

УДК 664.6: 579.674

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАКВАСКИ
НА ОСНОВІ МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ НА ЯКІСТЬ ХЛІБА****Корженівська А.О.**, аспірант

м.н.с. відділу біотехнології

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0003-3860-2595

Даниленко С.Г., д.т.н., с.н.с.

зав. відділу біотехнології

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0003-4470-4643

Гетьман І.А., м.н.с.

відділу хлібопекарного та борошномельно-круп'яного виробництва

Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-9448-9956

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-08>

В даній статті проаналізовано особливості приготування тіста для житніх і житньо-пшеничних сортів хліба, пов'язане з хлібопекарськими властивостями борошна, проаналізовано склад бактеріальної мікрофлори житніх заквасок з додаванням чистих культур молочнокислих бактерій різних видів. Метою даної роботи було дослідження впливу заквасок на основі різних штамів молочнокислих бактерій на фізико-хімічні властивості тіста та готових виробів. Предмет дослідження – органолептичні, структурно-механічні властивості тіста та готових виробів. Методи дослідження – аналітичні, традиційні й органолептичні, фізико-хімічні методи визначення якості напівфабрикатів і готових виробів. З метою отримання стабільної якості готових виробів, а також спрощення технологічного процесу приготування закваски і, особливо, її початкової стадії запропоновано молочнокислі бактерії *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. casei*. для розведення заквасок. Проаналізовано, як впливає кислото-накопичення та показник підіймальності сили на показники якості напівфабрикатів та якість готових виробів. Підібрано культури та спосіб приготування закваски для житніх сортів хліба на основі цих штамів. Доведено, що зразки тіста з додаванням заквасок на основі молочнокислих лактобактерій мали вищі показники кислотності, підіймальності сили, скорочену тривалість вистоювання, порівняно з контролем. Варто виділити зразок із закваскою на основі штаму *L. buchneri*, який відрізнявся найвищими значеннями підіймальності сили, тривалості вистоювання та мав найкращі органолептичні показники готового хліба. Встановлено, що використання заквасок на основі молочнокислих бактерій дозволяє отримати вироби з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками якості та може бути рекомендовано для виробництва житніх та житньо-пшеничних сортів хліба.

Ключові слова: хліб, житній хліб, молочнокислі бактерії, житні закваски, технологія.

STUDY OF THE INFLUENCE OF STARTER CULTURE BASED AT LACTIC ACID BACTERIA ON THE BREAD QUALITY*Korzhenivska Alyna, Postgraduate**Junior Researcher, Department of Biotechnology**Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0003-3860-2595

*Danylenko Svitlana, D-r of Sciences, Technics, Senior Research**Head of Department of Biotechnology**Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0003-4470-4643

*Hetman Inna, Junior Researcher**Department of Bakery and Flour-and-Cereals Production**Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine*

ORCID ID: 0000-0002-9448-9956

<https://doi.org/10.31073/foodresources2019-13-08>

*This article analyzes the peculiarities of dough preparation for rye and rye wheat bread, related to the baking properties of flour, analyzes the composition of bacterial microflora of rye ferments with the addition of pure cultures of lactic acid bacteria of different species. The purpose of this work was to investigate the effect of starter cultures on the basis of different strains of lactic acid bacteria on the physicochemical properties of dough and finished products. Subject of study - organoleptic, structural and mechanical properties of dough and finished products. Research methods - analytical, traditional and organoleptic, physicochemical methods for determining the quality of semi-finished products and finished products. In order to obtain stable quality of finished products, as well as to simplify the technological process of preparation of yeast and, in particular, its initial stage, lactic acid bacteria *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. casei* for breeding yeasts. The influence of acid accumulation and lifting index on the quality of semi-finished products and the quality of finished products is analyzed. The cultures and the way of making the sourdough for rye bread based on these strains were selected. It was proved that the test samples with the addition of lactobacilli-based starter cultures had higher values of acidity, lifting force, shorter duration of aging compared to the control. It is worth highlighting a starter sample based on *L. buchneri* strain, which had the highest values of lifting strength, durability, and had the best organoleptic characteristics of finished bread. It is established that the use of yeast based on lactic acid bacteria allows to obtain products with high organoleptic and physicochemical indicators of quality and can be recommended for the production of rye and rye wheat varieties.*

