

Касабова Катерина Рубеновна, канд. техн. наук, доц., Учебно-нау́чний інститут пи́щевих техноло́гій і бізнеса, Харківський госуда́рственный університет пита́ння і торго́влі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: Kasabova_kateryna@hduht.edu.ua.

Kasabova Kateryna, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Educational and Scientific Institute of Food Technology and Business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. e-mail: Kasabova_kateryna@hduht.edu.ua

Шматченко Наталя Васи́лівна, канд. техн. наук, Навчально-нау́ковий інститут харчових техноло́гій та бізнесу, Харківський держа́вний університет харчува́ння та торго́влі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

Шматченко Наталья Васи́льевна, канд. техн. наук, Учебно-нау́чний інститут пи́щевих техноло́гій і бізнеса, Харківський госуда́рственный університет пита́ння і торго́влі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

Shmatchenko Natalia, PhD in Tech. Sc., Educational and Scientific Institute of Food Technology and Business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. e-mail shmatchenko_nat@hduht.edu.ua.

DOI: 10.5281/zenodo.3937762

УДК 579.873:[577.11-035.2:54-386]

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОСЛИННОГО БІОПОЛІМЕРНОГО КОМПЛЕКСУ НА ФІЗІОЛОГІЧНУ АКТИВІСТЬ ПРОПІОНОВОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ

М.І. Охотська, Т.М. Воловик, Л.В. Капрельянц

*Розглянуто можливість використання біополімерного комплексу рослинного походження як матриксу для іммобілізації пропіоновокислих мікроорганізмів та як потенційного джерела вугледів для відновлення та поліпшення складу інди́генної мікробіоти людини. Результати дослідження підтвердили можливість комбінування та синбіозу *Propionibacterium shermanii* з модифікованим біополімерним комплексом жому цукрового буряку, а також його протекторні властивості відносно *P. shermanii*. Визначено оптимальні технологічні характеристики потенційного носія та параметри*

© Охотська М.І., Воловик Т.М., Капрельянц Л.В., 2020

культивування пропіоновокислих бактерій. Базис проведених досліджень спрямовує наукову діяльність на продовження експериментів для розробки технології продуктів харчування з функціональними властивостями.

Ключові слова: біополімерний комплекс рослинного походження, *Propionibacterium shermanii*, жом цукрового буряку, носій.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОПОЛИМЕРНОГО КОМПЛЕКСА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПРОПИОНОВОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

М.И. Охотская, Т.Н. Воловик, Л.В. Капельянец

*Рассмотрена возможность использования биополимерного комплекса растительного происхождения как матрикса для иммобилизации пропионовокислых микроорганизмов и как потенциального источника углеводов для восстановления и улучшения состава индигенной микрофлоры человека. Результаты исследования подтвердили возможность комбинирования и синбиоза *Propionibacterium shermanii* с модифицированным биополимерным комплексом жома сахарной свеклы, а также его протекторные свойства по отношению к *P. shermanii*. Определены оптимальные технологические характеристики потенциального носителя и параметры культивирования пропионовокислых бактерий. Базис проведенных исследований направляет дальнейшую научную деятельность на продолжение экспериментов для разработки технологии продуктов питания с функциональными свойствами.*

Ключевые слова: биополимерный комплекс растительного происхождения, *Propionibacterium shermanii*, жом сахарной свеклы, носитель.

IMPACT STUDY OF A VEGETABLE BIOPOLYMERIC COMPLEX ON THE PHYSIOLOGICAL ACTIVITY OF PROPIONICACID BACTERIA

M. Okhotska, T. Volovyk, L. Kaprelyants

One of the key functions of a person's microbiota, which is crucial for his state of health, is to support and ensure the normal functioning of the body's immune system. The correct quantitative and qualitative composition of the intestinal microbiota determines not only the normal functioning of the digestive tract, but also the health of the whole organism and its resistance to infections. According to modern concepts, the influence of probiotic microorganisms on the state of immunity has become more important than it was thought 5 years ago. Dysbiosis is a certain threat to the health of the population of Ukraine, which occurs against the background of a decrease in the quantitative and qualitative composition

of beneficial microflora in the human body. It requires special attention in order to ensure microecological balance in the intestine as the most important protective factor in human life.

