

Рис. 3. Схема організації клітинних стінок бактерій: А - грамположительних, Б - грамнегативних
1 – капсула; 2 – слой упорядоченных субъединиц гликопротеида; 3 – внешняя мембрана; 4 – пептидогликан; 5 – периплазма; 6 – цитоплазматическая мембрана; 7 – цитоплазма

Выводы

Для нутритивной поддержки населения, страдающего угнетением функций иммунной системы, перспективным является использование гидролизатов клеточных стенок бактерий, содержащих вещества мурамилпептидного ряда, в качестве иммуностимулирующих функциональных пищевых ингредиентов.

Приоритетной является разработка таких ингредиентов на основе гидролизатов, полученных

из комбинаций различных видов молочнокислых бактерий, что может обеспечить расширение спектра их биологической активности. Для дезинтеграции бактериальных клеток с целью получения фрагментов их клеточных стенок, целесообразно использование ферментативного способа их деструкции с использованием комбинации ферментов протеолитического действия (трипсин, панкреатин) и мурамидазного (лизозим) действия.

При этом бактериальные гидролизаты, предназначенные для перорального применения лицами с расстройствами иммунной системы имеют ряд преимуществ перед их фармакопейными аналогами: инвазивные иммуностимулирующие средства мурамилпептидного ряда, в отличие от пероральных, требуют применения дорогостоящих методов очистки от сопутствующих компонентов бактериальных клеток, образующихся в результате их дезинтеграции; возможно побочное действие высокоочищенных препаратов МДП, что проявляется внезапным возникновением пирогенного эффекта, чего можно избежать в случае их перорального применения; при разработке иммуностимулирующих функциональных ингредиентов для пищевых систем возможна комплексная безотходная переработка бактериального сырья.

Список литературы:

1. Molecular Adjuvants Based on Nonpyrogenic Lipophilic Derivatives of norAbuMDP/GMDP Formulated in Nanoliposomes: Stimulation of Innate and Adaptive Immunity / Pavlína Turánek Knotigová [et al.] // Pharmaceutical Research, 2015, 32, 4, 1186. DOI: 10.1007/S11095-014-1516-y
2. MDP and other muropeptides – direct and synergistic effects on the immune system / S. Traub [et al.] // J. Endotoxin Res. – 2006. – Vol. 12, N 2. – P. 69–85.
3. MDP Up-Regulates the Gene Expression of Type I Interferons in Human Aortic Endothelial Cells / Qingshan Lv [et al.] // Molecules.– 2012, 17, 3599-3608; doi:10.3390/molecules17043599
4. Rapid generation of an anthrax immunotherapeutic from goats using a novel non-toxic muramyl dipeptide adjuvant / C.D. Kelly [et al.] // J. Immune Based Ther. Vaccines. – 2007. – Vol. 5, N 11. – P. 1–8. – Режим доступа: <http://www.jibtherapies.com/content/5/1/11>.
5. Молохова Е.И. Разработки отечественных метаболитных пробиотиков и их стандартизация / Е.И. Молохова, Ю.В. Сорокина // Сибирский медицинский журнал.– 2011.– Т. 26.– № 15.– Вып. 1.– С. 29–33.
6. Половинкина В.С. Иммуноадьювантные свойства мурамилдипептида / В.С. Половинкина, Е.Ю. Марков // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН.– 2012.– № 1 (83).– С. 149-153
7. Marc A. Boudreau. Messenger Functions of the Bacterial Cell Wall-derived Muropeptides// Marc A. Boudreau, Jed F. Fisher, Shahrar Mobashery // Biochemistry, 2012, 51, 14, 2974
8. New muramyl dipeptide (MDP) mimics without the carbohydrate moiety as potential adjuvant candidates for a therapeutic hepatitis B vaccine (HBV) / Nan Zhao [et al.] // Bioorganic Medicinal Chemistry Letters, 2011, 21, 14, 4292
9. Андропова Т. Мурамилдипептиды – иммуностимулирующие лекарственные средства нового поколения / Т. Андропова, Б. Пинегин // Венеролог. – 2006. – № 6. – С. 11–15.
10. Пинегин Б.В. Препараты мурамилдипептидного ряда – иммуностимулирующие лекарственные средства нового поколения / Б.В.Пинегин, Т.М. Андропова, М.И. Карсонова // INTERNATIONAL JOURNAL ON IMMUNOREHABILITATION, No 6, JUNE 1997. <http://peptek.ru/PRODUCT/LICOPID/Articles/ITLS.html>
11. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение / Л.Я. Телишевская // Аграрная наука, Москва. – 2000.
12. Гаврилин М.В. Выбор оптимальных условий получения гидролизатов молочнокислых бактерий термокислотным способом / М.В. Гаврилин, Г.В. Сеньчукова, С.П. Сенченко // Хим.-фарм. журн.– 2007. – Т. 41, № 2. – С. 54–56.
13. Сенченко С.П. Разработка методов анализа и оптимизация состава лекарственного препарата на основе гидролизата молочнокислых бактерий: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Пенза, 2006. – 24 с.
14. Сенченко С.П. Изучение состава препарата, полученного на основе гидролизата молочнокислых бактерий / С.П. Сенченко, В.А. Самойлов, Н.М. Гостищева, Г.В. Сеньчукова, М.В. Гаврилин // Хим. – фармац. журн. – Т.39, №3. – 2005. – С. 51-53
15. Пат. на корисну модель RU (11) 2304167 (13) C2 (51) МПК C12P21/00 (2006.01) Способ получения гликопептидов и

гликопептидный продукт, полученный этим способом, для использования в медицине / Ермолаев Е. Д., Софронова О. В., Орлов Н. С., Полякова Л. Л., Пешкова Л. М. // Заявитель: Общество с ограниченной ответственностью "МЕДБИОФАРМ-БИОТЕХ". – Заявка: 2005128653/13, 15.09.2005; опубл. 20.03.2007

16. Гаранян Г.С. Химическое обоснование и биологическое исследование гидролизата на основе культур молочнокислых бактерий / Г.С.Гаранян, Р.А. Ханферян, Э.Т. Оганесян // Хим. – фармац. журн. – Т.44, №8. – 2010. – С. 46-49.
17. Биологическая активность аномерных пар липофильных гликозидов N-ацетилмурамил-L-аланин-D-изоглутамина / О.В. Калужин [и др.] // Бюл. эксп. биол. мед. – 2008. – Т. 145, № 5. – С. 561–564.
18. Земляков А.Е. б-Диалкилметилгликозиды N-ацетилмурамил-L-аланил-D-изоглутамина: синтез, протективное антиинфекционное и цитотоксическое действие / А.Е. Земляков и др. // Биоорганическая химия. – 2008. – Т. 34, № 1. – С. 114-120.
19. Действие гликозидов мурамилдипептида на пролиферацию лимфоцитов и выработку ими интерлейкина-2 / О.В. Калужин [и др.] // Бюл. эксп. биол. мед. – 2002. – Т. 134, № 8. – С. 186–190.
20. Действие циклоалкилгликозидов мурамилдипептида на антибактериальную резистентность мышей и продукцию цитокинов мононуклеарами человека / О.В. Калужин [и др.] // Бюл. эксп. биол. мед. – 2009. – Т. 148, № 10. – С. 426–429.
21. Стимуляция резистентности мышей к бактериальной инфекции гликозидами мурамилдипептида / О.В. Калужин [и др.] // Бюл. эксп. биол. мед. – 2003. – Т. 135, № 5. – С. 531–535.
22. The synthetic immunomodulator murabutide controls human immunodeficiency virus type 1 replication at multiple levels in macrophages and dendritic cells / E.C. Darcissac [et al.] // J. Virol. – 2000. – Vol. 74, N 17. – P. 7794–7802.
23. Отечественный иммуномодулятор нового поколения липопид в комплексном лечении и профилактике инфекционных осложнений в хирургической практике / Л.И. Винницкий [и др.] // Вестник РАМН. – 1997. – № 11. – С. 46–48.
24. Производные мурамилдипептида в клинике / А.В. Караулов [и др.] // Актуальные вопросы клинической медицины. – 2002. – Т. 2. – С. 93–100.
25. The first ferrocene analogues of muramyl dipeptide / Lidija Barišić et al. // Carbohydrate Research. – 2011. – № 5. – 678
26. Meshcheryakova E. A. TProtein interaction network and signaling pathways activated by muramyl peptides, / E. A. Meshcheryakova, T. M. Andronova, V. T. Ivanov // Russian Journal of Bioorganic Chemistry.– 2010.– 36, 5, 535 DOI: 10/1134/S1068 1620 10050018
27. Rogan, E. Fumuso D. Use of a Mycobacterial Cell Wall Extract (MCWE) in Susceptible Mares to Clear Experimentally Induced Endometritis With Streptococcus zooepidemicus / D. Rogan, E. Fumuso, E. Rodríguez, J. Wade, S.F. Sánchez Bruni // Journal of Equine Veterinary Science.– 2007.– 27(3).– 112. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2007.01.010>.
28. Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание : в 3 т. – М. : ГРАНТЪ, 2001. – Т. 3. Пробиотики и функциональное питание. – 288 с.
29. Протективная активность субклеточных фракций *Yersinia pestis* при экспериментальной чуме у белых мышей / Е.Ю. Марков [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2004. – Т. 2, № 1. – С. 123–127.
30. Влияние субклеточных фракций чумного микроба на продукцию цитокинов иммунокомпетентными клетками белых мышей / В.С. Половинкина [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 3, Ч. 1. – С. 217–220.
31. Ермоленко Е.И. Влияние пробиотических энтерококков на рост *Streptococcus agalactiae* / Е.И. Ермоленко, А.Ю. Черныш, И.В. Марцинковская и др. // Журн. микробиологии, иммунологии и эпидемиологии. – 2007. – № 5. – С. 73–77.
32. Несчислаев В.А.. К вопросу разработки пробиотических препаратов из культуральной жидкости лактобактерий / В.А. Несчислаев, Е.И. Молохова, Л.П. Чистохина и др. // Клиническое питание. – 2007. – № 1–2. – С. А–55.
33. Волков М.Ю. Метаболиты *Vacillus subtilis* как новые перспективные пробиотические препараты / М.Ю. Волков, Е.И. Ткаченко, Е.В. Воробейчиков и др. // Журн. микробиологии, иммунологии и эпидемиологии. – 2007. – № 2. – С. 75–79.