Key words: *bread, rye bread, lactic acid bacteria, rye ferments, technology.*

Вступ. Приготування хліба пов'язано з рядом фізичних та хімічних змін у тісті, які здійснюють вплив на властивості отриманого продукту. У склад борошна, що використовується для виробництва житніх та житньо-пшеничних сортів хліба, входять компоненти, які необхідні для розвитку багатьох мікроорганізмів. Крім значної кількості крохмалю, в ньому присутні до 0,7-1,8 % (в перерахунку на суху речовину) цукрів – глюкози, фруктози, мальтози, сахарози, рафінози, целобіози та інші. При бродінні тіста, мікроорганізми використовують не лише власні цукри, але й ті, які накопичуються у тісті в процесі розщеплення крохмалю борошна його амілолітичними ферментами. В житньому борошні цукрів більше, ніж в пшеничному, а саме 4,5 – 6,5 % на сухі речовини борошна. Азотовмісні речовини борошна складаються головним чином із різних білків (альбумін,

глобулін, глютеїн, гліадін), що головним чином беруть участь в формуванні структури тіста.

Борошно завжди вміщує значну кількість різних мікроорганізмів, їх кількість залежить від ступеня забрудненості зерна, способів його очищення тощо. З усього різноманіття мікробіоти борошна, важливу роль у бродінні тіста відіграють дріжджі та молочнокислі бактерії, для яких у тісті наявні всі необхідні умови: вологість (40-50%), незначний вміст кисню та наявність необхідних поживних речовин. [1, с. 290]

У житньому борошні міститься значна кількість високомолекулярних пентозанів, які і перешкоджають утворенню в житньому тісті клейковини при однаковому з пшеничним борошном співвідношенні гліадину та глютеніну. Таким чином, вони набухають і утворюють дуже в'язкі колоїдні розчини, що впливає на структурно-механічні властивості житнього тіста, а саме – на розпливання тістових заготовок на стадіях вистоювання та в перший період випікання.

Усі вищенаведені особливості житнього борошна вимагають використання технологій приготування житнього тіста, які базуються на створенні високої кислотності з метою зниження активності ферментів, глибшого набухання білків і пентозанів, що покращує фізико - хімічні властивості хліба та його органолептичні показники.

Суттєву роль в створенні смаку та аромату житнього хліба, а також його засвоюваності, відіграють різні види гомо- та гетероферментативних молочнокислих бактерій. В результаті зброджування цукрів у тісті вони утворюють молочну, оцтову, пропіонову, мурашину кислоти, спирт та вуглекислий газ. Гомо- та гетероферментативні лактобактерії здійснюють протеоліз білків житнього борошна, які сприяють накопиченню у заквасках та тісті азотовмісних та водорозчинних речовин. Вони також певним чином впливають на утворення аромату хліба [2, с. 125].

Житній хліб повинен володіти більш високою кислотністю, чим пшеничний. Це обумовлено не тільки необхідністю надати житньому хлібу певного специфічного смаку, а також тим, що підвищена кислотність (рН 4,4-4,2) та, особливо, присутність молочної кислоти пригнічує діяльність деяких ферментів житнього борошна (наприклад α -амілази). Це веде до покращення фізико – хімічних властивостей тіста – в'язкості, пластичності тощо. [3, с. 28].

Житнє тісто готують на заквасках, які забезпечують розпушення та кислотонакопичення у тісті.

Закваска – це густий чи рідкий напівфабрикат для виробництва хліба, дія якого базується на комбінації спиртового і молочнокислого бродіння поживної суміші житнього, житньо-пшеничного або пшеничного борошна [4, с. 16].

Встановлено, що хліб на густих заквасках із застосуванням одних гомоферментативних видів молочнокислих бактерій позбавлений специфічного аромату. Розвиток тільки гетероферментативних культур сприяє більшому накопиченню оцтової кислоти, яка надає хлібу різкий запах і більш кислий смак. Хліб за смаком і ароматом отримують при спільному застосуванні гомо- і гетероферментативних штамів кислотоутворюючих бактерій в співвідношенні 1: 2.

Використовуючи різні штами молочнокислих бактерій для виведення заквасок, можна впливати на аромат і смак готових виробів [5, с. 57].

