

UDC 664.642:579.67

Olga Syza, Olesya Savchenko, Iryna Zhurok, Nadiya Lapytska, Olena Gorodyska



INVESTIGATION OF THE COMPOSITION OF THE MICROFLORA OF LEAVENS'
SPONTANEOUS FERMENTATION FOR RYE-WHEAT BREAD
ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ МІКРОФЛОРИ ЗАКВАСОК СПОНТАННОГО БРОДІННЯ
ДЛЯ ЖИТНЬО-ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА

DOI: 10.5281/zenodo.7110952

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Syza O., Savchenko O., Zhurok I., Lapytska N., Gorodyska O., 2022

ABSTRACT

Purpose. To make leavens of spontaneous fermentation and to investigate the composition of their microflora, activity of lactic acid bacteria and quality indicators of rye-wheat bread on these leavens.

Methodology. During the work microbiological, physic, chemical and organoleptic research methods were used. The results were processed using MC Excel databases.

Scientific novelty. The qualitative and quantitative composition of the microflora of the manufactured rye leavens of spontaneous fermentation (rye, hop, on germinated rye grain, kefir, raisin) is studied on the content of bacteria and yeast, on the activity of lactic acid bacteria; the indicators of dough quality and rye-wheat bread on these leavens.

Conclusions. The article presents the results of a study of the composition of the microflora and the activity of lactic acid bacteria made rye leavens of spontaneous fermentation. It is shown that rye-wheat bread on these leavens has higher quality indicators in comparison with traditional rye-wheat products.

The prospects of using leavens of spontaneous fermentation are shown: rye, hop, from germinated rye grain, kefir, raisin, which are highly efficient and have indicators of quality. It is determined that the best indicators of qualitative and quantitative composition of the microflora have kefir and raisin leaven - the amount of wild yeast was 4.3×10^5 and 5.1×10^5 CFU / g, respectively. Activity of lactic acid bacteria in yeasts 12 hours after renewal was defined (minutes): rye - 41; grain - 38; hops - 59; kefir - 28; raisin - 24.

Very high activity in raisin leaven allows to reduce the fermentation process and the duration of the production process. Bread which is made with the use of leavens of spontaneous fermentation has higher quality indicators in comparison with traditional rye-wheat products.

Key words: spontaneous fermentation leaven, composition of microflora, rye-wheat bread.

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Виготовити закваски спонтанного бродіння і дослідити склад їх мікрофлори, активність молочнокислих бактерій та показники якості житньо-пшеничного хліба на цих заквасках.

Методологія. Під час проведення роботи використовували мікробіологічні, фізико-хімічні та органолептичні методи досліджень. Опрацювання результатів здійснювали за допомогою баз даних MC Excel.

Наукова новизна. Досліджено якісний та кількісний склад мікрофлори виготовлених житніх заквасок спонтанного бродіння (житня, хмельова, на пророщеному житньому зерні, кефірна, родзинкова) на вміст бактерій і дріжджів, на активність молочнокислих бактерій; досліджено показники якості тіста і житньо-пшеничного хліба на цих заквасках.

Висновки. У роботі наведено результати дослідження складу мікрофлори та активності молочнокислих бактерій, виготовлених житніх заквасок спонтанного бродіння. Показано, що

житньо-пшеничний хліб на цих заквасках має вищі показники якості в порівнянні з традиційними житньо-пшеничними виробами.

Показано перспективність використання заквасок спонтанного бродіння: житня, хмельова, на пророщеному житньому зерні, кефірна, родзинкова, які відрізняються високою ефективністю і показниками якості. Визначено, що найкращі показники якісного та кількісного складу мікрофлори мають кефірна та родзинкова закваски – кількість диких дріжджів становила $4,3 \times 10^5$ та $5,1 \times 10^5$ КУО/г відповідно. Визначено активність молочно-кислих бактерій у заквасках через 12 год після оновлення (хв): житня – 41; зернова – 38; хмельова – 59; кефірна – 28; родзинкова – 24. Дуже висока активність у родзинковій заквасці дозволяє скоротити процес бродіння і тривалість виробничого процесу. Хліб із застосуванням виготовлених заквасок спонтанного бродіння має вищі показники якості в порівнянні з традиційними житньо-пшеничними виробами.

Ключові слова: закваски спонтанного бродіння, склад мікрофлори, житньо-пшеничний хліб.

Постановка проблеми

Актуальність роботи. Проблеми сьогодення, які пов'язані з несприятливою екологічною ситуацією в Україні, вимагають забезпечення населення високоякісними продуктами харчування із збалансованим хімічним складом. Хлібобулочні вироби посідають вагомe місце у виробництві та реалізації харчових продуктів. Житньо-пшеничний хліб завжди цінився на території Київської Русі і на початку ХХ століття споживання житньої випічки складало 65 %. На сьогоднішній день споживання такого хліба поступається лише пшеничному і складає 30 % в південно-східних областях і до 50 % – у північно-західних. Житньо-пшеничний хліб, порівняно з пшеничним, містить більше незамінних амінокислот, харчових волокон, макро- і мікроелементів. Крім цього борошно з жита багате на необхідну для організму кислоту – лізин, яка є основою для побудови білкових клітин в людському тілі. Також в ньому міститься в півтора рази більше заліза, ніж в пшеничному борошні і на 50 % більше магнію і калію. Клітковина житнього борошна допомагає організму позбутися токсинів і шлаків [1-3].

