

Вікторія Челябієва¹, Наталія Буяльська², Наталія Березкина³

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та екології
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: vika.chl@ukr.net. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5364-4633>. **ResearcherID:** [AAA-3194-2020](https://publons.com/urn:li:member:AAA-3194-2020)

²кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та екології
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: buialaska@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-6800-5604>. **ResearcherID:** [G-2935-2014](https://publons.com/urn:li:member:G-2935-2014)

³старший викладач кафедри харчових технологій та екології
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: galenko94@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0009-0000-0952-5557>

**МІКРОФЛОРА БОРОШНА ЯК СТАРТЕР ПРОЦЕСІВ БРОДІННЯ
У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

У роботі проведена аналітична оцінка мікробіоти борошна, охарактеризовані симбіотичні асоціації мікроорганізмів, які виникають при заквашуванні борошна, та вплив ендогенних факторів на розвиток цих мікробних симбіозів. Аналіз був застосований для вивчення можливості використання борошна та закваски борошна як стартера бродіння у харчових технологіях. Досліджено вплив біохімічних характеристик бродильного середовища на склад асоціацій організмів в заквасках інокульованих у ці середовища. Показано, що мікробіота борошна може бути стартером процесів бродіння, що може бути використано у технології хлібобулочних, кисломолочних, алкогольних виробів.

Ключові слова: борошно; закваска; хміль; молочнокислі бактерії; дріжджі; кисломолочні продукти.

Рис.: 4. Бібл.: 14.

Актуальність теми дослідження. Мікрофлора борошна визначається насамперед мікрофлорою зерна. Склад мікрофлори борошна залежить від виду зернової культури, температури, сорту борошна, способів помелу та очищення [1]. Кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) мікроорганізмів становить 2–3 млн на 1 г борошна. До мікрофлори борошна зазвичай входять трав'яна, сінна, молочнокислі та оцтовокислі палички, дріжджі, спори цвілевих грибів, переважно це види родів *Penicillium* і *Aspergillus*, інколи мукові гриби, лактококи, ентерококи та стрептококи зустрічаються рідко [1; 2]. Мікрофлора борошна за КУО бідніша порівняно з мікрофлорою зерна, тому що в процесі помелу разом із забрудненнями й оболонками зерна, багатими на мікроби, видаляється значна кількість мікроорганізмів.

Мікроорганізми не розвиваються, якщо вологість борошна не перевищує 14 %, вони при цьому знаходяться у стані анабіозу. При зволоженні борошна мікроорганізми активуються і ініціюють процеси бродіння та гниття. Перебіг цих процесів залежить як від ендогенних, так і від екзогенних факторів. Ендогенні фактори визначаються хімічним і мікробіологічним складом самого середовища, а екзогенні – переважно температурою. Вплив цих факторів під час розмноження мікроорганізмів борошна сприяє накопиченню характерної бактеріальної мікрофлори, яка знижує рН середовища, сприяє накопиченню протигрибкових речовин, і тим самим, запобігає росту небажаних мікроорганізмів, які походять від забруднення сировини і, як правило, спричиняють гнилісні процеси [2].

Актуальним є вивчення впливу ендогенних факторів на домінування мікроорганізмів у бродильному середовищі, такі дослідження надають обґрунтування кустарній практиці отримання бродильної продукції [3].

Постановка проблеми. Кустарна технологія бродильної продукції, як правило, дає можливість отримати продукцію з високою біологічною та харчовою цінністю і часто включає використання борошна як стартера процесу бродіння. Житнє або цільнозернове пшеничне борошно є стартером бродильних процесів при виведенні хлібних заквасок, зброджуванні сусла при кустарному способі виробництва пива, хлібна закваска ініціює зброджування молока з отриманням кисломолочних продуктів [4].