*The work explores the possibility of using dietary fiber from the polymer complex of sugar beet pulp as a matrix and carrier for immobilizing propionic acid bacteria in order to obtain a synbiotic product with functional properties to maintain the indigenous microflora of the macroorganism. We propose the immobilization of useful probiotic bacteria *P. shermanii* on a biopolymer complex (dietary fiber), obtained by chemical modification of sugar beet pulp. The previous modification optimized the structural characteristics of the plant matrix and increased the immobilization efficiency of the studied culture. The resulting synbiotic complex of probiotic with dietary fiber should contribute to the rapid restoration of the normal intestinal biocenosis and strengthen the digestive system. The presence of a polymer sorbent (activated dietary fiber) in the intestine stimulates the vital activity of the probiotic culture, its adhesive activity and the formation of active microcolonies, which optimizes colonization of the intestine and inhibits the development of harmful microbiota. The optimal particle size of the dry complex and the cultivation parameters of probiotic microorganisms on substrates with it were determined. The protective effect of the sugar beet biopolymer complex on the viability and reproductivity of *P. shermanii* was established, the amount of which after cultivation on the matrix corresponds to the probiotic dose in the food product for functional nutrition. Based on the results obtained, further studies will be aimed at optimizing the technological parameters of producing a synbiotic dietary supplement, the conditions and modes of its storage, biomedical research and the development of food products with a functional purpose that can correct and improve the indigenous microflora of a person.*

Keywords: *biopolymer complex of sugar beet, matrix, synbiotic, propionic acid bacteria, microflora.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Повноцінність життя людини залежить від багатьох чинників: зовнішнього середовища, умов існування та щоденного раціону харчування. За минулі роки призначення їжі в житті людини суттєво змінилося. Сьогодні функціональні продукти впевнено набувають популярність і в Україні, що пов'язано з уживанням із цими продуктами фізіологічно функціональних інгредієнтів, які допомагають знизити рівень захворюваності, прискорити одужання при тяжких захворюваннях, збагатити звичайний раціон усіх верств населення біологічно активними речовинами.

Мікробіота кишечника виконує численні життєво важливі функції в організмі людини. Вона бере участь у процесах травлення, синтезу вітамінів, засвоєння їжі, задіяна в усіх видах обміну речовин, детоксикації організму. Однією з основних функцій мікробіоти, яка визначає стан здоров'я людини, є підтримання і забезпечення

нормального функціонування імунної системи організму. Отже, правильний кількісний та якісний склад мікробіоти кишечника визначає не тільки нормальну роботу травного тракту, але й здоров'я всього організму та його стійкості до інфекцій. При цьому згідно із сучасними уявленнями вплив пробіотичних мікроорганізмів на стан імунітету набагато більш виражений, ніж уважалося п'ять років тому.

Адаптація людини до нових умов довкілля відбувається значно повільніше, ніж у прокаріотів та одноклітинних еукаріотів, яким притаманний швидкий та ефективний метаболізм [1; 2]. Індигенна мікрофлора може втрачати свої домінуючі позиції під впливом екзогенних чинників (стреси, відсутність повноцінного харчування, антибіотикотерапія), тому для її відновлення необхідне введення резидентних мікроорганізмів: лактобацил, біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій та пребіотиків – «їжі» для корисних представників мікробіоти організму людини [1; 3–5].

Пропіоновокислі бактерії, наприклад, здатні до біосинтезу нутрицевтиків (вітаміни B₂, B₇, B₉, B₁₂, K), можуть продукувати пропіонову кислоту – метаболіт, який позитивно впливає на організм людини: пригнічує розвиток патогенної мікробіоти, нормалізує рівень холестерину в крові, бере участь у вуглеводному обміні, підтримує метаболізм у печінці [5–7].

Пребіотики за фізико-хімічним складом здатні до сорбції низькомолекулярних метаболітів, токсинів, радіонуклідів; завдяки сполукам вуглеводної природи у своєму складі вони є поживною сировиною для домінуючої мікрофлори макроорганізму та сприяють збільшенню кількісного складу корисних представників біотопу людини. У разі використання як пребіотика високомолекулярних речовин, якими є харчові волокна, активність пребіотиків, які дісталися товстого кишечника в життєздатній формі, значно зростає. Функціональні харчові продукти мікробного та рослинного походження, що є комбінацією рослинних пребіотиків (харчових волокон) та пробіотичних мікроорганізмів, можна віднести до категорії синбіотиків [3; 5]. Розробка нового покоління синбіотичних препаратів, які спеціально сформовані з урахуванням потреб певних вікових груп людей, є актуальним і своєчасним завданням.