В ХІХ столітті було доведено, що зміни в об'ємі, складі і консистенції тіста обумовлені метаболічною діяльністю мікроорганізмів. За тривалий час історії людства зібрано багато рецептур заквасок для хлібобулочних виробів, безліч способів приготування

та випікання хліба. Стартові культури мікроорганізмів, розвиваючись у житніх заквасках, сприяють формуванню фізико-хімічних (кислотність, пористість) і органолептичних (смак, запах) показників хліба, забезпечують його мікробіологічну чистоту, особливо при збільшенні термінів зберігання і переробленні борошна з підвищеною мікробною контамінацією. У зв'язку з цим виготовлення і удосконалення заквасок для житньо-пшеничного хліба з поліпшеними споживними властивостями, підвищеною харчовою цінністю, покращеними органолептичними показниками є актуальною проблемою сьогодення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В основі традиційних технологій хлібобулочних виробів, що одержують з використанням житнього борошна, лежать біотехнологічні процеси, засновані на використанні різних видів житніх заквасок, при приготуванні яких у виробничому циклі створюються оптимальні умови для розвитку стартових культур мікроорганізмів. Для формування необхідної мікрофлори в заквасках використовують процеси спонтанного бродіння чи застосовують чисті культури мікроорганізмів. Застосування заквасок спонтанного бродіння залишилось традиційним в багатьох технологіях національних хлібобулочних виробів [4, 5].

Поєднання видів і штабів мікроорганізмів у стартових композиціях залежить від виду житніх

біологічних заквасок (густа, рідка із заваркою і без неї, молочнокисла закваска) [6]. В житніх заквасках, за рахунок тісних симбіотичних відношень між мікроорганізмами, розвивається досить специфічна і стійка за видовим складом мікрофлора, забезпечуючи оптимальне розпушення м'якушу і неповторний смак та аромат готових виробів. Для забезпечення стабільної закваски необхідно створити і строго контролювати оптимальні умови їх введення. Найбільш прогресивним і ефективним способом інтенсифікації метаболізму мікроорганізмів в житніх заквасках є внесення в живильні суміші добавок, структурні компоненти яких активізують біологічні процеси [7, 8]. В останній час активно розроблюються і впроваджуються у виробництво нові технології хлібобулочних виробів з добавками, в тому числі із плодово-ягідної сировини, яка сприяє підвищенню харчової цінності хліба, надання їм певних функціональних властивостей, збільшення термінів зберігання, тощо [9-12].

Переваги приготування хліба з використанням заквасок:

- забезпечення необхідної кислотності напівфабрикатів;
- отримання розвинутої пористості хліба;
- поліпшення смаку та аромату хліба;
- підвищення мікробіологічної чистоти продукту;
- отримання хліба з новими функціональними властивостями.

На сьогодні розроблені різноманітні методи цілеспрямованого виведення заквасок, які забезпечують формування оптимальних характеристик житнього хліба та тіста [13].

Мета роботи: виготовити закваски спонтанного бродіння і дослідити склад їх мікрофлори, активність молочнокислих бактерій та показники якості житньо-пшеничного хліба на цих заквасках.

Методологія. Під час проведення досліджень використовували борошно житнє обдирне (ДСТУ 8891-2018), борошно пшеничне першого сорту (ГСТУ 46004-99), цукор (ДСТУ 4623-2006), сіль

кухонну харчову (ДСТУ 3583-2015), питну воду (СанПіН 2.2.4-171-10 та ДСТУ 7525-2014).

Приготування досліджуваних житніх заквасок проводили відповідно до рекомендацій [14].

На першому етапі досліджень визначали фізіологічний стан мікрофлори рідких заквасок. Для чого до одного об'єму заквасок спонтанного бродіння додавали 3-5 об'ємів води, струшували і залишали у спокої протягом 1 хвилини. Після цього із отриманої суспензії готували препарат «розчавлена крапля». У випадку приготування забарвленого препарату, до нанесеної на предметне скло краплі додають краплю розчину Люголя. Дослідження проводили під мікроскопом за збільшення $\times 40$ з окуляром $\times 10$ або $\times 15$.

Підрахунок вмісту молочнокислих бактерій і дріжджів проводили стандартними методами за допомогою камери Горяєва [15]. Бактерії підраховували у п'яти полях зору, в кожному з них беруть п'ять малих квадратів по діагоналі або по кутах сітки і в центрі, разом – у 25 малих квадратах. Дріжджі підраховують у 80 малих квадратах. У процесі підрахунку враховують усі клітини, розташовані всередині квадрата і на приміжових лініях, якщо вони більше, ніж наполовину лежать усередині квадрата. Клітини, пересічені приміжовою лінією наполовину, підраховують лише на двох з чотирьох меж квадрата, а розташовані більше ніж наполовину за квадратом, не враховують.

Кількість клітин в 1 см^3 (X) обчислюють за формулою:

$$X = \frac{a \times 400 \times b}{c} \times 1000$$

де a – сума клітин підрахована у п'яти великих квадратах сітки; b – розведення вихідної проби; c – кількість малих квадратів, у яких робили підрахунок. За умов, описаних вище, для визначення кількості бактерій у 1 см^3 проби, цифру, отриману під час підрахунку бактерій у 25 квадратах слід помножити на постійний множник 16×10^6 , тобто $X = a \times 16 \times 10^6$. У разі підрахунку дріжджів у 80 малих квадратах $X = a \times 5 \times 10^6$.

Для визначення активності молочнокислих бактерій брали 20 г закваски і 40 см³ дистильованої води з температурою 39 ± 1 °С, розмішували до однорідної консистенції і відбирали у дві пробірки по 10 см³ отриманої суспензії. В одну з пробірок додавали 1 см³ 0,05 %-ного водного розчину метиленового синього, а інша пробірка слугувала контролем для порівняння кольору. Пробірки закривали гумовими корками, збовтували та поміщали у термостат з температурою 40 °С. Фіксували час, за який в них знебарвлюється метиленовий синій.

Визначення масової частки вологи заквасок спонтанного бродіння визначають одразу після приготування висушуванням у сушильній шафі за температури 105 °С до постійної маси.

Вологість напівфабрикатів (W), %, розраховують за формулою:

$$W = (m_1 - m_2) \times 100 / m_3;$$

де m_1 , m_2 – маса наважки з пакетом до та після висушування, г;

m_3 – маса наважки напівфабрикату, г.

Титровану кислотність заквасок визначали за загальноприйнятими методиками [15].

Підймальну силу заквасок визначали прискореним методом за спливанням кульки тіста для чого його замішували за рецептурою (табл. 1) із житнього обдирного і пшеничного борошна 1 сорту.