УДК 664.66.022.39

DOI

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ АКТИВАЦІЇ ДРІЖДЖІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ФІТОДОБАВОК

Т.Є. Лебененко, кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: tatyanaledenko27@mail.ru

В.О. Кожевнікова, аспірант*

E-mail: kozhevnikova-viktoriya@inbox.ru

Н.Ю. Соколова, кандидат технічних наук*

E-mail: awatana@ukr.net

*кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів

Одеська національна академія харчових технологій

вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація Проведено аналіз актуальних задач і проблем хлібопекарської галузі й основних шляхів їх рішення. Обґрунтовано можливість застосування фітодобавок плодів шишшини й глоду у хлібопеченні. Розглянуто вплив їхніх екстрактів на процеси бродіння напівфабрикатів. Встановлено позитивний вплив екстрактів на технологічні властивості дріжджів, швидкість накопичення їхньої біомаси й інтенсивність газоутворення хлібопекарських напівфабрикатів. Досліджено способи підготовки живильного середовища для активації дріжджів за відомими технологіями та з використанням екстрактів фітодобавок, оцінено їхню відповідність потребам бродильної мікрофлори по вмісту поживних, біогенних, олігобіогенних речовин і деяких біостимуляторів. Вивчено процеси адаптації дріжджових клітин до анаеробних умов борошняного середовища, а також

показники накопичення й асиміляції водорозчинного азоту та редукуючих цукрів. Відзначено ефективність використання екстрактів шипшини та глоду для створення більш сприятливих умов для розвитку і бродильної активності дріжджів, інтенсифікації дозрівання напівфабрикатів, що має стати позитивним чинником для підвищення економічності процесу та покращання якості хлібних виробів у прискорених технологіях.

Ключові слова: активація дріжджів, шипшина, глід, фітодобавки, екстракт, інтенсифікація тістоприготування, прискорені технології

Анотація. Проведен аналіз актуальних задач і проблем хлебопекарної отрасли і основних путей их решения. Обоснована можливість применення фитодобавок плодов шиповника и боярышника в хлебопечении. Рассмотрено влияние их экстрактов на процессы брожения полуфабрикатов. Установлено положительное влияние экстрактов на технологические свойства дрожжей, скорость накопления их биомассы и интенсивность газообразования хлебопекарных полуфабрикатов. Исследованы способы подготовки питательной среды для активации дрожжей по известным технологиям и с использованием экстрактов фитодобавок, оценена их соответствие потребностям бродильной микрофлоры по содержанию питательных, биогенных, олигобиогенных веществ и некоторых биостимуляторов. Изучены процессы адаптации дрожжевых клеток к анаэробным условиям мучной среды, а также показатели накопления и асимилиации водорастворимого азота и редуцирующих сахаров. Отмечена эффективность использования экстрактов шиповника и боярышника для создания более благоприятных условий для развития и бродильной активности дрожжей, интенсификации созревания полуфабрикатов, что должно стать положительным фактором для повышения экономичности процесса и улучшения качества хлебных изделий в ускоренных технологиях.

Ключевые слова: активация дрожжей, шиповник, боярышник, фитодобавки, экстракт, интенсификация тестоприготовления, ускоренные технологии

Вступ

Обов'язковою запорукою отримання якісних хлібобулочних виробів є правильна організація процесу приготування тіста і відповідність його властивостей перед розробкою низці вимог: мати біотехнологічні характеристики, що забезпечать інтенсивне бродіння, розпушення і збільшення в об'ємі тістової заготовки під час кінцевого вистоювання; збалансованість структурно-механічних властивостей, які гарантують необхідні газотримувальну та формотримувальну здатності; вміст достатньої кількості речовин, обумовлюючих смак і аромат виробів; стан біополімерів, необхідна глибина їх перетворень в результаті складних технологічних процесів, накопичення сполук, у т.ч. з антимікробними властивостями, що є передумовою високої стабільності якості продукції при зберіганні. Саме формування цих характеристик в результаті перебігу комплексу взаємопов'язаних колоїдних, фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів і відбувається під час дозрівання хлібопекарських напівфабрикатів.

Постановка проблеми

Прагненням підприємств хлібопекарської галузі до скорочення витрат енергетичних, матеріальних, трудових ресурсів, покращання техніко-економічних показників виробництва продукції більшою мірою відповідають прискорені технології. З іншого боку, поширення проблем зі споживчими властивостями хлібобулочних виробів, невираженим їх смаком, ароматом, підвищеною кришкуватістю, швидким черствінням, частими випадками мікробіологічного псування пов'язують саме з нераціональною організацією етапу приготування тіста, дозрівання напівфабрикатів, реалізацією підвищення економічних показників виробництва шляхом скорочення технологічного циклу. Для забезпечення достатньої глибини протікання колоїдних, біохімічних,

мікробіологічних процесів в ході приготування тіста поширеним є введення стадії активації дріжджів, яка потребує створення збалансованого живильного середовища, що містить біополімери і біологічно активні речовини (БАР), необхідні для росту і життєдіяльності дріжджових клітин.

До числа надзвичайно важливих і актуальних задач хлібопекарської галузі для вирішення вищезазначених проблем відносять пошук джерел БАР, які дозволять збагатити борошняне середовище дефіцитними або відсутніми сполуками і створити більш повноцінну поживну суміш та умови для культивування мікроорганізмів, забезпечити формування необхідних біотехнологічних характеристик напівфабрикатів при дотриманні принципів економії часу, витрат матеріальних, енергетичних ресурсів [1,2].

Огляд літератури.

Теоретичним підґрунтям використання лікарської рослинної сировини, а саме шипшини та глоду, як джерела біостимуляторів бродильних мікроорганізмів, став порівняльний аналіз їх складу та борошняних напівфабрикатів з огляду вмісту поживних, ростових, біогенних та олігобіогенних сполук для дріжджових клітин та молочнокислих бактерій. Оцінювались результати визначення хімічного складу екстрактів фітодобавок, що використовувались в дослідженнях, та узагальнювались з наведеними в літературних джерелах даними.