Потребує вивчення мікробіота, які розвивається у тому чи іншому поживному середовищі при використанні борошна як стартера процесів бродіння, і ендогенні фактори, що сприяють її розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При змішуванні борошна з водою 1:1 за масою стартує процес бродіння. На 7–10 день після змішування та кількарразового оновлення шляхом видалення приблизно $\frac{1}{3}$ частини суміші та додавання свіжого борошна і води у рівних кількостях утворюється закваска [5]. Закваска відіграє важливу роль у приготуванні хлібного тіста. Вона підвищує поживні властивості (наприклад, через фітатний гідроліз), покращує органолептичні показники готового виробу, наприклад, об'єм хліба, текстуру м'якушки та забезпечує унікальний смак, впливає на зберігання готового виробу (термін придатності) [1–3]. Закваску можна виготовити у пекарні або придбати у комерційних постачальників (жива рідка закваска або сушена закваска без ферментації). Проте багато пекарень житнього хліба в Європі все ще використовують не комерційні, а традиційні ферментовані закваски, метаболічно активні протягом десятиліть за рахунок додавання свіжого борошна та води через регулярні проміжки часу [1]. У багатьох країнах і протягом останнього десятиліття в Україні практикують «домашню» (кустарну, крафтову) випічку кислого житнього хліба на традиційних заквасках.

Суміш борошна з водою ферментується бактеріальними та дріжджовими спільнотами. Молочнокислі бактерії, оцтовокислі бактерії і дріжджі зазвичай походять із борошна, тобто борошно є стартером бродіння [6–8]. Молочнокислі бактерії (LAB) і дріжджі часто поєднуються в заквасці. Співвідношення LAB: дріжджі в заквасках зазвичай становить за різними оцінками 80:1, 100:1 [8]. У той час як у більшості ферментованих харчових продуктів, особливо кисломолочних, відіграють важливу роль гомоферментативні LAB, гетероферментативні LAB, серед яких *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* домінують у хлібній заквасці, особливо при традиційному (кустарному) приготуванні [7]. Закваска є проміжним продуктом для приготування хліба, пива і містить метаболічно активні мікроорганізми. Закваски є величезним джерелом різноманітних видів і штамів LAB та дріжджів завдяки своєму кустарному і залежному від регіону походженню.

У заквасці маємо приклад синергізму між LAB та дріжджами. LAB є переважаючими мікроорганізмами, і в багатьох випадках дріжджі присутні у значній кількості.

LAB не утворюють спор, є грампозитивні факультативні анаероби, продукт обміну – молочна кислота, більшість LAB – мезофіли. Молочнокислі бактерії утворюють від 1 % до 3 % молочної кислоти та розвиваються при рН 4. Продукт метаболізму LAB – молочна кислота – пригнічує розвиток маслянокислих і гнильних бактерій, які у свою чергу пригнічують розвиток дріжджів, тобто LAB сприяють розвитку дріжджів. Дріжджі *Saccharomyces minor* відрізняються більшою кислотостійкістю порівняно із *Saccharomyces cerevisiae*. Зі зниженням рН середовища культивування активність дріжджів помітно погіршується, а при кислотності 13–14 °Н вид *Saccharomyces cerevisiae* починає витіснятися дріжджами *Saccharomyces minor*. Збільшення, вологості закваски до 75% знижує інтенсивність кислотонакопичення в результаті зменшення кількості живильних речовин для молочнокислих бактерій.

У свою чергу дріжджі збагачують середовище вітамінами і амінокислотами, які необхідні для життєдіяльності LAB і поглинають із середовища кисень, а це сприятливо відбивається на розвитку молочнокислих бактерій, які є факультативними анаеробами. Спирт, що продукується дріжджами, пригноблює сторонні види бактерій, але не пригнічує LAB.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. На бродильну мікрофлору впливають умови середовища культивування, той вид, який починає домінувати в середовищі, для якого ендogenousні умови виявилися сприятливішими й буде визначати особливості бродильного процесу і властивості готового продукту. Вплив ендogenousних факторів на асоціацію молочнокислих бактерій і дріжджів потребує подальших досліджень, такі дослідження відкривають шляхи для розширення асортименту харчових продуктів бродіння.

Мета роботи. Дослідження асоціації молочнокислих бактерій та дріжджів різних заквасок залежно від ендogenousних факторів для диференціації продуктів бродіння.

