahande A. I. Automotive applications of topology optimization. *Structural Optimization.* 1995, 9, 3-4. P. 245-249.

REFERENCES:

1. Dovidka SolidWorks, available at: https://help.solidworks.com/2022/english/SolidWorks/sldworks/r_welcome_sw_online_help.htm.

2. Mastenko I. V., Stel'makh N. V. (2019) Zastosuvannia topolohichnoi optymizatsii pry proektuvanni detali typu kronshtejn. *Efektivnist' inzhenernykh rishen' u pryladobuduvanni* : zbirnyk prats' XV Vseukrains'koi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh, 10-11 hrudnia 2019 roku, m. Kyiv / KPI im. Ihoria Sikors'koho, PBF, FMM. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikors'koho, s. 147-150.

3. Mastenko I. V., Stel'makh N. V. (2019) Analiz metodiv topolohichnoi optymizatsii pry proektuvanni elementiv pryladiv. *Pohliad u majbutnie pryladobuduvannia* : zbirnyk prats' KhIII Vseukrains'koi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh, 13-14 travnia 2020 roku, m. Kyiv / KPI im. Ihoria Sikors'koho, PBF, FMM. Kyiv : KPI im. Ihoria Sikors'koho, S. 109-111.

4. Stukalets' I. H. (2022) Osnovy inzhenernoho analizu tekhnichnykh ob'ektiv. Kurs lektsij dlia studentiv inzhenernykh spetsial'nostej. L'viv : LNUP, 109 s.

5. Bendsøe M. P., Kikuchi N. (1988) Generating Optimal Topologies in Structural Design Using a Homogenization Method. *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, 71(2), p. 197-224.

6. Bendsøe M. P., Sigmund O. (2003) Topology optimization: theory, methods, and applications. Springer, Berlin, ISBN-3540429921, 376 p.

7. Deaton J. D., Grandhi R. V. (2014) A survey of structural and multidisciplinary continuum topology optimization: post 2000. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, January, Vol. 49, iss. 1, r. 1-38.

8. Diaz A. R., Kikuchi N. (1992) Solutions to Shape and Topology Eigenvalue Optimization Using a Homogenization Method. *Int. J. Numer. Methods Eng.*, 35, p. 1487-1502.

9. Eves J., Toropov V. V., Thompson H. M., Gaskell P. H., Doherty J. J., Harris J. C. Topology optimization of aircraft with non-conventional configurations. *8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization.* June 1 – 5 2009, Lisabon. P. 1-9.

10. Huang X., Xie Y. M. (2010) Evolutionary topology optimization of continuum structures: Methods and applications. Wiley, p. 223.

11. Jikai Liu, Yongsheng Ma. (2016) A survey of manufacturing oriented topology optimization methods. *Advances in Engineering Softwar*; August, r. 161-175.

12. Krog L., Grihon S., Marasco A. Smart design of structures through topology optimization. *8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization.* June 1 – 5 2009, Lisabon. P. 1-9.

13. Miller HV Series Heavy Duty Hydraulic Cylinders Catalog HY08-M1314-1/NA, available at: <https://https://promo.parker.com/promotionsite/miller-fluid-power/us/en/homepage>.

14. Munk D. J., Vio G. A., Steven G. P. (2015) Topology and shape optimization methods using evolutionary algorithms: a review. *Struct Multidisc Optim*, September, Vol. 52, iss. 3, r. 613-631.

15. Oliveira A., Krog L. (2005) Implementation of FEA in the minimum weight design process of aerostructures. *Proceedings of NAFEMS World Congress.* Malta.

16. Optimum shape design of rotating shaft by ESO method / Y. H. Kim, A. Tan, B. S. Yang [et al.]. (2007) *Journal of Mechanical Science and Technology*, July, Vol. 21, iss. 7, r. 1039-1047.

17. Rozvany G. I. N., Zhou N., Sigmund O. (1994) Topology Optimization in Structural Design. In: Advances in Design Optimization. Adeli, London. P. 240-299.

18. Saitou K., Izui K., Nishiwaki S., Papalambros P. A survey of structural optimization in mechanical product development. *J. of Computing and Information Science in Engineering*, September 2005, V. 5, p. 214-226.

19. Xie Y. M., Steven G. P. (1993) A simple evolutionary procedure for structural optimization. *Computers & Structures*, V. 49, N 5, p. 885-896.

20. Yang R. J., Chahande A. I. (1995) Automotive applications of topology optimization. *Structural Optimization*, 9, 3-4, p. 245-249.

*Стаття надійшла до редакції
4 червня 2024 року*

СУЧАСНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.6

Березкина Н. А.,

galenko94@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0952-5557

старший викладач кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Буяльська Н. П.,

buialska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6800-5604,

ResearcherID: G-2935-2014

к. т. н., доцент, доцент кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

Челябієва В. М.,

vika.chl@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5364-4633,

Researcher ID: AAA-3194-2020

к. т. н., доцент, доцент кафедри харчових технологій та екології,

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

ТЕХНОЛОГІЯ ЗАКВАСКИ СПОНТАННОГО БРОДІННЯ З БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО ВИЩОГО ГАТУНКУ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Анотація. Поширеними в Україні способами приготування хліба є безопарний, опарний, заварний. Традиційним для українців є спосіб вчинення хліба на заквасці. Закваска є симбіозом молочнокислих бактерій і диких дріжджів, вона підвищує харчову цінність готових хлібобулочних виробів, завдяки ферментативним процесам, які запускаються мікроорганізмами закваски. Хліб на заквасці більш ароматний, має вищу поживну цінність, порівняно з виробами, приготованими за іншими технологіями, через це останнім часом він набирає популярність. Глікемічний індекс хліба, приготованого на заквасці, нижче. Молочнокислі бактерії гідролізують альбуміни, глобуліни та гліадини під час ферментації закваски, протеоліз лактобактеріями знижує вміст глютену, а також позитивно впливає на реологічні властивості тіста приготованого на заквасці. Тривала ферментація тіста сприяє накопиченню вітамінів.

Вважається, що для отримання заквасок спонтанного бродіння найбільш підходить житяне або цільнозернове пшеничне борошно. Використання пшеничного борошна вищого гатунку для отримання заквасок спонтанного бродіння вивчено обмежено.

В роботі представлені результати одержання продукту довгої ферментації – закваски спонтанного бродіння з пшеничного борошна вищого гатунку, вплив температури навколишнього середовища та часу бродіння на органолептичні та технологічні показники закваски. Показано, що оптимальною температурою для культивування закваски є 25-28 °С. Отримана закваска мала кислотно-спиртовий запах, кислотність 16,5 °Н, характеризувалась інтенсивним бродінням.

За органолептичними показниками хліб, отриманий на культивованій заквасці мав скоринку рівномірного забарвлення, м'якушка хліба розвинута, еластична та пропечена, пористість середня. Смак з легкою кислинкою, аромат властивий пшеничному хлібу.

Ключові слова: технологія хліба; борошно пшеничне; закваска спонтанного бродіння; органолептичні показники; технологічні показники.

Berezkina N. A.,

galenko94@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-0952-5557

*Senior Lecturer at the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

Buialska N. P.,

buialska@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6800-5604

ResearcherID: G-2935-2014

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

Cheliabiiieva V. N.,

vika.chl@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5364-4633

Researcher ID: AAA-3194-2020

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv*

TECHNOLOGY OF SPONTANEOUS FERMENTATION SOURDOUGH FROM HIGH-GRADE WHEAT FLOUR AND ITS CHARACTERISTICS

Abstract. *Straight dough method of preparing bread as well as sponge-dough and custard ones are common in Ukraine. The method of preparing sourdough bread is traditional for Ukrainians. Sourdough is a symbiosis of lactic acid bacteria and yeast. It increases the nutritional value of finished baked products due to enzymatic processes triggered by sourdough microorganisms. Sourdough bread is more flavorful and has a higher nutritional value compared to products prepared using other technologies, which is why it has recently been gaining popularity. The glycemic index of sourdough bread is lower. Lactic acid bacteria hydrolyze albumins, globulins and gliadins during sourdough fermentation. Proteolysis carried out by lactobacilli reduces the gluten content and also has a positive effect on the rheological properties of the prepared sourdough dough. Long-term fermentation of dough promotes the accumulation of vitamins.*

Rye or whole grain flour is considered to be most suitable for producing spontaneously fermented sourdoughs. The use of high-grade wheat flour for the production of spontaneous fermentation sourdough has been studied to a limited extent.

The article presents the results of obtaining a long-term fermentation product – a spontaneously fermented sourdough from high-grade wheat flour, as well as the influence of ambient temperature and fermentation time on the organoleptic and technological parameters of the sourdough. It has been revealed that a temperature of 25-28 °C is optimal for cultivating sourdough. The obtained sourdough had an acid-alcohol odor, an acidity of 16.5 °H, and was also characterized by intense fermentation.

According to organoleptic parameters, bread made with cultured sourdough has a uniformly colored crust. The bread crumb is developed, elastic and baked, the porosity is average. The taste has a slight sourness. The aroma is characteristic of wheat bread.

Key words: bread technology; wheat flour; spontaneous fermentation sourdough; organoleptic parameters; technological parameters.

JEL Classification: L 66

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-02

Постановка проблеми. Суспільство все більше приділяє увагу якісному харчуванню та розширенню асортименту корисних продуктів.

Фахівці харчової галузі на запит суспільства генерують ідеї щодо створення нових або удосконалення існуючих технологій, розробки рецептури продуктів харчування, збагачених корисними есенціальними елементами. Ця тенденція спостерігається і у виробництві хлібобулочних виробів.

Українці віддають перевагу споживанню хліба з житнього борошна або суміші його з пшеничним борошном, а також хлібу з пшеничного сортового борошна. За дослідженнями [1, с. 7] в XIX – першій половині XX ст. на переважній більшості території сучасної України споживали житній хліб. У південних районах – хліб із пшеничного борошна [1, с. 7].

В Україні промислова технологія хліба базується переважно на безопарному і опарному

способі приготування. Суть безопарного способу полягає в приготуванні тіста в одну стадію з усієї кількості борошна і сировини по рецептурі. Цей спосіб передбачає змішування усієї кількості борошна, води, дріжджів, солі та іншої допоміжної сировини відповідно до рецептури. При цьому дріжджі попередньо розчиняють у воді, температура якої 32-35 °С, додають розчин солі, допоміжну сировину і борошно. Суміш перемішують до отримання однорідної маси. Витрати дріжджів залежно від сорту борошна, рецептури продукту, тривалості бродіння та якості становлять 1,5-2,5 % від маси борошна для пресованих і 40-50 % для рідких дріжджів. Тривалість бродіння тіста при температурі 28-30 °С складає 3,5-4 год. Через 50-60 хв після початку замішування тісто обминають. Якщо борошно сильне, його обминають 2-3 рази, причому останній раз за 20-30 хв до закінчення бродіння. Без застосування вказаного технологічного прийому (обминання), при безопарному способі важко отримати хліб з високими смаковими властивостями й рівномірною пористістю. Готовність тіста визначають за його пружністю, кислотністю, об'ємом, який збільшується приблизно в 1,5 рази. Недоліком є великі витрати дріжджів.

При опарному способі тісто готують у два прийоми: приготування опари та приготування тіста. Опара може бути рідка і густа. Для приготування опари, як правило, використовують близько половини рецептурної кількості борошна, до 2/3 води і всю кількість дріжджів, яка передбачена рецептурою для приготування хліба. Витрати дріжджів при опарному способі приготування тіста становлять, 0,5-1,0 % від маси борошна для пресованих і 20-25 % для рідких. Початкова температура бродіння становить 27-29 °С. Тривалість бродіння складає 3-5 год і залежить від таких факторів, як кількість та якість дріжджів, консистенція опари, початкова температура опари і температура в приміщенні, якість борошна (у неякісному борошні накопичення органічних кислот відбувається повільніше).

Хліб на опарі має добрий смак і запах, хорошу розпушеність м'якушки, чим відрізняється від хлібу приготованого безопарним способом, який має недостатньо виражений смак та аромат, швидко черствіє. Обидва способи забезпечують добрі, але не високі органолептичні показники хлібобулочних виробів.

Також популярним є заварний спосіб приготування. Заварний хліб відрізняється насиченим ароматом, менш калорійний, містить більше кліт-

ковини, довше не черствіє. Технологія приготування заварного хліба передбачає приготування заварки. Заварка отримується шляхом змішування борошна, солоду і води, нагрітої до 95-97 °С для клейстеризації крохмалю. Під час приготування заварки може бути використана додаткова сировина, наприклад, прянощі, зерна чіа, кмину, які суттєво позначаються на смакових властивостях готового хлібу. Заварки готують при гідромодулі від 1:2 до 1:4. Заварки слугують поживним середовищем для життєдіяльності дріжджів і молочнокислих бактерій. Виробництво заварного хліба може відбуватися на оцукреній заварці або на оцукреній заварці, заквашеній густою або рідкою закваскою. Для ініціювання процесів бродіння у технології заварного хліба використовують як дріжджі, так і закваски. Заквашування заварки підвищує інтенсивність бродіння тіста, надає хлібу приємного кисло-солодкого смаку. Існують інші різновиди заварок: неоцукрена, солоня, заброджена. Спосіб приготування заварки визначає органолептичні і фізико-хімічні показники готового виробу.

На відміну від усіх описаних способів технологія хліба на заквасці, який є традиційним в Україні, не передбачає внесення дріжджів. Саме завдяки ферментативним процесам, які запускаються мікроорганізмами закваски, готовий виріб більш ароматний, має вищу поживну цінність, порівняно з виробами, приготованими за іншими технологіями. Останнім часом хліб приготований на заквасці набирає популярність і попит,

Закваска – симбіоз молочнокислих бактерій і диких дріжджів [2, с. 205]. Закваска впливає на харчову цінність готових хлібобулочних виробів, особливо хлібу. Глікемічний індекс випічки, приготовленої на заквасці, нижче [3, с. 1503; 4 с. 151], доступність мінералів хліба на заквасці збільшується [5, с. 142]. Описано протеолітичну активність заквасочних молочнокислих бактерій. Показано, що молочнокислі бактерії гідролізують альбуміни, глобуліни та гліадини під час ферментації закваски [6, с. 623], протеоліз лактобактеріями позитивно впливає на розм'якшення тіста в процесі бродіння, що встановлено реологічними аналізами [6, с. 626]. Тривала ферментація тіста на заквасці сприяє накопиченню вітамінів, зокрема, групи В.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд публікацій показав, що технологія виведення заквасок спонтанного бродіння не достатньо висвітлена. Дослідження направлені на вивчення виведення заквасок з різних

видів борошна: гречаного, вівсяного, рисового [7, с. 118] або пророслого зерна [8, с. 114]. Показано, що серед круп'яних культур для приготування заквасок варто обирати борошно гречане та вівсяне, менше підходить для цієї мети борошно ячменю.

Автори переважно досліджують виведення заквасок з житнього борошна [9, с. 43; 10, с. 181] та борошна круп'яних культур, але дослідження використання пшеничного борошна вищого гатунку для виведення заквасок вивчено не повністю.

Постановка завдання. Мета дослідження – виведення продукту довгої ферментації – закваски спонтанного бродіння – з борошна пшеничного вищого гатунку, яка буде додаватись до замісу тіста замість дріжджів; вивчення впливу температури навколишнього середовища та часу бродіння на органолептичні та технологічні показники закваски.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для виведення закваски спонтанного бродіння використовували борошно пшеничне вищого гатунку з твердих сортів пшениці торгівельної мережі «Zernati», яке характеризується вмістом білку більше 10,3 г / 100 г, і підходить для виробів з тривалим вистоюванням тіста (до 15 годин). Борошно пшеничне вищого сорту відповідає вимогам «ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови».

Готували закваску спонтанного бродіння у співвідношенні з водою 1:1, вологість борошна не враховували.

Після змішування борошна і води зовні ніяких процесів не спостерігається. Через декілька годин витримування суміші при температурі 22-32 °С починає поступово змінюватися запах: спочатку пахне зіпсованою кашею, потім набуває прокислого запаху. Далі в суміші з'являються бульбашки, вона підіймається, запах наростає. Поступово суміш (закваска) осідає, і в ній наростає кислотність. Наростання кислотності вказує на зміну мікрофлори. Гнильна мікрофлора, яка любить нейтральне середовище, витісняється молочнокислими бактеріями, які продукують у результаті своєї життєдіяльності молочну кислоту, і тим самим спричиняють загибель гнильної мікрофлори та створюють сприятливе середовище для себе і диких дріжджів, з якими живуть у тісному симбіозі, і які себе комфортно почувають у кислому середовищі (рН=4). Борошно для закваски має бути якісним, від борошна залежить результат виведення закваски.

Важливим фактором для процесу ферментації при заквашуванні борошна є температура. Оптимальна температура для виведення закваски +25-28°C. При +23-24°C закваска буде розвиватися повільно; при +21-22°C закваска зріє дуже повільно, і процес може тривати на 3-5 днів довше, ніж при оптимальній температурі. Якщо температура нижче +20°C, процеси ферментації борошна не запускаються і закваска не утвориться. При температурі вище +28°C буде швидко наростати кислотність закваски, тому що мікроорганізми активно розмножуються. При таких умовах виведення закваски в момент найвищого її підйому необхідно додавати борошно і воду, тобто оновлювати закваску, щоб вона не перекисла і не припинила бродіння.

Основні етапи виведення пшеничної закваски: заміс та створення закваски; адаптація при кімнатній температурі; адаптація в холодильнику.

Послідовність виведення закваски з пшеничного борошна вищого гатунку наведена у табл. 1. Перші три дні у заквасці проходять процеси активації диких дріжджів, що потрапили у борошно з поверхні зерна, з якого змолоти борошно, а також відбувається активація гнильної мікрофлори. У момент переродження мікрофлори, коли гнильна мікрофлора витісняється молочнокислими бактеріями, закваска стає менш активною, але це не значить, що закваска зіпсована. Необхідно продовжувати «годувати» закваску, тобто додавати раз у 24 години відповідні пропорції борошна і води, і очікувати коли зникне неприємний запах закваски й розпочнеться знову активне бродіння. Це зазвичай відбувається на 5-6 день виведення закваски.

