

УДК 637.352

С.Є. ГОЛЯЧУК, Ю.Л. ГУНЬКО, Ю.В. ФЕДОРУСЬ

Луцький національний технічний університет

**ОСОБЛИВОСТІ ЗМІН ОКРЕМИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
КРАФТОВИХ РОЗСІЛЬНИХ М'ЯКИХ СИРІВ З ПРОБІОТИКАМИ ПРИ
ЇХ ВИРОБНИЦТВІ**

S. HOLIACHUK, Y. HUNKO, Y. FEDORUS

Lutsk National Technical University

**PECULIARITIES OF CHANGES IN CERTAIN PHYSICAL AND
CHEMICAL INDICATORS OF CRAFT BRINED SOFT CHEESE WITH
PROBIOTICS IN ITS PRODUCTION**

doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2023-17-2

***Мета.** Пошук нових рішень щодо удосконалення технології виготовлення крафтових розсільних м'яких сирів з пробіотиками та вивчення окремих фізико-хімічних показників процесу сквашування.*

***Методика.** При організації та проведенні досліджень використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи, такі як фізико-хімічні, органолептичні, експериментально-статистичні.*

***Результати.** Молочні продукти та особливо сир займають важливе місце у структурі харчування всіх категорій населення – дітей, підлітків, молоді, людей старшого віку. Сир є чудовим джерелом енергії для людини. Він відрізняється унікальними органолептичними показниками, є біологічно повноцінним, легкозасвоюваним та поживним молочним концентратом, суха речовина якого, в основному, складається з білку та жиру. Організму людини необхідні біологічно активні речовини, які легко засвоюються в процесі їх споживання. В даний час досить широкого поширення набули функціональні продукти харчування. Основою технології даних продуктів є різновид продуктів традиційних, що забезпечують підвищення вмісту в них корисних інгредієнтів.*

На ринку молочних виробів стало з'являтися дедалі більше продукції крафтового виробництва. Випускаються продукти харчування збагачені функціональними інгредієнтами, такими як молочнокислі бактерії та біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини та ін. Вважається, що функціональні продукти доцільно розробляти на основі традиційних харчових продуктів, які мають масовий попит, до таких продуктів належать м'які сири.

У роботі наведено результати експериментальних досліджень зміни фізико-хімічних показників, а саме титрованої кислотності, в процесі утворення молочного згустку при виробництві лабораторних зразків крафтових м'яких розсільних сирів з пробіотиками із коров'ячого молока. Проведено кореляційний аналіз залежності титрованої кислотності молочного згустку від тривалості сквашування.

Аналіз проведених досліджень зміни титрованої кислотності згустку лабораторних зразків показав, що використання пробіотиків інтенсифікує процес підвищення титрованої кислотності та існує тісний зв'язок з тривалістю сквашування, який можна виразити у вигляді рівняння параболі третього порядку. Застосування пробіотиків у виробництві м'яких розсільних сирів підвищує їх титровану кислотність.

Практична значимість. Результати дослідження впливу пробіотиків на технологічний процес виробництва м'яких розсільних сирів можуть бути використані у крафтових виробництвах для розширення асортименту продукції функціонального призначення, надання їй лікувально-профілактичних властивостей.

Ключові слова: сир, молочні продукти, пробіотики, титрована кислотність, сквашування, технологія, дослідження.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Проблема повноцінного харчування вважається однією з найважливіших соціальних проблем. Для кожної людини її життя, здоров'я і праця неможливі без достатньої кількості їжі. Згідно теорії збалансованого харчування раціон кожної людини повинен забезпечувати її не тільки білками, жирами і вуглеводами в достатній кількості, але і незамінними амінокислотами, вітамінами, мінералами у певних достатніх для людини пропорціях. В організації правильного харчування важлива роль відводиться молочним продуктам. Це повністю відноситься і до сиру, поживна цінність якого забезпечується за рахунок високої концентрації в ньому молочного білку і жиру, вмістом незамінних амінокислот, солей кальцію та фосфору, які потрібні організму людини для нормального росту і розвитку [1].