На основі розроблених заквасок випікали житньо-пшеничних хліб за співвідношення житнього обдирного і пшеничного борошна першого сорту 1:1 (50:50). Для цього змішували всі компоненти: борошно, сіль, цукор, воду питну, а в якості висококислотного компоненту для інактивації ферментативної активності житнього борошна використовували одну із розроблених заквасок. Тривалість бродіння тіста становила 240 хв за 30 °С. Вистоювання тістових заготовок проводили протягом 40–50 хв за 35 °С. При цьому маса тістової заготовки складала 800–830 г. Тривалість випікання – 60 хв за 200–220 °С. У випеченому хлібі визначали органолептичні (смак, запах, зовнішній вигляд) та фізико-хімічні показники якості (масова частка вологи, кислотність, пористість, питомий об'єм, кришкуватість та водопоглинальна здатність м'якушки) за стандартними методиками, наведеними у лабораторному практикумі 2006 р. [15].

Наукова новизна полягає в тому, що досліджено якісний та кількісний склад мікрофлори виготовлених житніх заквасок спонтанного бродіння (житня, хмельова, на пророщеному житньому зерні, кефірна, родзинкова) на вміст бактерій і дріжджів, на активність молочнокислих бактерій; досліджено показники якості тіста і житньо-пшеничного хліба на цих заквасках.

Таблиця 1

Рецептура кульок для визначення підйимальної сили

Напівфабрикати	Маса напівфабрикату, г	Маса борошна, г
Густа закваска	18	4
Густа опара	16	4
Рідка закваска	10	10
Рідка опара	12	16-18
Рідкі дріжджі	10	10-12
Тісто	20	–

Результати дослідження

При правильному веденні технологічного процесу житні закваски можна готувати упродовж 0,5-1,0 року без повного їхнього оновлення. Спосіб приготування житньої закваски спонтанного бродіння на воді та борошні складається з таких етапів:

- закисання суміші;
- розвиток молочнокислої мікробіоти (після декількох оновлень закваски).

Закваски одержували спонтанним зброджуванням житнього обдирного борошна, води та однієї із додаткової сировини, а саме: настою хмелю, пророщеного житнього зерна, кефіру або родзинок.

Відомо, що мікрофлору заквасок поділяють: на корисну та шкідливу. До корисної мікробіоти житніх заквасок спонтанного бродіння відносяться переважно молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* та незначна кількість дріжджів *Saccharomyces ludwigii*. Шкідливою мікрофлорою вважають ті мікроорганізми, які негативно впливають на процеси бродіння, є антагоністами молочнокислих бактерій, порушують технологічний процес і знижують якість готових виробів [16].

Гомоферментативні молочнокислі бактерії (*L. plantarum*) утворюють молочну кислоту і леткі кислоти. Здатності до газоутворення ці бактерії не мають. У заквасці і в тісті вони відіграють роль тільки кислотоутворювачів. Гетероферментативні молочнокислі бактерії (*Lactobacillus fermenti*, *L. brevis*) утворюють молочну кислоту, леткі кислоти, вуглекислий газ і незначну кількість спирту. Ці бактерії в заквасках і тісті є не лише кислотоутворювачами, але й енергійними газоутворювачами житнього тіста.

Дріжджі *S. ludwigii* виконують роль розпушувачів тіста за рахунок утворення діоксиду вуглецю, який впливає на об'єм готового хліба і пористість м'якушки. У процесі бродіння утворюються побічні речовини: оцтовий альдегід,

спирти, органічні кислоти та ін., що надають хлібу особливого смаку і аромату.

Мікрофлора напівфабрикатів може значно змінюватися в залежності від середовища культивування, складу заквасок і умов ведення технологічного процесу.

З літературних джерел відомо, що з кожним підживленням покращується склад живильного середовища, інтенсифікується життєдіяльність молочнокислих бактерій, що зумовлює підвищення кислотності закваски, пригнічується розвиток сторонньої мікрофлори, покращуються органолептичні показники якості закваски [8, 9].

Проведено мікробіологічний аналіз з визначення вмісту дріжджів і молочнокислих бактерій в заквасках спонтанного бродіння. Для кожної з отриманих заквасок характерним є склад бактеріальної і дріжджової мікрофлори (табл. 2, рис. 1).

Молоді дріжджові клітини мали тонку оболонку, гомогенну однорідну цитоплазму, а вакуолі та запасні речовини були відсутні або лише намічалися. Вміст клітин, що брунькуються, становив 40-60 %, окрім закваски на основі відвару хмелю. Ознакою зрілості клітини є наявність у ній глікогену та метакроматину. Зрілі клітини, що здатні забезпечити гарне розпушування тіста й нормальне вистоювання, відрізняються великим розміром, серед них не більше 15-20 % клітин, які брунькуються. Старі клітини або такі, що знаходяться в несприятливих умовах, мають потовщену оболонку, цитоплазма їх набуває зернистої будови, відстає від оболонки, вакуолі великі, глікоген майже зникає. Видно одиничні мертві клітини.

Спостерігали наявність молочнокислих бактерій у заквасках – нерухомі тонкі палички довжиною $3 \times 10^3 - 7 \times 10^3$ нм і більше, діаметром $0,5 \times 10^3 - 1,0 \times 10^3$ нм, одиничні, з'єднані попарно (іноді по три і більше) по прямій лінії чи під кутом одна до одної.