Виклад основного матеріалу. В Україні в домашньому виробництві традиційно практикувалось використання хмелевої закваски для випікання хліба. За одним із способів приготування 20 г хмелю заливають 1,5 л води і варять після закипання 20 хвилин, при цьому вся мікрофлора і спори гинуть. Отриманий відвар хмелю вже не містить мікрофлори і є стерильним, його охолоджують до кімнатної температури, проціджують і додають мед, отриманий розчин заливають у посудину для бродіння, вносять для ініціювання бродіння борошно житнє або цільнозернове пшеничне чи пшеничне першого сорту, і перемішують. Співвідношення відвару і борошна 2:1. Приготовану суміш (закваску) залишають закисати при температурі 30–32 °С протягом 5–7 днів до появи специфічного приємного запаху, протягом цього часу закваска не потребує оновлення.

Згідно із сучасними дослідженнями хмелеві закваски без додавання меду мають вищі показники якості [9], мед традиційно вносили, як джерело поживних речовин, які також надають певного смакового забарвлення виробу.

Нами було приготована за традиційною методикою закваска з додаванням борошна пшеничного цільнозернового і досліджена її мікрофлора (рис. 1).

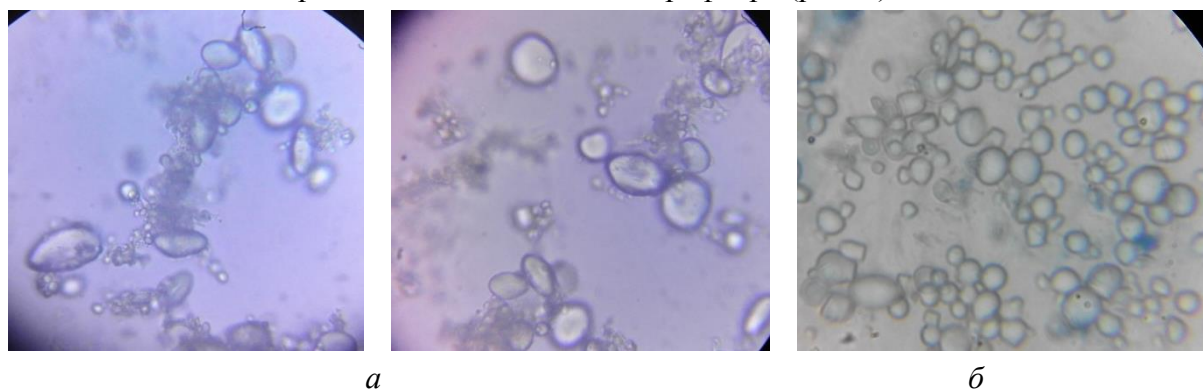


Рис. 1. Мікрофлора хмелевої закваски на 3 день бродіння (а); на 7 день бродіння (б) (препарат живої культури, збільшення 1200).

На препараті наявні клітини дріжджів, які на 7 день бродіння присутні у великій кількості. При інокуляції мікрофлори борошна у відвар хмелю для ініціювання бродіння спостерігаємо, що у хмелевому середовищі й у отриманій хмелевій заквасці домінуючими є культури роду *Saccharomyces*. Культури LAB не присутні у хмелевій заквасці. На склад мікрофлори впливають у даному випадку ендогенні фактори, тобто біохімічний склад хмелевого середовища. Поширена серед споживачів думка, що хліб приготований на хмелевій заквасці є без дріжджів, хибна. Саме дріжджі складають мікрофлору хмелевої закваски. Однак, якщо отриману хмелеву закваску багаторазово оновити житнім борошном і водою, а для цього вносити у хмелеву закваску протягом 5 днів по 20 г борошна і води, то концентрація біохімічних речовин хмелю знизиться і LAB житнього борошна почнуть розвиватися у такому середовищі поряд з культурою дріжджів. Відбудеться переродження закваски, вона за своїм мікробіологічним складом стане подібною до закваски, яку отримують при спонтанному бродінні шляхом змішування житнього борошна і води.