Молочні продукти та особливо сир займають важливе місце у структурі харчування всіх категорій населення – дітей, підлітків, молоді, людей старшого віку. Він вважається незамінним та обов'язковим компонентом у раціоні харчування. Будь-якому організму необхідні біологічно активні речовини, які легко засвоюються, молочні білки та жири, а також систематичне споживання таких функціональних речовин, як пробіотики, пребіотики, вітаміни, макро- та мікроелементи, харчові волокна та ін.

Сир є чудовим джерелом енергії для людини. Він відрізняється унікальними органолептичними показниками є біологічно повноцінним, легкозасвоюваним та поживним молочним концентратом, суха речовина якого, в основному, складається з білку та жиру. Білок, що міститься в ньому, використовується практично у всіх процесах, що забезпечують життєдіяльність людини, до того ж там є всі незамінні амінокислоти, які не виробляються організмом і повинні надходити ззовні.

Останнім часом на ринку молочних виробів стало з'являтися дедалі більше продукції крафтового виробництва. Це показує, що більше молока почали переробляти невеликі фермерські господарства та заводи малої потужності. Такі виробництва мають очевидні переваги, і найбільша перевага полягає в тому, що продукція виготовляється із свіжовидоєного молока та з додержанням санітарних норм і правил. Для крафтових виробництв, як зазначають С. Колеснікова, А. Бовкун, Ц. Король «є можливість виробляти широкий

асортимент цільномолочної продукції, м'які та тверді сири. Крім того влітку, коли надої молока є більшими, особливо актуальним є виробництво сирів» [2].

В даний час досить широкого поширення набули функціональні продукти харчування. Основою технологій даних продуктів є різновид продуктів традиційних, що забезпечують підвищення вмісту в них корисних інгредієнтів рівня, пропорційного з фізіологічними нормами споживання. Випускаються продукти харчування збагачені функціональними інгредієнтами, такими як молочнокислі бактерії та біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини та ін. Вважається, що функціональні продукти доцільно розробляти на основі традиційних харчових продуктів, які мають масовий попит, до таких продуктів належать м'які сири.

Отже, враховуючи вище вказане, дослідження технологій виробництва крафтових розсільних м'яких сирів з пробіотиками є актуальними.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. У всьому світі зростає споживання продуктів функціонального призначення, які підвищують захисні функції організму людини та попереджують і лікують певні захворювання. Японські науковці стверджують, що у продуктах функціонального призначення використання молочнокислих бактерій на половину зменшить існуючий ринок хімічних лікарських препаратів [3].

У роботах Л. В. Капрельянц, О. П. Чагаровський, Т. А. Лисогор, Н. А. Ткаченко, А. П. Петросьянц, П. О. Некрасов приділена увага асортименту кисломолочної продукції, яка отримується з використанням фізіологічно активної природної симбіотичної мікрофлори. Натуральність продукту і надання йому функціональних властивостей досягається завдяки використанню пробіотичних мікробних культур [4-6].

Дослідженням структурно-механічних властивостей харчових продуктів присвятили свої роботи А.В. Горбатов, А.Н. Даурский, С.А. Мачихин, С.А. Матц. Визначався показник структурно-механічних властивостей м'яких розсільних сирів, а саме зусилля різання, який має практичне значення [7].

Науковцями М.О. Байдак, Н.В. Болговою, В.П. Приходько запропоновано розроблену рецептуру функціонального м'якого сиру з додаванням екстракту ламінарії виробництва ТОВ «НВК Віларус» без дозрівання. Як свідчать проведені дослідження, використання у кількості 3% екстракту ламінарії дозволяє одержати продукт функціонального призначення, який збагачений йодом та може бути рекомендований підприємствам молочної промисловості для виробництва [8].

Вчені Н.А Ткаченко, Д.М Скрипніченко дослідили, що «використання у

виробництві пробіотичних сирів заквасок лактобактерій безпосереднього внесення, які мають незмінний склад, високу концентрацію життєздатних клітин, забезпечує отримання продуктів високої та стабільної якості з подовженим терміном зберігання. Введення до складу заквашувальних композицій для виробництва м'яких сирів адаптованих до молока біфідобактерій та ацидофільної палички, які мають високі антагоністичні, пробіотичні, імуномодулюючі властивості, обумовлює високі пробіотичні властивості продуктів та невисокий рівень кислотності» [9].