Для створення про- та пребіотичної композиції в медицині та біотехнології активно застосовують принцип іммобілізації (закріплення) субстанції на полімерних носіях. Іммобілізовані препарати пребіотиків мають низку принципових відмінностей порівнянно із традиційними формами харчових пробіотичних добавок. Використання таких синбіотичних препаратів дозволяє створювати

комплекси, які мають високу стабільність. Імобілізовані клітини адсорбуються на твердих носіях – біополімерних матрицях, під захисною дією яких краще зберігаються в кислому середовищі шлунку, що дозволяє значно більшої кількості життєздатних клітин досягти нижніх відділів кишечника [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Унаслідок розгляду сучасних інформаційних джерел виявлено численні публікації з розробки нових біотехнологічних підходів до створення препаратів синбіотиків [3–5]. Актуальність обраної теми підтверджена науковими дослідженнями та розробками в галузі харчової біотехнології, а саме технологій отримання продуктів харчування з функціональним призначенням, інгредієнтами яких є біологічно активні речовини з пробіотичними властивостями [8].

Метою статті є теоретичне й експериментальне підтвердження можливості створення дієтичної добавки імобілізованого пробіотика на матриці харчових волокон із жому цукрового буряку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нами пропонується імобілізація корисних пробіотичних бактерій *P. shermanii* на біополімерному комплексі (харчові волокна), отриманому шляхом хімічної модифікації жому цукрового буряку (ЖЦБ). Ця комбінація має сприяти швидкому відновленню нормального біоценозу кишечника та зміцненню системи травлення. Наявність полімерного сорбенту (активовані харчові волокна) в кишечнику допомагає зберегти життєздатність і підвищує адгезивну активність пробіотичної культури та швидкість утворення нею активних мікроколоній, а отже, оптимізує колонізацію кишечника та пригнічує розвиток шкідливої мікробіоти. Окрім протекторної функції рослинний сорбент сприяє також зміні концентрації певних метаболітів. У міру вивільнення відсорбованих бактерій-пробіотиків рослинний сорбент реалізує і детоксикаційну функцію, адсорбуючи та виводячи з кишечника токсини, продукти незавершеного метаболізму, патогенні й умовно-патогенні бактерії, алергени. Тобто комбінація біополімерів із пробіотичною культурою чинить синергічний ефект на фізіологічні функції організму людини в цілому.

Для утворення синбіотичного препарату з про- та пребіотичними складовими запропонована нетрадиційна, але потенційно перспективна сировина – ЖЦБ, який модифікували з метою посилення його сорбційних властивостей та органолептичних характеристик, що було доведено попередніми дослідженнями [4].

Ефективність імобілізації клітин бактерій залежить від структурних характеристик рослинного матриксу. У зв'язку з

потребою поліпшення органолептичних та фізико-хімічних характеристик ЖЦБ проводили його хімічну обробку, яку здійснювали в декілька етапів: спочатку відбувалася гідротермічна обробка жому гідроксидом натрію протягом 20–30 хвилин за температури 60...65 °С, а далі – водняним розчином пероксиду водню 1,5–2 години за температури 60...65 °С.

Під час термохімічної обробки ЖЦБ у сировині відбувається перерозподіл вуглеводно-білкової складової внаслідок гідролітичного розщеплення білків та переходу в розчин частини пектинових речовин. Отриманий біополімерний комплекс цукрового буряку має водопоглинальну здатність 7,87 г/см³ та високу сорбційну здатність, що дозволить у подальшому накопичити якомога більше клітин у його поверхневому прошарку і здійснити перерозподіл мікроорганізмів на всьому біополімерному комплексі цукрового буряку (БПКЦБ) шляхом активної дифузії.

На першому етапі дослідження потрібно було виявити здатність *P. shermanii* до культивування та збереження своїх репродуктивних властивостей за наявності БПКЦБ. Із цією метою дослідили вплив кількості інокуляту стартової культури пропіоновокислих бактерій на накопичення біомаси мікроорганізмів, визначили оптимальне співвідношення БПКЦБ та поживного середовища, оптимальний дисперсійний склад носія, при якому здійснюється іммобілізація найбільшої кількості клітин.