Приготована хмелева закваска була використана для випікання житньо-пшеничного хліба (рис. 2). Готовий виріб мав правильну з випуклою верхньою скоринкою форму, м'якушка виробу пропечена, не липка, еластична на дотик, з гарною пористістю, що видно з рис. 2. Після легкого натискання пальцями м'якуш приймає початкову форму. М'якуш без грудочок і слідів непромісу, без пустот і ущільнень. Запах характерних хлібний, смак хлібний. Стосовно смаку слід зауважити, що не відчувалась кислуватість, характерна для виробів на заквасках з LAB. Тобто у випадку хмелевої закваски маємо саме дріжджову закваску, де домінуючою культурою є дріжджі, а не LAB.



Рис. 2. Зовнішній вигляд (а) та вид у розрізі (б) житньо-пшеничного хліба на хмельовій заквасці

Хміль за своїми властивостями унікальна рослина. Шишки хмелю містять у собі комплекс специфічних смол, поліфенольних сполук, ефірних олій, біологічно активних речовин, які володіють не тільки характерними смаковими та ароматичними властивостями, а проявляють антибіотичні, антиокиснювальні властивості. Доведено протиінфекційну дію хмелю проти широкого спектра мікроорганізмів [10]. Методом хромато-мас-спектрометрії досліджено якісний та кількісний склад біологічно активних сполук селекційних сортів шишок хмелю ароматичного та гіркого типу [11]. У шишках ароматичного сорту хмелю переважно містяться поліфенольні сполуки, а у шишках гіркого сорту – α - та β -кислоти та терпенові сполуки.

Крамєр та ін. [12] досліджували антимікробну дію *in vitro* кількох екстрактів хмелю проти *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* та *Escherichia coli* у модельному м'ясному маринаді та на маринуваних свинячих вирізках. Результати, отримані авторами, показали, що грамозитивні бактерії сильно пригнічувалися екстрактами хмелю завдяки вмісту β -кислот, але у випадку екстрактів, що містять α -кислоти, пригнічення було нижчим; навпаки, грамнегативні бактерії показали високу резистентність до всіх досліджених екстрактів хмелю.

При використанні борошна або хлібної закваски в кустарному способі приготуванні пива, або при внесенні борошна у хмельовий відвар для отримання хмельової закваски для хліба відбувається пригнічення широкого спектра мікроорганізмів екстрактивними речовинами хмелю, у тому числі й LAB, які є грамозитивними мікроорганізмами, а от дріжджі в цих умовах активно розвиваються і запускають процес спиртового бродіння, що і стало використовуватись людиною. Ізо- α -кислоти не змінюють активність *S. cerevisia* [11].

Найпростіший спосіб кустарного приготування пива передбачає змішування ячмінного солоду з водою і настоювання суміші протягом доби до розчинення. Далі суміш варили протягом двох годин, а потім у цю суміш вносили шишки хмелю і продовжували варити ще 20–30 хвилин. При таких умовах відвар насичується екстрактивними речовинами, за рахунок тривалої термічної обробки знищуються мікроорганізми, у тому числі ті, які утворюють спори. Відвар охолоджували, проціджували, а потім вносили висівки, борошно або хлібну закваску, з якої випікали хліб, для ініціювання процесу бродіння. Потім рідину переміщували в тепле місце з температурою 26–28 °C на 12-18 годин. Після закінчення зазначеного часу пиво було готове до вживання.

Внесення хлібної закваски, яка містить LAB та дріжджі – оптимальний варіант при кустарному виробництві пива, тому що на відміну від висівок і борошна, закваска не містить патогенної мікрофлори. Як зазначалося вище, у хлібній заквасці продукт метаболізму LAB – молочна кислота – пригнічує розвиток маслянокислих, гнильних бактерій та іншої патогенної мікрофлори. При внесенні хлібної закваски у хмелевий відвар у процесі приготування пива молочнокислі бактерії закваски пригнічуються під дією екстрактивних речовин хмелю, а дріжджі починають активно розвиватися і запускають спиртове бродіння.