Дріжджові клітини і молочнокислі бактерії (МКБ), особливо останні, є достатньо вимогливими до складу поживного середовища і для розвитку, розмноження, бродильної активності потребують широкий перелік розчинених у воді речовин – цукрів, органічних кислот, 18-19 амінокислот, 10-12 вітамінів, більше 20 макро-, мікроелементів, які використовуються в якості пластичного матеріалу, джерела енергії, учасників та регуляторів метаболізму тощо. Взаємозв'язок бродильної мікрофлори з поживним середовищем є

надзвичайно складним, фактором негативного впливу може бути як дефіцит, так і високі концентрації в ньому тих чи інших сполук [1-6]. Швидкість і направленість біохімічних реакцій, що викликаються дріжджовими клітинами і МКБ, піддаються адаптивному регулюванню – змінюючи склад поживного середовища, концентрацію розчинних речовин можна забезпечити підтримання структури і функції ферментів з корекцією їх активності і відповідно біотехнологічних властивостей.

Як свідчать літературні дані [7-17], шипшина та глід містять майже повний перелік вітамінів, макро-, мікроелементів, амінокислот, органічних кислот, необхідних для ефективних життєдіяльності і бродильної активності технологічно значимої мікрофлори пшеничного тіста. Важливо, що екстракти фітодобавок містять макро-, мікроелементи в природних композиціях з органічними кислотами, амінокислотами, вітамінами, що є передумовою доброї засвоєності живими організмами та попередження негативного впливу.

Такий хімічний склад шипшини та глоду дає підстави розглядати перспективність їх використання як ефективних збагачувачів борошняних напівфабрикатів, у т.ч. поживного середовища для активації дріжджів, пшеничних заквасок, як засіб покращення біотехнологічних властивостей хлібопекарських напівфабрикатів.

Основна частина

Про ефективність використання шипшини та глоду для інтенсифікації процесу дозрівання тіста можна в першу чергу судити за їх впливом на інтенсивність газоутворення у напівфабрикатах, а також на метаболізм дріжджових клітин.

Аналіз динаміки газоутворення у пшеничному тісті вологістю 44±0,5% при включенні водних і сироваткових екстрактів плодів фітодобавок (рис. 1,2) підтверджує значно вищу, ніж в контролі, інтенсивність спиртового бродіння в перші 90–120 хв. У наступному відрізку часу дозрівання тіста спостерігалось різке зниження об'єму CO₂, що виділяється за рахунок зброджування цукрів, насамперед мальтози. За кривими кінетики швидкості газоутворення можна стверджувати, що раціональними дозуванням водних екстрактів глоду є 45%, шипшини – 30%, сироваткових екстрактів – 15% до маси борошна. Зниження інтенсивності бродіння при перевищенні цих дозувань, очевидно, пов'язано з погіршенням умов середовища за в'язкістю, концентрацією поживних речовин для метаболізму дріжджових клітин. Зміни приросту біомаси дріжджів в пшеничному тісті (рис. 3,4) свідчать про покращання їх здатності до розмноження на 8,1...29,8% при внесенні водних екстрактів плодів фітодобавок шипшини та глоду в кількості відповідно 30 і 45% та на 15,3...30,0% у зразках з екстрактами на молочній сироватці (МС) в кількості 15% до маси борошна, насамперед в період з 60 до 180 хв дозрівання. При цьому спостерігалось

також підвищення в дослідних зразках вмісту клітин, що брунькуються, на 15,8-29,6%.

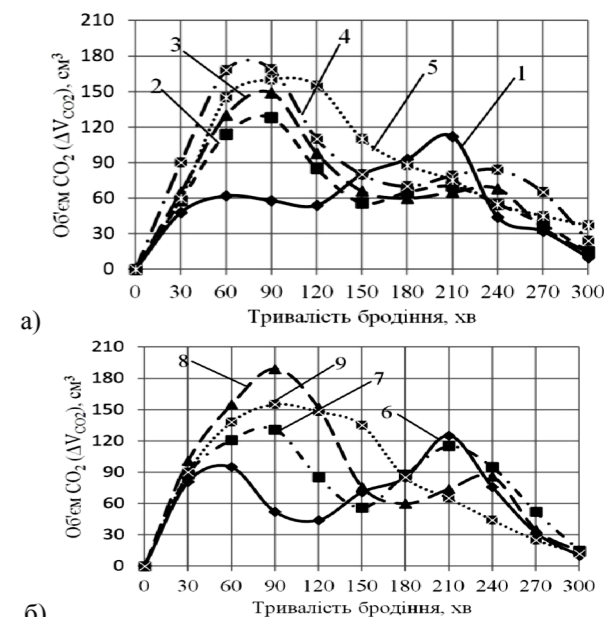


Рис. 1. Вплив екстрактів глоду на інтенсивність газоутворення в пшеничному тісті: а) на воді: 1 – контроль; 2 – 15%; 3 – 30%; 4 – 45%; 5 – 60% до маси борошна; б) на молочній сироватці: 6 – контроль; 7 – 10%; 8 – 15%; 9 – 20% до маси борошна.

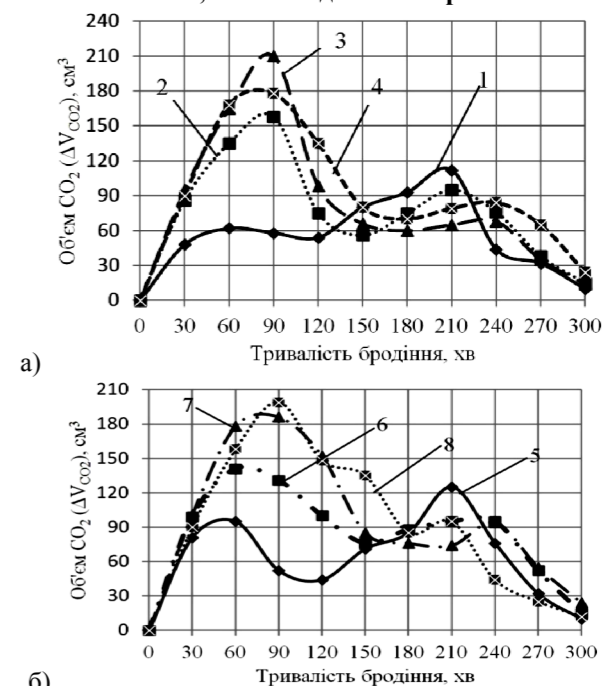


Рис. 2. Вплив екстрактів шипшини на інтенсивність газоутворення в пшеничному тісті: а) на воді: 1 – контроль; 2 – 15%; 3 – 30%; 4 – 45% до маси борошна; б) на молочній сироватці: 5 – контроль; 6 – 10%; 7 – 15%; 8 – 20% до маси борошна.

Отримані результати вказують на скорочення терміну адаптації дріжджових клітин до умов пшеничного тіста з 90 хв для контролю до 45...60 хв при внесенні екстрактів плодів фітодобавок. При цьому більш інтенсивний приріст числа дріжджів в хлібопекарських напівфабрикатів з дослідними

екстрактами спостерігається в зразках з водними екстрактами в період з 60 до 180 хв бродіння, що є свідченням кращих умов для протікання анаболітичних та катаболітичних процесів в клітинах, підвищення їх технологічних властивостей та генеративної функції.

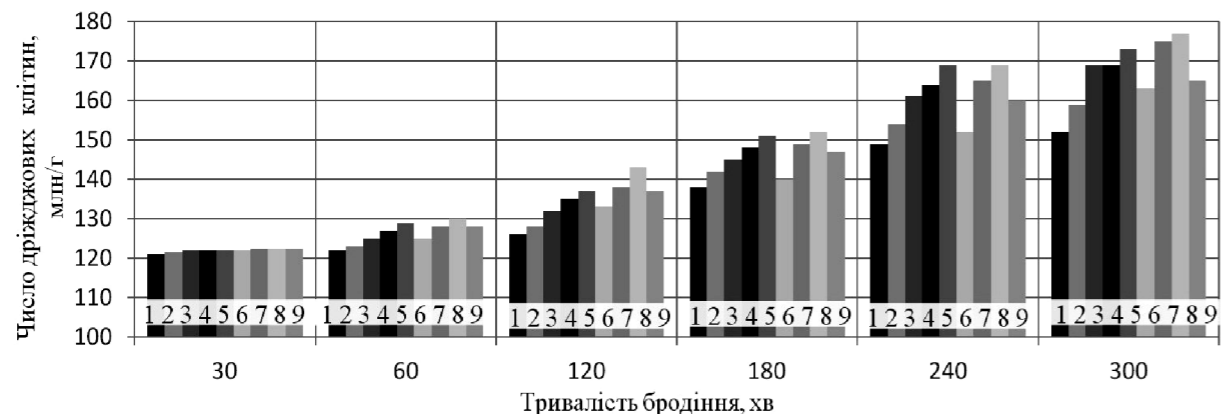


Рис. 3. Вплив екстрактів глуду на накопичення дріжджових клітин в пшеничному тісті: 1 – контроль на воді; 2 – контроль на МС; з вмістом водних екстрактів: 3 – 15 %; 4 – 30 %; 5 – 45 %; 6 – 60 % до маси борошна; з вмістом екстрактів на МС: 7 – 10 %; 8 – 15 %; 9 – 20 % до маси борошна.