Як поживне середовище для вирощування *P. shermanii* обрано стерильне знежирене молоко. Масове співвідношення БПКЦБ та поживного середовища (гідромодуль) становило 1:10, 1:15, 1:20. Оптимальну кількість стартової культури *P. shermanii* визначали шляхом внесення в стерильне знежирене молоко інокулюму, доза якого 1%, 5% та 7%, 18-годинної культури *P. shermanii* із вмістом $1 \cdot 10^5$, $5 \cdot 10^5$ та $7 \cdot 10^5$ КУО/см³ відповідно. Попередньо БПКЦБ просочували субстратом із наступним перемішуванням. Культивування пропіоновокислих мікроорганізмів на середовищі з БПКЦБ тривало 24 години за температури (30±1) °С.

Залежність розвитку *P. shermanii* від масової частки БПКЦБ у субстраті та дози інокуляту показано на рис. 1.

Значна зміна вмісту життєздатних *P. shermanii* в культуральному середовищі з БПКЦБ відбувалася після внесення дози $5 \cdot 10^5$ КУО/см³, що за добу становило $2 \cdot 10^9$ КУО/см³. За умови ферментації з більшою дозою клітин (інокуляту) – $7 \cdot 10^5$ КУО/см³ – значних змін у кількісному складі мікроорганізмів не спостерігалось.

Культивування *P. shermanii* за вмісту БПКЦБ не змінило характеру ферментації: вона відбувалася традиційно.

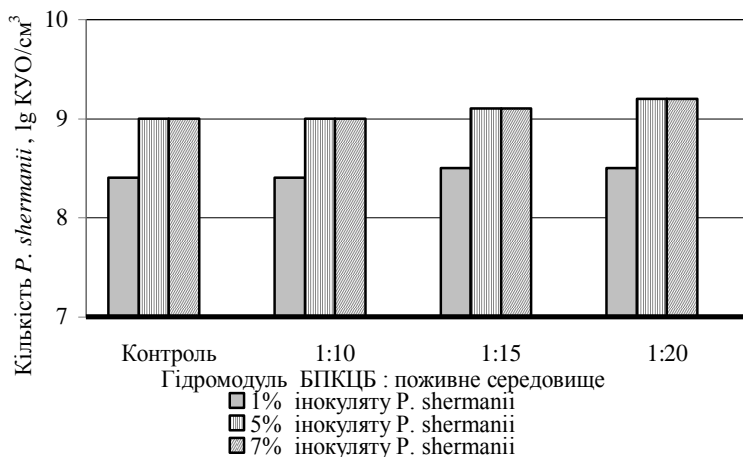


Рис. 1. Накопичення *P. shermanii* в субстраті залежно від дози інокуляту та відношення БПКЦБ до поживного середовища ($\tau = 24$ год, $t = (30 \pm 1)^\circ\text{C}$)

У ході дослідження впливу масової частки БПКЦБ на вирощування пропіоновокислих бактерій виявлено, що за гідромодуля 1:10 частини БПКЦБ сорбували більшу частину поживного середовища ще до внесення стартової культури, зменшуючи таким чином кількість поживного середовища для їх культивування. Це пояснюється високою здатністю БПКЦБ до сорбції рідини. За гідромодуля 1:20 культивування та іммобілізація *P. shermanii* відбувалися ефективніше через пропорційний перерозподіл складових суміші.

Надалі визначався оптимальний для іммобілізації обраних бактерій дисперсійний склад БПКЦБ, від якого залежить кількість клітин, адсорбованих у матриці біополімерного носія. Подрібнений БПКЦБ після ситового аналізу розділили за дисперсійним складом. Діаметр частинок становив 0,25; 0,25–0,50; 0,5–1,0 мм. Культивування *P. shermanii* проводили за тих самих умов, що і під час визначення дози стартової культури (рис. 2).