Коли закваска почне пахнути хлібом, вершками, кисломолочними продуктами, фруктами, це буде вказувати на завершення формування правильної мікрофлори закваски. На 7-10 день виведення закваски з неї можна готувати перший пшеничний або пшенично-житній хліб. Однак для чисто житнього хліба така закваска буде заслабкою. Для повного дозрівання закваску треба продовжувати «годувати» до 12-14 днів, поки вона стане стабільно підійматися та матиме приємний аромат.

На виведеній заквасці проводили випічку подового хлібу (рис. 1) з того ж борошна, що використовувалося для виведення закваски, з додаванням 15% закваски до маси борошна (рис. 2). Для розстойки використовувалися ротангові форми.

Послідовність виведення закваски спонтанного бродіння, (t = 25-28 °С)

Стадії	Характеристика
1.Змішували: 50г пшеничного борошна в/г; 50г води	Стадія 1: час бродіння 48 год.; кислотність, °Н – 5; підйомна сила, хв – відсутня.
2. Через 48 год: закваска поперед. приготування – 100 г; пшен. бор. в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 2: час бродіння 72 год.; кислотність, °Н – 6,8; підйомна сила, хв – 105.
3. Через 72 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 3: час бродіння 96 год.; кислотність, °Н – 11,5; підйомна сила, хв – 95.
4. Через 96 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 4: час бродіння 120 год.; кислотність, °Н –15,5; підйомна сила, хв – 71.
5. Через 120 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 5: час бродіння 144 год.; кислотність, °Н – 16,1;підйомна сила, хв – 68; спостерігається інтенсивне бродіння.
Через 144 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 6: час бродіння 168 год.; кислотність, °Н – 16,9; підйомна сила, хв – 53; інтенсивне бродіння.
Через 168 год: закваска попереднього приготування – 100 г; пшеничне борошно в/г – 50 г; вода – 50 г.	Стадія 7: Час бродіння 192 год.; кислотність, °Н – 17,8; підйомна сила, хв – 47; інтенсивне бродіння.



Рис. 1. Розріз хліба приготованого на заквасці спонтанного бродіння борошна пшеничного вищого гатунку (дозування закваски 15 % до маси борошна для замісу тіста)

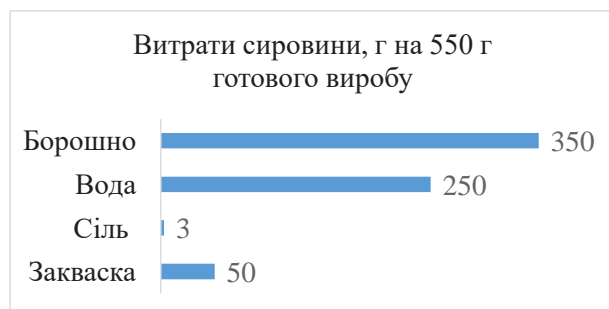


Рис. 2. Рецепт хліба пшеничного з додаванням закваски спонтанного бродіння

Показники якості випеченого хліба: тонка скоринка, наявність великих пор, аромат – притаманний для хліба без використання дріжджів, випечений виріб має кислуватий смак. Готовий хліб має підвищену харчову цінність і зберігає свою свіжість на протязі 3-4 діб, не пліснявіє.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.

Борошно пшеничне вищого гатунку придатне для виведення заквасок спонтанного бродіння змішуванням борошна й води у співвідношенні за масою 1:1 з подальшим оновленням. Визначальними факторами при виведенні закваски є якість борошна, температура навколишнього середовища. Приготований на заквасці з пшеничного борошна вищого гатунку хліб має високі органолептичні показники.

Подальші дослідження будуть спрямовані на виведенні заквасок спонтанного бродіння для здобних виробів: дослідження технологічного процесу та якості готових виробів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Глушко М. Походження та джерела вчиненого хліба в українців (культурно-генетичний аспект). *Народознавчі зошити*. 2012. №1. С. 3-18.
2. Челябієва В.М., Буяльська Н.П., Березкина Н.А. Мікрофлора борошна як стартер процесів бродіння у харчових технологіях. *Технічні науки та технології*. 2024. № 1(35). С. 204-211.
3. Liljeberg H.G, Lönner C.H, Björck I.M. Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *Journal of nutrition*. 1995. №125(6). P. 1503-11.
4. Liljeberg H, Björck I. Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in healthy subjects and in vitro resistant

starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1994. №48(3). P.151-63.

5. Larsson M., Sandberg A.-S. Phytate reduction in bread containing oat flour, oat bran or rye bran. *Journal of Cereal Science*. 1991. №14(2). P. 141-149.

6. Cagno Raffaella Di., De Angelis M., Lavermicocca P., De Vincenzi M., Giovannini C., Faccia M., Gobetti M. Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002. № 68(2). P. 623-633.

7. Михонік Л. А., Гетьман І. А., Біла Н. А., Богдан Г. С. Показники якості заквасок спонтанного бродіння з борошна круп'яних культур в процесі низькотемпературного консервування. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 11. С. 116–122.

8. Науменко О. В., Гетьман І. А., Королюк К. Є., Лук'янчук І. В. Особливості використання заквасок спонтанного бродіння в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2023. № 11(21). С. 112–121.

9. Пшенишнюк Г. Ф., Ковпак Ю. С. Вплив житніх заквасок спонтанного бродіння на кінетику кислотонакопичення в тісті та якість хліба. *Харчова наука і технологія*. 2011. № 1(14). С. 43–46.

10. Дробот В. І., Сильчук Т. А. Використання закваски спонтанного бродіння при виробництві житньо-пшеничного хліба. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2016. № 22(1). С. 180-184.

REFERENCES:

1. Hlushchko M. (2012). Pokhodzhennia ta dzherela vchynenoho khliba v ukrainsiv (kulturno-henetychnyi aspekt) [Origin and sources of baked bread among Ukrainians (cultural and genetic aspect)]. *Narodoznavchi zoshyty*. №1. P. 3-18. [in Ukrainian].

2. Cheliabieva V.M. & Buialska N. P. & Berezkyina N. A. (2024) Mikroflora boroshna yak starter protsesiv brodinna u kharchovykh tekhnolohiiakh [Microflora of flour as a starter of fermentation processes in food technologies]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*. №1(35). P. 204-211. [in Ukrainian].

3. Liljeberg H.G & Lönner C.H & Björck I.M. (1995) Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *Journal of nutrition*, № 125(6). P.1503-11. [in Sweden].

4. Liljeberg H & Björck I. (1994) Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in healthy subjects and in vitro resistant starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*. № 48 (3). P.151-63, PMID: 8194500. [in Sweden].

5. Larsson M. & Sandberg A.-S. (1991) Phytate reduction in bread containing oat flour, oat bran or rye bran. *Journal of Cereal Science*. 14 (2). P.141-149. [in Sweden].

6. Raffaella Di Cagno & De Angelis M. & Lavermicocca P. & De Vincenzi M. & Giovannini C. & Faccia M. & Gobetti M. (2002) Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. *Applied and Environmental Microbiology*. № 68(2). P.623-633. [in Italy].

7. Mykhonik L. A. & Hetman I. A. & Biela N. A. & Bohdan H. S. (2018) Pokaznyky yakosti zakvasok spontannoho brodinna z boroshna krupianykh kultur v protsesi nyzkotemperaturnoho konservuvannia [Indicators of the quality of starters of spontaneous fermentation from the flour of cereal crops in the process of low-temperature canning] *Prodovolchi resursy*. №11. P.116-112. [in Ukrainian].

8. Naumenko O. V. & Getman K. E. & Korolyk K.E. & Lykanchuk I.B. (2023). Osobluivosti vukorustannia zakvasok spontannoho brodinna [Peculiarities of the use of leavens of spontaneous fermentation in bread baking]. *Prodovolchi resursy*. № 11 (21). P.112–121. [in Ukrainian].

9. Pshenyshniuk G.F. & Kovpak Yu.S. (2011). Vplyv zhytnikh zakvasok spontannoho brodinna na kinetyku kyslotonakopychennia v tisti ta yakist khliba [The effect of spontaneous fermentation rye sourdough on the kinetics of acid accumulation in the dough and the quality of bread]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*. № 1 (14). P.43-46. [in Ukrainian].

10. Drobot V. I. & Sylchuk T. A. (2016). Vykorystannia zakvasky spontannoho brodinna pry vyrobnytstvi zhytno-pshenychnoho khliba [The use of leaven of spontaneous fermentation in the production of rye-wheat bread]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*. № 22(1). P. 180-184. [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції
11 червня 2024 року*

УДК 641/642

Ощипок І. М.,

him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376,

*Researcher ID: F-4641-2019, д.т.н., проф., професор кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

Назар М. І.,

nazar-mariana@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4518-6115,

*к.т.н., доцент кафедри харчових технологій,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

АНАЛІЗ ПІНОУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Анотація. У статті розглянуто широке використання яєць у харчовому виробництві, яке обумовлене не тільки їх високою поживною цінністю та відмінними смаковими властивостями, а й технологічними властивостями, здатністю утворювати піну при збиванні, емульгувати жири, високою в'язкістю. Стверджується, що холестерин більше не є такою важливою проблемою, яка хвилювала колись, доведено, що холестерин їжі засвоюється дуже мало та не призводить до холестеринемії у здорових людей. Навіть обмежувальні рекомендації американських кардіологів також дозволяють одне яйце на день, за умови, що інші щоденні джерела холестерину обмежені. Розглянуто питання виготовлення збивних кондитерських виробів на основі застосування білкових піноутворюючих речовин. У тому числі найбільшого поширення набуває білок курячих яєць. Вивчено піноутворюючі властивості сировини, використаної для утворення піни в кондитерському та інших харчових виробництвах. Показано важливі питання технологічних умов застосування добавок різної природи до процесу піноутворення. Детально охарактеризовано будову і хімічний склад курячих яєць. Проаналізовано піноутворюючу здатність яєчних білків, яка може значно змінюватися в залежності від різних факторів, насамперед від властивостей сировини. Вона сильно знижується, якщо до білка домішані жири (з жовтком) або інші піногасники, тобто речовини з вищою поверхневою активністю. Присутність солей лужноземельних металів (кальцію, магнію) знижує дію піноутворювачів, тому білок вапняних яєць має знижену піноутворювальну здатність. Надано оцінку піноутворювачів для виробництва різних кондитерських виробів. На піноутворювальну здатність яєчних білків в умовах виробництва збивних кондитерських мас великий вплив мають сировинні компоненти - цукор, яблучне пюре, патока, агар (та інші речовини, що желюють) та інші добавки. Поєднання піноподібної структури зі студнеподібною є складним процесом, під час проведення якого слід враховувати всі особливості цих структуроутворювачів. Додавання еламіну та/або стевіозиду під час піноутворюючої здатності яєць допомагає зменшенню найбільш ймовірного та середнього діаметра бульбашок в отримуваних пінах, що є позитивною функціонально-технологічною властивістю піни.

Ключові слова: яйця, піноутворююча здатність, білок, кондитерські вироби.

Oschypok I. M.,

him1960@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5427-3376, Researcher ID: F-4641-2019, Doctor of Engineering,

Professor, Professor of the Department of Food Technologies, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Nazar M. I.,

nazar-mariana@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4518-6115

*Ph.D., Associate Professor of the Department of Food Technologies,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

ANALYSIS OF THE FOAMING CAPACITY OF FOOSTUFFS FOR CONFECTIONERY PRODUCTS

Abstract. The article discusses the wide use of eggs in food production, which is due not only to their high nutritional value and excellent taste properties, but also to their technological properties, the ability to form

foam when whipped, emulsify fats and high viscosity. Cholesterol is said to no longer be the major problem it once was, dietary cholesterol has been shown to be absorbed very little and does not cause cholesterolemia in healthy people. Even the restrictive recommendations of American cardiologists also allow one egg per day, provided that other daily sources of cholesterol are limited. Considered the issue of the production of whipped confectionery based on the use of protein foaming substances. Among them, the protein of chicken eggs is becoming the most widespread. The foam-forming properties of raw materials used for foam formation in confectionery and other food industries were studied. The important issues of the technological conditions of the application of additives of various nature to the foaming process are shown. The structure and chemical composition of chicken eggs are characterized in detail. The foaming ability of egg whites, which can vary significantly depending on various factors, primarily on the properties of the raw materials, was analyzed. It is greatly reduced if fats (with yolk) or other defoamers, i.e. substances with higher surface activity, are mixed with the protein. The presence of salts of alkaline earth metals (calcium, magnesium) reduces the effect of foaming agents, so the protein of lime eggs has a reduced foaming ability. An assessment of foaming agents for the production of various confectionery products is given. The foaming ability of egg whites in the conditions of production of whipped confectionery masses is greatly influenced by raw materials - sugar, applesauce, molasses, agar (and other gelling substances) and other additives. The combination of a foam-like structure with a gel-like structure is a complex process, during which all the features of these structure-formers should be taken into account. Addition of elamin and/or stevioside during the foaming ability of eggs helps to reduce the most likely and average diameter of bubbles in the obtained foams, which is a positive functional and technological property of the foam.

Key words: eggs, foaming ability, protein, confectionery.

JEL Classification: L66, O14

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-03

Постановка проблеми. Задоволення всезростаючих вимог суспільства до здорового способу життя вимагає нових екологічно чистих технологій, що максимально зберігають натуральні компоненти та смакові властивості продуктів.

Здоров'я людини залежить від правильного харчування. Гармонійний розвиток організму можливий лише тоді, коли він забезпечений необхідними нутрієнтами. Раціональне харчування сприяє підвищенню працездатності людини і забезпечує її довголіття та захищає від недуг. Для забезпечення правильного харчування потрібно, щоб в організм надходили необхідні поживні речовини, що легко перетравлюються і збуджують апетит. Необхідно систематично змінювати характер харчування, скорочуючи або, навпаки, збільшуючи кількість нутрієнтів, які потрібні організму: вуглеводи, білки, жири, вітаміни та мінеральні речовини. Якщо погіршувати рівень якості продуктів або режиму харчування, організм обов'язково дасть відповідну реакцію. Це може проявитися у вигляді різних хворобливих реакцій у роботі нервової або судинної, травної чи ендокринної систем і призвести до виснаження або ожиріння.

Кондитерська продукція поряд із такими напівфабрикатами, як рослинні та тваринні жири, є висококалорійним продуктом. Крім того, калорійність кондитерських виробів значно пере-

вищує калорійність багатьох інших харчових продуктів. Серед борошняної кондитерської продукції вагоме місце займають продукти з бісквітного тіста. Важливими є споживчі властивості продуктів, широкий спектр використання яких визначається характером постійного попиту на них громадян. Бісквіт, як і всі кондитерські продукти, відрізняється високою харчовою цінністю завдяки вмісту цукру, жирів та білків. Вони є суттєвим джерелом низькомолекулярних, легкозасвоюваних вуглеводів, які за надмірного надходження в організм перетворюються в жир.

Здоров'я означає стан фізичного та психічного добробуту, що породжується станом людини і забезпечує ідеальну функціональність організму. ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я) відзначає: під станом здоров'я розуміється не лише «відсутність хвороби як такої», а скоріше стан самопочуття, який дозволяє людині вести повноцінне і продуктивне життя.

Яйця є одним із основних продуктів харчування. Світовий обсяг виробництва курячих яєць за останні 30 років зріс більш ніж у 3 рази: з 19,5 до 62 тис. тонн на рік. Лідерами з виробництва яєць (як в абсолютних величинах, так і за темпами зростання їх виробництва) є Японія, Франція, Італія.

Яйця – це продукт, що можна вживати у свіжому вигляді протягом 25 днів після знесення,

вони вельми корисні для здоров'я людини з гарантованою безпечністю, але при цьому повинні зберігатися в недоторканності багаті біохімічні властивості, які складаються з поживних речовин і вітамінів.

Широке використання яєць у харчовому виробництві обумовлено не тільки їх високою поживною цінністю та відмінними смаковими властивостями, а й технологічними властивостями, здатністю утворювати піну при збиванні, емульгувати жири, високою в'язкістю. Додавання яєць у тісто сприяє утворенню та зберіганню під час перемішування, формування та випікання виробів повітряних бульбашок, що забезпечують підйом тіста. Яйця сприяють одержанню об'ємних продуктів із ніжною консистенцією, еластичних та пружних, які після стиснення повністю відновлюють попередню форму, що особливо цінується споживачами.

Холестерин більше не є тією проблемою, яка колись хвилювала. Сьогодні доведено, що холестерин їжі засвоюється дуже мало та не призводить до холестеринемії у здорових людей. Навіть обмежувальні рекомендації американських кардіологів також дозволяють одне яйце на день, за умови, що інші щоденні джерела холестерину обмежені.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [3] було запропоновано зниження калорійності бісквіта за рахунок використання природного підсолоджувача неуглеводної природи – стевіозиду, та збагачення цього виробу йодом за рахунок використання еламіну – екстракту з морської капусти. Еламін задовольняє потребу організму в йоді, що призводить до нормалізації роботи центральної нервової системи, посилення розумових і фізичних можливостей, поліпшення асиміляції білка, засвоєння фосфору, кальцію і заліза, а також активує ряд ферментів, ліквідує вітамінно-мінеральну недостатність; покращує травлення й обмінні процеси в організмі; нормалізує діяльність центральної нервової, серцево-судинної та дихальних систем; зміцнює імунну систему.

Споживання яєць мінімально впливає на рівень холестерину в крові у порівнянні з дією особливо насичених жирів. Ризики хвороб серця можуть бути більш тісно пов'язані з продуктами, що супроводжують яйця, такими як у традиційному сніданку (бекон, сосиски, шинка, насичені олії з трансжирами, що використовуються для смаження яєць тощо). Люди з відмінним здоров'ям можуть з'їдати до семи яєць на тиждень без під-

вищеного ризику серцево-судинних захворювань. Деякі дослідження показують: такий рівень споживання яєць може фактично запобігти деяким видам інсульту. Дані припускають, що це споживання сприяє доступності холіну в плазмі, тоді як дієтичний холестерин регулює ендогенний синтез холестерину, не впливаючи на ризик серцево-судинних захворювань у молодих та здорових людей (Лемос Б., 2019).

