



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f9703
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.64.022.39

Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production

M. Kukhtyn[✉], K. Kravchenyuk, V. Selskyi, O. Pokotylo, O. Vichko, N. Kopchak, A. Hmelar

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 21.01.2022
Received in revised form
22.02.2022
Accepted 23.02.2022

*Ternopil Ivan Puluj National
Technical University, Ternopil,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-239-20-57
E-mail: kuchtynnic@gmail.com*

Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 14–19. doi: 10.32718/nvlvet-f9703

The bakery industry is increasingly using technologies that improve the quality of finished products. Such technologies of bread production include technology with the use of natural leavens of spontaneous fermentation, which are made without the addition of various artificially created chemical ingredients. The aim of the work was to determine the influence of basil seeds on the activity of rye-wheat leaven in the technology of its renewal and to investigate the physicochemical, organoleptic characteristics of the dough during fermentation and the quality of bread. The research used generally accepted in the bakery industry methods of physical and chemical research of sourdough, dough and finished products. It was found that the introduction of basil seeds in the composition of spontaneous leaven in the amount of 1.5 to 3.0 % reduces the time of renewal of the leaven and accelerate the increase in acidity, which is the result of the development of its own microbiota. The expediency of adding basil seeds (up to 2.0 %) to the technology of spontaneous leaven production was established, as the time of ball emergence after the fifth stage of renewal was 8 minutes shorter compared to the control sample of leaven. The addition of basil accelerates the development and biochemical activity of the yeast microbiota, resulting in more enzymes of the reductase class. The dough is made with the addition of spontaneous fermentation leaven, which contains basil seeds ferment and ripen faster. In the evaluation of bread samples, the highest total score was obtained by samples № 2 and №3, which were made on spontaneous leaven with a content of 1.0 and 1.5 basil – the total number of points was 19.3 points, which is 0.5 points more than the control sample. Therefore, for the production of rye-wheat spontaneous leaven, it is advisable to add basil seeds to its composition to enhance biochemical and microbiological processes.

Key words: spontaneous fermentation leaven, basil seeds, rye-wheat bread.

Оцінка закваски спонтанного бродіння з вмістом базилику в технології виробництва житньо-пшеничного хліба

М. Д. Кухтин[✉], Х. Ю. Кравченко, В. Р. Сельський, О. С. Покотило, О. І. Вічко, Н. А. Копчак, Н. Б. Хмельяр

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

У хлібопекарській промисловості все частіше почали використовувати технології, які поліпшують якість готових продуктів. До таких технологій виробництва хліба належить технологія із застосуванням природних заквасок спонтанного бродіння, які виготовлені без додавання різних штучно створених хімічних інгредієнтів. Метою роботи було визначити вплив насіння базилику на активність житньо-пшеничної закваски в технології її оновлення та дослідити фізико-хімічні, органолептичні показники тіста в процесі бродіння та якість хліба. У дослідженнях використовували загальноприйняті у хлібопекарському виробництві методи фізико-хімічних досліджень закваски, тіста і готових виробів. Виявлено, що введення насіння базилику у склад спонтанних заквасок у кількості від 1,5 до 3,0 % дозволяє скоротити час оновлення закваски і пришвидшити наростання кислотності, яка є результатом розвитку власної мікробіоти. Встановлено доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски, оскільки час спливання кульки після п'ятої стадії оновлення був на 8 хв менший, порівняно з контроль-

ним зразком закваски. Додавання базилику прискорює розвиток і біохімічну активність мікробіоти закваски, внаслідок чого виробляється більше ферментів класу редуктаз. Тісто виготовлене з додаванням закваски спонтанного бродіння, яке у своєму складі містить насіння базилику, швидше бродить і дозріває. За бального оцінювання зразків хліба найбільшу сумарну оцінку балів отримали зразки № 2 та № 3, які були виготовлені на спонтанній заквасці з вмістом 1,0 та 1,5 базилику – загальна кількість балів становила 19,3 бала, що на 0,5 бала більше, ніж у контрольного зразка. Отже, для виготовлення житньо-пшеничної спонтанної закваски доцільно додавати у її склад насіння базилику для посилення біохімічних і мікробіологічних процесів.

Ключові слова: закваска спонтанного бродіння, насіння базилику, житньо-пшеничний хліб.