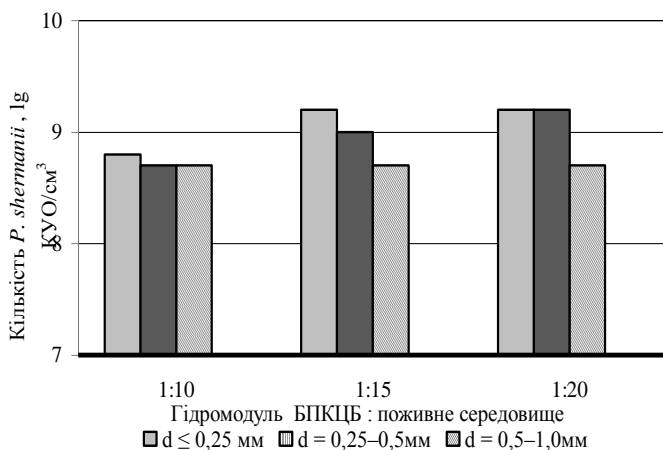


Рис. 2. Вплив дисперсійного складу БПКЦБ на іммобілізацію *P. shermanii*

Найбільша зміна ростових характеристик *P. shermanii* спостерігалася після інкубації клітин за наявності носія з дисперсійним складом 0,25 мм за гідромодуля 1:15 та 1:20, коли кількість клітин пропіоновокислих бактерій становила $2 \cdot 10^9$ КУО/см³. Менш ефективна іммобілізація мікроорганізмів характерна для носія зі ступенем подрібнення 0,5–1,0 мм – до $7 \cdot 10^8$ КУО/см³. Це свідчить, що характер дисперсійного складу БПКЦБ як носія впливає на кількість накопичених на ньому клітин.

Для підтвердження сорбційних властивостей БПКЦБ відносно *P. shermanii* та ефективності транспортування мікроорганізмів в активному стані до певних відділів ШКТ людини досліджували процес десорбції іммобілізованих клітин із частинок носія.

Змодельовано поведінку іммобілізованих мікроорганізмів у середовищі ШКТ шляхом відмивання клітин стерильним фізіологічним розчином із матриксу. Для цього після іммобілізації носій відділяли від субстрату центрифугуванням 1000 об/хв протягом 5 хв. Отриманий осад промивали стерильним фізіологічним розчином і вивчали наявність залишку клітин на носії шляхом культивування промитого осаду на стерильному знежиреному молоці за температури (30 ± 1) °С. Установлено, що клітини на матриксі після промивання осаду залишались у фізіологічно активному стані й зберігали здатність до ферментації молока.

На наступному етапі визначали протекторні властивості носія відносно дії рН середовища на *P. shermanii* (рис. 3).

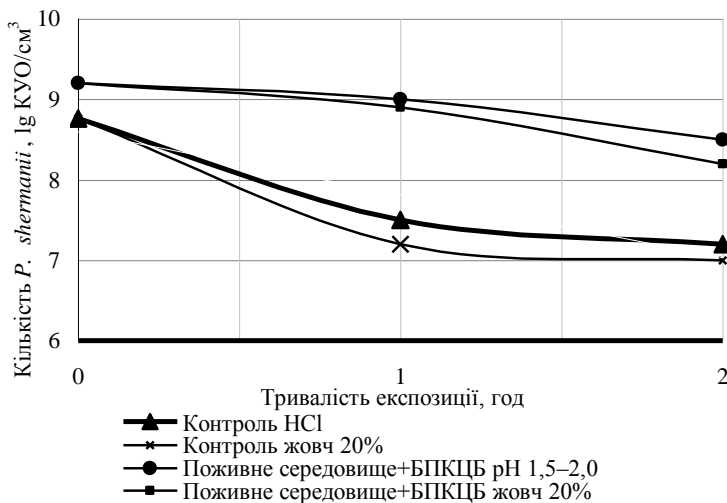


Рис. 3. Життєздатність *P. shermanii* за умов дії жовчі 20% та за рН 1,5–2,0 ($t = (30 \pm 1)^\circ\text{C}$, $\tau = 2$ год, Сж = 20%)

Під час проходження через відділи кишечника резидентні мікроорганізми зазначають впливу компонентів травної системи, які здатні згубно впливати на життєдіяльність клітин та зменшувати їх фізіологічну активність. Експериментальні зразки інкубували за температури $t = (37 \pm 1)^\circ\text{C}$ при рН 1,5–2,0 протягом 2 год. Ідентичний дослід проводили зі стерильною медичною жовчю, яку брали в концентрації 20%

Кількість клітин *P. shermanii*, яка виявлена після адсорбції на носії та експозиції за наявності жовчі та штучного шлункового соку, становила не менш ніж 10^7 КОЕ/см³. Ця доза мікроорганізмів досягає необхідного рівня для подальшої проліферації та успішної фіксації на стінках товстої кишки.