Для ферментації молока здавна використовують кефірний грибок [13], який є специфічною та складною асоціацією мікроорганізмів, який включає дріжджі молочнокислі бактерії (LAB), а іноді й оцтовокислі бактерії [14]. Зерна кефіру вважаються багатофункціональною закваскою в харчовій промисловості, оскільки вони використовуються в різних ферментованих системах, таких як хліб, сир і молоко, з дуже багатообіцяючими результатами.

У роботі [4] показано, що густа закваска отримана із борошна житнього і води містить гетероферментативні LAB і дріжджі, тобто за складом вона подібна до зерна кефірного грибка і здатна забезпечити змішане бродіння коров'ячого молока. Нами отримані кисломолочні продукти, у технології яких для ініціювання бродіння була використана житня закваска (рис. 3, а). Отримані кисломолочні напої та сири (рис. 3, б) мали чистий не кислий смак (рН ~5), ніжню консистенцію, білий колір.



а



б

Рис. 3. Зовнішній вигляд густої житньої закваски (а) та виробленого на її основі кисломолочного сиру (б)

У симбіотичній асоціації кефірного грибка залежно від регіону його походження домінуючими LAB є види *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens* spp., *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei*, а поширеними видами дріжджів є *Kluveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces unisporous*, *Rodosporidium kratochvilovae*, *Kazachstania exigua*, *Dekkera anomala*, дріжджі роду *Candida*, зустрічаються базидіальні гриби роду *Cryptococcus* [13, 14].

В асоціації мікроорганізмів густої житньої закваски переважають гетероферментативні LAB, які утворюють до 72 % молочної кислоти, до 21 % легких кислот (переважно оцтову), газ (переважно діоксид вуглецю) і незначну кількість спирту, та специфічні для житнього борошна дріжджі *Saccharomyces minor*, які відрізняються кислотостійкістю, не вимогливі до джерел вітамінного та азотного харчування, спиртостійкі. Основним субстратом для гетероферментативного молочнокислого бродіння є мальтоза – солодовий цукор, який міститься у житній заквасці у великій кількості.

Молочний цукор – лактоза – субстрат для гомоферментативного молочнокислого бродіння. Гомоферментативне бродіння здійснюють представники роду *Streptococcus* і багатьох видів роду *Lactobacillus*, які у свою чергу також присутні в асоціації мікроорганізмів густої житньої закваски. При внесенні житньої закваски у молоко для ініціювання бродильного процесу LAB, потрапивши під вплив сприятливих для них ендогенних факторів, активно розвиваються, а життєдіяльність дріжджів цієї асоціації пригнічується.

Кисломолочний продукт, отриманий нами шляхом ініціювання житньою закваскою бродіння молока, має однорідну консистенцію (рис. 4, а), приємний запах з нотками аромату свіжовипеченого хліба, а мікрофлора такого кисломолочного продукту переважно складається з кокових LAB роду *Streptococcus* (рис. 4, б).

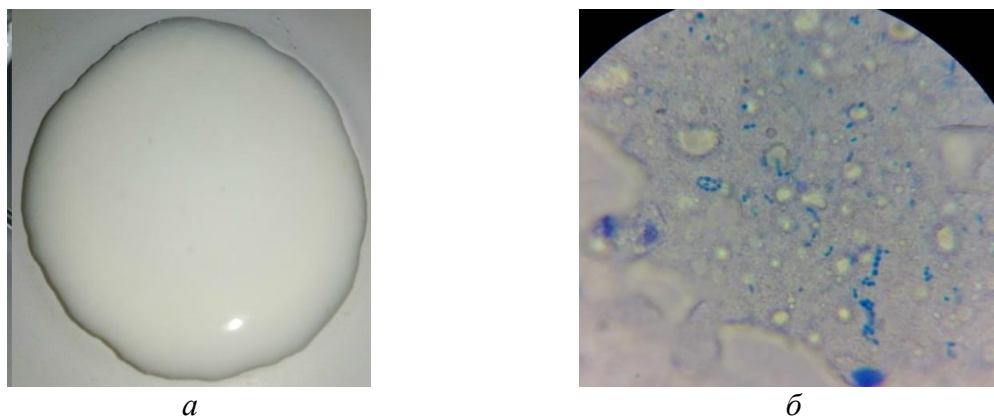


Рис. 4. Зовнішній вигляд кисломолочного продукту заквашеного на житній заквасці (а) та його мікрофлора (імерсійна мікроскопія, збільшення у 1800 раз) (б).