Вступ

У хлібопекарській промисловості усе частіше почали використовувати технології, які поліпшують якість готових продуктів. До таких технологій виробництва хліба належить технологія із застосуванням природних заквасок спонтанного бродіння, які виготовлені без додавання різних штучно створених хімічних інгредієнтів (Lialyk et al., 2019; Karyk et al., 2021). Закваска спонтанного бродіння у своєму складі містить біохімічно-активні молочнокислі бактерії та дріжджі, які здатні проявляти ферментативну дію з утворенням різних продуктів бродіння (Cheliabiieva et al., 2018). Саме дані продукти бродіння справляють благополучний вплив як на технологічні та реологічні властивості, так і на ароматично-смакові відчуття готових виробів. Тому виробництво хліба на заквасках вважається технологічно складнішим процесом, проте одержані продукти є більш корисними та поживними. Завдяки цьому застосування таких технологій на даний час вважається актуальним під час виробництва хліба.

Найчастіше закваски спонтанного бродіння застосовують при виробництві житньо-пшеничного хліба (Pshenyshniuk et al., 2011). Дане явище можна пояснити тим, що житнє борошно більш придатне до ферментації завдяки особливостям білково-протеїназної та вуглеводно-амілазної системи (Drobot et al., 2016; Savchenko et al., 2019). За хімічним складом у житньому борошні менший вміст білка, ніж у пшеничному, тому за структурою дане борошно є менш пружне і еластичне через відсутність клейковинного каркасу, який властивий тісту, виготовленому із пшеничного борошна (Yazar et al., 2012; Mis et al., 2017). Тому у виробничому процесі приготування хліба на заквасках спонтанного бродіння поєднують два види борошна: житнє і пшеничне, які доповнюють одне одного за хімічними інгредієнтами, що в підсумку покращує фізико-хімічні показники готових виробів. Проте біохімічні процеси, які відбуваються у заквасці та в тісті, залежать не тільки від якості борошна, а й від кількісного складу і ферментативної активності наявної мікробіоти (Kukhtyn et al., 2016; Sylchuk et al., 2016). Саме під час розвитку мікрофлори закваски у тісті відбуваються відповідні зміни (накопичення кислот, діоксиду вуглецю, ароматичних сполук, спирту тощо). У виробництві часто відбувається зниження активності спонтанної мікробіоти заквасок, тому у її склад вводять часто чисті культури лактобактерій, які пригнічують активність диких дріжджів, або додають різні фітодобавки, які активізують життєдіяльність мікробіоти (Israr et al., 2017). У дослідженнях (Savchenko et al., 2019) повідомляється, що екстракт

базилику має позитивний вплив на активність мікробіоти під час виготовлення житньо-пшеничного хліба.

Отже, виконання досліджень з додавання базилику до складу закваски спонтанного бродіння має на меті пришвидшити процеси поновлення мікробіоти у технології її виготовлення та поліпшити технологічні параметри виробництва хліба.

Метою роботи було визначити вплив насіння базилику на активність житньо-пшеничної закваски в технології її оновлення та дослідити фізико-хімічні, органолептичні показники тіста в процесі бродіння та якість хліба.

Матеріал і методи досліджень

У технології виробництва житньо-пшеничного хліба використовували закваску спонтанного бродіння, до якої додавали насіння базилику. Технологія приготування закваски передбачала подальші технологічні операції з додаванням борошна в однаковому співвідношенні (1 : 1) пшеничного до житнього, насіння базилику, води та проводили заквашування за температури 28–30 °C і поновлення кожні 24 год до втрати бродильної активності закваски. Для приготування закваски спочатку змішували 50,0 г борошна (25,0 г пшеничного і 25,0 г житнього), насіння базилику (від 0,5 до 3,0 %) з 40,0 мл води питної. Тобто отримували шість дослідних зразків закваски з кількістю насіння базилику: зразок № 1 – 0,5 %, № 2 – 1,0 %, № 3 – 1,5 %, № 4 – 2,0 %, № 5 – 2,5 %, № 6 – 3,0 %. У контролі насіння базилику не застосовували. Після цього закваски поміщали у термостат на ферментацію за температури +28–30 °C протягом 24 год. Після процесу бродіння закваски поновлювали способом замішування попередньої закваски (90,0–93,0 г) з додаванням борошна 50,0 г (25,0 плюс 25,0), води 40,0 мл та насіння базилику (0,5–3,0 г). Знову ставили на ферментацію за температури +28–30 °C. Через дві доби ферментації маса закваски становила 180–186 г. Знову поновлювали шляхом змішування борошна 110,0 г (55,0 г пшеничного та 55,0 г житнього) води 70,0 та насіння базилику (0,5–3,0 г), ставили на бродіння в термостат. Поновлення в загальному проводили протягом 72–120 год, залежно від вмісту насіння базилику до того моменту, коли закваска не проявляла загальних видимих ознак бродіння. При цьому вологість у дослідних заквасках становила від 57,2 до 59,4 %, а кислотність в межах від 7,8 до 9,2 град.