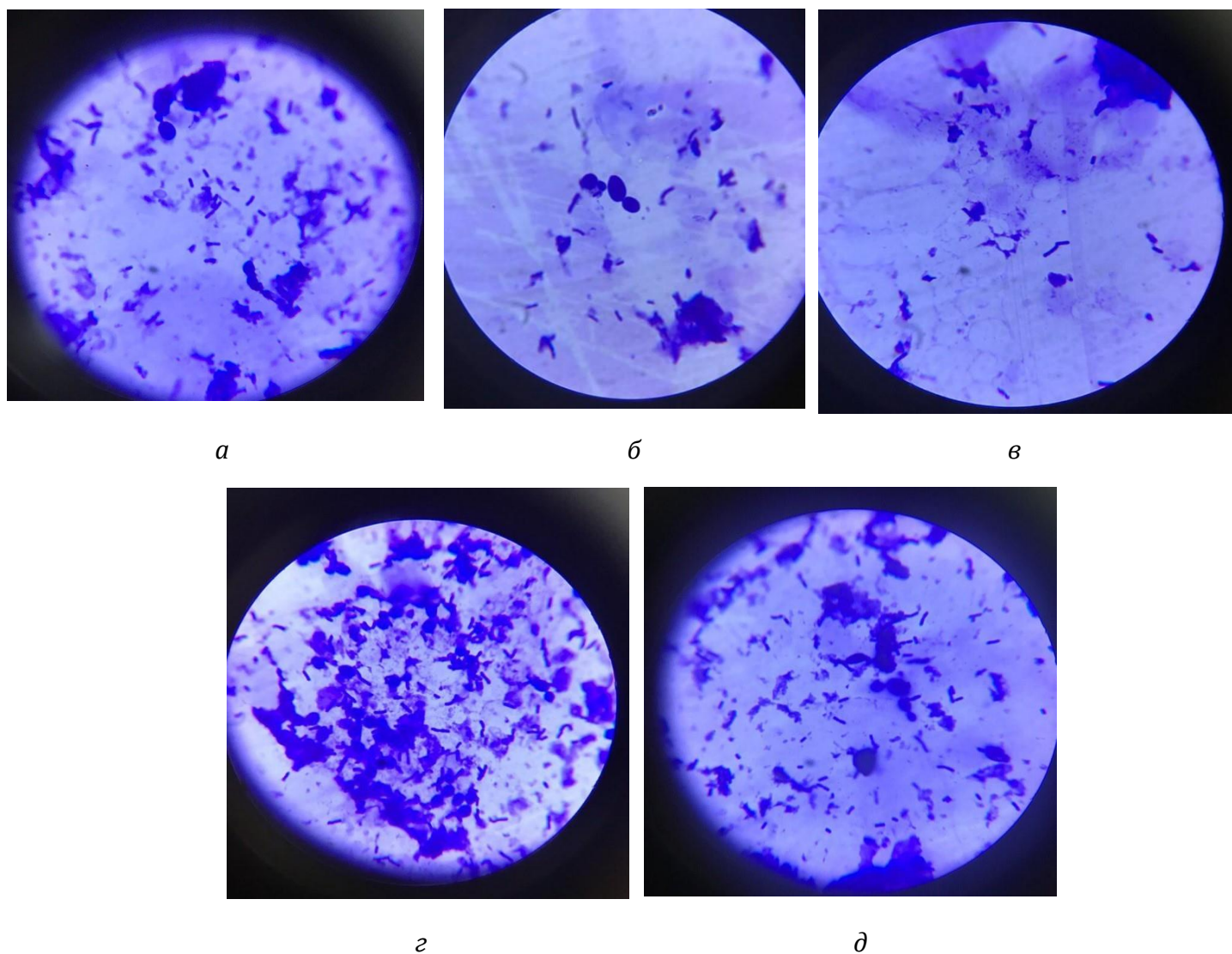


Рис. 1. Мікрофлори заквасок: житньої (а), зернової (б), хмельової (в), кефірної (г), родзинкової (д)

Таблиця 2

Мікробіологічні показники житніх заквасок спонтанного бродіння

Вид закваски	Мікробіологічні показники	
	Кількість молочнокислих мікроорганізмів, КУО/г	Кількість дріжджових клітин, КУО/г
Житня	$1,5 \times 10^5$	$4,3 \times 10^3$
Зернова	$1,6 \times 10^5$	$5,2 \times 10^3$
Хмельова	$1,3 \times 10^5$	менше 10
Кефірна	$1,7 \times 10^6$	$4,3 \times 10^5$
Родзинкова	$1,9 \times 10^6$	$5,1 \times 10^5$

Мікрофлора кефірної закваски представляє надійний симбіоз з гомо- та гетероферментативних молочнокислих бактерій, дріжджів, зброджуючих і незброджуючих лактозу, ацетобактерії та ін. (рис. 1, г). У мікробіоті житньої закваски на основі родзинок, крім молочнокислих бактерій, переважають *S. ludwigii*. (рис. 1, д) – великі лимоноподібні дріжджі, що добре зброджують глюкозу, сахарозу, рафінозу – на 1/3. У заквасці на основі хмельового настою (рис. 1, в) дикі дріжджі практично не виявлені, тоді як в кефірній та родзинковій заквасці кількість диких дріжджів становила $4,3 \times 10^5$ та $5,1 \times 10^5$ КУО/г відповідно (табл. 2).

У процесі росту дріжджі збагачують середовище продуктами свого метаболізму, які використовуються молочнокислими бактеріями для розвитку. У свою чергу, зростанню дріжджових клітин сприяє висока кислотність середовища, створена молочнокислими бактеріями, і збагачує її нітрогенвмісними речовинами за рахунок дії протеолітичних ферментів лактобактерій. Кефірні грибки мають унікальну здатність до саморегулювання складу

мікрофлори під впливом різних зовнішніх чинників (склад живильного середовища, температура, режим аерації, рН середовища).

Встановлено, що в заквасках плісняві гриби відсутні. Одним із важливих показників мікробіологічної чистоти закваски є відсутність бактерій роду лейконосток. Не менш важливим показником мікробіологічної чистоти є відсутність споруутворювальних бактерій, оскільки при випіканні хліба виживають лише спори, які спричиняють "картопляну хворобу" хліба. При мікроскопуванні найбільш розвинена мікрофлора визначена в заквасці на основі родзинок.

Активність молочнокислих бактерій розраховували за інтенсивністю відновлення блакитного забарвлення метиленового синього – за часом, необхідним для знебарвлення проби. Низька активність – 90...100 хв, висока – 35...50 хв, дуже висока – 7...25 хв.

Активність молочнокислих бактерій у заквасках через 12 годин після оновлення (хвилини): для житньої закваски – 41; зернової – 38; хмельової – 59; кефірної – 28; родзинкової – 24 (рис. 2).