Цілі статті. Пошук нових рішень щодо удосконалення технології виготовлення крафтових розсільних м'яких сирів з пробіотиками та вивчення окремих фізико-хімічних показників процесу сквашування.

Об'єкт дослідження. Технологія виготовлення крафтових розсільних м'яких сирів з пробіотиками.

Методи дослідження. При організації та проведенні досліджень використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи, такі як фізико-хімічні, органолептичні, експериментально-статистичні.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Основною сировиною для виробництва розсільних м'яких сирів є коров'яче молоко. Воно є джерелом тваринних білків, корисних жирів, вітамінів, кальцієвих та фосфорних солей, які допомагають зміцнити кісткову систему людини. Для надання розсільним м'яким сирам підвищеної функціональної харчової цінності пропонується використовувати пробіотики.

Пробіотики – живі мікроорганізми, які, потрапляючи у певних кількостях до шлунково-кишкового тракту при прийомі їжі, позитивно впливають на здоров'я людини. Пробіотики перешкоджають прикріпленню патогенних бактерій до стінок кишечника безпосередньо – шляхом виділення в довкілля антимікробних речовин, а також побічно – знижуючи рН кишкового вмісту своїми кислими метаболітами. Вони являються речовинами мікробного або немікробного походження. При природному способі уведення сприяють гомеостазу завдяки нормалізації мікрофлори в організмі; підтримці та корекції балансу кишкової мікрофлори на оптимальному рівні.

На першому етапі досліджувалась зміна титрованої кислотності лабораторних зразків згустку молока з часом. Для цього незбиране молоко пастеризували при температурі 72...76 °С протягом 20 секунд, потім охолоджували до температури заквашування 37...38 °С, ділили на 4 зразки по три повторності і вносили: перший варіант – закваску і пробіотики, другий варіант – чисте молоко, третій варіант – закваску, четвертий варіант –

пробіотики. Зразки поміщалися у термостат і через кожну годину визначалася титрована кислотність зразків протягом перших шести годин.

На основі отриманих даних проводився кореляційно-регресивний аналіз залежності зміни титрованої кислотності від тривалості сквашування. Для характеристики цього зв'язку визначалися: форма зв'язку і рівняння зв'язку, параметри рівняння регресії, тіснота зв'язку (коефіцієнти кореляції та детермінації).

Криві регресії відображення зміни титрованої кислотності показані на рис.1

Аналіз кореляційного поля показує, що залежність для визначення титрованої кислотності є нелінійною, оскільки спочатку досліджуваний показник плавно зростає, потім зростає з більшим градієнтом, а у кінці процесу приріст зростання показника зменшується. Цю залежність можна виразити рівнянням параболі третього порядку:

$$y_x = a + bx + cx^2 + dx^3,$$

де y_x - титрована кислотність молочного згустку, °Т;

x – тривалість процесу сквашування, год.;

a, b, c, d – параметри рівняння.