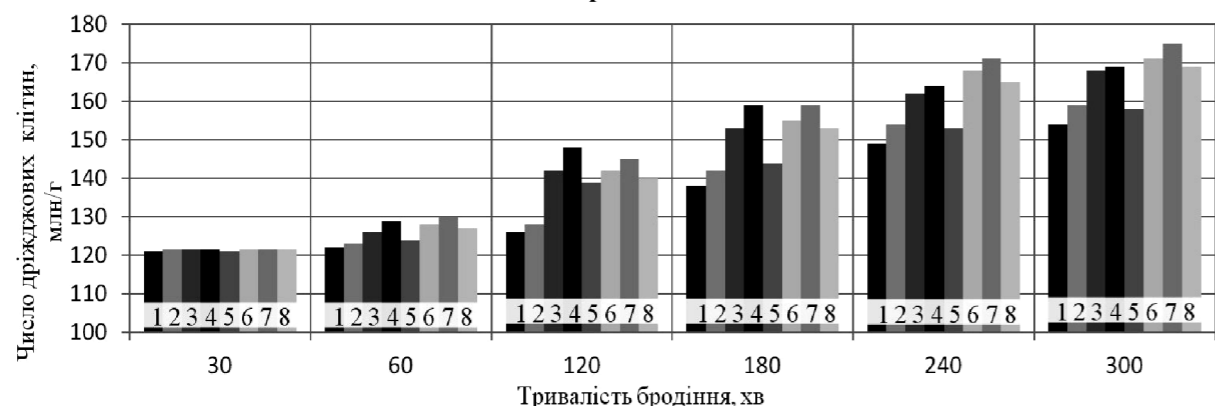


Рис. 4. Вплив екстрактів шипшини на накопичення дріжджових клітин в пшеничному тісті: 1 – контроль на воді; 2 – контроль на МС; з вмістом водних екстрактів: 3 – 15 %; 4 – 30 %; 5 – 45 % до маси борошна; з вмістом екстрактів на МС: 6 – 10 %; 7 – 15 %; 8 – 20 % до маси борошна.

Для зразків з сироватковими екстрактами плодів фітодобавок характерно дещо повільніше накопичення у порівнянні з водними екстрактами біомаси дріжджів в перші 2 години бродіння, але покращання генеративної функції дріжджів в період з 120 до 300 хв бродіння тіста. При цьому збільшення дозувань екстрактів глід-вода до 60 %, шипшина-вода – 45 % та сироваткових до 20 % до маси борошна викликає зниження покращуючого ефекту, що корелюється з результатами проведених раніше досліджень, і, очевидно, обумовлено змінами фізико-хімічних характеристик рідкої фази та ускладненням транспорту поживних речовин і продуктів метаболізму дріжджової клітини, а також сповільненням гідролітичних процесів в хлібопекарських напівфабрикатах.

Результати оцінки впливу досліджуваних

екстрактів на основні технологічні показники пресованих дріжджів – мальтазну, зимазну активність та підйомну силу, наведені в табл. 1, вказують на те, що інтенсифікація бродіння відбувається у т.ч. за рахунок активізації систем зимазного та мальтазного комплексів дріжджів. Це обумовлено вмістом в екстрактах, дефіцитних або відсутніх для борошняних напівфабрикатів, стимуляторів ферментативної активності дріжджів макро-, мікроелементів Ca, Mg, Zn, B, а також вітамінів B₃, B₅, B₆, B₁₂, біотину [1].

Екстракти плодів фітодобавок викликають покращання показників підйомної сили дріжджів, активності ферментів зимазного комплексу, що корелюється з результатами визначення їх бродильної активності (рис. 1,2). Проте при використанні екстрактів, насамперед, шипшини

спостерігається зниження мальтазної активності, що може бути пов'язано зі сповільненням накопичення в борошняному середовищі індуктора ферменту α -глюкозидази мальтози внаслідок

зменшення інтенсивності гідролітичних процесів, з одного боку, та більшої концентрації глюкози, фруктози, сахарози, тобто цукрів, які швидше і легше зброджуються дріжджами, з іншого.

Таблиця 1 – Вплив екстрактів фітодобавок на технологічні показники якості пресованих дріжджів

Сировина	Контроль		Шипшина				Глід							
	вода	МС	вода		МС		вода		МС					
Екстрагент														
Дозування, % до маси борошна	-	15	15	30	45	10	15	20	15	30	45	10	15	20
Зимазна активність, хв	55	53	44	40	39	45	40	38	46	43	41	50	56	42
Мальтазна активність, хв	110	105	113	115	132	111	114	126	108	112	116	102	100	112
Підйомна сила, хв	25	22	21	20	29	21	17	18	22	19	18	19	17	17

Для перевірки цього припущення провели дослідження балансу динаміки накопичення редукувальних цукрів за рахунок гідролізу крохмалю амілолітичними ферментами борошна та швидкості їх збродження дріжджами у пшеничному тісті вологістю 44,0±0,5 °С без добавок і з включенням екстрактів при його ферментації та при бродінні протягом 120 і 240 хв (рис. 5).

Отримані дані підтверджують деяке сповільнення накопичення мальтози в тісті з вмістом екстрактів плодів фітодобавок при високій інтенсивності збродження цукрів. При цьому початкова кількість цукрів у всіх дослідних зразках тіста була вищою, ніж у контролі, на 4,9...18,6 %. Вміст цукрів у тісті по закінченню бродіння в зразках з екстрактами плодів

фітодобавок дещо поступався контролю. Це може стати проблемою формування якості продукції, коли тривалість бродіння тіста перевищує 120 хв, на етапі остаточного вистоювання тістових заготовок та випікання виробів. У дослідних зразках з сироватковими фітоекстрактами вміст цукрів був вищим протягом всього терміну приготування тіста, що є однією з передумов інтенсифікації мікробіологічних процесів та покращання якості продукції. Проте необхідно враховувати, що сироваткові екстракти містять значну кількість лактози, яка є стимулятором дріжджів, але не зброджується ними. Це підтверджується дещо нижчою інтенсивністю бродіння тіста з їх вмістом в перші 90 хв у порівнянні з водними екстрактами плодів фітодобавок.

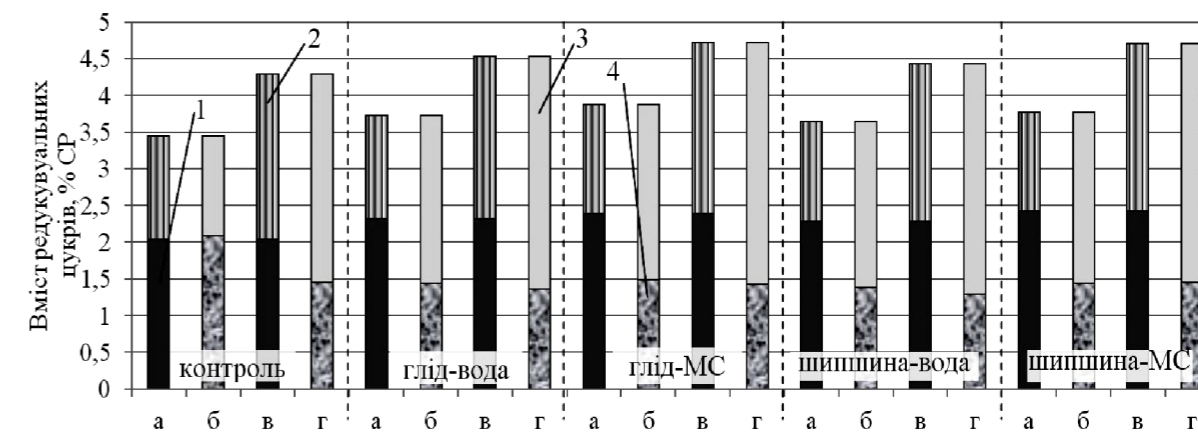


Рис. 5. Зміни вмісту редукувальних цукрів в пшеничному тісті при ферментації (а, в) та бродінні (б,г) протягом 120 (а, б) і 240 (в, г) хв: 1 – після замісу; 2 – за період ферментації; 3 – зброджена кількість, 4 – остаточний вміст

Отже екстракти фітодобавок за рахунок вмісту власних цукрів, азотистих сполук, нутрієнтів, необхідних для життєдіяльності дріжджів і дефіцитних для борошняних напівфабрикатів, є перспективними для інтенсифікації спиртового бродіння, підвищення біотехнологічних властивостей пшеничного тіста, приготовленого за безопарною технологією, покращання якості

готових виробів.