Дослідження кислотоутворюючої мікрофлори вітчизняних житніх заквасок показало, що мікрофлора заквасок досить різноманітна. Домінуючими видами у ній є *L. plantarum* і *L. brevis*, досить часто зустрічається *L. fermenti*, в меншій кількості – *L. casei*, *L. buchneri*. Термофільний вид *L. leichmannii* мало вивчений, а *L. delbruckii dpfufks* невиявлений. Таким чином, для житніх заквасок специфічні два види молочнокислих бактерій – *L. brevis* і *L. plantarum*, що пов'язано, очевидно, з температурним режимом приготування густих заквасок, який близький до оптимальної температури розвитку для

даних видів бактерій. Інші види молочнокислих бактерій при внесенні в густі закваски не витримували конкуренції зі спонтанною мікрофлорою борошна [6, с.10].

Недоліком є те, що спонтанна мікрофлора не завжди може забезпечити нормальний хід бродіння напівфабрикатів, певну тривалість процесу виведення закваски і необхідні показники якості, до того ж має високу тривалість бродіння – до 10 діб. У заквасках розвивається велика кількість різноманітних мікроорганізмів, що потрапляють туди разом з борошном. Це не тільки молочнокислі бактерії і дріжджі, але і дикі дріжджі, спороутворюючі бактерії, цвілеві гриби, оцтовокислі, пропіоновокислі і маслянокислі бактерії, які можуть мати негативний вплив як на якість хліба, так і на здоров'я споживача [7, с.16].

Саме зброджування частини борошна в заквасці забезпечує отримання вищої початкової кислотності тіста. При цьому створюються оптимальні умови для зниження активності α -амілази, для достатнього набухання білків, пентозанів і оболонкових частинок. Це забезпечує отримання хліба із житнього та житньо-пшеничного борошна з високими смаковими властивостями.

Отже, для виробництва житнього хліба високої якості потрібно досягнути підвищеної кислотності тіста, яка забезпечується поєднанням молочнокислих бактерій, що дозволяє помітно скоротити технологічний процес, збільшити терміни зберігання [8, с. 631].

Постановка завдання. Особливості виробництва житнього і житньо-пшеничного хліба на заквасках з додаванням молочнокислих бактерій вивчено недостатньо. Тому актуальним є вивчення впливу використання таких заквасок у рецептурі на якість готового виробу.

Метою даної роботи є дослідження впливу заквасок на основі різних штамів молочнокислих бактерій на фізико-хімічні властивості тіста та готових виробів.

Матеріали та методи. Для приготування закваски використовували різні штами молочнокислих бактерій (МКБ) видів *Lactobacillus buchneri* (зразок 1), *L. brevis* (зразок 2), *L. fermentum* (зразок 3), *L. casei* (зразок 4), борошно житнє обдирне виробника ТОВ «Дніпромлин», яке характеризувалось такими фізико-хімічними показниками: вологість – 11%, титрована кислотність – 4,2 град, зольність – 1%. Готували закваски вологістю 55-65%, поновлення проводили кожні 24 годин шляхом змішування закваски попереднього приготування із додаванням еквівалентної кількості поживної суміші з борошна та води і знову залишали на сквашування за температури 25-26°C. Після п'ятого поновлення на заквасках готували тісто вологістю 43-46% при співвідношенні житнього обдирного та пшеничного 50:50. Закваску вносили у тісто в кількості 35% до маси борошна в тісті. Тривалість бродіння тіста складала 90 хвилин, вистоювання вели до готовності. Як контроль використовували напівфабрикат, до рецептури якого входили хлібопекарські пресовані «Львівські дріжджі» компанії «Ензим». Визначення підйімальної сили, титрованої кислотності, масової частки вологи та активності молочнокислих бактерій у заквасці проводили за загально визнаними методами [9, с.111-118].

Для визначення показників якості готового виробу застосовували органолептичні та фізико-хімічні методи аналізу. Визначали такі фізико-хімічні показники: вологість, кислотність, пористість. Органолептичними методами визначали форму хліба, колір, стан поверхні та м'якушки, смак, запах, свіжість.

Готовий продукт перевіряли на відповідність ДСТУ – П 4583:2006 «Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна» [10].