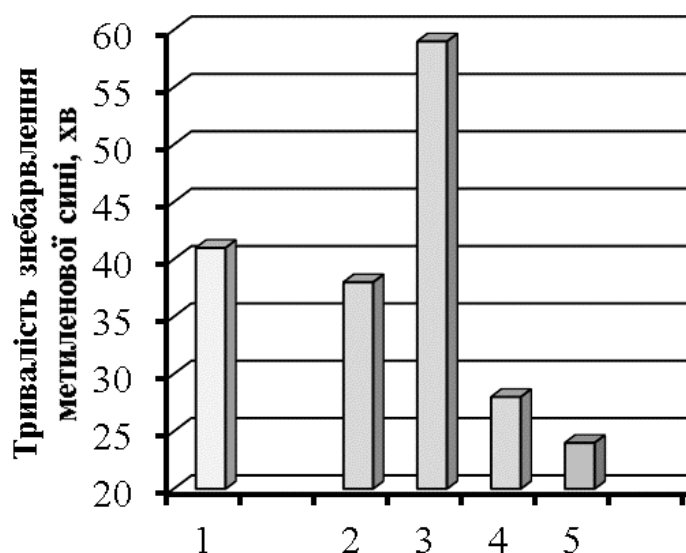


Рис. 2. Активність молочнокислих бактерій в дослідних житніх заквасках спонтанного бродіння (хв.): 1 – житня; 2 – зернова; 3 – хмельова; 4 – кефірна; 5 – родзинкова

Як показують результати досліджень, у житніх заквасках спонтанного бродіння на основі родзинок та кефіру мікробіота має вищу відновлювальну активність молочнокислих бактерій порівняно з житньою закваскою (без внесення додаткової сировини) – на 70,8 %, і 46,4% відповідно. Це пов'язано із внесенням додаткових поживних речовин: родзинки містять значну кількість редукувальних цукрів, мінеральних речовин, вітамінів, а кефір – лактобактерії. Крім того, впливають особливості бродіння сушеного винограду та кефірних грибків в результаті значної активації мікрофлори.

Використання закваски на основі житнього солоду (зернової) активує молочнокислі бактерії на 7,9%, порівняно із житньою закваскою, завдяки багатому хімічному складу житнього солоду. Внесення хмелю, навпаки, на 30,5% знижує активність

молочнокислих бактерій, незважаючи на наявність додаткових мінеральних речовин, вітамінів і цукрів. Це пов'язано із присутністю в цій рослині гірких смол, які пригнічують дію бактерій, але не впливають на розвиток дріжджів. Такий ефект в подальшому потрібно враховувати при веденні технологічного процесу виготовлення житньо-пшеничного хліба на даній заквасці без додавання хлібопекарських дріжджів.

Дослідження показали, що ведення технологічного процесу приготування заквасок спонтанного бродіння на основі зернової сировини, кефіру і родзинок сприяє підвищенню активності бродильної мікрофлори. Час, який характеризує підймальну силу, цих заквасок зменшується в 1,36, 1,73 та у 2,0 рази відповідно (рис. 3), що корелює з даними визначення активності молочнокислих бактерій.

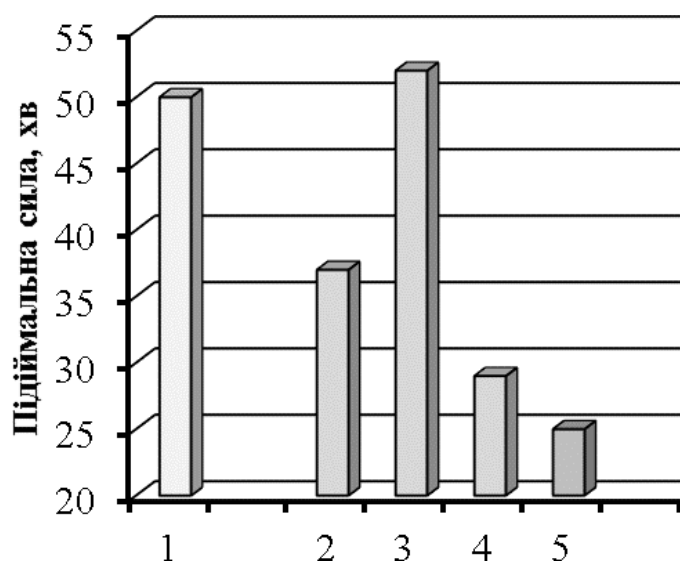


Рис. 3. Підймальна сила житніх заквасок спонтанного бродіння (хв):
1 – житня; 2 – зернова; 3 – хмельова; 4 – кефірна; 5 – родзинкова

Показник масової частки вологи в продукті – один з найважливіших в оцінці якості продукції. Кількість вологи в продукті характеризує його біологічну цінність та стійкість при зберіганні та транспортуванні, придатність до подальшої переробки (біохімічні процеси), техніко-економічні показники (вологість нижче норми призводить до перевитрати сировини). В заквасках підвищеної

вологості процес розмноження мікроорганізмів сповільнюється в результаті дефіциту поживних речовин. У густіших заквасках молочнокислі бактерії розвиваються інтенсивніше, ніж дріжджі. Тобто, за допомогою вибору умов приготування закваски, можна регулювати формування смаку та аромату хліба. Тому, визначення вологості житніх заквасок – один із головних параметрів

приготування житньо-пшеничного хліба. Вологість отриманих нами житніх заквасок спонтанного бродіння знаходиться в межах 68,3...69,9 %, що відповідає нормативній документації. У процесі бродіння заквасок

визначали органолептичні показники якості (табл. 3). При підвищенні температури бродіння заквасок смак і запах змінювалися від слабо до різко вираженого кисломолочного і спостерігалось розрідження консистенції.