Одним із найбільш поширених способів інтенсифікації технологічних процесів, насамперед бродіння, є проведення попередньої активації дріжджів. Ферментна система енергетичного обміну пресованих дріжджів при вирощуванні пристосована до аеробно-цукрозного середовища. Активіацію дріжджів розглядають як стадію

адаптації дріжджових клітин до анаеробного мальтозно-борошняного середовища, вона сприяє поліпшенню їх біотехнологічних властивостей і, відповідно, інтенсифікації технологічного процесу та покращенню якості хлібобулочних виробів [1,18,19]. Надзвичайно важливим на цьому етапі є створення фізико-хімічних умов, накопичення в борошняних напівфабрикатах поживних, пластичних речовин, індукторів, біологічних каталізаторів для відновлення метаболізму дріжджів після стану анабіозу, переключення з дихального типу життєдіяльності на бродильний, активації ферментних систем, що є передумовою для раціональної організації приготування тіста. Після проведення комплексу попередніх досліджень встановлено, що екстракти шипшини та глоду є перспективними джерелами поживних, пластичних речовин та біостимуляторів для оптимізації складу поживних середовищ. Проте основними напрямками підвищення ефективності використання цих екстрактів є впровадження заходів, направлених на: 1) посилення амілолізу та протеолізу в хлібопекарських напівфабрикатах для підвищення бродильної і мальтазної активності дріжджів; 2) регулювання структурно-механічних властивостей, в'язкості напівфабрикатів; 3) забезпечення збалансованості вмісту поживних, біогенних, олігобіогенних речовин тощо.

Регулювати мікробіологічні процеси, їх інтенсивність в хлібопекарських напівфабрикатах можна шляхом використання різних сортів борошна, застосування теплофізичних, біохімічних та інших способів модифікації його компонентів, внесення збагачуючих добавок, оцукрюючих агентів тощо. Борошняна заварка [19], є достатньо цінним поживним середовищем для МКБ та дріжджів, в якому для крохмалю характерна висока атакованість ферментами. Швидкій адаптації дріжджових клітин до борошняних напівфабрикатів, підвищенню фізіологічної активності і економічності спиртового бродіння сприяє використання рідких поживних середовищ, хімічний склад яких збалансований за вмістом вуглеводів, азоту, біогенних і олігобіогенних елементів, вітамінних і ростових речовин, у т.ч. дефіцитних для пшеничного борошна [1].

Для встановлення раціонального способу підготовки поживного середовища з метою підвищення ефективності процесу адаптації дріжджів до умов борошняних напівфабрикатів, підвищення їх біотехнологічних властивостей визначали вплив складу поживного середовища на розвиток і фізіологічний стан хлібопекарських дріжджів. Для контрольного зразку 1 готували поживне середовище з пшеничного борошна першого сорту і води у співвідношенні 1:3. Оцукрену заварку (зразок 2) отримували шляхом гідротермічної обробки борошна водою температурою (96...98) °C при такому ж

співвідношенні, з послідовним охолодженням до $t=(60...62)$ °C та оцукрюванням неферментованим солодом протягом 90 хв. Далі оцукрену заварку змішували з поживним середовищем із борошна та води, і по досягненню $t=(30...32)$ °C вносили 1,5 % до маси борошна пресованих дріжджів. Для дослідних зразків частину води, що витрачається на замішування поживного середовища заміняли на водні або сироваткові екстракти глоду, шипшини в кількості 5 % до загальної маси борошна, що витрачається на приготування тіста. Вологість середовища для активації дріжджів для всіх зразків становила 75 %.

Оцінювання впливу виду і складу поживного середовища на стан дріжджів проводили на основі підрахунку дріжджових клітин, клітин, що брунькуються, та об'єму виділеного двоокису вуглецю в процесі активації.

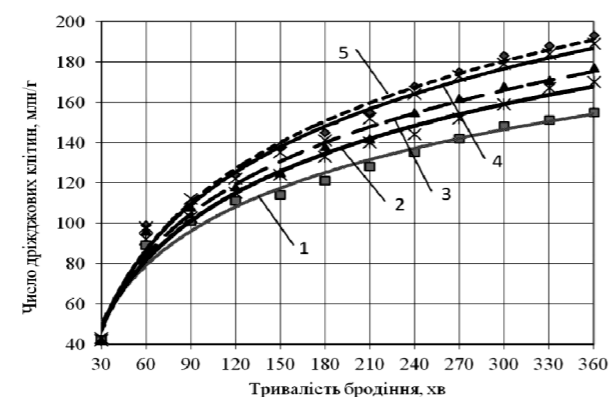


Рис. 6. Вплив виду поживного середовища на швидкість накопичення дріжджових клітин у напівфабрикатах: 1 – оцукрена заварка без екстрактів фітодобавок; 2 – оцукрена заварка з екстрактом глід-вода; 3 – оцукрена заварка з екстрактом шипшина-вода; 4 – оцукрена заварка з екстрактом шипшина-МС; 5 – оцукрена заварка з екстрактом глід-МС

Швидкість адаптації та питомого росту біомаси дріжджових клітин в оцукрених заварках з екстрактами плодових фітодобавок (рис. 6) перевищує аналогічні показники у водно-борошняній суспензії та оцукреній заварці на воді. Питомий приріст дріжджів в оцукрених заварках з вмістом водних екстрактів глоду і шипшини за перші 3 год процесу складає 0,174 і 0,179 год⁻¹, сироваткових екстрактів відповідно 0,186 і 0,182 год⁻¹. Кількість дріжджових клітин після 360 хв витримування у дослідних борошняних оцукрених напівфабрикатах з вмістом екстрактів плодових фітодобавок перевищувала аналогічний показник в оцукреній заварці на воді на 13,3...24,5 %.

Про відповідність вимог борошняного середовища потребам бродильної мікрофлори судили за інтенсивністю накопичення та

зброджування основних поживних речовин та по швидкості газоутворення у хлібопекарських напівфабрикатах. Контролювали вміст редуруючих цукрів, амінного азоту (рис. 7), деяких біостимуляторів (рис. 8) в поживних сумішах для активації дріжджів та пшеничному тісті при бродінні протягом 120 хв.