У яйцях є всі необхідні складові для збереження здоров'я. Всі білки мають різну біологічну цінність (БЦ), яка залежить виключно від вмісту незамінних амінокислот, що не можуть безпосередньо синтезуватися організмом. БЦ білка визначається у грамах білка, який засвоюється організмом на 100 г спожитого білка. БЦ компонентів жовтка становить 97 % загалом від яйця – 93,7 % (Кінгорі, 2012). Яйця – практично ідеальний продукт харчування, вони доступні, їх легко готувати, вони зручні і багаті білком, антиоксидантами та мінеральними солями. Досліджувався вплив включення різних типів пептидів на піноутворювальні властивості порошку яєчного білка [6].

Яйця містять всі необхідні інгредієнти для росту організму, чим підтверджується значна їх поживність. Вони є чудовою їжею для всіх, оскільки містять холін та метіонін амінокислоти, необхідні для обміну ліпідів та утворення фосфоліпідів (Спаркс НХК; 2005). Тут наявна певна кількість каротиноїдів, таких як лютеїн та зеаксантин, у жовтку міститься вітамін, важливий для зору та захисту очей. Щоб захистити себе від занадто яскравого світла, око використовує природні системи захисту, такі як моргання повік, зміна розміру зіниці, екрануючої функції кришталика і, перш за все, пігменти очей сітківки лютеїн і зеаксантин, що фільтрують світло для захисту нервових клітин від фототоксичного пошкодження (викликаного світлом). Шкідливий вплив світлової енергії залежить від довжини хвилі і, отже, від енергетичної дії; коротші хвилі, близькі до ультрафіолету, є найбільш шкідливими. Лютеїн і зеаксантин – основні каротиноїди, що містяться в центральній області сітківки, так звана макула відповідає за чітке бачення. Значний вклад у дослідженні піноутворюючої здатності яєць зроблено в роботах [7-10].

Стресові умови, в яких вирощують курей, впливають на склад яєць; наявність поліненасичених жирів, зменшення кількості білків, зміну балансу між білковими компонентами та збільшення вмісту води в яєчному білку, зниження

вмісту вітамінів та мінеральних солей. У таких яйцях можуть міститися залишки лікувальних препаратів, наявних у кормах, таких як сульфаміламіди та антибіотики, а також промислові пестициди. Проте за такого виробництва, якщо залишити осторонь правила, спостерігається спад продажів близько 19 % на рік, причому необхідно буде вказувати на етикетці складники яєць, а для яєчних продуктів назву та адресу виробника, чого сьогодні немає.

Вітамін В₁₂, або ціанокобаламін, входить до складу так званих водорозчинних вітамінів, тих, які не можуть накопичуватися в організмі, але їх необхідно регулярно поповнювати через харчування. В₁₂ термостабільний і бере участь у метаболізмі амінокислот. Нуклеїнові кислоти, такі як фолієва кислота, сприяють синтезу ДНК та РНК. Вони виконують важливу роль, сприяючи основній функції утворення червоних кров'яних тілець і формування кісткового мозку.

Постановка завдання. Для виготовлення збивних кондитерських виробів, як правило, застосовують білкові піноутворюючі речовини. У тому числі найбільшого поширення набуває білок курячих яєць. Білок водоплавних птахів як піноутворювач застосовувати не дозволяється, щоб не допускати зараження кондитерських виробів хвороботворними мікробами, які можуть потрапити з водою.

Вивчення піноутворюючих властивостей сировини, використовуваної для утворення піни в кондитерському та інших харчових виробництвах, є актуальним завданням сьогодення. Важливим питанням залишаються технологічні умови застосування додатків різної природи до процесу піноутворення. Важливе значення для піноутворення мають особливості структуроутворювачів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Колір яєчної шкаралупи не має значення з огляду на склад яєць. Однак колір жовтка вказує на тип годування курей, а також його можна використати як параметр визначення стану здоров'я птиці. Якщо забарвлення інтенсивне, перед нами здорові та правильно вгодовані тварини; якщо колір тьмянний, яйця походять від хворої або виснаженої птиці. Пігменти, що забарвлюють жовток, називаються ксантофілами та виконують важливу антиоксидантну функцію.

Оскільки тварини не можуть синтезувати каротиноїди, ці речовини надходять із кормом і визначають колір жовтка. Наприклад, кукурудза включає лютеїн і зеаксантин, які надають жов-

тий колір, трава містить ксантофіли, особливо люцерна, що часто використовується як корм із хорошою здатністю пігментування. Свіжість яєць можна визначати органолептично або вимірюванням, чим більша ширина жовтка і менша висота, тим свіжіше яйце. Жовток включає приблизно 16 % білка та 32 % ліпідів. Ліпідна фракція складається з 66 % тригліцеридів, 28 % фосфоліпідів та 5 % холестерину. Фосфоліпиди, що містяться у найбільшій кількості, є фосфатидилхоліном (приблизно вміст 73 %), потім ідуть фосфатидилетаноламін 15 %, лізофосфатидилхолін 6 %, сфінгомієлін 2,5 % плазмалогени 1 % і інші. У жовтку міститься в основному вителлін. Причому єдиним, не пов'язаним із ліпідами, є фосвітин, який є фосфопротеїном, що містить близько 10 % фосфору. У табл. 1 наведемо хімічний склад середнього курячого яйця.

Таблиця 1

Хімічний склад середнього курячого яйця

Поживна речовина	Ціле яйце	Яєчний білок	Жовток
Енергетична цінність(калорії)	72	17	55
Білок (г)	6,3	3,6	2,7
Вуглеводи (г)	0,36	0,24	0,61
Загальний жир (г)	4,8	0,06	4,5
Насичені жири (г)	1,6	0	1,6
Мононенасичені жири (г)	1,8	0	2
Поліненасичені жири (г)	1	0	0,75
Холестерин (мг)	185	0	184
Холін (мг)	126	0,4	116
Вітамін В12 (мкг)	0,45	0,03	0,33
Фолієва кислота (мкг)	24	1	25
Вітамін D (МО)	41	0	38
Вітамін E (мг)	0,5	0	0,44
Селен (мкг)	15,4	6,6	9,5
Фосфор (мг)	96	5	66
Залізо (мг)	0,88	0,03	0,46
Цинк (мг)	0,65	0,01	0,39
Кальцій (мг)	28	2	22
натрій (мг)	71	55	8
Калій (мг)	69	54	19
магній (мг)	6	4	1

Головною складовою протеїнів білка курячих яєць є овальбумін (близько 50 %). Крім того, до складу протеїнів білка входять: овоуцин, кональбумін, овоукомід, овоглобулін. Вважають, що ці протеїни беруть участь у ціноутворенні.

У виробництві застосовують білок, як свіжий, так і заморожений або висушений. У цукеркові

збивні маси, залежно від сорту виробів, вводять його від 1 до 5% (тобто 0,15-0,8% сухих речовин білка).

Піноутворююча здатність яєчних білків може значно змінюватися в залежності від різних факторів, насамперед від властивостей сировини. Вона сильно знижується, якщо до білка домішані жири (з жовтком) або інші піногасники, тобто речовини з вищою поверхневою активністю.

Присутність солей лужноземельних металів (кальцію, магнію) знижує дію піноутворювачів, тому білок вапняних яєць має знижену піноутворювальну здатність.

У нашій країні та в ряді західноєвропейських країн сухий яєчний білок виробляється у вигляді порошку білого кольору. Зокрема, у Китаї це сухий яєчний білок, що має вигляд склоподібної крихти жовтого кольору. З метою підвищення піноутворюючої здатності такий білок до сушіння піддається ферментативному гідролізу.

На базі молочного білка розроблено нові піноутворювачі. Їх одержують із гідролізатів молочного білка, у них містяться залишковий казеїн, проміжні продукти розпаду, розчинний білковий азот та небілковий азот (тобто азот дрібних пептидних молекул амінокислот).

У Голландії виробляють піноутворювачі, що також є продуктами гідролізу казеїну, в окремих видах із додаваннями (глутеніна, карбоксиметилцелюлози – КМЦ тощо), які випускаються під загальною назвою «Хайфоама».

Всі піноутворювачі, виготовлені на основі молочного білка, досить добре утворюють піну в нейтральних і слабкокислих середовищах, але при низьких рН, тобто в сильнокислих середовищах, їх піноутворююча здатність різко знижується. Тому вони застосовуються лише при виготовленні деяких сортів збивних цукеркових мас і невідкислюваних збивних мас для багатошарового жележного мармеладу. При виготовленні пастильних мас, що мають рН 3,2-3,8, вони поки що не знаходять широкого застосування.

Як піноутворювачі для виробництва різних кондитерських виробів були запропоновані білки сої, кров'яний альбумін, екстракт цукрових буряків, білок (із тріски), гліцеризин (із солодкового кореня). Однак ці піноутворювачі ще не знайшли застосування у кондитерському виробництві [1, 2].

Показники якості піноподібних структур характеризуються об'ємною концентрацією дисперсної фази, структурно-механічними особливостями піни, стійкістю піноподібної структури та деякими іншими показниками.

Однак для різних типів кондитерських виробів із піноподібною структурою не всі перераховані вище показники повинні мати однаково оптимальні характеристики. Обов'язково у всіх випадках має бути більша стійкість піноподібної структури, тоді як об'ємна концентрація дисперсної фази і дисперсність можуть бути певною мірою специфічними для різних видів виробів.

Дисперсність піноподібної структури залежить не тільки від концентрації піноутворювача, а й від його природи і додатків. Так, наприклад, пастильна маса, збита з яєчним білком, мала середній розмір повітряних бульбашок 15-25 мкм. У тієї ж маси, збитої в тих самих умовах, але з молочним гідролізатом, розмір бульбашок дорівнював 30-40 мкм. При підвищенні концентрації піноутворювача маса набуває більш високої дисперсності, структурно-механічні властивості її змінюються у напрямку зменшення плинності та збільшення граничного критичного напруження зсуву. Чим вища концентрація піноутворювача і менша в'язкість розчину, тим краще піноутворення, менша щільність піноподібної маси. Наприклад, зі збільшенням концентрації піноутворювача від 1 до 3,75 % (при концентрації цукру 75 %) вміст повітря в збитій масі за однакових умов збивання підвищується від 34 до 59 %, щільність маси зменшується з 905 до 580 кг/м³. Середній радіус бульбашок повітря зменшується з 120 до 25-35 мкм.

На рис. 1 наведені функції розподілу бульбашок піни за діаметрами для досліджуваних зразків із додатками еламіну і стевіозиду.

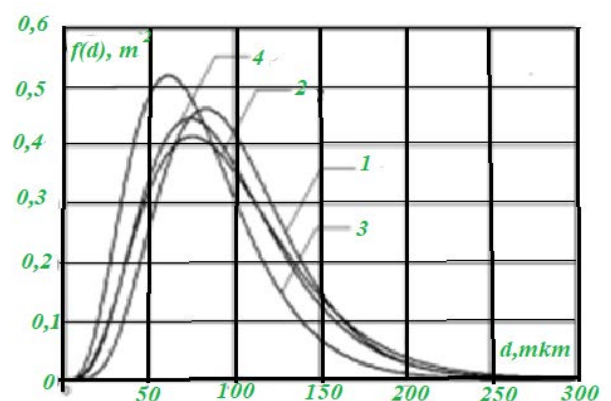


Рис. 1. Функції розподілу бульбашок піни за діаметрами для зразків: 1 – яйце; 2 – яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5%); 3 – яйце + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%); 4 – яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5 %) + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3 %)

З наведених графіків можна розрахувати ширину кожної з ліній на напіввисоті. Значення ширини ліній на напіввисоті наведені в табл. 2 [3].

Таблиця 2

Значення ширини ліній на напіввисоті

Зразок	Ширина лінії на напіввисоті, мкм
Яйце	97±4
Яйце + еламін (концентрація еламіну – 1,5%)	90±4
Яйце + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%)	78±4
Яйце + еламін (еламіну – 1,5%) + стевіозид (концентрація стевіозиду – 0,3%)	85±4

Ширина лінії характеризує дисперсність піни: чим менша ширина лінії, тим ближча піна до монодисперсної, чим більша – до полідисперсної. Найближчим до монодисперсної піни є зразок піни з найменшою шириною на напіввисоті функції розподілу бульбашок за діаметрами, тобто зразок з яйця з додаванням стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,3 %) (крива 3), наступним є зразок із яйця з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,5 %) та стевіозиду (концентрація стевіозиду – 0,3 %), останнім – зразок із яйця з додаванням еламіну (концентрація еламіну – 1,5%). Піна, отримана з яйця, має найбільш віддалену від монодисперсної структуру, оскільки ширина функції розподілу бульбашок за діаметрами на напіввисоті найбільша серед досліджуваних зразків.

На піноутворювальну здатність яєчних білків в умовах виробництва збивних кондитерських мас великий вплив мають сировинні компоненти – цукор, яблучне пюре, патока, агар (та інші речовини, що желюють) та інші додатки.

Додавання цукру в кондитерську піноподібну масу підвищує її в'язкість і завдяки цьому стабілізує її, підвищує її стійкість, уповільнює руйнування. Однак дуже високий вміст цукру в піноподібній масі призводить до значного збільшення в'язкості, що ускладнює піноутворення.

Вміст цукру в пастильних масах (до змішування з клейовим сиропом) коливається від 46 до 56 % і залежить від желуючої здатності та вмісту сухих речовин яблучного пюре і від вироблюваного сорту продукції.

Пастильні маси є монодисперсними. Середній радіус повітряних бульбашок зазвичай коливається від 15 до 25 мкм. При зменшенні кількості цукру полідисперсність зростає. При збільшенні

концентрації цукру до 65-75 % розміри повітряних бульбашок зменшуються, маса наближається до монодисперсної. Середній радіус повітряних бульбашок досягає 8 мкм, при цьому підвищуються в'язкість та щільність маси.

Яблучне пюре позитивно впливає на процеси утворення і стійкість піноподібних кондитерських мас. Основне значення при цьому має здатність пюре до желювання. Пектинові речовини яблучного пюре адсорбуються на плівках повітряних бульбашок піноподібної маси та сприяють збільшенню міцності піни. Додавання яблучного пюре в масу, яка збивається, мало впливає на дисперсність, але залежно від желуючої здатності пюре і його кількості в'язкість маси зростає в 1,5-2 рази.

Патока включається в збивні сорти кондитерських виробів як антикристалізатор – для запобігання зацукровуванню виробів. При виготовленні пастильних виробів патоку вводять у кількості 10-15 % (зазвичай із клейовим сиропом). При збиванні мас із невеликою кількістю патоки полідисперсність мас зберігається, але при збільшенні кількості патоки до 20 % маси наближаються до монодисперсних. Введення патоки викликає підвищення в'язкості в залежності від кількості патоки в 1,5 рази та більше.

Як уже вказувалося, для отримання стійких піноподібних структур у маси, що збиваються, вводяться студнеутворювачі (агар, пектин, агароїд, желатин тощо). У пастильні маси студнеутворювачі зазвичай включають у вигляді гарячих цукрово-паточних сиропів, що містять близько 1,6 % агару. Для різаної пастили сироп уварюється до сухих речовин 78-79 % і вводиться в кількості 40 % до збитої маси, а для відливної пастили, тобто зефіру, уварюється сироп до 84-85% сухих речовин і вводиться в кількості 64 %. У результаті в зефірі міститься в 1,5 рази більше студнеутворювача, ніж у різаній пастилі (тому пастильна маса легко розливається, а зефірна маса зберігає надану їй при виливку форму).

При будь-якій зміні застосовуваного для стабілізації піноподібної структури студнеутворювача (як виду, так і концентрації) необхідно змінювати температурні режими і особливо на ділянках, де ці маси піддаються механічному впливу. Температура не повинна бути нижчою від бажаної температури застосовуваного студнеутворювача (при тій самій концентрації його і цукру), щоб уникнути механічного руйнування студневого каркасу. Температура не повинна бути і надто високою за температуру студнеутворення,

оскільки переважна більшість студнеутворювачів у кислих середовищах схильна до гідролітичного розщеплення.

Поєднання піноподібної структури зі студнеподібною є складним процесом, під час проведення якого слід враховувати всі особливості цих структуроутворювачів.

На якість збивних мас істотно впливає тривалість збивання. При недостатньому часі збивання маса виявляється грубодисперсною, недостатньо пухкою. Зі збільшенням часу збивання обсяг піни збільшується, вона стає більш дрібнодисперсною та стійкішою. Проте тривалість збивання має оптимальні межі. Занадто тривале збивання призводить до зменшення обсягу піни, плівки піноподібної структури стають більш тонкими та менш міцними, стійкість зменшується, якість знижується. Тривалість збивання для отримання необхідної якості змінюється в залежності від способу збивання, обладнання, що застосовується, швидкості обертання і конфігурації лопаей, температури сировини і приміщення. Тому в кожному окремому випадку на підприємствах тривалість збивання спеціально встановлюється та періодично уточнюється.

Важливе значення мають температурні параметри. У разі збивання яєчного білка з цукром (без пюре) об'єм піни та її стабільність збільшуються з підвищенням температури. Оптимальні температурні умови - близько 50-60°C. З підвищенням температури зменшується в'язкість рідкої фази, що сприяє отриманню рясної піни. Однак піна, яка утворилася за цих умов, легко коалесценує. Крім того, при підвищенні температури виникає можливість коагуляції білка, що призводить до руйнування піни.

Необхідна тривалість збивання пастильної маси залежить від її в'язкості, яку можна регулювати, при тому самому складі маси, змінюючи температуру. При підвищенні температури в межах від 40 до 50°C тривалість процесу збивання зменшується внаслідок зниження в'язкості, проте подальше збільшення температури до 65°C не зменшує тривалості збивання. При температурі вище 65°C доводиться збільшувати тривалість збивання, це, мабуть, пояснюється денатурацією білка, що починається. Щільність готової маси незначно (на 0,01-0,02) підвищується зі збільшенням температури з 40 до 50-60°C, а потім при температурі близько 70-75°C знову знижується. Дисперсність піни більша у разі збивання при менш високих температурах, а підвищення температури викликає утворення більших за роз-

міром бульбашок повітря, структура виробів стає менш міцною.