Таблиця 3

Органолептичні показники якості заквасок спонтанного бродіння

Показник якості	Вид закваски				
	житня	зернова	хмельова	кефірна	родзинкова
Смак	кисломолочний, без сторонніх присмаків	кисломолочний, без сторонніх присмаків	кисломолочний, без сторонніх присмаків	кисломолочний, без сторонніх присмаків	кисломолочний, зі присмаком родзинок
Запах	кислий зі слабо вираженим ароматом борошна	кислий зі слабо вираженим ароматом пророщеного зерна	кислий зі слабо вираженим ароматом борошна	кислий зі слабо вираженим ароматом кисломолочних продуктів	кислий з вираженим фруктовим ароматом

Таблиця 4

Порівняльна характеристики кислотонакопичення заквасок спонтанного бродіння

Час, хв	Титрована кислотність заквасок, град				
	житня	зернова	хмельова	кефірна	родзинкова
60	6,3	6,6	6,5	6,8	6,2
120	6,7	7,0	6,9	7,2	6,9
180	7,5	7,3	7,3	7,9	7,7
240	8,0	7,9	7,8	8,8	8,4
300	8,8	8,4	8,3	10,0	9,2
360	9,4	9,1	8,9	11,5	10,0
420	10,2	9,9	9,2	12,8	10,4
480	11,0	10,7	9,7	13,1	11,0
540	11,6	11,2	10,3	13,6	11,6
600	12,1	11,9	10,8	14,1	12,0
660	12,5	12,4	11,2	14,4	12,4
720	13,0	12,9	11,4	14,9	12,6

Велике значення для якісного проходження технологічного процесу виробництва хліба, до складу якого входить житнє борошно, має кислотність закваски. Це пов'язано з тим, що в житньому борошні окрім β -амілази в активному стані знаходиться також й α -амілаза. Крохмаль гідролізується під впливом α -амілази до низькомолекулярних декстринів, які погіршують механічні властивості м'якушки хліба надаючи йому липкості. Відомо, що в кислому середовищі α -амілаза інактивується. У зв'язку з цим, технологія житніх і житньо-пшеничних сортів хліба передбачає приготування тіста на заквасках,

які підвищують кислотність тіста, що покращує якість готового виробу. Тому визначення титрованої кислотності важливий технологічний параметр якості житньої закваски в процесі приготуванні житньо-пшеничного хліба. Титровану кислотність визначали в заквасках через добу після оновлення та впродовж 12 годин після оновлення з інтервалом 60 хв. (табл. 4).

Результати визначення титрованої кислотності заквасок через добу після оновлення (град.): житньої – 17,5; зернової – 19,2; хмельової – 17,9; кефірної – 23,2; родзинкової – 15,9.

Таблиця 5

Зведені дані проведення дослідження якості тіста на заквасках спонтанного бродіння (початкова і кінцева температура 30°C)

Показники	Вид закваски				
	житня	зернова	хмельова	кефірна	родзинкова
Вологість тіста, %	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00
Кислотність початкова, град	6,10	5,80	5,30	6,50	6,10
Кислотність кінцева, град	9,30	9,90	8,30	10,10	10,10
Питомий об'єм тіста, м ³ /кг	2,14	2,04	1,96	2,30	2,32

Початкова кислотність тіста залежить від кислотності самої закваски. Так, тісто на кефірній заквасці має найвищу кислотність 6,5 град і відповідно кислотність закваски – 14,9 град, а тісто на хмельовій заквасці має найнижчий показник кислотності – 5,3 град. Кінцева кислотність тіста із борошна житнього обдирного

повинна становити 8-12 град, тобто тісто, виготовлене на заквасках спонтанного бродіння, відповідає нормам і вимогам. Найбільш позитивною є динаміка збільшення об'єму в тісті на кефірній заквасці та з родзинок, що пов'язано із позитивним впливом такої основи на бродильну мікрофлору.

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники якості житньо-пшеничного хліба на заквасках спонтанного бродіння (температура випікання 220 °C, час – 45 хвилин)

Показники якості	Вид закваски				
	житня	зернова	хмельова	кефірна	родзинкова
Вологість, %	46,20	47,10	46,30	46,10	46,00
Кислотність, град	9,10	8,70	7,30	10,00	9,50
Пористість, %	66,40	62,30	62,00	70,00	71,80
Кришкуватість хліба, %	17,80	17,90	18,80	16,80	16,60
Водопоглинальна здатність, %	230,60	233,56	215,58	240,58	236,50

Органолептичні показники:

- зовнішній вигляд – відповідно хлібній формі, в якій проводилося випікання, з дещо опуклою верхньою поверхнею;
- колір і стан поверхні – темно-коричневий, без підгорілості; відповідає виду виробу, без тріщин та підривів;
- колір і стан м'якушки – коричнева, пропечена, еластична, після легкого натискання м'якуш приймає початкову форму, без грудочок і слідів непромісу, без пустот і ущільнень;
- смак – виражений, характерний, хлібний;
- запах – властивий даному виду виробу, без стороннього.

Згідно з отриманими даними, хмельова, кефірна і родзинкова закваски не впливають на масову частку вологи в готових виробах, тоді як ведення технології на зерновій заквасці дещо підвищує даний показник. Це може бути пов'язано із більшою водопоглинальною і водоутримувальною здатністю житнього солоду, що виступає зерною основою в цій заквасці, порівняно із житнім борошном.

Найбільшу кислотність мають вироби на кефірній і родзинковій заквасці. Підвищення кислотності дозволяє подовжити термін зберігання хліба і призупинити розвиток різної хвороботворної мікрофлори, наприклад, картопляної палички.