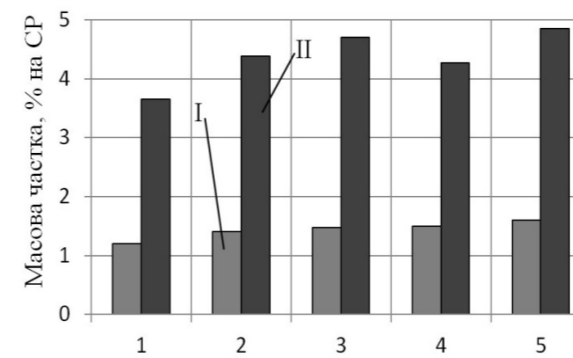


Рис. 7. Вміст вільного азоту (I) та редукуючих цукрів (II) в оцукрених заварках: 1 – контроль; 2 – глід-вода; 3 – глід-МС; 4 – шипшина-вода; 5 – шипшина-МС

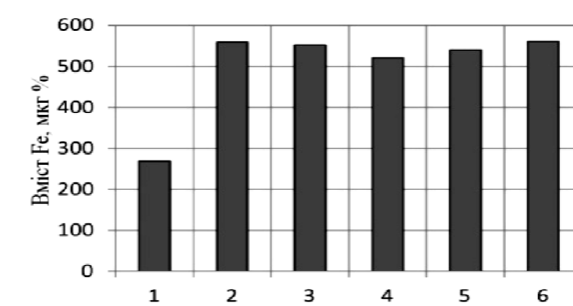
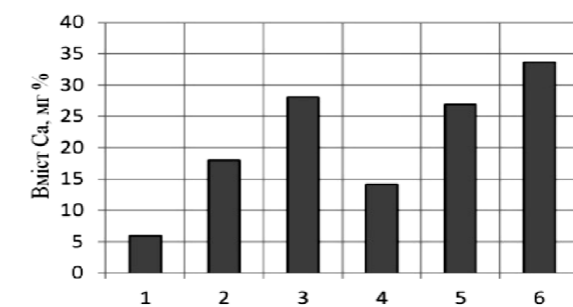
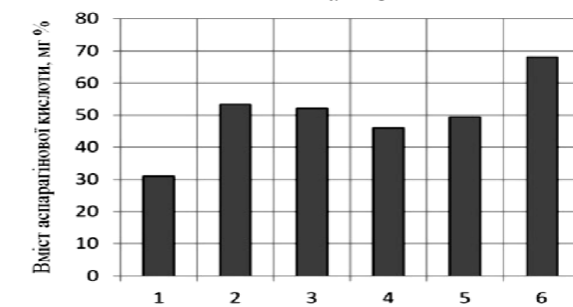


Рис. 8. Вміст біостимуляторів в оцукрених заварках: 1 – контроль (вода); 2 – глід-вода; 3 – глід-МС; 4 – шипшина-вода; 5 – шипшина-МС; 6 – контроль (МС)

Вміст вільного азоту в оцукрених заварках

вологістю 75 ± 1 % (рис. 7) збільшується в такій послідовності: "оцукрена заварка без добавок → з вмістом екстрактів: глід-вода → глід-МС → шипшина-вода → шипшина-МС", вміст редукуювальних цукрів: "оцукрена заварка без добавок → з вмістом екстрактів: глід-вода → шипшина-вода → глід-МС → шипшина-МС". Це обумовлено більшою мірою вмістом в екстрактах фітодобавок поживних та пластичних речовин при збереженні активності протеолітичних і амілолітичних ферментів білого солоду, борошна, що забезпечує інтенсивний гідроліз високомолекулярних сполук і накопичення в заварках водорозчинних азотовмісних сполук та цукрів, формування більш оптимальних умов для активації дріжджів.

Екстракти фітодобавок збагачують поживне середовище дефіцитними для борошна макро-, мікроелементами, амінокислотами, вітамінами в поєднанні зі зброджуваними цукрами, що є обов'язковою умовою споживання БАР. В борошняних середовищах для активації дріжджів з екстрактами фітодобавок містяться основні біогенні і олігобіогенні речовини в більш збалансованій формі.

Так, кальцій (рис. 8) міститься в концентрації 15...40 мг %, більш оптимальній для стимулювання розмноження дріжджів [18]. Лактоза сироваткових екстрактів сприяє швидшому росту дріжджових клітин. Інші олігобіогенні речовини, необхідні для росту дріжджових клітин, представлені в досліджуваних борошняних середовищах з вмістом фітодобавок, цинком, міддю, молібденом, бором, марганцем, нікелем, алюмінієм, йодом, кобальтом. Залізо, марганець, мідь, вітамін С приймають участь в окисно-відновних реакціях метаболізму дріжджів, виступають в ролі регулятора окисно-відновного потенціалу. Магній, цинк, бор, вітаміни є стимуляторами ферментативної активності дріжджів. Калій, вміст якого підвищується з внесенням екстрактів фітодобавок, також активізує ферменти дріжджової клітини, стимулює зброджування мальтози, впливає на розмноження дріжджів, відіграє істотну роль у окислювальному фосфорилуванні – одному з найважливіших компонентів клітинного дихання, що приводить до отримання енергії у вигляді АТФ і в процесах гліколізу, крім того рух неорганічного фосфору всередину клітини специфічно стимулюється калієм. Він також активує дріжджову альдолазу, яка потрібна для дії ферменту піруваткарбоксилази і впливає, так само як азот і сірка, на ліпідний обмін дріжджових клітин [20]. Мінеральні речовини, в цілому, регулюють осмотичний тиск і впливають на проникливість оболонки дріжджів, є поживними солями, разом з вітамінами активують ферменти, що приймають участь в метаболізмі та спиртовому бродінні [1,19-20].

Крім того, в оцукреній неферментованим

солодом заварці суттєво збільшується вміст, насамперед, моноцукрів [1,20], розчинних азотвмісних сполук, але доцільним є використання поживного середовища з вмістом мальтози для своєчасного стимулювання синтезу дріжджовою клітиною ферменту α -глюкозидази. Тому при приготуванні поживного середовища для активації дріжджів, 50 % борошна вносили у вигляді оцукреної заварки, а останні 50 % використовували як поживне середовище, що вносилося після ферментації заварки в якості джерела β -амілази для накопичення мальтози в напівфабрикаті.

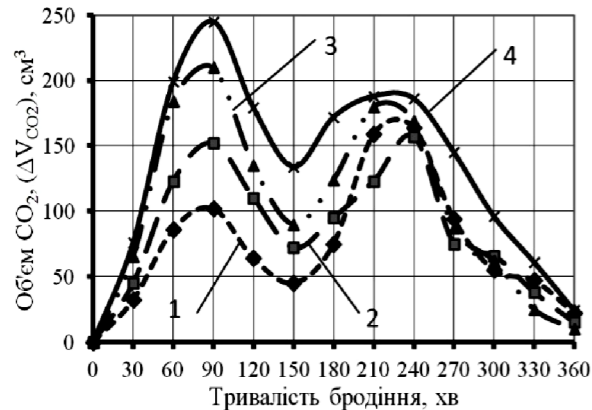


Рис. 9. Інтенсивність газоутворення у напівфабрикатах без добавок та з екстрактами шипшини (а), глоду (б): 1 – водно-борошняна суспензія; 2 – оцукрена заварка на воді; 3 – з вмістом водних; 4 – сироваткових екстрактів.

Про ефективність адаптації дріжджових клітин до анаеробних умов борошняного середовища, відновлення життєдіяльності, їх бродильну активність в досліджуваних напівфабрикатах судили за об'ємом CO_2 , що виділявся при витримуванні впродовж 360 хв при температурі 30...32 °C напівфабрикатів з вмістом пресованих дріжджів 1,5 % та екстрактами фітодобавок (рис. 9). Вологість всіх напівфабрикатів становила 74...76 %. Різна швидкість та послідовність індукування ферментів дріжджовою клітиною

приводить до того, що цукри напівфабрикатів зброджуються неодноразово та непропорційно їх вмісту у субстраті, тому інтенсивність газоутворення зростає непропорційно. Слід відзначити, що більш інтенсивно протікає бродіння в напівфабрикатах з оцукреними заварками з екстрактами фітодобавок. Це відбувається не лише завдяки наявності достатньої кількості простих цукрів (глюкози, фруктози), а й, як зазначено вище, за рахунок більш повного забезпечення потреб в амінокислотах, вітамінах, макро-, мікроелементах. Як видно з рис. 9, перебудова ферментної системи дріжджів на зброджування мальтози проходить пізніше і менш помітно.

Позитивний ефект водних сироваткових екстрактів фітодобавок на життєдіяльність дріжджових клітин посилюється зміною величини активної кислотності поживного середовища, що суттєво впливає на життєдіяльність дріжджів. Іони водню змінюють електричний заряд колоїдів плазмової оболонки клітин і збільшують її проникність для окремих речовин та іонів [1,19,20]. Екстракти плодів фітодобавок тна МС створюють більш оптимальну активну кислотність для хлібопекарських дріжджів, яка лежить близько 4,5...5.