Підвищення температури в процесі збивання яблучно-цукрової суміші при виготовленні пастильної та зефірної маси призводить до погіршення якості готових виробів внаслідок механічного руйнування пектино-цукрових драглив, які передчасно утворюються (через підвищення температури). Зазвичай збивання ведеться за кімнатної температури. Лише при збиванні зефіру під тиском в агрегаті безперервної дії внаслідок того, що збивання здійснюється надзвичайно швидко, маса, яка збивається, має температуру 50-52°C.

Маса для пастили виготовляється збиванням суміші фруктово-ягідного пюре з цукром та яєчним білком. До збитого додаються для стабілізації піноподібні структури: гарячий цукрово-агаро-патоковий сироп або мармеладна маса. Після цього до маси включають есенції, барвники, кислоту, а також залежно від сорту виробів інші смакові речовини. Маса, до якої додають агаровий сироп, є клейовою, а у випадках додавання мармеладної маси – заварною. Пастильна маса, що не заливається гарячим сиропом із піноподібною структурою, яка не осідає (не коалесценує), внаслідок застосування швидко желуючого агента, зазвичай яблучного пюре, є безклеєвою.

Більовська пастила виготовляється збиванням із яєчним білком суміші яблучного пюре з високою здатністю до желювання, приготовленого з печених яблук, із цукром без агару, тобто вона є також безклеєвою. Заварна, безклеєва та більовська пастили виробляються у незначній кількості.

Велике значення має надлишковий тиск, який застосовується останнім часом при збиванні зефірної маси безперервним способом. Дрібнодисперсну і міцнішу структуру мають зефірна маса і зефір, приготовлені при надлишковому тиску близько 300 кПа.

Маса для зефіру відрізняється від пастильної маси тим, що в рецептурі зефірної маси міститься менше яблучного пюре і більше агару. Цукрово-агаро-патоковий сироп уварюється до більшого вмісту сухих речовин (до 84-85 %, тоді як для пастильної маси до 78-79 %). Майже в 3 рази більше вноситься білка, більш тривале збивання – до меншої щільності. Маса зефіру має значно більшу в'язкість і одночасно пухкість, при формуванні («відсаджуванні» – видавлюванні з металевих наконечників) зберігає надану форму, не розтікається (тому зефір можна називати відливною пастилою).

Технохімічному контролю піддаються основна сировина та напівфабрикати за стадіями виробництва: клейові сиропи, збивні пастильні (цукеркові) маси. Особлива увага приділяється контролю желувальної та піноутворюючої сировини, а також фізико-механічним структурним показникам напівфабрикатів.

Під час виробництва кондитерських виробів значна увага приділяється контролю сировини, що здійснюється цеховою лабораторією додатково до аналізів сировини, які проводяться відповідно до вимог ДСТУ центральною лабораторією підприємства.

Цукор-пісок, патока, фруктові-ягідні пюре та агар перевіряються аналогічно тому, як це викладено у розділі контролю виробництва мармеладних виробів. Білок контролюється збиванням (струшуванням) його у воді, невідкисленій та відкисленій, у циліндрі Мора та подальшим визначенням висоти та об'єму піни відразу і після 15-хвилинного вистоювання. Наважка білка береться з урахуванням фактичного вмісту сухих речовин.

У готових клейових сиропіях встановлюється вміст сухих речовин (рефрактометр) і редуруючих речовин (прийнятим на підприємстві методом визначення цукрів). В окремих випадках желююча здатність визначається шляхом розведення готового гарячого цукрово-агарового сиропу водою до вмісту сухих речовин 70 %, розливу його в металеві бюкси і термостатування при 20 °С протягом 1 год., а потім вимірювання міцності приладом Валента або граничного напруження зсуву конічним пластометром чи пенетрометром. Міцність драглів по приладу Валента повинна бути не нижча 140-150.

У збитих масах визначається відносна густина. Визначення густини маси проводиться як перед заливкою сиропу, так і після змішування збитої маси з клейовим сиропом.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Вживання яєць разом із іншими продуктами допомагає засвоїти більше вітамінів. Дослідженнями встановлено, що додавання яєць у салат або овочі підвищує засвоєння вітамінів D і E, лікопіну, каротину, альфа-каротину, лютеїну та зеаксантину.

Білки є будівельним матеріалом органів і всього організму, тому необхідно вживати високоякісний білок при кожному прийомі їжі. Це сприятиме покращенню здоров'я в різний спосіб: від втрати ваги та жиру до одночасного збільшення м'язової маси та фізичної сили. Дієта

з високим вмістом білка також знижує кров'яний тиск і бореться з діабетом. Рекомендована добова доза (RDI) для білку становить 46 грамів для жінок та 56 грамів для чоловіків.

Додавання еламіну та/або стевіозиду під час піноутворюючої здатності яєць допомагає зменшенню найбільш ймовірного та середнього діаметра бульбашок в отримуваних пінах, що є позитивною функціонально-технологічною властивістю піни.

Враховуючи поживність курячих яєць, слід і надалі вивчати питання збереження їх інгредієнтного складу під час технологічної переробки: утворення піни, впливу різних харчових додатків і наповнювачів для виробництва кондитерських виробів та наступної теплової обробки. Значної уваги заслуговує питання зниження калорійності кондитерських виробів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Теоретичні основи харчових технологій : навч. посібник / Пивоваров П. П. та ін.; за ред. П. П. Пивоварова. 2-ге вид. Харків : ХДУХТ, 2011. 363 с.
2. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. К. : НУХТ, 2003. 572 с.
3. Дюкарева Г. І., Гасанова А. Е. Вивчення дисперсного складу піної структури курячого яйця у присутності еламіну та стевіозиду. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2012. С. 57-60. ISSN 1729-3774/6/10 (60).
4. Lemos B. Effects of Egg Intake on choline metabolism and HDL functionality in a healthy population, 1-31-2019.
5. Sparks N.H.C The hen's egg - is its role in human nutrition changing? Nutritional quality of the egg, Netherlands, 23-26 May 2005.
6. Tang T., Du H., Tang S., Jiang Y., Tu Y., Hu M., Xu M. Effects of incorporating different kinds of peptides on the foaming properties of egg white powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2021, 72, Article 102742. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102742>.
7. Zhao Y., Feng F., Yang Y., Xiong C., Xu M., Tu Y. Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 2021, 355, Article 129569. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129569>.
8. Gharbi N., Labbafi M. Effect of processing on aggregation mechanism of egg white proteins. *Food Chemistry*, 2018, 252, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.088>.
9. Yaroshenko F. O., Dvorska J. E. et al Selenium enriched eggs as a source of selenium for human consumption; *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, 2003, 1 (1) 13-23.

10. Wan Y., J. Lu, Z. Cui Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration, *Sep. Sci. Technol.*, 2006, 48, 133-142.

REFERENCES:

1. Teoretychniosnovykharchovykhtekhnolohij:navch. posibnyk / Pyvovarov P. P. ta in.; za red. P. P. Pyvovarova (2011), 2-he vyd. Kharkiv : KhDUKhT, 363 s.

2. Domarets'kyj V. A., Ostapchuk M. V., Ukrainets' A. I. (2003) *Tekhnolohiia kharchovykh produktiv*. K. : NUKhT, 572 s.

3. Diukareva H. I., Hasanova A. E. (2012), *Vyvchennia dyspersnoho skladu pinnoi struktury kuriachoho iajtsia u prysutnosti elaminu ta steviozydu. Skhidnoievropejs'kyj zhurnal peredovykh tekhnolohij*, s. 57-60. ISSN 1729-3774//6/10 (60).

4. Lemos B. Effects of Egg Intake on choline metabolism and HDL functionality in a healthy population, 1-31-2019.

5. Sparks N.H.C The hen's egg - is its role in human nutrition changing? *Nutritional quality of the egg*, Netherlands, 23-26 May 2005.

6. Tang T., Du H., Tang S., Jiang Y., Tu Y., Hu M., Xu M. (2021) Effects of incorporating different kinds of peptides on the foaming properties of egg white powder. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 72, Article 102742. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102742>.

7. Zhao Y., Feng F., Yang Y., Xiong C., Xu M., Tu Y. (2021) Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. *Food Chemistry*, 355, Article 129569. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129569>.

8. Gharbi N., Labbafi M. (2018) Effect of processing on aggregation mechanism of egg white proteins. *Food Chemistry*, 252, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.088>.

9. Yaroshenko F. O., Dvorska J. E. et al (2003) Selenium enriched eggs as a source of selenium for human consumption; *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, 1 (1) 13-23.

10. Wan Y., J. Lu, Z. Cui (2006) Separation of lysozyme from chicken egg white using ultrafiltration, *Sep. Sci. Technol.*, 48, 133-142.

*Стаття надійшла до редакції
12 травня 2024 року*

УДК 634.836.1:663.21(477.73)

Приліпко Т. М.,

vtl280726p@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

д. с.-г. н., професор, завідувачка кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчових продуктів,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Камянець-Подільський

Ткач Л. В.,

lilyatkach@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8239-2700

к. пед. н., асистент кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчових продуктів,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Камянець-Подільський

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ СТОЛОВИХ ВИН ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ВИРОБНИЦТВА

Анотація. *Наведені результати дослідження впливу технологічних прийомів виробництва столових вин та обробки виноматеріалів проти колоїдних помутнінь на антиоксидантну активність. Порівняльний аналіз даних щодо впливу режимів переробки винограду на антиоксидантну активність та фенольний склад показав, що збільшення тривалості настоювання мезги та її контактування з гребенями призводить до збільшення в білих столових виноматеріалах концентрації таких груп фенольних речовин, як: флаван-3-олів, флавонів та оксигензольних кислот, зокрема галової кислоти. Вміст антоціанів у дослідних зразках червоних столових виноматеріалів варіює в межах 13,6 – 562,8 мг/дм³, найвищі значення встановлені також при тепловій обробці мезги. При цьому у всіх зразках червоних столових виноматеріалів зазначено переважання антоціану мальвідин-3-О-глікозиду, вміст якого у відсотковому відношенні до суми антоціанів становить 20,4-23,5%. Важливим елементом технології є дотримання режиму сульфитації. Вміст таких компонентів фенольного складу як D-катехін, (-)-епі-катехін, флаволи (кверцетин і кверцетин-3-О-глікозид), галова і каутарова кислоти, а також антоціани в червоних виноматеріалах роблять істотний внесок в антиоксидантну активність вин. Оцінка схильності досліджуваних виноматеріалів до колоїдних помутнінь показала, що технологічні прийоми, що сприяють збагаченню виноматеріалів фенольними сполуками, призводять також і до зростання в них колоїдної фракції, що згодом зумовлює їх дестабілізацію. Технологічна обробка виноматеріалів помірними дозами матеріалів, що обклеюють, при досягненні стабільності до колоїдних помутнінь не викликає суттєвого зниження антиоксидантної активності. Встановлено, що використання технологій, спрямованих на посилення екстракції фенольних сполук, призводить до підвищення антиоксидантної активності. Показано, що антиоксидантна активність виноматеріалів, оброблених проти колоїдних помутнінь, залишається на високому рівні. Отримані дані дозволяють зробити висновок про те, що використання у виробництві столових вин технологій, спрямованих на збагачення фенольними сполуками, сприяє підвищенню їхньої антиоксидантної активності.*

Ключові слова: біологічна активність, фенольні сполуки, переробка винограду, колоїдні помутніння, обробка виноматеріалів.

Prylipko T. M.,

vtl280726p@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

d.a.s., professor; head of the Department of Food Technologies, Food Production and Standardization, Institution of higher education "Podilskyi State University", Kamyanets-Podilskyi

Tkach L. V.,

lilyatkach@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8239-2700

Ph.D., assistant of the Department of Food Technologies for the Production and Standardization of Food Products,

Institution of higher education "Podilskyi State University", Kamyanets-Podilskyi

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TABLE WINES BY DIFFERENT TECHNOLOGICAL PRODUCTION METHODS

Abstract. *The results of the study of the influence of technological methods of production of table wines and processing of wine materials against colloidal turbidity on antioxidant activity are presented. A comparative analysis of data on the influence of grape processing regimes on antioxidant activity and phenolic composition showed that an increase in the duration of pulp infusion and its contact with the combs leads to an increase in the concentration of such groups of phenolic substances in white table wines as: flavan-3-ols, flavones and oxybenzoins acids, in particular gallic acid. The content of anthocyanins in experimental samples of red table wine materials varies within the range of 13.6 – 562.8 mg/dm³, the highest values were also established during heat treatment of the pulp. At the same time, in all samples of red table wines, the predominance of the anthocyanin malvidin-3-O-glycoside is indicated, the content of which is 20.4-23.5% as a percentage of the amount of anthocyanins. An important element of the technology is compliance with the sulfation regime. The content of such components of the phenolic composition as D-catechin, (-)-epicatechin, flavones (quercetin and quercetin-3-O-glycoside), gallic and caftaric acids, as well as anthocyanins in red wine materials make a significant contribution to the antioxidant activity of wines. The assessment of the propensity of the studied wine materials to colloidal turbidity showed that the technological methods that contribute to the enrichment of wine materials with phenolic compounds also lead to an increase in the colloid fraction in them, which subsequently causes their destabilization. Technological treatment of wine materials with moderate doses of pasting materials, when stability to colloidal turbidity is achieved, does not cause a significant decrease in antioxidant activity. It was established that the use of technologies aimed at increasing the extraction of phenolic compounds leads to an increase in antioxidant activity. It is shown that the antioxidant activity of wine materials treated against colloidal turbidity remains at a high level. The obtained data allow us to conclude that the use of technologies aimed at enriching phenolic compounds in the production of table wines helps to increase their antioxidant activity.*

Key words: biological activity, phenolic compounds, grape processing, colloidal turbidity, processing of wine materials.

JEL Classification: L 11

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-04

Вступ. Одним із пріоритетних завдань виноробства є виробництво столових виноматеріалів, які мають високу схильність до окислення і потребують засобів захисту від негативної дії кисню.

Тисячолітній досвід світового виноробства і, особливо останні десятиліття бурхливого розвитку людської культури, підказують, що займатися вином слід тільки на високому рівні. І конкретний господар, і фахівець підприємства, і вчений, і виробник, і споживач повинні відноситись до вина не інакше, як на філософській основі. Остан-

нім часом вченими багатьох країн виконаний ряд фундаментальних досліджень, які переконливо показали, що натуральне виноградне вино повинно займати більше місця в гігієні харчування, ніж досі йому відводили [11, с. 23].

Технологія сухих виноматеріалів направлена на одержання виноматеріалів неокисненого типу, що забезпечується комплексом технологічних прийомів на етапі переробки винограду. Дана технологія включає в себе переробку винограду за знижених температур, використання препаратів таніну для інгібування активності оксидаз

(тирозинази та лаккази) і гальмування окисно-відновних процесів, використання рас дріжджів, які здатні забезпечити повноту виброджування за понижених температур бродіння, контроль за умовами бродіння й за контактом сусла та вино-матеріалів із киснем повітря на всьому техноло-гічному циклі [3, 108, 6, с. 1524 7, с. 298].

Висока харчова та біологічна цінність вино-градних вин добре відома [1, с. 228, 2, с. 18]. Споживання помірних кількостей вина уповільнює процеси старіння, кардіопротекторний, антикан-церогенний, протипухлинний та інші позитивні ефекти, що підтверджено численними дослі-дженнями, як «*in vitro*», так і «*in vivo*»

На думку ряду вчених, біологічна активність вина визначається присутністю в ньому окремих груп поліфенолів, таких як антоціанів, проціані-динів, оксикоричних та оксibenзойних кислот, ряду інших флавоноїдів (кверцетину, катехіну, епікатехіну, рутину), а також стильбеналів (транс-антиоксидантною активністю [1, с. 231, 4, с. 44].

Беручи участь у метаболічних процесах клі-тини організму, ці природні антиоксиданти при-гнічують процеси вільнорадикального окис-лення, запобігаючи їй руйнуванню.

Найчастіше в літературі наводяться відо-мості про корисні властивості червоних вин, засновані на значному вмісті в них фенольних сполук. Дослідження білих вин мають більш обмежений характер, хоча також відзначено їх позитивний вплив [5, с. 689, 8, с. 113, 9, с. 802]. У літературі досить широко представлені дані про якісний склад поліфенолів, рівень їх утримання у винах, що значною мірою визначається сортом винограду, агроєкологічними умовами його зрос-тання, а також технологіями приготування вин [3, с. 85, 10, с. 3164]. Проте вплив технологічних прийомів виробництва вино-матеріалів, особливо з білих сортів винограду, на антиоксидантну активність вина в даний час вивчено недостатньо.

Мета роботи. У зв'язку з цим метою наших досліджень стало вивчення впливу техно-логічних прийомів виноробства, спрямо-ваних на збагачення вино-матеріалів біоло-гічно активними фенольними сполуками, антиоксидантну активність білих і червоних вин.
Виклад основного матеріалу дослідження. Для вирішення поставленого завдання у сезони вино-робства в умовах мікровиноробства (Агрофірма у Чернівецькій області) готували білі та червоні столові вино-матеріали з винограду сортів Ркаци-телі та Каберне-Совіньйон згідно з правилами, прийнятими у виноробстві [14, 15].

Схемами переробки винограду передбачали зміну тривалості контакту сусла з твердими час-тинами ягоди; внесення в мезгу ферментованих гребенів; режиму сульфитації, а під час виробни-цтва червоних столових вино-матеріалів, крім того, температурним режимом обробки мезги (табл. 1).

Для забезпечення стабільності вино-матеріали обробляли за схемами, прийнятими у винороб-стві, дози обклеювальних матеріалів підбирали відповідно до показань танінового та експресного тестів, а також тесту на схильність вино-матері-алів до оборотних колоїдних помутнінь [2, с. 107].

У дослідних вино-матеріалах визначали фізико-хімічні показники згідно з загальноприй-нятими методами та антиоксидантну активність – хемілюмінісцентним методом [3, с. 210].