У дослідженнях використовували загальноприйняті у хлібопекарському виробництві методики фізико-хімічних досліджень закваски, тіста і готових хлібобулочних виробів. Зокрема, використано методики, які описані у лабораторних практикумах, посібниках тощо (Drobot et al., 2006; Kobasa et al., 2014).

Статистичну обробку експериментальних результатів за темою роботи проводили на комп'ютері із застосуванням загальновідомої ліцензійної програми Statistica 10. Результати вважали достовірними за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Результати дослідження технологічних показників закваски спонтанного бродіння, які характеризують її якість під час стадій поновлення, наведено в табл. 1.

З аналізу табл. 1, видно, що кислотність поступово наростала після кожної стадії поновлення закваски.

Таблиця 1

Зміна показника кислотності закваски під час оновлення, град ($M \pm m$, $n = 3$)

Номер зразка, концентрація базилику	Свіжо-виготовлена	Стадія оновлення закваски, год				
		1 стадія 24	2 48	3 72	4 96	5 120
Контроль	6,3 ± 0,1	7,0 ± 0,1	7,4 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,0 ± 0,1
№ 1 – 0,5 %	6,3 ± 0,1	7,1 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,7 ± 0,1	8,0 ± 0,1	8,2 ± 0,1
№ 2 – 1,0 %	6,3 ± 0,1	7,2 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,1 ± 0,1	8,3 ± 0,1
№ 3 – 1,5 %	6,3 ± 0,12	7,4 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,0 ± 0,1*	8,3 ± 0,1	8,5 ± 0,1*
№ 4 – 2,0 %	6,3 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,2 ± 0,1	8,4 ± 0,1	8,6 ± 0,1
№ 5 – 2,5 %	6,3 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,9 ± 0,1	8,3 ± 0,1	8,6 ± 0,1	8,9 ± 0,1
№ 6 – 3,0 %	6,3 ± 0,1	7,7 ± 0,1	8,2 ± 0,1*	8,7 ± 0,1*	9,0 ± 0,1*	9,2 ± 0,1*

Примітка: * $P \leq 0,05$ – порівняно з показником контролю

З літературних джерел відомо (Drobot et al., 2016; Hrushkovska et al., 2019), що під час 48–72 год (другого і третього поновлення) у заквасці інтенсивно розмножуються молочнокислі бактерії, які представлені гетеро- та гомоферментативними мікроорганізмами видами: *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, у меншій мірі видами: *Lactobacillus buchneri* та *Lactobacillus casei*. Саме завдяки життєдіяльності даних популяцій мікроорганізмів закваски мають притаманний їм смак, аромат та відповідну кислотність. Гетероферментативні молочнокислі палички під час ферментації поживних речовин борошна за нормального перебігу оновлення закваски продукують близько 70 % молочної кислоти, близько 20 % продукують леткі кислоти (основу яких становить оцтова) та газ (діоксид вуглецю), ще до 10 % припадає на етиловий спирт.