Аналізуючи якість готових виробів, особливу увагу приділено пористості виробів, яка впливає на органолептичні, структурно-механічні та технологічні показники якості хліба. Показник загальної пористості ми розглядали як кількісну характеристику пишності виробів, оскільки збільшення цього показника свідчить про те, що зростає об'єм виробів і знижується їх твердість. При додаванні кефірної і родзинкової закваски пористість становить 70-71,8 %, що на 3,6-9,8 % більша, ніж при використанні інших досліджуваних заквасок. Це можна пояснити тим, що мінеральні речовини, вітаміни і кислоти, що містяться в родзинках і кефірі, стимулюють роботу

дріжджових клітин розщеплювати цукор на спирт і вуглекислий газ, який розпушує тісто, роблячи його пористим. Чим вище пористість виробів, тим довше вони зберігають свіжість і краще засвоюються організмом. Зернова і хмельова закваски мають найменші показники пористості. В першому випадку це може бути пов'язано із внесенням некрохмальних полісахаридів із зерною основою закваски, що, як відомо, знижує якість клейковини пшеничного борошна, яке входить до рецептури розроблених виробів. Також це може бути викликано високою ферментативною активністю солоду і, як результат, гідролізу крохмалю житнього борошна, що формує якість хліба. За використання хмельової закваски – зниження пористості пов'язано з негативним впливом хмелю на бродильну мікрофлору самих заквасок. Пористість житньо-пшеничного хліба за використання кефірної та родзинкової заквасок зростає на 5,4 % та 8,1 % відповідно. Такий результат є передбачуваним і пов'язаний із позитивним впливом нетрадиційної сировини на активність мікрофлори житніх заквасок.

Кришкуватість м'якушки, що характеризує свіжість хліба або ступінь його черствіння, найменша при використанні родзинкової та кефірної заквасок.

Висновки

Отримані результати обумовлюють перспективність використання заквасок спонтанного бродіння: житня, хмельова, на пророщеному житньому зерні, кефірна, родзинкова, які відрізняються високою ефективністю дії і показниками якості. Дослідження мікробіоти одержаних заквасок показало, що найкращі показники мають кефірна та родзинкова закваски – кількість диких дріжджів $4,3 \times 10^5$ та $5,1 \times 10^5$ КУО/г відповідно. Активність молочнокислих бактерій у заквасках через 12 годин після оновлення становила (хв): житня – 41; зернова – 38; хмельова – 59; кефірна – 28; родзинкова – 24. Висока активність при використанні родзинкової закваски дозволяє

скоротити процес бродіння тіста і тривалість виробничого процесу.

Хліб із застосуванням виготовлених заквасок спонтанного бродіння відрізняється високими органолептичними характеристиками. Найкращі фізико-хімічні показники має житньо-пшеничний хліб, виготовлений із житніми заквасками на основі кефіру та родзинок, які

перевищують всі показники якості тіста і готових виробів, виготовлених на заквасці тільки з житнього борошна.

Використання досліджених заквасок спонтанного бродіння може бути рекомендовано для виробництва житньо-пшеничних сортів хліба в умовах міні-підприємств і закладів ресторанного господарства.

References

1. Samokhvalova, O. V., Kucheruk, Z. I., Oliinyk, S. H. et al. (2019). *Kharchovi tekhnolohii. Tekhnolohiia khliba, kondyterskykh makaronnykh vyrobiv ta kharchokontsentrativ* [Food technology. Technology of bread, confectionery, pasta and food concentrates]. Kharkiv, Ukraine.
Самохвалова О. В., Кучерук З. І., Олійник С. Г. та ін. Харчові технології. Технологія хліба, кондитерських макаронних виробів та харчоконцентратів: навч. посібник. Харків, 2019. 284 с.
2. Kapreliants, L. V., and Petrosiants, A. P. (2011). *Likuvalno-profilaktychni vlastyvoli kharchovykh produktiv ta osnovy diietolohii* [Therapeutic and prophylactic properties of food and basics of nutrition]. Odesa, Ukraine: Druk.
Капрельянц Л. В., Петросьянц А. П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Одеса: Друк, 2011. 269 с.
3. Dudenko, N. V., Pavlotska, L. F., Horban, V. H., and Tsyban, L. S. (2017). *Osnovy fiziolohii kharchuvannia* [Fundamentals of nutrition physiology]. Kharkiv, Ukraine: KhDUKhT.
Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Горбань В. Г., Цибань Л. С. Основи фізіології харчування: навч. посібник. Харків: ХДУХТ, 2017. 216 с.
4. Drobot, V. I. (2002). *Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva* [Technology of bakery production]. Kyiv, Ukraine.
Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник. Київ, 2002. 365 с.
5. *Istoriia vypechki khleba, v monastyriakh* [The history of baking bread, in monasteries]. (2011). *Khlibopekarska kondyterska, promyslovisht Ukrainy – Bakery confectionery, industry of Ukraine*, 1, 12–15.
История выпечки хлеба, в монастырях. *Хлібопекарська кондитерська, промисловість України*. 2011. № 1. С. 12–15.
6. Kusova, Y. U., and Letkov, K. S. (2009). *Zakvasky pry proyzvodstve rzhanoho khleba* [Starter cultures in the production of rye bread]. *Konditerskoje y khlibopekarnoje proizvodstvo – Confectionery and bakery*, 9, 24–26.
Кусова И. У., Летков К. С. Закваски при производстве ржаного хлеба [Starter cultures in the production of rye bread]. *Кондитерское и хлебопекарное производство*. 2009. №9. С. 24–26.
7. Derkanosova, N. M., Gens, V. K., and Maliutina, T. N. (2004). *Sposob proizvodstva zhidkoj zakvaski dlia prigotovleniya khleba iz rzhanoj i smesi rzhanoj i pshenichnoj muki* [Method for the production of liquid sourdough for making bread from rye and a mixture of rye and wheat flour]. Invention patent 2232188 Russian Federation:

MPK A21D 8/02, S12N 1/20. Patent holder: Voronezhskaja gosudarstvennaja tekhnologicheskaja akademija – Voronezh State Technological Academy. № 2232188. Declared 11.02.2003. Published 10.07.2004. Bulletin № 34.

Способ производства жидкой закваски для приготовления хлеба из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки: пат. на изобретение 2232188 Российская Федерация: МПК A21D 8/02, S12N 1/20 / Дерканосова Н. М., Генс В. К., Малютина Т. Н.; патентообладатель Воронежская государственная технологическая академия. № 2232188; заявл. 11.02.2003; опубл. 10.07.2004, Бюл. № 34.