Результати та обговорення. Досліджували вплив різних штамів молочнокислих бактерій на динаміку кислотонакопичення та підйімальну силу заквасок, які оновлювали протягом 120 год.

Як показали дослідження у всіх зразках на 48 год відновлення кислотність у 2,5 разв вища, ніж на перші 24 год.

На рис. 1 та 2 наведено зміну кислотності та підйимальної сили в процесі бродіння.

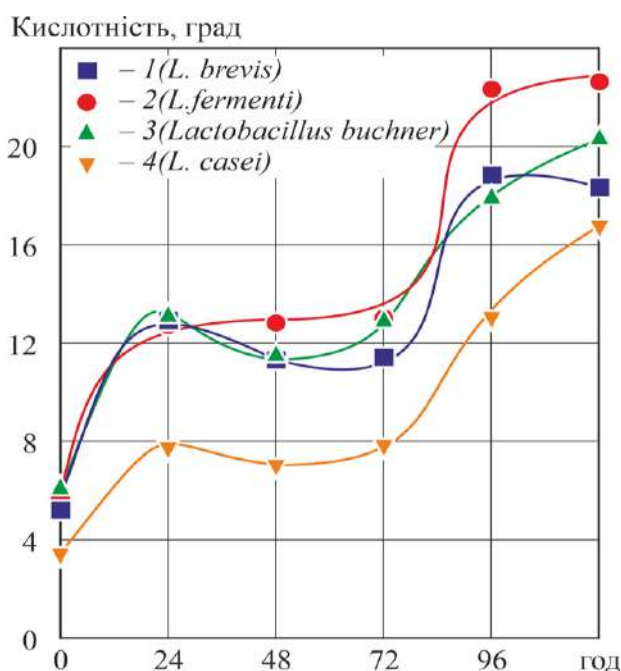


Рис. 1. Зміна кислотності заквасок в процесі бродіння

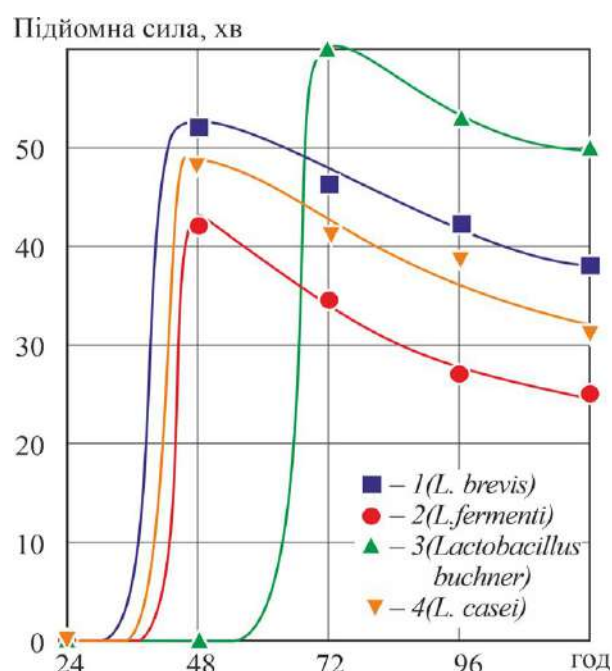


Рис.2. Зміна підйимальної сили заквасок в процесі бродіння

Так, закваски №1, №2, №3 інтенсивно накопичували кислотність до 18 – 22 град та досягли необхідної підйимальної сили 55-85 хв вже на 96 годину ферментації. На 24 год оновлення закваски кислотність *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis*, *L. fermentum* була майже однакова 12,7, 12,9 та 13,2 град відповідно та протягом наступних двох оновлень суттєво не змінювалась та вже на 4 оновленні спостерігався різке збільшення показника майже у два рази і становив в межах 20 град, що є необхідним показником, тому, що у виробничому циклі якісна закваска повинна мати кислотність 13-16 град.

Варто відмітити, що повільніше накопичувала кислотність закваска № 4 – це свідчить про низький потенціал утворення кислоти бактеріями *L. casei*, оскільки її початкова кислотність була 3,3 град, що у два рази менше ніж у всіх досліджених нами зразках.