Процеси асиміляції вуглеводів, азотистих речовин знаходяться в тісному взаємозв'язку і характеризують інтенсивність обміну речовин дріжджів, їх бродильну активність. Для дослідження процесу асиміляції пресованими дріжджами та після їх активації в безопарному пшеничному тісті оцінювали швидкість накопичення та утилізації водорозчинного азоту (табл. 2). За цими показниками можна також судити про бродильну активність дріжджів та відповідність поживного середовища їх потребам.

Підвищений початковий вміст поживних та пластичних речовин в пшеничному тісті, інтенсивне їх накопичення в результаті ферментативних процесів, високі показники їх асиміляції протягом терміну бродіння свідчать про наступне: високі біотехнологічні властивості дріжджів, їх генеративні функції; достатню забезпеченість бродильної мікрофлори поживними, пластичними, біогенними та олігобіогенними речовинами, активаторами їх бродильної активності; вищий, ніж в контролі, вміст редуруючих цукрів та водорозчинних азотистих речовин в тісті по закінченню дозрівання свідчать про достатню забезпеченість мікрофлори цими сполуками протягом всього терміну тістоприготування, є позитивним чинником для інтенсивного протікання технологічних процесів на послідовних етапах приготування хліба, формування необхідної якості хлібобулочних виробів.

Таблиця 2 – Зміни вмісту водорозчинного азоту при бродінні пшеничного тіста

	Зразки	Тривалість бродіння, хв														
		Після замісу			30			60			120			180		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
3,0 % пресованих дріжджів	контроль	1,89	1,89	–	2,06	1,79	0,27	2,17	1,41	0,76	2,26	1,41	0,85	2,33	1,26	1,06
	глід-вода	2,06	2,06	–	2,19	1,83	0,36	2,31	1,40	0,91	2,40	1,22	1,18	2,46	0,94	1,52
	глід-МС	2,14	2,14	–	2,24	1,87	0,37	2,33	1,41	0,92	2,42	1,20	1,22	2,50	0,96	1,54
	шипшина-вода	2,19	2,19	–	2,25	1,94	0,31	2,30	1,35	0,95	2,36	1,19	1,17	2,40	0,90	1,50
	шипшина-МС	2,31	2,31	–	2,32	2,00	0,32	2,40	1,42	0,98	2,48	1,21	1,27	2,54	0,94	1,60
На активованих дріжджах	контроль	2,15	2,15	–	2,34	1,70	0,64	2,47	1,44	1,03	2,59	1,26	1,33	2,70	1,05	1,65
	глід-вода	2,30	2,30	–	2,55	1,89	0,66	2,77	1,67	1,10	2,97	1,52	1,45	3,15	1,31	1,84
	глід-МС	2,33	2,33	–	2,53	1,84	0,69	2,71	1,59	1,12	2,86	1,42	1,44	3,01	1,19	1,82
	шипшина-вода	2,36	2,36	–	2,59	1,89	0,70	2,79	1,67	1,12	2,97	1,48	1,49	3,13	1,25	1,88
	шипшина-МС	2,41	2,41	–	2,64	1,93	0,71	2,82	1,68	1,14	3,00	1,51	1,49	3,16	1,26	1,90

Примітка: 1; 2; 3 – початковий, залишковий вміст та кількість асимільованого амінного азоту за відрізок часу бродіння тіста (N×5,7), % СР

Результати комплексних досліджень вказують на перспективність використання екстрактів фітодобавок для інтенсифікації мікробіологічних процесів приготування хлібобулочних виробів із пшеничного тіста, покращання їх якості, насамперед при безопарних прискорених технологіях. Їх використання дозволяє отримати хлібопекарські напівфабрикати із пшеничного борошна за короткий період з меншими витратами ресурсів, які будуть більш повно відповідати низці технологічних вимог і позитивно позначатися на подальшому перебігу процесів і якості готових виробів.

Висновки

Проведений аналіз літературних даних свідчить про доцільність використання фітодобавок, а саме, плодів шипшини і глоду, для вирішення проблем хлібопекарської галузі, викликаних впровадженням

прискорених технологій. Дослідженнями встановлено позитивний вплив водних та сироваткових екстрактів на газоутворення у напівфабрикатах та швидкість приросту біомаси дріжджових клітин. Відмічено підвищення біотехнологічних властивостей пресованих дріжджів та скорочення терміну їх адаптації до анаеробних умов пшеничного тіста. Перевірено відповідність поживного середовища на основі екстрактів потребам бродильної мікрофлори за вмістом редуруючих цукрів, амінного азоту, деяких біостимуляторів (кальцію, заліза та аспарагінової кислоти). Оцінка бродильної активності й інтенсивності обміну речовин дріжджових клітин за інтенсивністю газоутворення і швидкістю накопичення та утилізації водорозчинного азоту показала ефективність екстрактів шипшини та глоду як компонентів поживного середовища для активації дріжджів.

Список літератури:

1. Пашенко Л.П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий /Л.П. Пашенко.– М.: Колос, 2002.– 368 с.
2. Матвеева И.В. Биотехнологические основы приготовления хлеба / И.В. Матвеева, И.Г. Белявская. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 150 с.
3. Богатырева Т.Г. Значение кислотообразующих микроорганизмов в технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки / Т.Г. Богатырева. - Хлебопекарное производство. – 2011. – №1. – с. 46–53
4. Мосієнко В.С. Молочнокислі бактерії, їх властивості та використання в медичній практиці / В.С. Мосієнко, М.Д. Мосієнко, В.М. Рябуха // Український хіміотерапевтичний журнал. – 2002. – №1(13). – с. 16-23
5. De Vuyst L. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions / L. De Vuyst, P. Neysens // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – Vol. 16(1-3). – P. 43-56. DOI:10.1016/j.tifs.2004.04.012.
6. Decock P. Bread technology and sourdough technology / P. Decock, S. Cappelle // Trends in Food Science & Technology. – 2005. – Vol. 16(1-3). – P. 113-120. DOI:10.1016/j.tifs.2004.04.012.
7. Иоргачева Е.Г. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба /Е.Г. Иоргачева, Т.Е. Лебеденко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №2/12 (68). – С. 101-108.
8. Лебеденко Т.С. Роль хлебобулочных виробів у формуванні здоров'я людини та способи покращання їх якості шляхом застосування фітодобавок // Лебеденко Т.С., Новічкова Т.Н., Кожевнікова В.О. // Вісник ДонНУЕТ. – 2014. – №1(61). – С. 79-89.
9. Рязанова, О.А. Биохимический состав ягод боярышника, произрастающего в Кемеровской области / О.А. Рязанова, Ю.В. Третьякова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – №6. – с. 56,57
10. Çalişkan O. Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey / O. Çalişkan, K. Gündüz, S. Serçe, C. Toplu, O. Kamiloğlu, M. Şengül, S. Ercişli //

- Pharmacognosy Magazine. – 2012. – Vol. 8(29). – P. 16-21. DOI: 10.4103/0973-1296.93305.
11. Geng C.H. Determination of active ingredients in hawthorn and hawthorn piece by capillary electrophoresis with electrochemical detection / C.H. Geng, M. Lin, W.Y. Wang, J.N. Ye // Journal of Analytical Chemistry. – 2008. – Vol. 63(1). – P. 75-81. DOI: 10.1134/S1061934808010140.
 12. Ozcan M. Hawthorn *Crataegus* spp. fruit some physical and chemical properties / Ozcan M., Hacisefiogullari H., Marakoglu T., Arslan D. // Journal of Food Engineering. – 2005. – Vol. 69(4). – P. 409-413. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2004.08.032.
 13. Дубцова Г.Н. Состав и содержание биологически активных веществ в плодах шиповника // Г.Н. Дубцова, Р.Н. Негматуллоева, В.В. Бессонов [и др.] // Вопросы питания. – 2012. – №6 (81). – с. 84-88
 14. Ercisli S. Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species / S. Ercisli // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 104(4). – P. 1379-1384. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.01.053.
 15. Pengelly A. The Constituents of Medicinal Plants – An Introduction to the Chemistry & Therapeutics of Herbal Medicines / A. Pengelly. – 2nd Edition. – Sunflower Herbals, 1999. – 109 p.
 16. Saxena M. Phytochemistry of Medicinal Plants / M. Saxena, J. Saxena, R. Nema, D. Singh, A. Gupta // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2013. – Vol. 1, No. 6. – P. 168-182.
 17. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / Сост. И.Путырский, В. Прохоров. - Мн.: Книжный Дом "Махаон", 2000. – 656 с.
 18. Пучкова Л.И. Технология хлеба, кондитерских, макаронных изделий. Ч.1. Технология хлеба / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
 19. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства / О.В. Афанасьева. - Петерб. Фил. ГосНИИХП. – СПб.: Береста, 2003. – 220 с.
 20. Квасников Е.И. Дрожжи. Биология. Пути использования / Е.И. Квасников, И.Ф. Щелокова.-Киев: Наукова думка, 1991.– 328 с.