Аналіз основних показників (спирт, цукор, кислоти, що титруються) в дослідних вино-матеріалах показав їх відповідність нормативним вимогам. За дегустаційними показниками зразки характеризувалися гарним додаванням, тонким ароматом та гармонійним смаком. Найбільш високий бал серед відомих білих столових вино-матеріалів отримав зразок, приготовлений за схе-мою № 5, серед червоних столових вино-матері-алів – зразок № 7, відзначено також високу якість зразків № 8 та № 9.

Збільшення тривалості настоювання мезги при виробництві білих столових вино-матеріалів при-зводило, як правило, до збагачення вино-матеріалів фенольними речовинами, які надавали нетипову повноту і терпкість їх смаку, що знижувало дегус-таційну оцінку, проте зазначено їх позитивний вплив на якість вино-матеріалів, отриманих мезги разом із гребенями [8, с. 116]. Поряд із зростанням концентрації фенольних речовин за рахунок збіль-шення тривалості контакту сусла з мезгою (схеми 3, 4), а також внесення в мезгу гребенів (схема 5) зростала і антиоксидантна активність білих столо-вих вино-матеріалів. Максимальне значення цього показника ($1,58 \text{ г/дм}^3$) зазначено у вино-матеріалі, приготованому за кахетинською технологією із внесенням гребенів (схема 5).

У червоних вино-матеріалах найбільші зна-чення масової концентрації фенольних речовин встановлені у зразках, отриманих шляхом бро-діння мезги (схема 7), а також при термообробці (схема 9). Значення показника антиоксидант-ної активності червоних столових вино-матері-алів перевищили рівень білих вино-матеріалів у 5-7 разів і склали $8,1 \text{ г/дм}^3$ та $10,3 \text{ г/дм}^3$ відпо-відно, а зразки отримали найвищі дегустаційні оцінки.

Математична обробка даних виявила високе значення коефіцієнта кореляції (0,97) між масовою концентрацією фенольних речовин та антиоксидантною активністю, що свідчить про високий рівень взаємозв'язку даних показників.

Порівняльний аналіз даних щодо впливу режимів переробки винограду на антиоксидантну активність та фенольний склад показав, що збільшення тривалості настоювання мезги та її контактування з гребенями призводить до збільшення в білих столових виноматеріалах концентрації таких груп фенольних речовин, як: флаван-3-олів, флавонолів та оксибензойних кислот, зокрема галлової кислоти (табл. 1).

Високий вміст галлової кислоти відмічено і в червоному столовому виноматеріалі, приготованому з наполяганням та бродінням мезги (схема № 7). Максимальне накопичення у виноматеріалах флаван-3-олів, флавонолів та оксикоричних кислот згідно з даними табл. 2 забезпечує теплова обробка мезги (схема 9), нижчі значення (на 30%) – наполягання та бродіння мезги.

Вміст антоціанів у дослідних зразках червоних столових виноматеріалів варіює в межах 13,6 – 562,8 мг/дм³, найвищі значення встановлені також при тепловій обробці мезги. При цьому у всіх зразках червоних столових виноматеріалів зазначено переважання антоціану мальвідин-3-О-глікозиду, вміст якого у відсотковому відношенні до суми антоціанів становить 20,4-23,5%.

У варіанті, що не передбачає проведення сульфитації мезги (схема 10), відзначені нижчі значення вмісту антоціанів (на 42%) порівняно з тим варіантом, де проводилася ця операція (схема 7). У цьому показник антиоксидантної активності знизився на 62%.

Таким чином, встановлено, що технологічними прийомами, що забезпечують високу антиоксидантну активність не менше 1,5 г/дм³ для білих і 8-10 г/дм³ для червоних вин – є настоювання мезги з гребенями в білому столовому виноробстві, тепла обробка та бродіння мезги в червоному. Важливим елементом технології є дотримання режиму сульфитації. Вміст таких компонентів

Таблиця 1

Вплив технологічних режимів переробки винограду на фенольний склад дослідних білих столових сухих виноматеріалів

	Масова концентрація мономерних форм фенольних сполук, мг/дм ³	Технологічна схема				
		1	2	3	4	5
1	Галлова кислота	-	-	1,0	1,2	2,2
2	(+)-D-Катехин	46,9	73,2	62,6	62,3	95,6
3	(-)-Епікатехин	4,0	5,5	6,4	8,5	5,9
4	Бузкова кислота	2,7	2,7	2,8	3,3	3,9
5	Кафтарова кислота	53,8	67,6	49,8	50,8	62,3
6	Каутарова кислота	8,6	14,0	14,8	14,6	18,4
7	Кверцетин -3-0-глікозид	-	1,0	1,4	2,1	6,1
8	Кверцитин	-	1,7	3,6	4,9	5,7
Сума мономерних фенольних сполук		116	155,7	142,4	147,7	200,1

Таблиця 2

Вплив технологічних режимів переробки винограду на фенольний склад дослідних сухих червоних столових виноматеріалів

	Масова концентрація мономерних форм фенольних сполук, мг/дм ³	Технологічна схема				
		1	2	3	4	5
1	Галлова кислота	-	-	1,0	1,2	2,2
2	(+)-D-Катехин	46,9	73,2	62,6	62,3	95,6
3	(-)-Епікатехин	4,0	5,5	6,4	8,5	5,9
4	Бузкова кислота	2,7	2,7	2,8	3,3	3,9
5	Кафтарова кислота	53,8	67,6	49,8	50,8	62,3
6	Каутарова кислота	8,6	14,0	14,8	14,6	18,4
7	Кверцетин -3-0-глікозид	-	1,0	1,4	2,1	6,1
8	Кверцитин	-	1,7	3,6	4,9	5,7
Сума мономерних фенольних сполук		98,6	146,7	163,2	253,2	110,9
9	Мальвідин-3-0-(6'-п- кумароїл-глікозид)	0,8	16,8	19,3	37,8	9,7
Сума антоціанів		13,6	394,1	373,8	562,8	227,6

фенольного складу як D-катехін, (-)-епікатехін, флавонолигнани (кверцетин і кверцетин-3-O-глікозид), галова і каутарова кислоти, а також антоціани в червоних вино матеріалах роблять істотний внесок в антиоксидантну активність вин.

Оцінка схильності досліджуваних вино матеріалів до колоїдних помутнень показала, що технологічні прийоми, що сприяють збагаченню вино матеріалів фенольними сполуками, призводять також і до зростання в них колоїдної фракції, що згодом зумовлює їх дестабілізацію. Важливим завданням при стабілізації вино матеріалів стало максимальне збереження їхньої антиоксидантної активності при забезпеченні тривалої стабільності.

Аналіз оброблених вино матеріалів показав, що при технологічних обробках помірними дозами речовин, що обклеюють (желатин 10-30 мг/дм³ і бентоніт 1-1,5 г/дм³) фенольний склад і антиоксидантна активність вино матеріалів знижуються незначно. Так, зменшення масової концентрації фенольних речовин у білих вино матеріалах склало 8-9%, у червоних – 7-22%, при цьому показник антиоксидантної активності у білих вино матеріалах знизився на 8-9%, а у червоних – на 9-10%.

Висновки. Отримані дані дозволяють зробити висновок про те, що використання у виробництві столових вин технологій, спрямованих на збагачення фенольними сполуками, сприяє підвищенню їхньої антиоксидантної активності. Найбільш ефективними в технології білих столових вин є прийоми, характерні для виноробства спеціальних типів вин (наприклад, кахетинського) – настоювання та бродіння мезги разом з гребенями, а в технології червоних – нагрівання та бродіння мезги. Технологічна обробка вино матеріалів помірними дозами матеріалів, що обклеюють, при досягненні стабільності до колоїдних помутнень не викликає суттєвого зниження антиоксидантної активності.

Проведені дослідження відкривають перспективні напрями вдосконалення технології виноробства для столових вин з підвищеною біологічною активністю за допомогою спрямованого регулювання їх фенольного складу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Білко М.В. Способи підвищення та збереження біологічної цінності червоних столових вин. *Біоресурси та природокористування*. 2018. Том 10, №3-4. С. 228-234.
2. Яковенко Т., Білко М.В. Дослідження застосування танінів для захисту антоціанів червоних столових вин. *Наукові здобутки молоді—вирішення проблем харчування людства у XXI столітті: зб. матеріалів доп. учасн. Міжнар. наук. конф. Київ: НУХТ, 2018. С. 260.*
3. Валуїко Г.Г., Домарецький В.А., Загоруйко В.О. *Технологія вина*. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 604 с.

4. Луканін А.С. Сидр в Україні. *Виноробство і виноградарство*, 2005. № 6. С. 44-46.

5. Masguelier Y. Effets physiologiques du vin. Sa part dans l'alcoolisme. *Bull. O.I.V.* 1988. 61. P.554-578, 689- 690.

6. Renaud S. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*. 1992. № 339. P. 1523-1526.

7. Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *Journal of Gerontol.* 1956. 11, №3. P.298-300.

8. Fernandez-Pachon M. S., Villano D., Garcia-Parrilla M. C. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal. Biochem. Acta*. 2004. № 513. P. 113-118.

9. Lachman, J. Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. *Food Chem.* 2006. № 103. P. 802-807.

10. Fuhrman B., Volkova N., Suraski A. White wine with red wine-like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine. *Food Chem.* 2001. 49, №7. P. 3164-3168.

11. Лежерон І. *Натуральне вино*. Львів: Видавництво Старого Лева, 2019. 223 с.

REFERENCES:

1. Bilko M.V. (2018). Sposoby pidvyshchennia ta zberezhenia biolohichnoi tsinnosti chervonykh stolovykh vyn. *Bioresursy ta pryrodokorystuvannia*. Tom 10. №3-4. S. 228-234.
2. Yakovenko T., Bilko M.V. (2018). Doslidzhennia zastosuvannia taniniv dlia zakhystu antotsianiv chervonykh stolovykh vyn. *Naukovi zdobutky molodi—vyrishenniu problem kharchuvannia ludstva u KhKhI stolitti: zb. materialiv dop. uchasn. Mizhnar. nauk. konf. Kyiv: NUKhT, S. 260.*
3. Valuiko H.H., Domaretskyi V.A., Zahoruiko V.O. (2003). *Tekhnolohiia vyna*. Kyiv: Tsentri navchalnoi literatury, 604 s.
4. Lukanin, A.S. (2005). *Sidr v Ukraini. Vynorobstvo i vynohradarstvo*. № 6. S. 44-46.
5. Masguelier Y. (1988). Effets physiologiques du vin. Sa part dans l'alcoolisme. *Bull. O.I.V* 61. P.554-578, 689- 690.
6. Renaud S. (1992). Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*. № 339. P. 1523-1526.
7. Harman D. (1956). Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *Journal of Gerontol.* 11, №3. P.298-300.
8. Fernandez-Pachon M. S., Villano D., Garcia-Parrilla M. C. (2004). Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal. Biochem. Acta*. № 513. P. 113-118.
9. Lachman, J. (2006). Comparison of the total antioxidant status of Bohemian wines during the wine-making process. *Food Chem.* № 103. P. 802-807.
10. Fuhrman B., Volkova N., Suraski A. (2001). White wine with red wine-like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine. *Food Chem.* № 49, №7. P. 3164-3168.
11. Lezheron I. *Naturalne vyno*. (2019). Lviv: Vydavnytstvo Staroho Leva, 223 s.

*Стаття надійшла до редакції
17 червня 2024 року*

УДК 637.5.03

Холод А. М.,
holodartem963@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-6106-0493,
Researcher ID: JEZ-3289-2023,
аспірант,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Пасічний В. М.,
pasww1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0138-5590, ResearcherID: N-6100-2018,
д.т.н., професор кафедри м'яса та м'ясних продуктів,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Маринін А. І.,
andrii_marynin@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6692-7472, Researcher ID: M-5292-2018,
к.т.н., старший науковий співробітник
Національний університет харчових технологій, м. Київ

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ М'ЯСНИХ ХЛІБІВ З ДОДАВАННЯ СИЧУЖНОГО СИРУ ТА ОЛЕОРЕЗИНІВ МУСКАТНОГО ГОРІХУ ТА ЧОРНОГО ПЕРЦЮ

Анотація. Концепція оптимального харчування передбачає як одну з найважливіших умов збереження здоров'я людини адекватну забезпеченість його організму як мікро-, так і макронутрієнтами. Підприємства м'ясної промисловості випускають мізерний асортимент продукції, тому розширення лінійки виробництва м'ясних хлібів має актуальний характер. Нами були вироблені м'ясні хліби з м'яса птиці із внесенням до рецептури твердих сичужних сирів та олеорезинів мускатного горіху та чорного перцю.

Дана стаття показує нам результати дослідження показників якості м'ясних хлібів, виготовлених з використанням м'яса птиці та додаванням смако-ароматичних наповнювачів у вигляді сичужного сиру та олеорезинів чорного перцю та мускатного горіху. Оцінено споживчий і технологічний ефект комбінування м'яса птиці як замітника свинини, сичужного сиру як джерела білка на харчову цінність, функціонально-технологічні показники та сенсорну сприйнятливості м'ясних хлібів. Розроблені рецептурні композиції мають в своєму складі: свинину напівжирну – 50%, філе курки – 50%, свинину напівжирну – 20%, сало хребтове – 10%, сир сичужний твердий – 10%, олеорезин мускатного горіху – 0,2%, олеорезин чорного перцю – 0,15. Аналогом для порівняння було взято м'ясні хліба, виготовлені за стандартною рецептурою. Досліджено харчову цінність, фізико-хімічні показники і проведено сенсорну оцінку розроблених хлібів. Встановлено, що заміна свинини напівжирної на м'ясо птиці не впливає на функціонально-технологічні показники дослідницьких зразків. Вміст білків збільшився 8,87%, при цьому зменшує масову частку жиру у м'ясних хлібів на 16,52%. Включення в рецептуру м'ясних хлібів сичужного сиру дає змогу підвищити харчову цінність готового продукту. Внаслідок зміни харчової цінності енергетична цінність продукту практично не змінюється і коливається на рівні 287–305 ккал/100 г. Показано, що використання олеорезинів мускатного горіху та чорного перцю у вказаних пропорціях не погіршує сенсорні характеристики розроблених напівкопчених ковбас, а, навпаки, покращує їхні органолептичні показники.

Ключові слова: олеорезини, тверді сири, м'ясний хліб, наповнювачі, функціонально-технічні показники.

Kholod A. M.,

holodartem963@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-6106-0493,

Researcher ID: JEZ-3289-2023,

D. student,

National University of Food Technologies, Kyiv

Pasichnyi B. M.,

pasww1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0138-5590,

ResearcherID: N-6100-2018

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Meat and Meat Products,

National University of Food Technologies, Kyiv

Marinin A. I.,

andrii_marynin@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6692-7472, Researcher ID: M-5292-2018

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

National University of Food Technologies, Kyiv

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR MEAT BREADS WITH THE ADDITION OF RENNET CHEESE AND OLEORESINS OF NUTMEG AND BLACK PEPPER

Abstract. *The concept of optimal nutrition implies that one of the most important conditions for maintaining human health is an adequate supply of both micro and macronutrients. The meat industry produces a small range of products, so expanding the range of meat breads is a topical issue. We have produced meat breads from poultry meat with the addition of hard rennet cheeses and oleoresins of nutmeg and black pepper to the recipe. This article shows the results of a study of the quality indicators of meat breads made with cured poultry meat and the addition of flavouring fillers in the form of rennet cheese and oleoresins of black pepper and nutmeg. The consumer and technological effect of combining poultry meat as a pork substitute and rennet as a protein source on the nutritional value, functional and technological characteristics, and sensory perception of meat breads was evaluated. The developed recipe compositions are: semi-fat pork – 50%, chicken fillet – 50%, semi-fat pork – 20%, back fat – 10%, rennet cheese – 10%, nutmeg oleoresin – 0.2%, black pepper oleoresin – 0.15. The analogue for comparison was meat breads made according to a standard recipe. The nutritional value, physicochemical parameters, and sensory evaluation of the developed breads were studied. It was found that the substitution of semi-fat pork for poultry meat does not affect the functional and technological characteristics of the experimental samples. The protein content increased by 8.87%, while reducing the mass fraction of fat in meat breads by 16.52%. The inclusion of rennet cheese in the recipe of meat breads makes it possible to increase the nutritional value of the finished product. As a result of the change in nutritional value, the energy value of the product remains practically unchanged and ranges from 287 to 305 kcal/100 g. It has been shown that the use of nutmeg and black pepper oleoresins in the specified proportions does not worsen the sensory characteristics of the developed semi-smoked sausages, but, on the contrary, improves their organoleptic characteristics.*

Key words: oleoresins, hard cheeses, meat bread, fillers, functional and technical characteristics.

JEL Classification: O31, Q16

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-05

Постановка проблеми. В наш час однією з найважливіших проблем для населення є здорова та якісна їжа без вмісту ГМО. На сьогоднішній день у ряді регіонів України спостерігається нестача продуктів харчування, що містять білкові елементи. Важливим продуктом харчування, що містить білкові елементи, є м'ясо та вироби із нього. М'ясо та м'ясні вироби містять майже всі необхідні для організму людини живильні речо-

вини. Висока харчова цінність цих продуктів зумовлена вмістом у них значної кількості білків тваринного походження.

М'ясна промисловість є однією з найбільших галузей харчової промисловості, вона покликана забезпечувати населення країни харчовими продуктами, що є основним джерелом білків.

М'ясо та м'ясні продукти чутливі до окиснення ліпідів, що може спричинити погіршення

їхніх сенсорних властивостей [1, с. 264]. Для підвищення ефективності виробництва ковбасних виробів необхідно розробляти нові рецептури, що забезпечують використання сировини відповідної харчової цінності. Використання композицій визначається не тільки можливістю зниження собівартості, розширенням асортименту, покращенням якості готових продуктів, а й їх корисністю з погляду фізіології та гігієни харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом у зв'язку зі здешевленням виробництва зростає частка використання у рецептурах м'яса птиці замість сировини, отриманої від забою сільськогосподарських тварин, а також різноманітних наповнювачів рослинного й тваринного походження, що відповідним чином впливає на смакові якості готового продукту [2, с. 82].

Одним із напрямків покращення органолептичних показників, а саме: смаку й аромату м'ясних хлібів, виготовлених з використанням м'яса птиці та смако-ароматичних наповнювачів, є застосування олеорезинів та екстрактів спецій як альтернативних аналогів натуральних спецій і прянощів [6, с. 397].