При внесенні хмелевої закваски у молоко через 12 години вже спостерігається розшарування на сироватку і сирне зерно, через те що домінуючою мікрофлорою хмелевої закваски є саме дріжджі, вони запускають спиртове бродіння, внаслідок чого частка спирту зростає до 2,5 % при нормі для кисломолочних продуктів 0,2–0,6 %, і відбувається згортання білків молока.

Висновки. Мікрофлора борошна визначає широкі можливості застосування закваски на борошні у технології продуктів бродіння. При заквашуванні житнього або цільнозернового пшеничного борошна патогенна мікрофлора пригнічується, утворюється симбіотична асоціація LAB і дріжджів. При внесенні такої культури у поживне середовище, залежно від того, які цукри та інші екстрактивні речовини переважають у субстраті та інших ендогенних факторів, активно розвиваються або LAB, або дріжджі, або обидва види цих культур мікробної асоціації закваски, запускаючи бродильний процес у субстраті. Закваски на борошні можна використовувати як стартер процесів бродіння субстратів багатих на цукри (цукрозу, мальтозу, лактозу та ін.) для отримання харчових продуктів, які розширяють асортимент існуючих за рахунок органолептичних характеристик, пробіотичних властивостей тощо.

Список використаних джерел

1. The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods / A. Lattanzi, F. Minervini, R. Di Cagno, A. Diviccaro, L. Antonielli, G. Cardinali, S. Cappelle, M. De Angelis, M. Gobbetti // *International Journal of Food Microbiology*. – 2013. – Vol. 163, Iss. 2-3. – Pp. 71-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.010>.
2. De Vuyst, L. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions / L. De Vuyst, P. Neysens // *Trends in Food Science & Technology*. – 2005. – V. 16, Is. 1-3. – Pp. 43-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>.
3. Ripari, V. Evolution of sourdough microbiota in spontaneous sourdoughs started with different plant materials / V. Ripari, M. G. Gänzle, E. Berardi // *International Journal of Food Microbiology*. – 2016. – Vol. 232. – P. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.025>.
4. Челябієва, В. М. Використання житньої закваски в технології кисломолочних продуктів / В. М. Челябієва, Л. В. Щерба, Т. Ю. Оляченко // *Технічні науки та технології*. – 2021. – №1 (19). – С. 280-286. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-280-286](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-280-286).
5. Челябієва, В. Використання заквасок спонтанного бродіння та борошна бобових культур у виробництві хліба / В. Челябієва, К. Соседова // *Технічні науки та технології*. – 2018. – № 3. – С. 251-257. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3\(13\)-251-257](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257).
6. Gullo M. *Candida humilis* – dominant species in sourdoughs for the production of durum wheat bran flour bread / M. Gullo, A. D. Romano, A. Pulvirenti, P. Giudici // *International Journal of Food Microbiology*. – 2003. – Vol. 80, Is. 1. – Pp. 55-59. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00121-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00121-6).