В процесі поновлення заквасок нами контролювався показник підйимальної сили. Після 2-го поновлення, як видно з рис. 2, цей показник для окремих заквасок був у межах близько 40-50 хв. З подальшими поновленнями показник підйимальної сили покращувався: уже на 120 годину поновлення для закваски № 2 та контролю склав близько 30 хв, а в середньому показник ПС зростав за кожну добу бродіння на 5-6 хв.

Аналіз технологічних властивостей закваски показав, що за температури бродіння 25-26 °С вже після п'ятого поновлення показники якості закваски стабілізуються, кислотність закваски становить 12-13 град, підйимальна сила – 30-50 хвилин, що дозволяє її використовувати в технології хліба.

На основі отриманих заквасок проводили випікання житньо-пшеничного хліба за співвідношення житнього обдирного та пшеничного борошна 50:50.

Закваску додавали у тісто в кількості 35 % до маси борошна. Замішані зразки тіста заданої вологості піддавали бродінню протягом 60-90 хв за температури 31-33 °С. Після бродіння тісто ділили на шматки необхідної маси і вистоявали до готовності у термостаті за температури 33-35 °С. Готове тісто випікали за температури 230-240 °С протягом 40-45

хв. Фізико-хімічні показники тіста та готових виробів наведено в таблиці 1. Якість хліба досліджували через 4 години за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники тіста та готових виробів із житніми заквасками різного мікробіологічного складу

Показник	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Тісто					
Кислотність тіста, град поч. кінц.	2,4	4,0	4,0	5,8	3,6
	3,4	5,2	5,8	7,4	5,0
рН поч. кінц.	5,69	5,02	4,9	4,6	5,07
	5,49	4,87	4,88	4,51	5,01
Підймальна сила, хв	67	30	30	128	84
Вологість тіста, %	43	45,4	44,4	45,4	46,0
Тривалість вистоювання, хв	50	35	38	40	42
Хліб					
Маса хліба, г	188,43	233,21	194,98	194,69	191,87
Кислотність, град	2,0	4,4	4,2	6,6	4,8
Об'єм хліба, см ³	315	418	330	345	350
Питомий об'єм, см ³ /100 г	1,67	1,84	1,69	1,79	1,82
Пористість, %	49,4	59,9	57,1	54,8	53,8

Зразок №1 та №2 вирізнявся вищою підйальною силою напівфабрикату, що свідчить про високу бродильну активність заквасок. Тривалість вистоювання напівфабрикатів із додаванням заквасок зменшилась на 3-5 хвилин, що пришвидшує технологічний процес і тісто дозріває швидше. Показники якості готових виробів відрізнялись від контролю: кислотність зросла на 0,5 – 1,2 град, пористість – 4,5 – 10,5 %.

Зразки с додаванням закваски можна порівняти з контролем за такими показниками, як питома обсяг і пористість. Всі показники, які наведені в табл.1, незначно відрізняються від контрольних показників, а також відповідають вимогам стандарту [10].

Децю завищена кислотність хліба з закваскою № 3 спричинена високою кислотністю закваски. В подальшому, нами буде підібрано оптимальне дозування цієї закваски для досягнення необхідної кислотності хліба.

Зразок № 1, на основі штаму *L. buchneri*, порівняно з контролем, має найкращі значення підйальної сили, тривалості вистоювання напівфабрикатів. А показники якості хліба, а саме, питомий об'єм та пористість найвищі з усіх представлених в таблиці 1, що доводить доцільність використання цієї культури у складі закваски для хліба. Зовнішній вигляд зразків хліба наведено на рис. 3. Доцільно вносити закваску для покращання органолептичних показників хліба, а саме покращує запах та смак хліба.

Майже усі готові вироби мали приємний смак та аромат житньо-пшеничного хліба були правильної форми із гладкою поверхнею, мали тонкостінну пористість, порівнюючи із контролем, який поступався усім цим показникам.

Так, перший зразок із закваскою *L. buchneri* мав кращий зовнішній вигляд та стан м'якушки, яка була досить еластичною і не заминалась, достатню пористість та дуже приємний аромат.

Другий та третій відрізнявся трішки гіршим станом м'якушки та присутністю у №3 зразку кислого присмаку.



Рис. 3. Зовнішній вигляд готових виробів
(нумерація зразків згідно з таблицею 1)

Четвертий зразок порівнюючи із трьома попередніми мав не добре виражений житньо-пшеничний аромат, а смак був нейтральним.