Висновки. Досліджено вплив носія рослинного походження – біополімерного комплексу цукрового буряку – на культивування та репродуктивність мікроорганізмів *Propionibacterium shermanii*. Визначено його дисперсійний склад, оптимальний для іммобілізації пропіоновокислих бактерій на рослинному носії. В експерименті *in vitro* встановлено протекторну функцію БПКЦБ відносно

життєздатності *P. shermanii*. На підставі отриманих результатів подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію технологічних параметрів отримання синбіотичної дієтичної добавки, умов та режимів її зберігання, медико-біологічних досліджень і розробку продуктів харчування з функціональним призначенням, які здатні корегувати та поліпшувати індигенну мікрофлору людини.

Список джерел інформації / References

1. Кишечная микрофлора и гигиеническая теория атопии / А. В. Шестопалов, М. А. Шестопалова, Э. В. Дудникова, Т. С. Колмакова, В. А. Чистяков // Медицинский вестник Юга России. – 2013. – № 2. – С. 25–30.
Shestopalov, A., Shestopalova, M., Dudnikova, E., Kolmakova, T., Chistyakov, V. (2013), “Gut microbiota and hygiene theory of atopy” [“Kishechnaya mikroflora i higienicheskaya teoriya atopii”], *Meditsinskiy vestnik Yuga Rossii*, No. 2, pp. 25-30.
2. Янковский Д. С. Состав и функции микробиоценозов различных биотопов человека / Д. С. Янковский // Здоровье женщины. – 2003. – № 4 (16). – С. 150–157.
Yankovskiy, D. (2003), “Composition and functions of microbiocenoses of various human biotopes” [“Sostav i funktsii mikrobiotsenozov razlichnyih biotopov cheloveka”], *Zdorove zhenshinyi*, No. 4(16), pp. 150-157.
3. Капрельянец Л. В. Пребиотики: химия, технология, применение / Л. В. Капрельянец. – Киев : Энтерпринт, 2015. – 252 с.
Kaprelyants, L. (2015), *Prebiotics: chemistry, technology, application* [Prebiotiki: himiya, tehnologiya, primeneniye], Enterprint, Kiev, 252 p.
4. Охотська М. І. Дослідження біфункціонального харчового інгредієнта на основі біополімерного комплексу рослинного походження / М. І. Охотська // Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С. З. Гжицького. Харчові технології. – 2019. – Т. 21, № 91. – С. 38–42.
Ohotska, M. (2019), “Research of bifunctional food ingredient on the basis of biopolymer complex of vegetable origin” [“Doslidzhennya bifunktsionalnogo harchovogo ingredienta na osnovi biopolimernogo kompleksu roslinnogo pohodzhennya”], *Naukoviy visnik LNUVMB im. S.Z. Gzhitskogo. Harchovi tehnologiyi*, Vol. 21, No. 91, pp. 38-42.
5. Michaei de Vrese, Schrezenmeir, J. (2008), “Probiotics, prebiotics and synbiotics”, *Food Biotechnology: Advances in Biochemical Engineering. Biotechnology*, Vol. 111, pp. 1-66.
6. Хамагаева И. С. Биотехнология заквасок пропионовокислых бактерий : монография / И. С. Хамагаева, Л. М. Качалина, С. М. Тумурова. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2006. – 176 с.
Hamagaeva, I., Kachalina, L., Tumurova, S. (2006), *Biotechnology of starter cultures of propionic acid bacteria: a monograph* [Biotehnologiya zakvasok propionovokislyih bakteriy: monografiya], Izd-vo VSGTU, Ulan-Ude, 176 p.

7. Капрельянц Л. В. Пробиотичні властивості та біотехнологічний потенціал пропіоновокислих бактерій / Л. В. Капрельянц, Л. О. Крупицька // Мікробіологія і біотехнологія. – 2017. – № 1. – С. 6–15.