7. Characterization of sourdough lactic acid bacteria based on genotypic and cell-wall protein analyses / A. Corsetti, M. De Angelis, F. Dellaglio, A. Paparella, P.F. Fox, L. Settanni, M. Gobbetti // *Journal of Applied Microbiology*. – 2003. – Vol. 94(4). – Pp. 641-654. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01874.x>.
8. Ottogalli G. Italian bakery products obtained with sourdough: characterization of the typical microflora / G. Ottogalli, A. Galli, R. Foschino // *Advances in food sciences*. – 1996. – Vol. 18(5). – Pp. 131-144.
9. Хмелевые закваски – анализ качества и их перспектива в условиях современных предприятий [Электронный ресурс] / Т. Лебеденко, Е. Кананыхина, Т. Новичкова, Н. Соколова // *Food Science, Engineering and Technologies*. – 2010. – Vol. LVII(1). – P. 221-226. – Режим доступа: <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/1609>.
10. Membrane-bound ATPase contributes to hop resistance of *Lactobacillus brevis* / K. Sakamoto, H. W. van Veen, H. Saito, H. Kobayashi, Wil N. Konings // *Applied and environmental microbiology*. – 2002. – Vol. 68(11). – P. 5374-5378. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.68.11.5374-5378.2002>.
11. Порівняльне оцінювання компонентного складу екстрактів шишок хмелю ароматичного і гіркокого сортів [Електронний ресурс] / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, В. Г. Єфімова, Т. М. Пилипенко, І. М. Трус // *Технічні науки та технології*. – 2016. – Vol. 2(2). – С. 210-215. – Режим доступа: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/70724/65926>.
12. Antimicrobial activity of hop extracts against foodborne pathogens for meat applications / B. Krame, J. Thielmann, A. Hickisch, P. Muranyi, J. Wunderlich, C. Hauser // *Journal of Applied Microbiology*. – 2015. – Vol. 118(3). – Pp. 648-657. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.12717>.
13. Milk kefir: Nutritional, microbiological and health benefits / D. Rosa, M. M. S. Dias, Ł. M. Grześkowiak, S. A. Reis, L. L. Conceição, M. do C. G. Peluzio // *Nutrition Research Reviews*. – 2007. – Vol. 30(1). – Pp. 82-96. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275>.
14. Microbiological Exploration of Different Types of Kefir Grains / S. Plessas, C. Nouska, I. Mantzourani, Y. Kourkoutas, A. Alexopoulos, E. Bezirtzoglou // *Fermentation*. – 2017. – Vol. 3(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation3010001>.

References

1. Lattanzi, A., Minervini, F., Di Cagno, R., Diviccaro, A., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, G. Angelis, M. De., Gobbetti, M. (2013). The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. *International Journal of Food Microbiology*, 163(2–3), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.010>.
2. De Vuyst, L., Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3), 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>.
3. Ripari, V., Gänzle, M. G., Berardi, E. (2016). Evolution of sourdough microbiota in spontaneous sourdoughs started with different plant materials. *International journal of food microbiology*, 232, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.025>.
4. Cheliabiieva, V. M., Shcherba, L. V., Oliachenko, T. Yu. (2020). Vykorystannia zhytnoi zakvasky v tekhnolohii kyslomolochnykh produktiv [The use of re surdug in the technology of fermented milk products]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, 1(19), 280–286. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1\(19\)-280-286](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-1(19)-280-286).
5. Cheliabiieva, V., Sosedova, K. (2018). Vykorystannia zakvasok spontannoho brodinnia ta boroshna bobovykh kultur u vyrobnytsvi khliba [The use of spontaneous fermentation starters and leguminous flour in the production of bread]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, (3), 251–257. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3\(13\)-251-257](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257).
6. Gullo, M., Romano, A. D., Pulvirenti, A., Giudici, P. (2003). *Candida humilis* – dominant species in sourdoughs for the production of durum wheat bran flour bread. *International journal of food microbiology*, 80(1), 55–59. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00121-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00121-6).
7. Corsetti, A., De Angelis, M., Dellaglio, F., Paparella, A., Fox, P. F., Settanni, L., Gobbetti, M. (2003). Characterization of sourdough lactic acid bacteria based on genotypic and cell-wall protein analyses. *Journal of Applied Microbiology*, 94(4), 641–654. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01874.x>.
8. Ottogalli, G., Galli, A., Foschino, R. (1996). Italian bakery products obtained with sourdough: characterization of the typical microflora. *Advances in food sciences*, 18(5), 131–144.
9. Lebedenko T., Kananykhina E., Novichkova T., Sokolova N. (2010) Khmelevye zakvaski – analiz kachestva i ikh perspektiva v usloviakh sovremennykh predpriatii [Hop starters – quality analysis and their prospects in the conditions of modern enterprises]. *Food Science, Engineering and Technologies*, 15–16 October, Plovdiv, LVII(1), 221–226. <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/1609>.