На п'ятій стадії поновлення закваски виявляємо наростання кислотності у дослідних зразках від 8,2 до 9,2 град, що на 0,5 та 1,2 град більше проти контрольного зразка закваски. Проте згідно з даними авторів (Savchenko et al., 2019; Stabnikova et al., 2019), якісна житньо-пшенична закваска спонтанного бродіння готова до використання за умови кислотності від 7,8 до 9,2 град. У наших дослідженнях усі види дослідних заквасок із вмістом базилику мали кислотність від 8,2 до 9,2 град, а контрольний зразок спонтанної закваски – 8,0 град. Тобто, закваски із вмістом базилику від 1,5 до 3,0 % – № 3 – № 6 уже на третій стадії поновлення мали відповідну кислотність. Це вказує на те, що додавання у закваску насіння базилику сприяє активізації мікробіологічного процесу у заквасці з інтенсивним наростанням кислотності. Загалом дослідження

При цьому чітко прослідковується закономірність, що у дослідних зразках закваски з вмістом базилику кислотність швидше зростала, ніж у контрольній заквасці без базилику. Зокрема, на другій стадії оновлення (48 год) кислотність у дослідній заквасці з вмістом базилику 3,0 % була на 0,8 град вищою, ніж у контрольній заквасці. На третій стадії поновлення закваски (72 год) різниця у кислотності ще більше була помітна, так, у дослідному зразку № 3 (1,5 % базилику) кислотність становила $8,0 \pm 0,1$ град, а у зразку № 6 (1,5 % базилику) – $8,7 \pm 0,1$ град, що на 0,4 та 1,1 град більше проти контролю без вмісту базилику.

вказують, що за допомогою введення насіння базилику до складу спонтанних заквасок у кількості від 1,5 до 3,0 % дозволяє скоротити час оновлення закваски і пришвидшити наростання кислотності, яка є результатом розвитку власної мікробіоти.

У технологічному процесі виробництва хліба, якісна закваска повинна мати підйомну силу “за показником спливання кульки”, не менше 30 хв. Збільшення показника підйомної сили призводить до збільшення терміну бродіння тіста, а це своєю чергою буде подовжувати тривалість виробництва хліба, що неодмінно відобразиться на його рентабельності. Тому під час біотехнологічних процесів з отримання закваски намагаються отримати напівфабрикат, підйомна сила якого була б якнайменшою в часі. На показник спливання кульки впливає біохімічна активність мікробіоти, наявної в борошні. Нами було визначено даний біотехнологічний показник за часом спливання кульки. Результати досліджень наведено в табл. 2.

З даних табл. 2 можемо констатувати, що зі збільшенням вмісту насіння базилику в дослідних зразках закваски прискорюється час спливання кульки. Зокрема, виявлено, що після другої стадії поновлення закваски (48 год) підйомна сила була відсутня у контрольному зразку без вмісту базилику та в дослідному з вмістом 0,5 % базилику. В інших дослідних зразках (№ 2 – № 6) з вмістом базилику від 1,0 до 3,0 % час спливання кульки виявився прямо пропорційним кількості базилику в заквасці. Так, у дослідних зразках № 5 і № 6 час спливання кульки був на 8 хв менший, ніж у зразку № 2 (1 % базилику), а у зразку під № 4 на 11 хв.

Таблиця 2

Зміна показника підйомної сили закваски під час оновлення, хв ($M \pm m, n = 3$)

Номер зразка, концентрація базилику	Свіжо-виготовлена	Оновлення закваски, год				
		Стадія 1 24	2 48	3 72	4 96	5 120
Контроль	–	–	–	45	37	28
№ 1 – 0,5 %	–	–	–	36	29	25
№ 2 – 1,0 %	–	–	52	33	26	24
№ 3 – 1,5 %	–	–	48	32	25	23
№ 4 – 2,0 %	–	–	41	27	23	20
№ 5 – 2,5 %	–	–	44	29	27	24
№ 6 – 3,0 %	–	–	44	28	26	23

Після третього оновлення закваски (72 год) підйомна сила спостерігалася у всіх дослідних зразках і в контрольному. Проте найшвидший час спливання кульки реєструвався у дослідного зразка № 4 (2,0 % базилику) – 27 хв, що на 18 хв менше, ніж у контрольному зразку без базилику. Також виявлено, що додавання базилику понад 2,0 % не сприяло значному зменшенню часу спливання кульки, що, на нашу думку, пов'язано з порушенням консистенції тіста через збільшення газоутворення, зміни структури та зростання вологості.