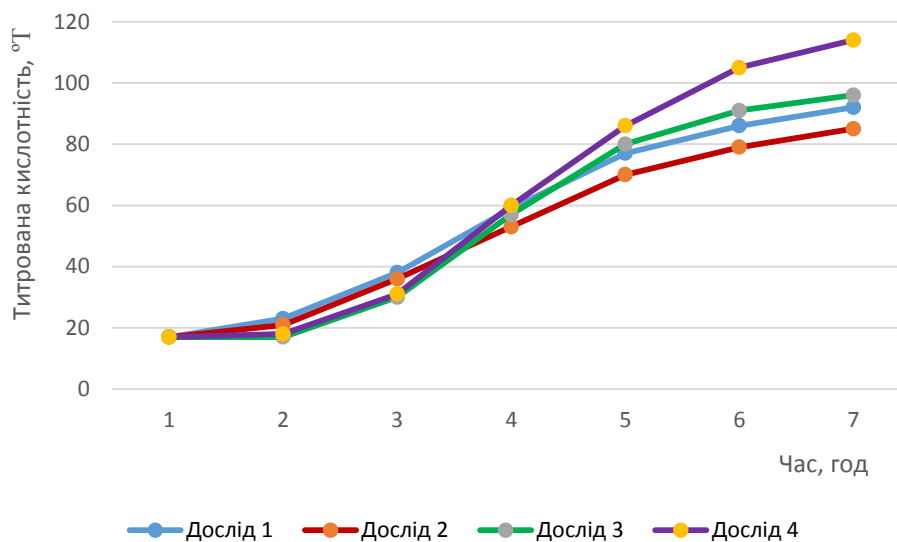


Рис. 1. Графік залежності титрованої кислотності від часу

Аналіз графіка залежності титрованої кислотності від часу (рис.1) показує, що спочатку на протязі першої години титрована кислотність майже не змінювалася. Це пояснюється тим, що здійснюється пристосування мікроорганізмів закваски до середовища. Після цього титрована кислотність стрімко підвищується і досягнувши певного свого рівня інтенсивність

підвищення кислотності зменшується. Для дослідів 3 і 4 кислотність молока протягом першої години була меншою, але потім почала різко зростати до певного рівня. Інтенсивність зростання кислотності для дослідів 1 і 2 була меншою. Для дослідів 2 (контроль) початкова титрована кислотність була 17°Т, а кінцева – найнижчою, 85°Т. Ці показники засвідчують про те, що додавання пробіотичної закваски активізує процес сквашування молока та підвищує титровану кислотність готової продукції (рис. 1).

При збільшенні кислотності середовища до певного рівня відбувається гальмування розвитку мікроорганізмів закваски. Це підтверджується тим, що після шести годин сквашування молока збільшення титрованої кислотності у кінцевій продукції незначне.

Для отримання лабораторного зразку м'якого сиру сквашування тривало 18 годин. Процес структуроутворення молочного згустку, який відбувається при сквашуванні впливає на якісні показники кінцевого продукту.

Через 18 годин зразки виймалися з термостата та розрізалися на кубики розміром 1-1,5 см, у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Цю операцію необхідно проводити для того, щоб відійшла сироватка. Після розрізання на кубики згусток залишався на 10 хв. Відстоюване сирне зерно повторно розрізалось на кубики розміром 1-1,5 см протягом 20 хв у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Розрізане сирне зерно ще відстоювалося 10 хв. Далі на сита, застелені марлею, переливалася маса для самопресування та залишалася на 8-12 годин. Після самопресування кожен зразок сиру поміщався у окремі ємності. В результаті самопресування утворилася сироватка, об'єм якої визначався для відповідного зразка сиру.

Виготовлявся м'який розсільний сир, який за технологією виробництва потрібно засолити. Для цього готувався розсіл. Приготування розсолу проводилося для чотирьох зразків на 1200 мл молока. 48 г солі розчинялося у 240 мл води, яка нагрівалася до повного її розчинення. Отриманий розсіл добавлявся у кожен зразок сиру по 60 мл. Час засолювання визначався залежно від маси зразка.

Після отримання лабораторних зразків м'якого розсільного сиру визначалась їх титрована кислотність. Результати визначення титрованої кислотності показані на рис. 2. Аналізуючи рис. 2 видно, що кислотність м'якого розсільного сиру найнижча у зразка 2 (контроль), а найбільша – у 4 (з пробіотиками). Це свідчить про те, що додавання пробіотичної закваски сприяє розмноженню мікрофлори і збільшенню титрованої кислотності готового продукту.