Більшість натуральних мелених спецій і прянощів, отриманих з сировини різного кліматичного походження, хоча й мають антиокислювальні властивості, проте самі є джерелом мікробіологічного забруднення внаслідок ураження грибком, пліснявою, пошкодження гризунами, комахами. Для досягнення стерильності необхідно проводити попереднє теплове оброблення, що призводить до суттєвих втрат ароматичних речовин, що, у свою чергу, призводить до зростання виробничих витрат на підготовку спецій і прянощів, тому останнім часом виробники надають перевагу екстрактам спецій.

В даному дослідженні як смакові інгредієнти використовували натуральні спеції й прянощі та олеорезини мускатного горіху та чорного перцю, нанесені на обрану суміш носіїв з додаванням сичужного твердого сиру.

Якість чорного перцю залежить від вмісту піперину й ефірних олій. Перець демонструє антиоксидантні властивості, які можна пояснити вмістом токоферолів і поліфенолів. Додавання перцю до харчових продуктів збільшує їхню здатність до зберігання та запобігає псуванню завдяки антимікробним властивостям перцю.

Мускатний горіх має антиоксидантні властивості. Checker et al. визначили, що лінгани, наявні у водному екстракті свіжого мускатного

цвіту, також демонструють антиоксидантні властивості.

Таким чином, олеорезини можна розглядати як натуральний консервант для м'яса та м'ясних продуктів.

Однією з основних смако-ароматичних наповнювачів є натуральний твердий сир – це харчовий продукт, який одержують шляхом концентрації та біотрансформації основних компонентів молока під дією молокозсідальних ензимів, мікроорганізмів і фізико-хімічних факторів [3, с. 25].

Зниження собівартості товару відбувається за рахунок заміни у складі рецептури м'ясного хлібу м'яса свинини нежирної на м'ясо птиці [4, с. 224].

М'ясний хліб, іноді ковбасний хліб – вид ковбасних виробів, запечених без оболонки у формі чотиригранних батонів масою 0,5–2,5 кг [6, с. 227]. М'ясний хліб має смак варених ковбас, але відрізняється особливим присмаком, що виникає внаслідок впливу високої температури при запіканні. На відміну від ковбас він має меншу вологість, і темніший колір на поверхні. Все частіше виробники звертають увагу та підвищують вимоги до якості рецептурних компонентів, що надають продуктам традиційний смак та аромат [5, с. 87]. Нами були вироблені м'ясні хліби з м'яса птиці із внесенням до рецептури твердих сичужних сирів та олеорезинів мускатного горіху та чорного перцю.

Постановка завдання. Отримати м'ясний хліб з покращеними органолептичними властивостями, що відповідає вимогам збалансованості продукту за співвідношенням білків та жирів тваринного походження.

З метою підвищення харчової цінності і споживчих якостей було розроблено рецептури м'ясних хлібів полікомпонентного складу. Контролем слугувала рецептура м'ясних хлібів, що виготовляється відповідно до вимог ДСТУ 4436:2005. Дослідні зразки також мали у своєму складі сичужні тверді сири та олеорезини чорного перцю та мускатного горіху. Композиційний склад рецептури контролю та дослідних м'ясних хлібів представлений у табл. 1.

Визначення харчової цінності проводили за загальноприйнятими методиками: вміст вологи – методом висушування, вміст загального білка – методом К'ельдаля, вміст жиру – методом Сокслета, вміст вуглеводів і харчових волокон – розрахунковим методом, енергетичну цінність – розрахунковим методом [7, с. 235].

Після приготування фаршу проводили дослідження функціонально-технологічних власти-

Таблиця 1

Рецептурний склад модельних фаршів м'ясних хлібів

Інгредієнти	Контроль	Зразок № 1 (ЗвениГора)	Зразок № 2 (КОМО)	Зразок № 3 (Ферма)	Зразок № 4 (Пирятин)
Свинина нежирна	50	-	-	-	-
Філе курки	-	50	50	50	50
Свинина напівжирна	30	20	20	20	20
Сало хребтове	10	10	10	10	10
Сир сичужний твердий	-	10	10	10	10
Вода	10	10	10	10	10
Сіль кухонна	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Нітрит натрію	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075
Чорний перець	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Тмин	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Олеорезин чорного перцю	-	0,15	0,15	0,15	0,15
Олеорезин мускатного горіху	-	0,2	0,2	0,2	0,2
Ферментований рис	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

востей модельних фаршів за такими показниками: вологозв'язувальна здатність (ВЗЗ), вологоутримувальна здатність (ВУЗ), рН, емульгуючі властивості – емульгуюча здатність (ЕЗ), стабільність емульсії (СЕ) [8, с. 6].

Органолептичну оцінку зразків ковбасних виробів проводили за п'ятибальною шкалою, з визначенням зовнішнього вигляду, кольору і вигляду на розрізі, аромату, смаку, консистенції, соковитості [9, с. 33].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Рецептурний склад модельних фаршів хлібів представлений нам п'ятьма зразками, один з яких виготовлено за стандартною рецептурою та чотирьох дослідних зразків з використанням м'яса птиці, додаванням олеорезинів і сичужних твердих сирів різних виробників.

Мною у лабораторії була розроблена рецептура м'ясного хлібу, яка включала інгредієнти в такому співвідношенні: філе курки – 50%, свинина напівжирна – 30% (за відсутності сиру до контролю вносимо 30%), сало хребтове – 10%, вода – 10% від загальної маси сировини.

По дослідним зразкам було проведено дослідження якісних характеристик основної сировини, які представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Показники якості основної сировини

Показники	рН	Вміст вологи, %	ВЗЗ
Куряче філе	6,3	71,2	69,5
Свинина напівжирна	6,5	65,6	92,5

Визначені показники основної сировини за значенням рН, вмістом вологи, вологозв'язуючою

здатністю засвідчують їх відповідність середнім значенням для даних видів м'яса.

Для оцінки якості смакової композиції нами були відібрані проби твердого сиру «Голандський» від чотирьох вітчизняних виробників, які за нашим споживчим моніторингом більш широко представлені в мережі роздрібною торгівлі м. Біла Церква. Результати аналізування фізико-хімічних показників твердого сиру від різних виробників наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники досліджуваних сичужових сирів

Показник	Торгова марка:			
	ЗвениГора	КОМО	Ферма	Пирятин
Масова частка води, %	28,5	28,5	60	50
Масова частка жиру в сухій речовині, %	54,61	63,07	37,95	77
Кислотність, °Т	135	185	155	140
Активна кислотність, рН	5,1	5,5	5,6	5,3
Показник твердості, %	51	53	55	57
Масова частка кухонної солі, %, не більше ніж	1,5	1,5	1,6	1,5

За фізико-хімічною оцінкою можна дійти висновку, що показники усіх зразків знаходяться у межах допустимих норм діючого ДСТУ

Згідно ДСТУ 6003:2008 масова частка води в твердому сирі має становити не більше 47%. Як видно з одержаних нами даних, сири торговель-

них марок «ЗвениГора» та «КОМО» відповідали встановленому стандарту показнику. Ці ж сири мали вищий показник вмісту жиру в сухій речовині. Проби сирів «Ферма» та «Пирятин» мали підвищений вміст води порівняно з вимогами стандарту, що може бути наслідком порушення технологічного процесу виробництва твердого сичугового сиру, недотримання технології його дозрівання. Масова частка жиру у пробі сиру виробництва ТМ «Пирятин» значно перевищувала зазначений на упаковці та у ДСТУ показник.

Титрована кислотність сичугових сирів згідно з вимогами повинна становити 130–180°Т. Результати наших досліджень свідчать, що проби сиру трьох виробників відповідали нормативному показнику. Сир ТМ «КОМО» мав підвищену кислотність, що, на нашу думку, може бути причиною недотримання температурного режиму під час дозрівання чи зберігання сиру, і як наслідок – призвести до поступового псування продукту.

Отже, результати наших досліджень свідчать про те, що жоден з представлених зразків сиру за фізико-хімічними критеріями в повній мірі не відповідав вимогам національного стандарту, що є, перш за все, причиною недотримання виробниками технології виробництва продукту. Кожен із зразків певною мірою впливатиме на функціонально – технологічні показники м'ясного хлібу.

Технологічна схема виготовлення хлібу включає себе наступні стадії: прийом м'ясної сировини, куттерування, фаршування, формування, одноступінчасте запікання при 130°С до досягнення температури в центрі ковбасного хліба 71-72°С, остигання при 12°С до температури в центрі батона 18-20°С, звільнення від форм, охолодження при 0-4°С до 0-15°С в товщі продукту контроль якості, зберігання.

Мною були проведені дослідження впливу частки внесених композицій у рецептурі на харчову цінність, результати дослідження наведені в таблиці 4.

Провівши аналіз отриманих результатів, можна помітити, що співвідношення білок-жир в дослідних зразках є близьким до одиниці. Таке співвідношення є оптимальним для максимального забезпечення як структурних, так і енергетичних потреб дорослої людини з помірно активним способом життя.[10, с. 335]

У таблиці 4 наведено результати дослідження функціонально-технологічних показників модельних фаршів. Із наведених даних можна зробити висновок, що внесення до рецептури смако - ароматичних композицій дослідних зразків несе позитивний вплив .

Співвідношення вода-білок в усіх зразках було високим 3,93–4,22 порівняно з оптимальним для даного виду продукту, яке перебуває в межах від 3,0 до 3,5. Проте таке співвідношення не слід розглядати як критичне на цій стадії технологічного процесу. Частина вологи буде випаровуватись під час теплової обробки, а саме протягом 150 хв при температурі 130– 150°С.

При оцінці смакових якостей визначали типовість смаку для даного продукту, встановлювали наявність специфічних нехарактерних смакових властивостей та інших сторонніх присмаків.

Якісне визначення смаку проводили не лише за основними смаковими відчуттями (солоного, кислого, гіркого), але і їх гармонійним поєднанням з гостротою смаку, пекучістю, обумовленими додаванням до рецептур олеорезинів чи натуральних спецій.

Насамкінець порівнювали зовнішній вигляд, смак, запах, вигляд на розрізі, консистенцію і колір зразків хлібів. Оцінювання проводили за 5-бальною шкалою.

Результати сенсорної оцінки розроблених м'ясомістких хлібів наведено на рис. 1

Введення до складу рецептури твердих сирів у кількості 10% від маси фаршу позитивно вплинуло на функціонально-технологічні властивості

Таблиця 4

Функціонально-технологічні властивості модельних фаршів

Показники	Контроль	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4
VЗЗ _м , % до маси фаршу	71±0,08	78,5±0,03	80±0,11	79,1±0,12	81,2±0,09
VЗЗ _в , % до загальної вологи	92,2±0,05	97,7±0,08	97,6±0,12	96,5±0,14	96,3±0,32
VУЗ, %	52,1±4,12	64,1±3,75	63,2±3,98	57,3±4,14	59,2±3,85
pH	5,9±0,01	6,3±0,31	6,5±0,08	6,3±0,32	6,4±0,12
Емульгуюча здатність, %	86,3±0,09	97±1,12	96,3±0,07	93±0,15	94,3±1,71
Стабільність емульсії, %	57,1±1,02	63,1±1,12	63,2±0,92	61,3±1,78	62,3±1,16

Таблиця 5

Показники харчової цінності дослідницьких зразків

Показники	Контроль	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4
Масова частка вологи,%	68,35±1,62	75±1,64	73,52±1,73	71,3±1,55	70,5±1,61
Масова частка білку,%	16,33±0,93	17,94±0,91	17,42±0,85	17,73±0,92	17,92±0,95
Масова частка жиру,%	25,52±0,90	23,3±0,80	22,96±0,82	22,47±0,83	21,9±0,92
Масова частка вуглеводів,%	0,97±0,71	1,05±0,83	1,06±0,72	1,09±0,75	1,06±0,77
Пластичність,	11,74±0,32	18,46±0,22	16,16±0,25	17,32±0,29	17,58±0,30
Співвідношення вода:білок	4,18	4,18	4,22	4,02	3,93
Співвідношення білок:жир	0,64	0,77	0,76	0,79	0,82
Енергетична цінність, ккал	305,6	292,36	290,25	289,33	287,98

фаршу і готових виробів, що дає можливість зменшити втрати під час теплової обробки та покращує органолептичні показники.

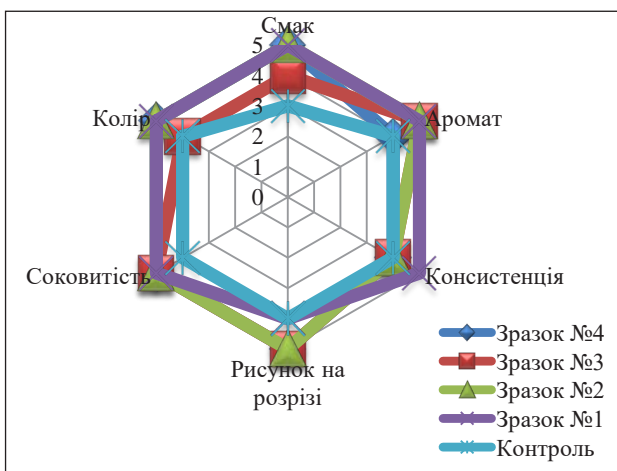


Рис. 1. Органолептична оцінка м'ясних хлібів

М'ясний хліб виготовлений за рецептурою в зразку № 1 та 2 мав найвищі бали практично за всіма показниками. Середня бальна оцінка зразка № 1 складала 4,83 бали, що на 19,4% вище контрольного зразка та на 10,6% зразка № 3 та 4, виготовленого за подібною рецептурою, але з різним відсотковим співвідношення інгредієнтів. Специфічність додаткової сировини та заміною олеорезинами звичайних спецій у рецептурі м'ясних хлібів не викликає ризик мікробіологічного псування, тому було проведено дослідження мікробіологічної безпечності готових виробів. Мікробіологічні показники відповідали вимогам технічного регламенту 021/2011 та вимогам ДСТУ 4432-2005. В усіх зразках бактерій групи кишкової палички в 1 г та патогенних мікроорганізмів, в тому числі Salmonella, в 25 г не виявлено, кількість МАФАМ в середньому складала $1,9 \times 10^2$ КУО/1 г, що не перевищує встановлених норм.

Отримані результати (рис. 1) підтверджують ефективність отриманих смакових показників

м'ясних хлібів при внесенні сичужного сиру та використанні олеорезинів спецій, інкапсульованих на запропонованій модельній суміші носіїв, в кількості від 0,15 до 0,25% до маси.

Рис. 2 нам показує зміну температури всередині продукту при температурній обробці, які свідчать про відсутність суттєвого впливу

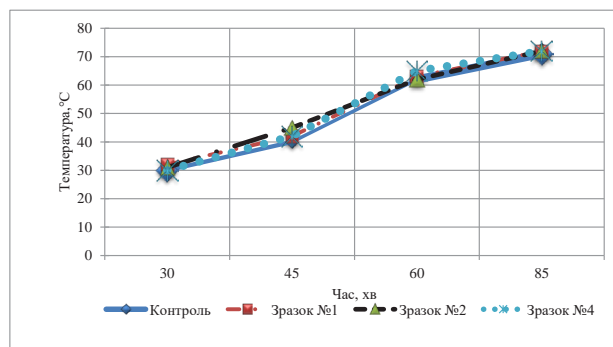


Рис. 2. Значення температури в певний проміжок часу

Термічна обробка досліджуваної сировини є важливим аспектом на шляху створення специфічних мікробіологічних, органолептичних та реологічних властивостей готового продукту, що в свою чергу формує споживацький та додатковий наковий інтерес.

Проведення експериментальних досліджень показало, що додавання солодкої гірчиці покращуватиме смакові властивості сосисок.

Вихід готових виробів до початкової маси сировини в значній мірі залежить від функціонально-технологічних властивостей білків фаршевої системи, природи білків та технологічних прийомів обробки. Збільшення масової частки вологи у дослідних зразках в середньому на 4,08% (1,55–6,65%) та вищий показник ВУЗ стали причиною більш високого виходу готових виробів після запікання, що відображено на рисунку 3.

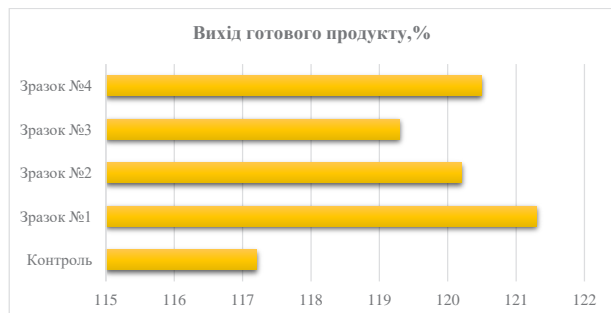


Рис. 3. Вихід готових м'ясних хлібів після запікання

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Комбінування м'яса птиці з свининою та смакових композицій представлених твердими сирами різних виробників та екстрактів чорного перцю та мускатного горіху в наведених співвідношеннях у складі фаршевих систем м'ясних хлібів дозволяє поліпшити харчову цінність продукту та його якісні показники.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Пасічний, В.М. Перспектива натуральних антиоксидантів для використання в м'ясопереробній галузі / В.М. Пасічний, Ю.В. Желуденко // Збірник наукових праць ХДУХТ. Харків : ХДУХТ, 2014. С. 264–276.
2. Пасічний, В. М. Розроблення технології м'ясних хлібів з використанням олеорезинів спецій / В. М. Пасічний, Ю. О. Хоменко // Харчова промисловість. Київ : НУХТ, 2017. № 21. С. 82–88.
3. Технологія сиру: Навчальний посібник / Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. – К.:НУХТ, 2009. С. 25.
4. Українець, А. І., Пасічний, В. М., Желуденко, Ю. В., & Задкова, С. П. Обґрунтування термінів зберігання варених ковбасних виробів з м'ясом курчат бройлерів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2016. Т. 22, № 5. С. 222–229. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28093>
5. Холод, А., & Пасічний, В. Розроблення рецептур м'ясних хлібів з використанням смако-ароматичних наповнювачів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2022, (2 (12)), 86-92. DOI: 10.20998/2413-4295.2022.02.13
6. Карпенко О.В., Данилів І.О. Формування якості при виробництві м'ясних хлібів в умовах приватних підприємств півдня України. Таврійський науковий вісник. 2023. 133. С. 226 – 231 DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.30
7. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич. Львів: СПОЛОМ. 2012. 764 с.
8. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Marynin, A., Polumbryk, M. (2017). Analysis of the influence of rosemary and grape seed extracts on oxidation the lipids of peking duck meat. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (88)), 4–9. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.108851

9. Борисюк, В. Б. Виробництво і якість сирокочених ковбас на ПП «ВКіК» з власної м'ясної сировини / Дипломні роботи (проекти) // Вінницький національний аграрний університет. 2016.