УДК 637.35:[579.864+579.873.1]

DOI

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЗАКВАШУВАЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА М'ЯКИХ ПРОБІОТИЧНИХ СИРІВ

Д.М. Скрипніченко, асистент

E-mail: Skripnichenko_dm@mail.ru

кафедра технології молока, жирів і парфумерно-косметичних засобів.

Одеська національна академія харчових технологій.

вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація. При підборі культур для складання заквасок при виробництві кисломолочних продуктів на перший план виступає їхня кислото- та ароматоутворювальна здатність. Протеолітична активність часто до уваги не приймається, хоча роль протеолітичної активності молочнокислих бактерій дуже важлива, оскільки навіть частковий розпад білків в кисломолочних продуктах протеолітичними ферментами молочнокислих бактерій покращує засвоєваність та підвищує дієтичні властивості продуктів. При виготовленні сирів протеолітична активність молочнокислих бактерій відіграє важливу роль, оскільки біохімічні процеси розпаду білкових речовин лежать в основі визрівання всіх видів сирів.

У роботі наведено результати експериментальних досліджень щодо визначення протеолітичної активності лакто- та біфідобактерій та обрентовано вибір культур даних мікроорганізмів для виробництва м'яких пробіотичних сирів. Встановлено, що при спільному використанні змішаних культур лакто- та біфідобактерій у складі заквашувальних композицій для виробництва білкових молочних продуктів функціонального та спеціального призначення виникає синергізм та антагонізм їхніх протеолітичних властивостей.

Ключові слова: протеолітична активність, біфідобактерії, лактобактерії, закваска, функціональний продукт.

Аннотация. При подборе культур для составления заквасок при производстве кисломолочных продуктов на первый план выступает их кислото- и ароматобразующая способность. Протеолитическая активность часто во внимание не принимается, хотя роль протеолитической активности молочнокислых бактерий очень важна, поскольку даже частичный распад белков в кисломолочных продуктах протеолитическими ферментами молочнокислых бактерий улучшает усвояемость и повышает диетические свойства продуктов. При изготовлении сыров протеолитическая активность молочнокислых бактерий играет важную роль, поскольку биохимические процессы распада белковых веществ лежат в основе созревания всех видов сыров.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований по определению протеолитической активности лакто- и бифидобактерий и обоснован выбор культур данных микроорганизмов для производства мягких пробиотических сыров. Установлено, что при совместном использовании смешанных культур лакто- и бифидобактерий в составе заквасочных композиций для производства белковых молочных продуктов функционального и специального назначения возникает синергизм и антагонизм их протеолитических свойств.

Ключевые слова: протеолитическая активность, бифидобактерии, лактобактерии, закваска, функциональный продукт.

Вступ

Прагнення до корисного збалансованого харчування є невід'ємною частиною сучасної тенденції турботи про своє здоров'я. Світовий ринок функціональних продуктів інтенсивно розвивається, щорічно збільшуючись на 15-20%. Японські дослідники визначили три основні складові функціональних продуктів: харчова цінність, приємний смак і позитивний фізіологічний вплив. Функціональні продукти харчування на сьогоднішній день є найбільш динамічним сегментом харчової галузі в світі. Лідерами в останні роки стали функціональні молочні продукти, посівши 70% всього обсягу продажів [1].

Постановка проблеми

Згідно з принципами функціонального харчування найбільшу цінність представляють пробіотики – життєздатні мікроорганізми з високою біохімічною активністю і стійкістю до несприятливих умов середовища. Молоко не є природним місцем існування для пробіотичних культур біфідобактерій, тому для їх промислового використання потрібна значна селекційна робота по адаптації цих культур до молока. Крім того, для стимулювання росту біфідобактерій в молоці широко застосовуються біфідогенні фактори різної природи – фруктоза, глюкоза, лактулоза, інулін, морквяний сік та інші. Комбінування двох способів стимулювання росту і розвитку біфідобактерій в молоці – адаптація їх до молока та внесення біфідогенних чинників – дозволить отримати ферментовані молочні продукти з підвищеними пробіотичними властивостями. На ринку України представлена закваска адаптованих до молока біфідобактерій прямого внесення – *FD DVS Bb-12*, до складу якої входять чисті культури *Bifidobacterium animalis Bb-12* [2,11].

Деякими авторами показано [11], що біфідобактерії володіють низькою β-галактозидазною активністю і це є однією з причин їх слабого розвитку в молоці. Активізація росту біфідобактерій в молоці за рахунок високої β-галактозидазної активності інших заквасочних культур пов'язана з підвищенням власної β-галактозидазної активності біфідобактерій. В таких умовах біфідобактерії набувають здатність накопичувати з лактози необхідні для свого росту речовини: глюкозу і олігосахариди. У зв'язку з цим доцільне культивування біфідобактерій спільно з молочнокислими культурами, що володіють високою β-галактозидазною активністю, зокрема, з *Lactobacillus acidophilus*. Комбінація ацидофільної палички і біфідобактерій сприяє отриманню ферментованих молочних продуктів з нормованим рівнем кислотності, підвищеними пробіотичними, антибіотичними і дієтичними властивостями, оскільки містять ряд біологічно активних сполук: вільних амінокислот, легких жирних кислот, ферментів, антибіотичних речовин, вітамінів, мікро- і мікроелементів [3].

Огляд літератури

Молоко і молочні продукти, займаючи істотне місце в щоденному раціоні українців, знаходяться сьогодні на одній з перших позицій серед функціональних продуктів. В свою чергу вони мають бути досить поширеними і при постійному вживанні здійснювати позитивний вплив на організм людини та попереджувати виникнення багатьох захворювань. На споживчому ринку України досить широко представлені функціональні кисломолочні продукти, а такий продукт, як пробіотичний сир, який окрім високого вмісту білка, містить оптимальні співвідношення кальцію і фосфору та високу концентрацію життєздатних клітин лакто- і біфідобактерій, практично не представлений [1-3].

Спочатку в якості заквасок використовували сквашене молоко, маслянку з-під вершкового масла і кислі вершки. Такі природні закваски вперше почали застосовувати в маслоробстві в 1860 р. Однак при цьому не завжди отримували масло високої якості, оскільки склад мікрофлори був випадковим. Перші досліді по використанню чистих культур молочнокислих бактерій були проведені в Данії Шторхом у 1888 р.

Важливим показником якості закваски є її придатність для виробництва заданого продукту, що має бути перевірено дослідженнями у виробничих умовах. При складанні заквасок необхідно враховувати специфічні властивості продукту, який виробляється, температурні режими виробництва, взаємодії між мікроорганізмами, можливість розвитку бактеріофагів. Залежно від призначення до складу заквасок вводять штами, що володіють певними особливостями. Для одержання кисломолочних продуктів з лікувальними властивостями до складу заквасок вводять ацидофільні палички і біфідобактерії, які утворюють антибіотичні речовини. До складу заквасок для сирів вводять молочнокислі бактерії, що володіють високою протеолітичною активністю, які додають специфічні смак і аромат продукту [4,5].

При складанні заквасок необхідно враховувати також температурні режими виробництва молочних продуктів. Якщо процес здійснюється при 20–30 °С, то в закваску вводять переважно мезофільні мікроорганізми, а при 40–45 °С – термофільні.

При проведенні досліджень були використані заквашувальні препарати прямого внесення, які мають ряд переваг над іншими видами заквасок. Головна з переваг полягає в тому, що вони прості у використанні, їх вносять у молочну суміш без попередньої підготовки (активізації). Такі препарати зменшують матеріальні витрати на виробництво продукції, тому що відпадає потреба в заквашувальних відділеннях, оснащених спеціальним обладнанням, а також в обслуговуючому персоналі. Крім цього, виключаються енерговитрати на стерилізацію та охолодження молока для заквасок. Закваски такого типу гарантують збереження видового