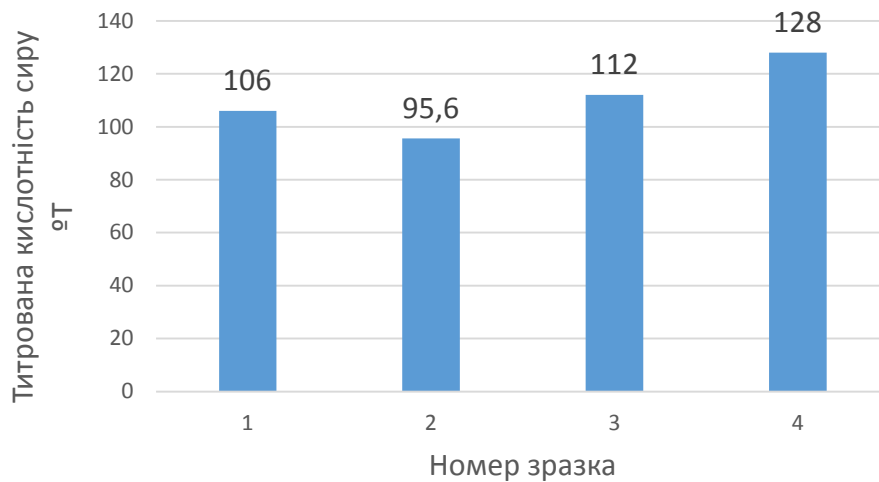


Рис. 2. Показники титрованої кислотності м'якого розсільного сиру

Всі експериментальні і контрольний зразки м'яких розсільних сирів характеризувалися чистим кисломолочним смаком, без сторонніх присмаків та запахів, однорідною консистенцією і кремовим кольором, однорідним по усій масі продукту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що внесення пробіотиків при крафтовому виробництві м'яких розсільних сирів підвищує їх функціональне значення, що відповідно сприяє збільшенню в раціоні людини частки продуктів, які містять у собі вітаміни, мінеральні речовини, незамінні амінокислоти, корисні речовини, харчові волокна тощо.

Результати проведених досліджень зміни титрованої кислотності молочного згустку показали, що використання пробіотиків при виробництві розсільних м'яких сирів дозволяє забезпечити інтенсифікацію процесу сквашування та підвищення титрованої кислотності готового продукту.

Важливим аспектом у організації виробництва молочних продуктів з використанням пробіотиків є доцільність впровадження комплексного підходу, який передбачає інтенсифікацією процесів за рахунок поєднання традиційних технологій виготовлення молочних продуктів та нетрадиційних. Для реалізації цього підходу потрібно використовувати закваски з пробіотиками або ж самі пробіотики.

Широкі перспективи для організації виробництва м'яких сирів з пробіотиками відкриваються за рахунок можливості забезпечувати розширення асортименту продукції та надання їй лікувально-профілактичних властивостей.

Список використаних джерел

1. Одарченко А.М. Товарознавство молочних виробів. Харків: ХДУХТ, 2010. 391 с.
2. Колеснікова С., Бовкун А., Король Ц.. Виробництво розсільних сирів. URL: <https://harch.tech/2021/01/30/syry/> (дата звернення: 10.01.2023).
3. Abdel-Sala, A. M. Functional Foods: Hopefulness to Good Health . *American Journal of Food Technology*. 2010. Vol. 5, Issue 2. P. 86–99. doi: 10.3923/ajft.2010.86.99.
4. Дідух Н. А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. Одеса: Поліграф, 2008. 236 с.
5. Капрельянц, Л. В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Одеса: Друк, 2011. 269 с.
6. Некрасов, П. О. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. *Харчова наука і технологія*. 2014. №2. С. 49–56.
7. Структурно-механічні властивості як складова якості м'яких розсільних сирів. URL: <http://tr.knteu.kiev.ua/files/2009/08/20.pdf> (дата звернення: 10.01.2023).
8. Болгова Н.В., Байдак М.О., Приходько В.П. Збагачення м'якого сиру йодом за рахунок додавання ламінарії. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2018. URL: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/5_2018/part_3/5-3_2018.pdf серія КВ № 22895-12795Р від 11.08.2017 року). (дата звернення: 12.01.2023).
9. Ткаченко Н.А, Скрипніченко Д.М. Обргунтування параметрів ферментації молочної основи для виробництва м'яких пробіотичних сирів. *Науковий вісник «Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького»*. 2015. Том 17 №1(51) частина 4. С.107-114.