10. Valdivielso, I., Bustamante, M. A., Buccioni, A., Franci, O., de Gordo, J. C. R., de Renobales, M., & Barron, L. J. R. Commercial sheep flocks—fatty acid and fat-soluble antioxidant composition of milk and cheese related to changes in feeding management throughout lactation. *Journal of Dairy Research*, 82(3), 334-343.2016. DOI: 10.1017/S0022029915000369.

REFERENCES:

1. Pasichnyi, V.M. Perspektyva naturalnykh antyoksydantiv dlia vykorystannia v miasopererobnii haluzi / V.M. Pasichnyi, Yu.V. Zheludenko // Zbirnyk naukovykh prats KhDUKht. Kharkiv : KhDUKht, 2014. S. 264–276.
2. Pasichnyi, V. M. Rozroblennia tekhnolohii miasnykh khlibiv z vykorystanniam oleorezyniv spetsii / V. M. Pasichnyi, Yu. O. Khomenko // Kharchova promyslovist. Kyiv : NUKht, 2017. № 21. S. 82–88.
3. Tekhnolohiia syru: Navchalnyi posibnyk / Polishchuk H.Ie., Bovkun A.O., Kolesnykova S.S. – K.:NUKht, 2009. S. 25.
4. Ukrainets, A. I., Pasichnyi, V. M., Zheludenko, Yu. V., & Zadkova, S. P. Obruntuvannia terminiv zberihannia varenykh kovbasnykh vyrobiv z miasom kurchat broileriv. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii. 2016. T. 22, № 5. S. 222–229. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/28093>
5. Kholod, A., & Pasichnyi, V. Rozroblennia retseptur miasnykh khlibiv z vykorystanniam smako-aromatychnykh napovniuvachiv. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Novi rishennia u suchasnykh tekhnolohiiakh, 2022, (2 (12)), 86-92. DOI: 10.20998/2413-4295.2022.02.13
6. Karpenko O.V., Danyliv I.O. Formuvannia yakosti pry vyrobnytstvi miasnykh khlibiv v umovakh pryvatnykh pidpriemstv pivdnia ukrainy. Tavriiskyi naukovyi visnyk. 2023. 133. S. 226 – 231 DOI: 10.32782/2226-0099.2023.133.30
7. Laboratorni metody doslidzhen u biolohii, tvarynnytstvi ta veterynarii medytsyni: dovidnyk / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratych. Lviv: SPOLOM. 2012. 764 s.
8. Bozhko, N., Tischenko, V., Pasichnyi, V., Marynin, A., Polumbryk, M. (2017). Analysis of the influence of rosemary and grape seed extracts on oxidation of the lipids of peking duck meat. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (88)), 4-9. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.108851
9. Borysiuk, V. B. Vyrobnytstvo i yakist syrokopchennykh kovbas na PP «VKiK» z vlasnoi miasnoi syrovyny / Dyploinni roboty (proekty) // Vinnytskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. 2016.
10. Valdivielso, I., Bustamante, M. A., Buccioni, A., Franci, O., de Gordo, J. C. R., de Renobales, M., & Barron, L. J. R. Commercial sheep flocks—fatty acid and fat-soluble antioxidant composition of milk and cheese related to changes in feeding management throughout lactation. *Journal of Dairy Research*, 82(3), 334-343.2016. DOI: 10.1017/S0022029915000369.

Стаття надійшла до редакції
20 травня 2024 року

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 613.5/8:614.3+159.91

Решетило Л. І.,

*lidare@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1229-634X, Researcher ID: G-9509-2020,
к.т.н., доц., професор кафедри товарознавства, митної справи та управління якістю,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

Сибірна Р. І.,

*roma.sybirna@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5704-2004,
Researcher ID: ACA-5252-2022,
д.б.н., проф., професор кафедри теоретичної психології,
Львівський державний університет внутрішніх справ; професор кафедри кримінального права
і процесу, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Сибірний А. В.,

*sybandrij@dr.com, ORCID ID: 0000-0001-9751-7556,
Researcher ID: G-3029-2019,
к.б.н., доц., завідувач кафедри загальної гігієни з екологією,
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів*

ГІГІЄНА ТА САНІТАРІЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАЛЕЖНОГО РІВНЯ ФІЗИЧНОГО ТА МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Анотація. Відомо, що між станом здоров'я та хворобою існує перехідний стан із гамою проміжних, які додатково поділяють на передхворобу та недемонстративні патологічні процеси. Сьогодні у таких станах знаходиться більше 50% усього населення планети. Зокрема, це всі, хто має шкідливі звички, страждає на авітаміноз, метеочутливість, початкові форми ожиріння, гіпотонію. У статті розкрито причини значного погіршення стану доквілля, пов'язані як із порушенням різного роду санітарних норм у виробничих процесах, так і з повномасштабним веденням бойових дій на території України, що в цілому несе суспільну небезпеку та відображається на стані фізичного та ментального здоров'я населення. Вказано на велике значення у формуванні фізичного та ментального здоров'я людини гігієни та санітарії житла, робочих, громадських та інших місць її перебування. Обґрунтовано важливу роль нормального харчування для забезпечення належного рівня здоров'я особистості. Показано необхідність проведення ряду профілактичних заходів первинного, вторинного, третинного та індивідуального характеру серед населення з метою підтримання на належному рівні його фізичного та психічного здоров'я. Сформульовано базові принципи профілактичної роботи. Показано роль систематичного використання фізичних вправ та загартовування організму для збереження фізіологічних резервів, належного рівня здоров'я та працездатності. Хоча резерви організму є показником індивідуальним, систематичні фізичні вправи здатні їх значно збільшити у кожної людини. Значення фізичних вправ слід розцінювати як неспецифічне попередження, профілактику та припинення розвитку функціональних відхилень, насамперед із боку нервової та серцево-судинної системи, що безпосередньо пов'язано і з рівнем фізичного та ментального здоров'я людини. Зроблено висновок, що у сучасних реаліях існує гостра потреба подальшого активного вивчення різного плану питань у галузі гігієни та санітарії, які безпосередньо пов'язані з покращенням стану як фізичного, так і психічного здоров'я населення.

Ключові слова: гігієна, санітарія, доквілля, харчування, профілактика, фізичне здоров'я, ментальне здоров'я.

Reshetylo L. I.,

*lidare@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1229-634X, Researcher ID: G-9509-2020,
Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Studies,
Customs Affairs and Quality Management,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

Sybirna R. I.,

*roma.sybirna@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5704-2004,
Researcher ID: ACA-5252-2022,
Doctor of Biological Sciences, Prof., Professor of the Department of Theoretical Psychology, Lviv State
University of Internal Affairs; Professor of the Department of Criminal Law and Procedure,
Lviv Polytechnic National University, Lviv*

Sybirny A. V.,

*sybandrij@dr.com, ORCID ID: 0000-0001-9751-7556,
Researcher ID: G-3029-2019,
Ph.D., Associate Professor, Head of the Department of General Hygiene with Ecology,
Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv*

HYGIENE AND SANITATION IN ENSURING AN ADEQUATE LEVEL OF HUMAN PHYSICAL AND MENTAL HEALTH

Abstract. *It is known that between the state of health and the disease there is a transitional state with a range of intermediates, which are further divided into pre-disease and non-demonstrative pathological processes. Currently more than 50% of the entire population of the planet is in such states. In particular, this is everyone who has bad habits, suffers from vitamin deficiency, weather sensitivity, initial forms of obesity, hypotonia. The article reveals the reasons for the significant deterioration of the environment, related both to the violation of various sanitary norms in production processes, and to the full-scale conduct of hostilities on the territory of Ukraine, which, in general, carries a social danger and affects the state of physical and mental health population. It is pointed out that the hygiene and sanitation of housing, work, public and other places of stay are of great importance in shaping a person's physical and mental health. The important role of normal nutrition in ensuring the proper level of personal health is substantiated. The necessity of carrying out a number of primary, secondary, tertiary and individual preventive measures among the population in order to maintain their physical and mental health at an appropriate level is shown. The basic principles of preventive work are formulated. The role of the systematic use of physical exercises and hardening of the body to preserve physiological reserves, the proper level of health and work capacity is shown. Although the body's reserves are an individual indicator, systematic physical exercises can significantly increase them in each person. The value of physical exercises should be considered as a non-specific warning, prevention and cessation of the development of functional abnormalities, primarily from the nervous and cardiovascular system, which is directly related to the level of physical and mental health of a person. It was concluded that in current realities there is an urgent need for further active study of various issues in the field of hygiene and sanitation, which are directly related to improving the state of both physical and mental health of the population.*

Key words: hygiene, sanitation, environment, nutrition, prevention, physical health, mental health.

JEL Classification: I12, I18, I38

DOI: 10.32782/2522-1221-2024-38-06

Постановка проблеми. Як відомо, не існує абсолютного здоров'я і абсолютної патології, оскільки між ними є безліч зв'язків та переходів. О.О. Богомолець сформулював поняття про єдність норми і патології, згідно з якою, чим більше здоров'я, тим менше можливості для хвороби і навпаки. Відповідно, між станом здоров'я та хворобою існує перехідний стан із гамою про-

міжних, які додатково поділяють на передхворобу та недемонстративні патологічні процеси. Сьогодні у таких станах знаходиться більше 50% усього населення планети. Зокрема, це всі, хто має шкідливі звички, страждає на авітаміноз, метеочутливість, початкові форми ожиріння, гіпотонію. Ці стани можуть бути обумовлені і різними факторами, пов'язаними переважно із

сучасним ритмом життя, тривалим впливом гіподинамії, психоемоційних навантажень, поганих виробничих, екологічних, соціально-побутових умов, неправильного харчування та ін., яким притаманні підвищені вимоги до організму, та які виснажують його адаптаційні можливості, знижуючи працездатність.

У зв'язку з цим вимагають ретельного вивчення питання щодо значення гігієни та санітарії у забезпеченні належного рівня здоров'я населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, вивченню гігієни та санітарії у їх різноманітних аспектах присвячено ряд наукових досліджень. Зокрема, з огляду на питання щодо стану забруднення довкілля в Україні, у тому числі різного роду відходами, проводять роботи Пономаренко Н.П., Коршун М.М. та ін. Тарасюк О.О., Тетеньова І.О., Савіна Р.В. та ін. вивчають особливості та небезпеку для здоров'я людини забруднень хімічного, біологічного та фізичного походження. У плані вивчення гігієни та якості повітря відомі дослідження Турос О.І., Петросян А.А. Оскільки велике значення у житті людини відіграє якість води, ряд науковців виконують роботи, пов'язані з вивченням проблем забруднення питної води, у т.ч. в умовах надзвичайних ситуацій, та її впливу на здоров'я населення (В.О. Прокопов, О.В. Заріна, Л.С. Некрасова, Д.Й. Ковальчук). Так, Литвиненко М.І., Щербань М.Г., Станкевич В.В., Тарабаровою С.Б. проведено наукові дослідження щодо рекреації водоєм та очищення стічних вод [1, 2].

Питанням санітарно-епідеміологічних вимог до житлових приміщень присвячені роботи С.В. Протас, З.Я. Акіменко, А.В. Яригіної, О.В. Кононової, П.В. Семашко. Цінними є дослідження Черниченко І.О., Зінченко Н.О. та ін. у плані вивчення канцерогенів житлових приміщень. Вплив умов праці та навчання на громадське здоров'я вивчають Карташова С.С., Савушина І.В., Терещенко П.С.

Для вирішення проблем охорони здоров'я, пов'язаних із санітарно-гігієнічними та екологічними показниками, провели ряд досліджень Антонова М.Ю., Мельченко Ю.В., Рубан О.М., Бірюкова С.В. Питання токсикологічних впливів на здоров'я населення вивчалися у роботах Баленко Н.В. та Осташ О.М. Натомість оцінку соціальних втрат гігієни здійснено Давиденко Г.М.

З питань гігієни та санітарії у побутових умовах населення свої дослідження проводять Журба А.Ю., Березовчук С.М., Олійник З.А., Сурмашева

О.В. Цікавими на сьогодні є роботи І.В. Серготи, О.В. Тимошук, Н.Ю. Лукіної щодо університетської гігієни та її значення у формуванні фізичного та ментального здоров'я молоді [1, 2].

Постановка завдання. Провести аналіз впливу недотримання ряду гігієнічних та санітарних правил на формування та стан фізичного і ментального здоров'я людини та обґрунтувати необхідність застосування заходів щодо забезпечення його належного рівня.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основним завданням гігієни і санітарії залишається вивчення зовнішніх факторів: навколишньої природи, клімату, житлових умов, умов харчування, діяльності, а також відпочинку та їх впливу на здоров'я населення. Відповідно, розробляються санітарно-гігієнічні норми та оздоровчі заходи.

Як відомо, природа – це цілісна система з безліччю збалансованих зв'язків. Їх порушення призводить до змін у кругообігах речовин та енергії, що в природі є сталим. Тому у процесі своєї діяльності людина завжди і постійно повинна оцінювати масштаб і доцільність здійснюваних змін.

Завдання охорони та наукового обґрунтування раціонального використання Землі, її надр, водних ресурсів, рослинного і тваринного світу, збереження в чистоті атмосферного повітря аргументують необхідність відповідальності за дії, пов'язані з посяганнями на навколишнє природне середовище. Так, згідно з ККУ (Розділ 4 – Злочини проти довкілля) передбачається кримінальна відповідальність за статтями 236-254. В цілому погіршення стану довкілля несе суспільну небезпеку, оскільки забруднення вод, земель і атмосферного повітря загрожує як здоров'ю людини, так і живим ресурсам рослинного і тваринного світу. Часто таке погіршення пов'язано з порушенням різного роду санітарних норм у виробничих процесах: це норми гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин і умов шкідливих фізичних впливів на атмосферу; норми гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у різні середовища (водне, повітряне).

Великої шкоди довкіллю завдають функціонуючі промислові підприємства, які за масштабами експлуатації природних ресурсів, споживання енергії, породження забруднень і відходів перебувають серед найважливіших чинників погіршення якості навколишнього середовища. Так, значну загрозу складають наслідки сірководобної галузі. Крім енергетики, вугільної, металургійної, машинобудівної та хімічної промис-

ловості, одним із основних джерел забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт. У цілому транспорт визнано екологічно небезпечним за рахунок великих обсягів викидів у атмосферу оксиду вуглецю, оксиду азоту та свинцю.

Ще одна небезпека – «білий смог». Розсіяний вздовж автострад свинець включається до біологічного круговороту, що сприяє свинцевому отруєнню людини і тварин. Відповідно, людина одержує свинець із овочами, плодами, молоком і, звичайно, при диханні з повітрям [6, с. 222-234].

Слід зауважити, що у великих містах України шкідливі викиди до повітря внаслідок роботи автотранспорту перевищують 50% їх загальної кількості. У зв'язку з цим Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 56) передбачає надзвичайні вимоги щодо екологічної безпеки транспортних засобів.

У 1986 р. внаслідок Чорнобильської аварії радіаційному забрудненню піддалася територія площею більше 42,5 тис. кв. км. Крім ґрунту, радіонуклідами були забруднені басейни ріки Дніпро, вода якої використовується для пиття та зрошення території, де проживало близько 30 млн осіб (приблизно 2/3 населення України). В 12 областях було відзначено зони з густиною забруднення цезієм – 137 понад 1000 кв. км, а стронцієм – 90 понад 100 кв. км.

Сьогодні у результаті ведення повномасштабних бойових дій на території України щоденно погіршується екологічний стан довкілля, що безпосередньо відображається і на рівні фізичного та ментального здоров'я населення.

Велике значення у формуванні належного рівня фізичного та ментального здоров'я людини відіграє гігієна та санітарія житла, робочих, громадських приміщень та інших місць її перебування. Так, гігієнічні норми житла визначаються як типом будівлі, так і нормами, які були передбачені при будівництві (вибір місця, розмір житлової площі, кубатура повітря, способи опалення, освітлення). Важливим є підтримання чистоти повітря у житловому приміщенні. Так, при недостатньому провітрюванні та відсутності вентиляції повітря нагрівається, підвищується вологість, воно стає важким і задушливим. У людей з'являються головні болі, виникає запаморочення, знижується працездатність. Крім того, у забрудненому повітрі можуть знаходитися патогенні мікроорганізми, найчастіше – збудники грипу, дифтерії, скарлатини, кору, туберкульозу. Вкрай негативний вплив на нервову систему

людини спричиняє тютюновий дим, який нагромаджується у приміщеннях, де курять. Він сприяє підвищенню кров'яного тиску, посилює втомлюваність, провокує втрату еластичності судин, послаблення пам'яті [5, с. 73-77; 6, с. 40-50; 8, с. 166-168].

Важливою гігієнічною умовою здорового житла є його освітлення, яке передбачається санітарними нормами при будівництві. Щодо штучного освітлення, то гігієнічні вимоги передбачають, щоб воно було рівномірним, досить інтенсивним і не яскравим.

Організм людини ніколи не знаходиться у повному спокої, оскільки у ньому постійно відбуваються основні життєві процеси: утворення та віддача тепла, дихання, кровообіг, травлення, що регулюється центральною нервовою системою. Відповідно, для нормального живлення організму та забезпечення його здоров'я необхідне постійне надходження поживних речовин: білків, жирів, вуглеводів, мінеральних солей, вітамінів, води. При цьому важливим стає правильний вибір харчових продуктів, зокрема їх сортність, свіжість та якість. При складанні меню необхідно враховувати калорійність. Дуже важливе гігієнічне значення має попередня обробка продуктів. Слід пам'ятати і про посуд, який використовується для приготування та споживання їжі. Він повинен бути гігієнічним, міцним та легко піддаватися чищенню. Крім того, існують санітарні вимоги до харчових продуктів, які передбачають забезпечення їх доброякісності на всіх стадіях просування: заготівлі, переробки, зберігання та відпуску населенню [6, с. 210; 7, с. 12-16].