Після четвертої і п'ятої стадії оновлення закваски спостерігаються такі ж зміни, як і після третьої стадії. Зокрема, виявлено, що всі дослідні зразки закваски з вмістом базилику на 120 год оновлення за часом спливання кульки вкладалися у визначенні вимоги до 25 хв, у контрольному зразку без вмісту базилику кулька спливала за 28 хв, що також вважається задовільним. Проте найоптимальнішим дослідним зразком закваски, який за показником спливання кульки пока-

зував найменший час, був зразок № 4 з 2,0 % базилику. Час спливання кульки становив 20 хв.

Отже, отримані дані вказують на доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски, оскільки час спливання кульки після п'ятої стадії оновлення був на 8 хв меншим порівняно з контрольним зразком закваски.

Ще одним тестом, який характеризує біохімічну активність молочнокислої мікрофлори спонтанної закваски, є визначення часу відновлення метиленового синього доданого до закваски (Kobasa et al., 2014). При цьому за тривалістю відновлення закваску поділяють на низької активності – час знебарвлення метиленового синього становить від 90 до 100 хв; високої біохімічної активності – час відновлення барвника становить від 35 до 50 хв; та дуже високої біохімічної активності – відновлення відбувається протягом 7–30 хв. Результати дослідження біохімічної активності мікробіоти спонтанної закваски з вмістом базилику на 120 годину її поновлення наведено на рис. 1.



Рис. 1. Динаміка зміни біохімічної активності мікроорганізмів закваски з вмістом базилику

На рис. 1 показана чітко виражена залежність між вмістом доданого насіння базилику до дослідних зразків спонтанної закваски та біохімічною активністю наявної мікробіоти. Зокрема встановлено, що найбільший час знебарвлення метиленового синього реєстрували у контрольному зразку закваски без базилику, який становив – 46 ± 1 хв. У дослідних зразках спонтанної закваски з вмістом базилику найповільніше знебарвлення метиленового синього відбувалося у

зразку № 1 з 0,5 % базилику – $4,0 \pm 1$ хв. В міру збільшення кількості базилику у зразках закваски від 1 до 3 % (№ 2 – № 6) час знебарвлення поступово зменшується. Так, у зразку закваски № 2 знебарвлення становило 40 ± 1 хв, а у зразку № 6 – 30 хв, що практично на 10 хв менше. За класифікацією контрольний і дослідні зразки спонтанної закваски № 1 – № 5 вважалися високо біохімічно активними, а зразок № 6 дуже високо активним. Отримані результати вказують, що

додавання базилику прискорює розвиток і біохімічну активність мікробіоти закваски, внаслідок чого виробляється більше ферментів класу редуказ, які швидше відновлюють метиленовий синій. При цьому в дослідному зразку спонтанної закваски № 6 окисно-відновна реакція із знебарвлення барвника проходила в 1,5 раза швидше, ніж у контрольному зразку.

Таким чином виявлено, що у заквасці кислотність зростала в міру збільшення у ній кількості насіння базилику, що обумовлено стимулюванням мікробіоти борошна поживними речовинами, наявними у насінні. Це дозволяло отримувати швидше спонтанну закваску вищої кислотності порівняно з тою, яка була без вмісту насіння базилику. На рис. 2 наведено дані зміни кислотності у тісті під час його бродіння.

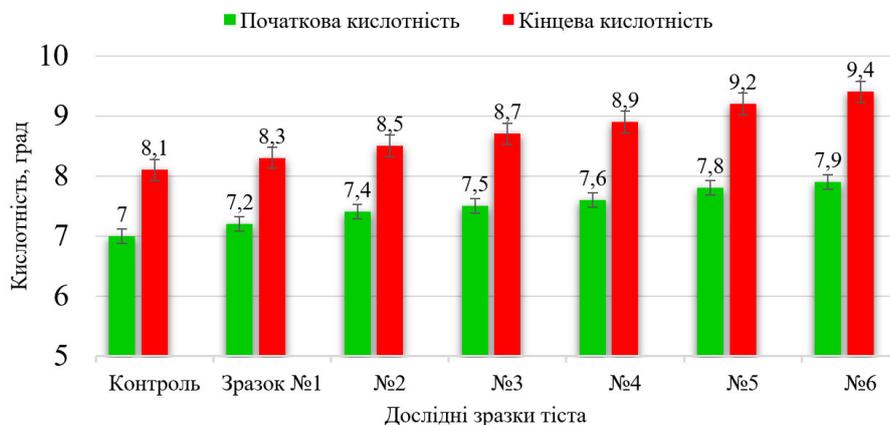


Рис. 2. Оцінка дослідних зразків тіста на спонтанній заквасці за показником кислотності на початку та наприкінці в кінці процесу бродіння