Reference

1. Odarchenko A.M. Merchandising of dairy products. Kharkiv: KhDUHT, 2010. 391 p.
2. S. Kolesnikova, A. Bovkun, Ts. Korol. Production of brined cheeses. URL: <https://harch.tech/2021/01/30/syry/> (access date: 10.01.2023).
3. Abdel-Sala, A. M. Functional Foods: Hopefulness to Good Health. *American Journal of Food Technology*. 2010. Vol. 5, Issue 2. P. 86–99. doi: 10.3923/ajft.2010.86.99.
4. Didukh, N. A. Leavening compositions for the production of functional dairy products. Odessa: Polygraph, 2008. 236 p.
5. Kaprelyants, L. V. Therapeutic and preventive properties of food products and the basics of dietetics. Odessa: Druk, 2011. 269 p.
6. Nekrasov, P. O. Innovative technology of bifid-containing combined fermented milk drinks of functional purpose. *Food technology and technology*. 2014. No. 2. P. 49–56.
7. Structural and mechanical properties as a component of the quality of soft salted cheeses. URL: <http://tr.knteu.kiev.ua/files/2009/08/20.pdf> (access date: 10.01.2023).
8. Bolhova N.V., Baidak M.O., Prykhodko V.P. Zbahachennia miakoho syru yodom za rakhunok dodavannia laminarii [Enrichment of soft cheese with iodine due to the addition of kelp]. *Scientific notes of TNU named after V.I. Vernadsky. Series: Technical Sciences*. 2018. URL: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/5_2018/part_3/5-3_2018.pdf series KV No. 22895-12795P dated August 11, 2017). (date of application: 12.01.2023).
9. Tkachenko N.A, Skrypnichenko D.M. Argumentation of fermentation parameters of milk base for the production of soft probiotic cheeses. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology named after Gzhitsky*". 2015. Volume 17 No. 1(51) part 4. P. 107-114.

The aim. *The search for new solutions for the improvement of the production technology of craft brined soft cheeses with probiotics and the study of individual physical-chemical indicators of the fermentation process.*

Methodology. *General scientific and special methods, such as physical-chemical, organoleptic, experimental-statistical were used in the organization and conduct of research.*

Results. *Dairy products, and especially cheese, occupy an important place in the nutrition structure of all categories of the population - children, teenagers, young people and older people. Cheese is an excellent source of energy for humans. It has unique organoleptic indicators, is a biologically complete, easily digestible and nutritious milk concentrate, the dry substance of which mainly consists of protein and fat. The human body needs biologically active substances that are easily absorbed during their consumption. Currently, functional food products have become quite widespread. The basis of the technology of these products is a variety of traditional products that ensure an increase in the content of useful ingredients in them. More and more craft products began to appear on the dairy market. Produced food products are enriched with functional ingredients, such as lactic acid bacteria and bifid bacteria, dietary fibers, vitamins, minerals, etc. It is believed that functional products should be developed on the basis of traditional food products that have mass demand, such products include soft cheeses.*

The paper presents the results of experimental studies of changes in physical-chemical parameters, namely titrated acidity, in the process of milk curd formation during the production of laboratory samples of craft soft brine cheeses with probiotics from cow's milk. A correlation analysis of the dependence of the titrated acidity of the milk curd on the duration of fermentation was carried out. The analysis of conducted studies on changes in the titrated acidity of the clot of laboratory samples showed that the use of probiotics intensifies the process of increasing the titrated acidity and there is a close relationship with the duration of fermentation, which can be expressed in the form of a third-order parabola equation. The use of probiotics in the production of craft brined soft cheeses increases their titrated acidity.

Practical significance. *The results of the study of the effect of probiotics on the technological process of the production of soft pickled cheeses can be used in craft productions to expand the range of products with a functional purpose, to give them therapeutic and preventive properties.*

Keywords: *cheese, dairy products, probiotics, titrated acidity, fermentation, technology, research.*

*Стаття рекомендована до друку доктором технічних наук,
професором Ягелюк С.В.*

Дата надходження в редакцію 15.12.2022 р.