На основі результатів досліджень, встановлено, що закваски на основі молочнокислих бактерій із вмістом борошна 25 % дозволяють отримати як тісто, так і готові вироби із високими та стабільними якісними показниками.

Висновки. Таким чином, додавання заквасок на основі молочнокислих бактерій *Lactobacillus buchneri*, *L. brevis*, *L. fermentum* дозволяє скоротити час бродіння і вистоювання тіста, оскільки в них інтенсивніше збільшувалась кислотність та показник підйимальної сили. Було рекомендовано використовувати при виробництві житніх та житньо-пшеничних виробів з закваскою на основі *L. buchneri*, оскільки було отримано хліб необхідного об'єму та формостійкістю, рівномірною пористістю м'якушки.

Бібліографія

1. Квасников Е. И., Нестеренко О. А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. М.: Наука, 1975. 384 с.
2. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. К.:Логос, 2002. 368 с.
3. Thomson, D. R. State of art: Bakery fermentation. *Bakers Digest*. 1982. № 3 V.56. P.46
4. Афанасьева О. В. Технологические требования к микроорганизмам, применяемым в хлебопекарном производстве. Лекция для заочников курсов повышения микробиологических знаний. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 324 с.
5. Juntunen, K. S. Structural differences between rye and wheat breads but not total fiber content may explain the lower postprandial insulin response to rye bread. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003. Vol. 78. P. 957–964.
6. Włodarczyk M. Associated cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the industrial production of bread. *Acta Alim* 1985. 578 P.
7. Шевченко С. Влияние органических кислот на свойства теста и качество хлебобулочных изделий. Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. 2014. № 03 (112). С.38
8. Altamirano-Fortoul, R. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. *Food Science and Technology*. 2011. № 3(44). P. 900.

9. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва. К.: Центр навч. літератури, 2006. 341 с.

10. ДСТУ 4583:2006 Хліб із житнього та суміші житнього і пшеничного борошна. Технічні умови.

References

1. Kvasnikov E., Nesterenko O. (1975) Molochnokisly`e bakterii i puti ikh ispol`zovaniya [Lactic acid bacteria and ways to use them]. M.: Nauka, 1975. 384 c. [in Russian].

2. Drobot V. (2002). Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva. [Bakery production technology] K.: Lohos, 2002. 368 p. [in Ukraine].

3. Thomson D. R. State of art: Bakery fermentation. Bakers Digest. 1982. № 3 V.56. P.46

4. Afanas`eva O. Tekhnologicheskie trebovanie k mikroorganizmam, primenyaemym v khlibopekarnom proizvodstve. Lekziya dlya zaochnikov kursov povu`sheniya mikrobiologicheskikh znaniy. [Technological requirements for microorganisms used in the baking industry. Lecture for extramural microbiological knowledge improvement courses]. M.: Pishhevaya promyshlennost, 1976. 324 p. [in Russian].

5. Juntunen, K. S. Structural differences between rye and wheat breads but not total fiber content may explain the lower postprandial insulin response to rye bread. American Journal of Clinical Nutrition. 2003. Vol. 78. P. 957–964.

6. Wlodarczyk M. Associated cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the industrial production of bread. Acta Alim 1985. 578 P.

7. Shevchenko S. Vlyianyie orhanycheskykh kyslot na svoistva testa y kachestvo khlebobulochnykh yzdelyi. [The effect of organic acids on the properties of the dough and the quality of bakery products]. Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy. [Bakery and confectionery industry of Ukraine] 2014. № 03 (112). p. 38 [in Ukraine].

8. Altamirano-Fortoul, R. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. Food Science and Technology. 2011. № 3(44). P. 900

9. Drobot V. Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho i makaronnoho vyrobnytstva [Laboratory for bakery and pasta production technology]. K.: Tsentri navch. literatury, 2006. 341 c. [in Ukraine].

10. DSTU 4583:2006 Khlib iz zhytnoho ta sumishi zhytnoho i pshenychnoho boroshna. Tekhnichni umovy. [Rye bread and a mixture of rye and wheat flour. Specifications.] S. 19 chynnyi z 01.07.2007 [in Ukraine].