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про вагомість цілого ряду профілактичних заходів для підтримання на належному рівні фізичного та психічного здоров'я населення. Відомо, що профілактика – це система науково обґрунтованих заходів, спрямованих на запобігання неінфекційним та інфекційним захворюванням, а також на зміцнення здоров'я. Так, основними завданнями профілактики є попередження різних патологічних станів, хронізації патологічних процесів і розвитку вторинних хвороб, зниження прогресування та ризиків ускладнень хвороб, загальне зміцнення здоров'я.

У медичній практиці розрізняють профілактику первинну, вторинну, третинну та індивідуальну.

Первинна профілактика є радикальною і спрямована на усунення причини хвороби шляхом поліпшення умов праці та побуту (оздоровлення навколишнього середовища, організація здоро-

вого способу життя, гігієнічне нормування впливу факторів). Вона передбачає або повне усунення несприятливого фактора, або його зниження до безпечного рівня та включає наступні заходи:

- виробництво й закупівля вакцин для дітей і дорослих, створення необхідних запасів вакцин;
- вакцинація дітей, дорослих і людей похилого віку, постконтактна профілактика осіб, які підлягають ризику зараження інфекційною хворобою;
- надання інформації про поведінкові або медичні ризики для здоров'я, консультативна допомога та заходи щодо зниження ризиків на індивідуальному рівні й у масштабі спільноти;
- підтримання систем і процедур для включення первинної медико-санітарної та спеціалізованої допомоги до програм із профілактики хвороб;
- виготовлення та закупівля харчових добавок.

Вторинна профілактика проводиться серед зовні здорових громадян для виявлення в них преморбідних станів. Вона спрямована на підвищення резистентності організму (лікувально-профілактичне харчування, засоби індивідуального захисту тощо) та передбачає:

- реалізацію програм скринінгу на основі фактичних даних для ранньої діагностики захворювань, програм охорони здоров'я матерів і дітей (скринінг і профілактика вроджених вад);
- виробництво і закупівлю засобів хіміо-профілактики;
- виробництво і закупівлю скринінгових тестів для ранньої діагностики захворювань;
- нарощування потенціалу для задоволення поточних і перспективних потреб.

Третинна профілактика (реабілітація) спрямована на попередження ускладнень, рецидивів уже розвинутих захворювань, переходу захворювання в хронічну форму та забезпечує:

- реабілітацію пацієнтів із захворюваннями для мінімізації залишкових інвалідизуючих наслідків та ускладнень, а також задля максимального продовження повноцінного життя;
- покращення якості життя пацієнта, навіть за неможливості повного одужання.

Третинна профілактика хвороб розглядається також як діяльність, спрямована на людей із інвалідністю і групи населення, що демонструють різні види ризикованої поведінки.

Індивідуальна профілактика включає заходи щодо попередження хвороб, збереження та зміцнення здоров'я, які здійснює сама людина. На практиці вона зводиться до дотримання норм здорового способу життя, гігієни одягу, взуття, раціонального харчування й питного режиму,

гігієнічного виховання підростаючого покоління, раціонального режиму праці та відпочинку, активного заняття фізкультурою та ін. [6, с. 422-424; 3, с. 178-180].

Профілактика базується на чотирьох принципах:

1. Підвищення стійкості до стресу. Потрібно готувати людей до різних ситуацій, вчити управляти своїми емоціями.

2. Позбавлення від психічної напруги, оптимальна реакція на негативні емоції.

3. Психокорекція. При гострих короткочасних стресах вона включає:

- комплекс рухів, особливо ритмічних і досить важких, за яких катехоламіни використовуються та руйнуються;
- релаксацію;
- самонавіяння;
- використання зовнішніх розслаблюючих факторів (музика, запахи, природні фактори).

При хронічних стресах, що є результатом умов життя, людині потрібно позбуватися стрес-продукуючих моментів і стереотипів, змінювати спосіб життя, поведінку, спосіб думок і почуттів на більш позитивні.

4. Фармакологічна корекція, тобто застосування заспокійливих засобів, інгібіторів перекисного окислення (для зменшення руйнування клітинних мембран), бета-адреноблокаторів (для профілактики порушень діяльності серця).

Розвиток моторних і вегетативних функцій організму, їхнє вдосконалення й підтримка на високому рівні, особливо у дорослих та людей похилого віку, потребують оптимальної фізичної активності. Недостатня активність викликає суттєві зміни фізіологічних функцій. Хоча людина може жити за відсутності фізичної активності, це призводить до значного погіршення соматичних, вегетативних і соціальних функцій. При такій гіподинамії спостерігаються суттєві зміни окремих органів [4, с. 18-22;].

Так, зменшуються розмір та сила скелетних м'язів. Гіподинамія негативно впливає на процеси збудження та гальмування у корі великих півкуль, на швидкість утворення умовних рефлексів, на формування психічних реакцій.

Послаблення фізичної активності зумовлює зменшення розмірів серця, тому знижуються систолічний та хвилинний об'єми крові, прискорюється пульс, а також зменшуються об'єм легеневої вентиляції та основний обмін на 5-20%. При гіподинамії спостерігається гіпофункція ендокринних залоз, особливо наднирників.

Одним із найбільш об'єктивних критеріїв здоров'я є рівень їхньої фізичної працездатності. За допомогою фізичних вправ людина здатна підвищити її рівень, що зміцнює здоров'я та подовжує період активного життя. Разом з тим, дія на організм стресорів завжди призводить до додаткових енергетичних витрат, тому важливим критерієм адаптованості є здатність біосистеми зберігати постійний енергетичний потенціал. Відповідно, систематичні фізичні вправи утримують високою енергетичну потужність мітохондрій, що забезпечує протистояння клітин організму факторам зовнішнього середовища [6, с. 209-211; 9, с. 110-112].

Вивчення фізіологічних резервів організму, їхнє підвищення й використання входить до арсеналу методів оцінки та закріплення здоров'я. Так, існують особливості стану фізіологічних систем у людей залежно від їхньої тренуваності (табл.1).

Таблиця 1

Показники стану серцево-судинної та дихальної систем у тренуваних і нетренуваних людей одного віку

№ з/п	Показники	Тренувані	Нетренувані
1	Маса серця, г	350-500	250-300
2	Об'єм серця, мл	900-1400	600-800
3	Частота пульсу, за 1 хв.	50-60	70-80
4	Максимальний пульс, за 1 хв.	250-260	до 220
5	Систолічний об'єм, мл	100	60-70
6	Максимальне споживання кисню, л/хв.	5,5-6	3,5-4
7	Життєва ємність легень, л	6-7	3,5-4
8	Максимальна легенева вентиляція, л за 1 хв.	до 200	80-100

Слід зазначити, що систематичне виконання фізичних вправ дозволяє зберегти фізіологічні резерви, а, відповідно, високий рівень здоров'я та працездатності до похилого віку.

Рівень фізичної активності впливає на активність імунної системи. При гіподинамії знижується у 5-8 разів рівень її показників, особливо фагоцитарна активність лейкоцитів, бактерицидна і лізоцимна активність крові. Причинами цього є сповільнення кровообігу та менше енергетичне забезпечення усіх клітин, як слизових оболонок та шкіри, що виконують функцію бар'єра для збудників захворювань, так і імунної системи, що захоплюють та знищують мікроорганізми та шкідливі речовини. Систематичні заняття фізкультурою й спортом покращують

умови для створення гуморальних та клітинних факторів імунітету, підвищують рівень функціонального стану Т- і В- систем лімфоцитів та синтез антитіл. Проте слід пам'ятати: надмірне тренування, перевантаження знижують стійкість організму, тому що вичерпуються енергетичні резерви та функціональні можливості забезпечення їхнього швидкого відновлення.

Крім того, загартовування являє собою систему тренування вироблених протягом еволюції механізмів пристосування до добових, сезонних, періодичних або раптових змін температури, освітлення, магнітного поля, інших природних факторів. Завдяки цим механізмам зміни зовнішнього середовища не викликають у людини таких суттєвих відхилень фізіологічних процесів, які б могли завершитися захворюванням.

Фізичні вправи, як правило, супроводжуються дією на організм природних факторів середовища: сонця, повітря і води. Це основні фактори загартування. Під впливом фізичних вправ удосконалюються механізми терморегуляції. Між рівнем розвитку аеробних можливостей організму й резистентністю та витривалістю при фізичному тренуванні існує пряма залежність.

Таким чином, систематичне виконання фізичних вправ забезпечує розвиток перехресної адаптації, тому що збільшується кількість мітохондрій, енергетичних резервів організму, підвищується реактивність імунної системи, стійкість слизових оболонок та шкіри до зміни температури навколишнього середовища. Усе це зменшує кількість простудних захворювань.

Найбільш доступний вид фізичних вправ – це ходіння. Воно особливо корисно тим, хто довго сидять. Велике значення в оздоровленні людини, розвитку її фізичних і психічних властивостей має біг.

Узимку за сприятливих умов також можна займатися оздоровчим бігом, але краще ходінням на лижах. При цій вправі активно працюють м'язи всього тіла, створюються найкращі умови для роботи серцево-судинної системи. Такий вид фізичних вправ сприяє розвитку дихальних м'язів і збільшенню життєвої ємності легень, а також сили, рухливості й врівноваженості нервових процесів.

Швидко й надійно можливо укріпити здоров'я та загартувати організм плаванням. Плавання позитивно впливає на функцію центральної нервової системи, вестибулярного, шкірного і пропріоцептивного аналізаторів, дихальної і серцево-судинної систем. Витрати енергії при плаванні дещо відчутніші, ніж при інших видах

фізичних вправ. У тренуваних плавців процеси терморегуляції більш удосконалені порівняно з іншими, тому вони майже не хворіють простудними захворюваннями.

З успіхом використовуються для покращення фізичних і психічних функцій людини біг на ковзанах, фігурне ковзання та спортивні ігри: теніс, волейбол, баскетбол, футбол.

Фізичне тренування повинно регулярно здійснюватися на всіх етапах розвитку людини. Наполегливі й систематичні заняття гімнастикою, туризмом, різними видами фізичних вправ у поєднанні із загартовуванням – це тривала молодість і старість без хвороб, це тривале життя з творчим трудовим піднесенням та натхненням, нарешті, це здоров'я, яке є найбільшим джерелом насолоди. Такі вправи є істотним фактором профілактики неврозів. Особливо важливою профілактичною роллю фізичних вправ у період росту організму є попередження порушень постави та деформацій хребта.

Соціально-гігієнічне значення таких вправ як фактора неспецифічної профілактики переконливо виявляється на прикладі серцево-судинних захворювань. Доведено: у службовців порівняно з людьми фізичної праці коронарний атеросклероз спостерігається у 3 рази, а інфаркт міокарда у 2 рази частіше. Відомо, що більш поширені коронарні розлади у людей розумової праці, в яких обмежена фізична активність, а у тренуваних – коронарна недостатність виникає надзвичайно рідко.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Причинами значного погіршення стану довкілля є як порушення різного роду санітарних норм у виробничих процесах, так і повномасштабне ведення бойових дій на території України, що в цілому несе суспільну небезпеку та відображається на стані фізичного та ментального здоров'я населення.

Велике значення у формуванні фізичного та ментального здоров'я людини відіграє гігієна та санітарія житла, робочих, громадських та інших місць її перебування. Важлива роль для забезпечення належного рівня здоров'я особистості належить нормальному харчуванню організму.

Необхідним є проведення ряду профілактичних заходів первинного, вторинного, третинного та індивідуального характеру серед населення з метою підтримання на належному рівні його фізичного та психічного здоров'я.

Використання фізичних вправ та загартовування організму лежить в основі збереження

фізіологічних резервів, рівня здоров'я та працездатності. Значення таких вправ слід розцінювати як неспецифічне попередження, профілактику та припинення розвитку функціональних відхилень, насамперед із боку нервової та серцево-судинної системи, що безпосередньо позначається на рівні фізичного та ментального здоров'я людини.

У цілому сьогодення вимагає подальшого активного вивчення різного плану питань у галузі гігієни та санітарії, які безпосередньо пов'язані з покращенням стану як фізичного, так і психічного здоров'я населення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України (11 марзєєвські читання)* : зб. тез доп. наук.-практ. конф. (8-9 жовтня 2015 р.) / Редакційна колегія: академік НАМН України Сердюк А.М. – голов. редактор чл.-кор. НАМН України; Полька Н.С. – заступ. голов. редактора; к.мед.н. Савицька О.І. – секретар. Вип. 15. Івано-Франківськ : «Рекламне агентство TR Studio», 2015. 363 с.

2. *Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (18 марзєєвські читання)* : зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (20-21 жовтня 2022 р.) / гол. ред. акад. Сердюк А.М. Вип. 22. Київ : ВЦ «Просвіта», 2022. 480 с.

3. Коцан І.Я., Ложкін Г.В., Мушкевич М.І. Психологія здоров'я людини / за ред. І. Я. Коцана. Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2011. 430 с.

4. Малишева Л. Феномени здоров'я та здоров'я збереження молоді в контексті сучасних наукових поглядів. *Педагогічний часопис Волині*. 2017. №4(7). С. 18-23.

5. Марків О.Т. Здоров'я людини як соціальна проблема. *Нова парадигма*. 2009. Вип. 88. С. 71-78.

6. Психічне здоров'я особистості : підручник для вищих навчальних закладів / Максименко С.Д., Руденко Я.В., Кушнерьова А.М., Невмержицький В.М. Київ : «Видавництво Людмила», 2021. 438 с.

7. Савчук П., Бакіко І., Ковальчук В., Савчук С. Здоров'я та здоровий спосіб життя людини: погляди, думки, висновки. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. Історичні, філософські, правові й кадрові проблеми фізичної культури та спорту*. 2018. № 1(41). С. 11-17.

8. Сахарук І.С. Правові основи забезпечення безпечних та здорових умов праці згідно зі стандартами МОП у XXI столітті. *Часопис Київського університету права*. 2019. № 3. С. 166-171.

9. Ярема Н.Ю. Психологічне здоров'я особистості. *Юридична психологія*. 2015. № 2. С. 106-113.

REFERENCES:

1. *Aktual'ni pytannia hihiieny ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy (11 marzieievs'ki chytannia)* : zb. tez dop. nauk.-prakt. konf. (8-9 zhovtnia 2015 r.). / Redaktsijna kolehiia: akademik NAMN Ukrainy Serdiuk A.M. – holov. redaktor chl.-kor. NAMN Ukrainy; Pol'ka N.S. – zastup. holov. redaktora; k.med.n. Savyts'ka O.I. – sekretar. (2015) Vyp. 15. Ivano-Frankivs'k : «Reklamne ahentstvo TR Studio», 363 s.
2. *Aktual'ni pytannia hromads'koho zdorov'ia ta ekolohichnoi bezpeky Ukrainy (18 marzieievs'ki chytannia)* : zb. tez dop. nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastiu (20-21 zhovtnia 2022 r.) / hol. red. akad. Serdiuk A.M. (2022) Vyp. 22. Kyiv : VTs «Prosvita», 480 s.
3. Kotsan I.Ya., Lozhkin H.V., Mushkevych M.I. (2011) *Psykhologhiia zdorov'ia liudyny* / za red. I. Ya. Kotsana. Luts'k : RVV «Vezha» Volyn. nats. un-tu im. Lesi Ukrainky, 430 s.
4. Malysheva L. (2017) Fenomeny zdorov'ia ta zdorov'ia zberezhennia molodi v konteksti suchasnykh naukovykh pohliadiv. *Pedahohichnyj chasopys Volyni*, №4(7), s. 18-23.
5. Markiv O.T. (2009) *Zdorov'ia liudyny iak sotsial'na problema. Nova paradyhma*, vyp. 88, s. 71-78.
6. *Psykhichne zdorov'ia osobystosti : pidruchnyk dlia vyschykh navchal'nykh zakladiv* / Maksymenko S.D., Rudenko Ya.V., Kushnier'ova A.M., Nevmerzhyts'kyj V.M. (2021) Kyiv : «Vydavnytstvo Liudmyla», 438 s.
7. Savchuk P., Bakiko I., Koval'chuk V., Savchuk S. (2018) *Zdorov'ia ta zdorovyj sposib zhyttia liudyny: pohliady, dumky, vysnovky. Fizychno vykhovannia, sport i kul'tura zdorov'ia u suchasnomu suspil'stvi. Istorychni, filosof's'ki, pravovi j kadrovi problemy fizychnoi kul'tury ta sportu*, № 1(41), s. 11-17.
8. Sakharuk I.S. (2019) *Pravovi osnovy zabezpechennia bezpechnykh ta zdorovykh umov pratsi zghidno zi standartamy MOP u XXI stolitti. Chasopys Kyivs'koho universytetu prava*, № 3, s. 166-171.
9. Yarema N.Yu. (2015) *Psykhologichne zdorov'ia osobystosti. Yurydychna psykhologhiia*, № 2, s. 106-113.

*Стаття надійшла до редакції
5 червня 2024 року*

НОТАТКИ

ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

Збірник наукових праць

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Випуск 38

Літературний редактор – Муравицька Н. О.

Коректор – Мох О. П.

Комп'ютерний макет видавництва

Львівського торговельно-економічного університету

Електронна версія: <http://journals-lute.lviv.ua/index.php/visnyk-tech>

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний. Цифровий друк. Обл.-вид. арк. 4,37. Ум. друк. арк. 5,81. Зам. № 0824/577

Підписано до друку 01.07.2024. Наклад 300 прим.

Віддруковано в друк. видавництва Львівського торговельно-економічного університету
79005, м. Львів, вул. Туган-Барановського, 10. Тел. 244-40-19. e-mail drook@ukr.net
Свідоцтво Держкомітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України
серія ДК № 5149 від 15.07.2016 р.