З рис. 2 видно, що відбувається посилення кислотоутворюючої здатності молочнокислої мікрофлори у тісті, яке виготовлене на спонтанній заквасці з додаванням насіння базилику порівняно з тістом без жодних фітодобавок (контрольний зразок). При цьому виявляємо поступове збільшення кислотності тіста у всіх зразках, починаючи від № 1 (0,5 % базилику у спонтанній заквасці) до № 6 (3,0 % базилику у заквасці). Так, у зразку № 4 кінцева кислотність становила $8,9 \pm 0,2$ град, що на 0,8 г град більше, ніж у контрольному тісті, яке виготовлено тільки на чистій спонтанній заквасці без фітодобавок.

У дослідному зразку тіста № 6, яке виготовлено на заквасці з максимальною кількістю взятої у дослід насіння базилику – 3,0 %, кінцева кислотність становила $9,4 \pm 0,2$ град, що на 1,3 град більше проти контрольного зразка. Даний процес ми пояснюємо більшим

вмістом кислотоутворюючої мікрофлори у самій заквасці, яку вносили у тісто для заквашування порівняно з контрольною закваскою. Більша кількість мікробіоти зумовлювала швидші зміни біохімічних процесів з ферментації крохмалю борошна і накопичення різних органічних кислот та ароматичних речовин. Внаслідок цього процесу бродіння у тісті відбувалися швидше. Таким чином, тісто, виготовлене з додаванням закваски спонтанного бродіння, яке у своєму складі містить насіння базилику, швидше бродить і дозріває.

Із тіста дослідних зразків нами було випечено житньо-пшеничний хліб, який піддано аналізуванню за фізико-хімічними показниками, що характеризують його якість та свіжість.

Органолептична характеристика готових зразків хліба, яка виражена як сума балів за кожен показник, наведена на рис. 3.

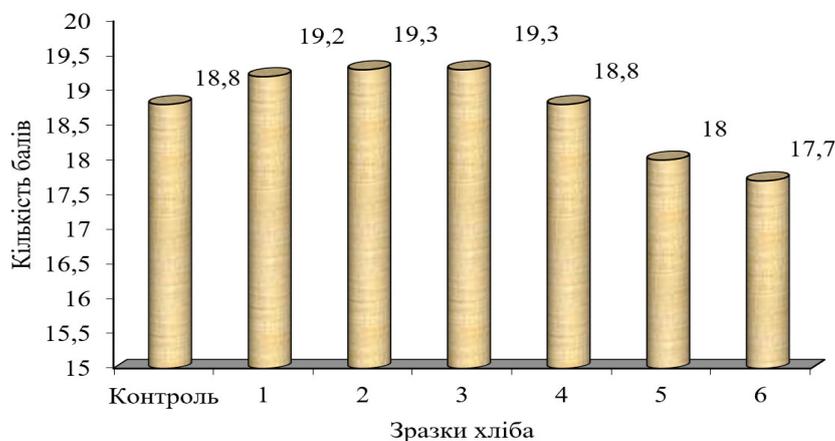


Рис. 3. Балне оцінювання органолептичних показників зразків житньо-пшеничного хліба

Примітка: зовнішній вигляд і колір максимум – 4 балів; стан мякуша – 5 балів; смак – 5 балів; запах – 3 бали; загальне враження – 3 бали.

З рис. 3 видно, що за бального оцінювання зразків хліба найбільшу сумарну оцінку балів отримали зразки № 2 та № 3, які були виготовлені на спонтанній заквасці з вмістом 1,0 та 1,5 базилику – загальна кількість балів становила 19,3 бала, що на 0,5 бала більше, ніж у контрольного зразка. Зразок хліба № 4 мав 18,8 бала, що відповідало кількості балів, як у контролі. Зразки виробів № 5 та № 6 мали найменшу кількість балів –18,0 та 17,7 відповідно. Зниження балів членами дегустаційної комісії було пов'язано із занадто відчутним ароматом базилику.