10. Sakamoto, K., Van Veen, H. W., Saito, H., Kobayashi, H., Konings, W. N. (2002). Membrane-bound ATPase contributes to hop resistance of *Lactobacillus brevis*. *Applied and environmental microbiology*, 68(11), 5374–5378. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.11.5374-5378.2002>.
11. Vorobiova, V. I., Chyhyrynets, O. E., Yefimova, V. H., Pylypenko, T. M., Trus, I. M. (2015). Porivnialne otsiniuvania komponentnoho skladu ekstraktiv shyshok khmeliu aromatychnoho i hirkoho sortiv [Comparative evaluation of the component composition of hop cone extracts of aromatic and bitter varieties]. *Technical sciences and technologies*, 2(2), 210–215. <http://tst.stu.cn.ua/article/view/70724/65926>.
12. Kramer, B., Thielmann, J., Hickisch, A., Muranyi, P., Wunderlich, J., Hauser, C. (2015). Anti-microbial activity of hop extracts against foodborne pathogens for meat applications. *Journal of Applied Microbiology*, 118(3), 648–657. <https://doi.org/10.1111/jam.12717>.
13. Rosa, D., Dias, M., Grześkowiak, Ł, Reis, S., Conceição, L., Peluzio, M. (2017). Milk kefir: Nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 30(1), 82–96. <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275>.
14. Plessas, S., Nouska, C. Mantzourani, I. Kourkoutas, Y., Alexopoulos, A. Bezirtzoglou, E. (2017). Microbiological Exploration of Different Types of Kefir Grains. *Fermentation*, 3(1). <https://doi.org/10.3390/fermentation3010001>.

Отримано 01.02.2024

UDC 664+663.1

Viktoriiia Cheliabiieva¹, Nataliia Buialska², Natalia Berezkina³

¹PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: vika.chl@ukr.net. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5364-4633>. **ResearcherID:** [AAA-3194-2020](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31942020/)

²PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: buialska@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-6800-5604>. **ResearcherID:** [G-2935-2014](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29352014/)

³Senior Lecturer of the Department of Food Technology and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: galenko94@gmail.com. **ORCID:** <http://orcid.org/0009-0000-0952-5557>

MICROFLORA OF FLOUR AS A STARTER OF FERMENTATION PROCESSES IN FOOD TECHNOLOGIES

The study of microorganisms used in the food industry is necessary to improve the quality of food products. The complex nature of the relationships between members of associations of these microorganisms and the influence of endogenous factors on them should be taken into account in the production of appropriate food products.

The impact of endogenous factors on microorganisms used in the food industry determines the composition of their associations, which in turn determines the quality of the resulting product. Therefore, analysis of the formation of such associations is a necessary element of food technology.

An analysis of studies and publications has shown that today the issues related to the formation of microorganism associations used to ensure fermentation processes in food technology have been given insufficient attention in the scientific literature.

The purpose of the article is to study the formation of the component composition of lactic acid bacteria and yeasts of different starter cultures depending on the endogenous factors for the differentiation of fermentation products.

The formation of microorganism associations in different starter cultures has been studied. In order to conduct research, different types of starter cultures were used to prepare rye-wheat bread, beer, and fermented milk products. The taxonomic composition of the associations of the studied starter cultures was analyzed. Endogenous factors that are the main cause of differences in the composition of microorganism associations in different starter cultures have been studied. The significance of the synergism between lactic acid bacteria and yeast for the inhibition of bacteria harmful in food production has been determined.

It has been shown that the formation of the composition of microorganisms, first of all, depends on the technology of the starter preparation, its type and the chemical composition of the fermentation substrate. The organoleptic characteristics of the resulting food products were corresponded to the composition of the association of microorganisms of the starter culture that was used. The results obtained show that flour starters can be used to start the fermentation process of sugar-rich substrates.

Keywords: flour; starter culture; hops; lactic acid bacteria; yeast; fermented milk products.

Fig.: 4. **References.:** 14.