Kaprelyants, L., Krupitska, L., (2017), “Probiotic properties and biotechnological potential of propionic acid bacteria” [“Probiotichni vlastivosti ta biotehnologichniy potentsial propionovokislih bakteriy”], *Mikrobiologiya i biotehnologiya*, No. 1, pp. 6-15.

8. Бояринева И. В. Комбинированные кисломолочные продукты, обогащенные злаковыми культурами / И. В. Бояринева // Пищевая промышленность. – 2015. – № 10. – С. 28–30.

Boyarineva, I. (2015), “Combined fermented milk products enriched with cereal crops” [“Kombinirovannyye kislomolochnyye produkty, obogashchennyye zlakovyimi kulturamiiy”], *Pishevaya promyshlennost*, No. 10, pp. 28-30.

Охотська Марія Ігорівна, канд. техн. наук, доц., кафедра біохімії, мікробіології та фізіології харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адрес: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: (048)712-41-12; e-mail: mariaoxota0214@ukr.net.

Охотская Мария Игоревна, канд. техн. наук, доц., кафедра биохимии, микробиологии и физиологии питания, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: (048)712-41-12; e-mail: mariaoxota0214@ukr.net.

Okhotska Maria, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of Biochemistry, Microbiology and Nutrition Physiology Chair of Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: (048)712-40-21; e-mail: mariaoxota0214@ukr.net.

Воловик Тетяна Миколаївна, канд. техн. наук, асист., кафедра біохімії, мікробіології та фізіології харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адрес: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: (048)712-42-68; e-mail: tavol0929@gmail.com.

Воловик Татьяна Николаевна, канд. техн. наук, ассист., кафедра биохимии, микробиологии и физиологии питания, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: (048)712-42-68; e-mail: tavol0929@gmail.com.

Volovyk Tetiana, PhD in Tech. Sc., Assist. of Department Biochemistry, Microbiology and Nutrition Physiology of Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: (048)712-40-21; e-mail: tavol0929@gmail.com.

Капрельянц Леонід Вікторович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування, Одеська національна академія харчових технологій. Адрес: вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039. Тел.: (048)712-40-21; e-mail: leonid@onaft.edu.ua.

Капрельянц Леонид Викторович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой биохимии, микробиологии и физиологии питания, Одесская национальная академия пищевых технологий. Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039. Тел.: (048)712-40-21; e-mail: leonid@onaft.edu.ua.

Kaprelyants Leonid, Dr. of Tech. Sc., Prof., Head of the Department of Biochemistry, Microbiology and Nutrition Physiology Chair of Odessa National Academy of Food Technologies. Address: Kanatna str., 112, Odessa, Ukraine, 65039. Tel.: (048)712-40-21; e-mail: leonid@onaft.edu.ua.

DOI: 10.5281/zenodo.3937764

УДК 643.33:635.965.2

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПАСТИ

**О.Є. Загорулько, А.М. Загорулько, М.В. Сашньова,
В.В. Лаврук, Е.Б. Ібаєв**

Розроблено спосіб виробництва плодоовочевого пастоподібного напівфабрикату із проведенням концентрування за щадних температурних режимів (50...55 °С) у роторному плівковому апараті до вмісту 45% сухих речовин протягом 1,25–2,00 хв. Визначено структурно-механічні характеристики пюре з окремих компонентів сировини і купажованих концентрованих паст відповідно до запропонованого способу. Отримана паста порівняно з контролем характеризується підвищеним вмістом фізіологічно-функціональних інгредієнтів та має хороші органолептичні властивості.

Ключові слова: *плодоовочева паста, купажування, структурно-механічні властивості, фізіологічно-функціональні інгредієнти, роторний плівковий апарат.*

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАЗРАБОТАННОЙ ПЛОДООВОЩНОЙ ПАСТЫ

**А.Е. Загорулько, А.Н. Загорулько, М.В. Сашнева,
В.В. Лаврук, Е.Б. Ибаев**

Разработан способ производства плодоовощного пастобразного полуфабриката с проведением концентрирования при щадящих температурных режимах (50...55 °С) в роторном пленочном аппарате до содержания 45% сухих веществ в течение 1,25–2,00 мин. Определены

© Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Сашньова М.В., Лаврук В.В., Ібаєв Е.Б., 2020