Отже, враховуючи комплекс досліджень, який включав час поновлення спонтанної закваски, її біохімічну і мікробіологічну активність, фізико-хімічні та органолептичні показники тіста та готових дослідних зразків хліба, нами обрано як оптимальний – зразок, що виготовлений на спонтанній заквасці з вмістом 2,0 % базилику. Даний зразок житньо-пшеничного хліба характеризувався дещо вираженим присмаком і запахом базилику.

Висновки

Виявлено доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски. Запропоновано для виготовлення житньо-пшеничної спонтанної закваски додавати у її склад насіння базилику для посилення біохімічних і мікробіологічних процесів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Cheliabieva, V., & Sosedova, E. (2018). Using of leaven of spontaneous fermentation and of flour leguminous in bread production. *Technical sciences and technologies*, 3(13), 251–257. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257.
- Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016). Vykorystannia zakvasky spontannoho brodinnia pry vyrobnytstvi zhytno-pshenychnoho khliba [Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye-wheat bread]. *Naukovi pratsi NUXT – Scientific works of NUFT*, 22(1), 180–184 (in Ukrainian).
- Drobot, V. I., Arsenieva, L. Iu., & Bilyk, L. I. (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnologii khlibopekarnoho ta makaronnoho vyrobnytstva*. Kyiv: Tsentri navchalnoi literatury (in Ukrainian).
- Hrushkovska, A. O., Danylenko, S. H., Kryzhska, T. A., & Khonkiv, M. O. (2019). Application of lactic acid bacteria on the indicators of rye source. *Scientific notes of TNU named after V. I. Vernadsky*, 30(69), 92–97. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/15.
- Israr, T., Rakha, A., Rashid, S., Shehzad, A., Ahmed, W., & Sohail, M. (2017). Effect of Basil Seed Gum on Physico-Chemical and Rheological Properties of Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13128. DOI: 10.1111/jfpp.13128.
- Karpyk, G., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.
- Kobasa, I. M., Cheban, L. M., Vorobets, M. M., Yukalo, V. H., & Kukhtyn, M. D. (2014). *Khimichniy ta mikrobiolohichniy analiz kharchovoi produktsii*. Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t imeni Yurii Fedkovycha (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M., Vichko, O., Berhilevych, O., Horyuk, Y., & Horyuk, V. (2016). Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*” Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 7(6), 1266–1272. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18328>.
- Lialyk, A., Pokotylo, A., & Kukhtyn, M. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Miś, A., Nawrocka, A. & Dziki, D. (2017). Behaviour of Dietary Fibre Supplements During Bread Dough Development Evaluated Using Novel Farinograph Curve Analysis. *Food Bioprocess Technol*, 10, 1031–1041. DOI: 10.1007/s11947-017-1881-8.
- Pshenyshniuk, H. F., Pavlovskiy, S. M., & Korpak, Yu. S. (2011). Zakvasky spontannoho brodinnia v tekhnologii zhytnoho khliba. *Naukovi pratsi ONAKhT*, 40(1), 141–145 (in Ukrainian).
- Savchenko, O., & Kalinichenko, Y. (2019). Technology of manufacturing rye and wheat sourdough bread with the use of basil. *Technical sciences and technologies*, 4(18), 183–191. DOI: 10.25140/2411-5363-2019-4(18)-183-191.
- Sylchuk, T., Zuiko, V., & Tsyurulnikova, V. (2016). Doslidzhennia zminy fizychnykh vlastyvostei zhytnopshenychnoho tista pry vykorystanni pidkysliuvachiv [Investigation of changes in the physical properties of ryewheat dough when using acidifiers]. *Food Science and Technology*, 10(1), 49–53. DOI: 10.21691/fst.v10i1.79.
- Stabnikova, O., Antoniuk, M., & Stabnikov, V. (2019). Ukrainian Dietary Bread with Selenium-Enriched Soya Malt. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74, 157–163. DOI: 10.1007/s11130-019-00731-z.
- Yazar, G., & Tavman, S. (2012). Functional and Technological aspects of sourdough fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*. *Food Eng Rev*, 4, 171–190. DOI: 10.1007/s12393-012-9052-1.