8. Chaban, A. B., and Pshenyshniuk, H. F. (2013). Zbahachennia khimichnoho skladu zhytno-pshenychnykh vyrobiv na osnovi konservovanykh zakvasok spontannoho brodinnia [Enrichment of chemical composition of rye-wheat products on the basis of canned sourdoughs]. *Nutrytsiologia, dietologia, problemy kharchuvannia*, 1(22), 12–15.

Чабан А. Б., Пшенишнюк Г. Ф. Збагачення хімічного складу житньо-пшеничних виробів на основі консервованих заквасок спонтанного бродіння. *Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування – Nutriology, dietology, problems of food*. 2013. № 1(22). С. 12–15.

9. Kolesnychenko, M. N. (2017). Razrabotka tekhnologii rzhano-pshenichnogo khleba s plodami zhimolosti [Development of technology for rye-wheat bread with honeysuckle fruits]. *Abstract of the Candidate's Thesis*. Barnaul, Russian Federation.

Колесниченко М. Н. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба с плодами жимолости: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Барнаул, 2017. 19 с.

10. Oliinyk, S., Samokhvalova, O., Lapitskaya, N., and Kucheruk, Z. (2020). Study of the influence of meals of wheat and oat germs and wild rose fruits on the fermenting microflora activity of rye-wheat dough. *Eureka: Life Sciences*, 1, 40–47.

11. Rak, V. P. (2012). Udoskonalennia tekhnologii khliba z vykorystanniam khmeliu [Improving the technology of bread using hops]. *Abstract of the Candidate's Thesis*. Kyiv, Ukraine.

Рак В. П. Удосконалення технології хліба з використанням хмелю: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2012. 22 с.

12. Bogatyreva, T. H., Beliavskaia I. G., Yudina, T. A., and Adygeshova, M. M. (2016). Issledovaniye vliyanija zernovykh zakvasok na osnove proroshchennykh zeren i semian netraditsionnogo rastitelnogo syrja na kachestvo rzhano-pshenichnogo khleba [Investigation of the influence of grain starter cultures based on sprouted grains and seeds of unconventional plant raw materials on the quality of rye-wheat bread]. *Khlebopekarnoje proizvodstvo v Rossii: vyzovy i strategii rynka – Bakery production in Russia: challenges and market strategies*. Moscow. Pp. 26–29.

Богатырева Т. Г., Белявская И. Г., Юдина Т. А., Адыгешова М. М. Исследование влияния зерновых заквасок на основе пророщенных зерен и семян нетрадиционного растительного сырья на качество ржано-пшеничного хлеба. *Хлебопекарное производство в России: вызовы и стратегии рынка: сб. материалов докл. XII Междунар. конф. / Междунар. пром. Академия. Москва, 2016. С. 26–29.*

13. Pyroh, T. P., Antoniuk, M. M., Skrotska, O. I., and Kitel, N. F. (2016). Kharchova biotekhnologia [Food biotechnology]. Kyiv, Ukraine: Lira.

Пирог Т. П., Антонюк М. М., Скроцька О. І., Кітель Н. Ф. Харчова біотехнологія: підручник. Київ: Ліра, 2016. 408 с.

14. Retsepty khlebnykh zakvasok na liuboj vkus [Bread starter recipes for every taste]. (n.d.). Retrieved from <https://novuyden.com/recepty-hlebnyh-zakvasok-na-ljuboj-vku/#respond>.

Рецепты хлебных заквасок на любой вкус. URL: <https://novuyden.com/recepty-hlebnyh-zakvasok-na-ljuboj-vku/#respond>.

15. Drobot, V. I., Arsenieva, L. Yu., Bilyk, O. A. et al. (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstv* [Laboratory workshop on the technology of baking and pasta production]. Kyiv, Ukraine: Tsentr navchalnoi literatury.

Дробот В. І., Арсенєва Л. Ю., Білик О. А. та ін. *Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв*. Київ: Центр навч. літ., 2006. 341 с.

16. Pyroh, T. P., Reshetniak, L. R., Povodzynskyi, V. M., and Hrehirchak, N. M. (2007). *Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv* [Microbiology of food production]. Vinnytsia, Ukraine: Nova Knyha.

Пирог Т. П., Решетняк Л. Р., Поводзинський В. М., Грегірчак Н. М. *Мікробіологія харчових виробництв: навч. посібник*. Вінниця: Нова Книга, 2007. 464 с.

Received: 16.06.2021. Accepted: 01.12.2021. Published: 07.01.2022.

Cite this article in APA Style as:

Syza, O., Savchenko, O., Zhurok, I., Lapytska, N., and Gorodyska, O. (2022). Doslidzhennia skladu mikroflory zakvasok spontannoho brodinnia dlia zhytno-pshenychnoho khliba [Investigation of the composition of the microflora of leavens' spontaneous fermentation for rye-wheat bread]. *BHT: Biota. Human. Technology*, 1(1), 83–96. (in Ukrainian)

Information about the authors:

Syza O. [*in Ukrainian: Сиза О.*] ¹, Sc.D in Tech. Sc., Prof., email: syza7@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4624-9656 Scopus-Author ID: 6602398626 ResearcherID: H-1156-2016

Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», 53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Savchenko O. [*in Ukrainian: Савченко О.*] ², Ph.D. in Tech. Sc., Assoc. Prof., email: savchenkolm68@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0385-7232 Scopus-Author ID: 7006763332 ResearcherID: H-1217-2016

Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», 53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Zhurok I. [*in Ukrainian: Журок І.*] ³, Private entrepreneur. email: zurok@ukr.net

Lapytska N. [*in Ukrainian: Лапицька Н.*] ⁴, Ph.D. in Tech. Sc., Assoc. Prof., email: nadegda.lapitskaja@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2431-4373

Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», 53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

Gorodyska O. [*in Ukrainian: Городиська О.*] ⁵, Ph.D. in Tech. Sc., Assoc. Prof., email: gorelena84@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9563-8386 Scopus-Author ID: 57205562073 ResearcherID: H-1426-2016

Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», 53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

¹ Study design, statistical analysis, manuscript preparation

² Data collection, statistical analysis

³ Data collection, statistical analysis

⁴ Statistical analysis, manuscript preparation

⁵ Statistical analysis