

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ВІТРЯК ОКСАНА ПАВЛІВНА

УДК 663.8 : 579.262

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ
БРОДІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ КУЛЬТУР
МІКРООРГАНІЗМІВ**

05.18.07 - технологія продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2002

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент,
Прибильський Віталій Леонідович,
Національний університет харчових технологій, доцент
кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, член-кореспондент УГА,
Левандовський Леонід Вікторович,
Український науково-дослідний інститут спирту і
біотехнології продовольчих продуктів,
завідуючий відділом

доктор технічних наук, професор,
Литовченко Олександр Михайлович,
Інститут садівництва Української Академії аграрних
наук,
завідуючий відділом

Провідна установа: Інститут харчової хімії і технології НАН України та
Міністерства аграрної політики України, м. Київ

Захист відбудеться 22 травня 2002 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої
вченої ради Д 26.058.04 в Національному університеті харчових технологій за
адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету
харчових технологій за адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “ ____ ” _____ 2002 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Кобилінська О.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Робота присвячена актуальній тематиці – створенню безалкогольних біологічно активних напоїв оздоровчої дії шляхом використання консорціуму чистих культур мікроорганізмів, виділених з культури “чайного гриба”, що сприятиме підвищенню загального рівня здоров’я населення.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з напрямками наукової діяльності кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв НУХТ по темам №402/95 “Розробка технології біологічно активних безалкогольних напоїв” та №625/97 “Розробка технології нових алкогольних напоїв лікувально-профілактичного напрямку” (№№ державної реєстрації тем 01 95UO03117 та 198UO03922). За безпосередньою участю дисертанта проведено лабораторні дослідження, визначено технологічні параметри та розроблено нормативно-технічну документацію на біологічно активні безалкогольні напої.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології безалкогольних напоїв бродіння шляхом використання консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити такі задачі:

- визначити склад консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* для використання в технології напоїв бродіння;
- встановити оптимальні технологічні параметри процесу зброджування чайно-цукрового суслу консорціумом;
- розробити безалкогольні напої на основі використання культури *Medusomyces gisevii*,
- провести медико-біологічні дослідження нових напоїв бродіння, визначити і обґрунтувати соціально-економічну ефективність їх виробництва.

Об’єкт дослідження – технологія безалкогольних напоїв бродіння.

Предмет дослідження – використання у технології безалкогольних напоїв бродіння консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*.

Методи дослідження – традиційні і спеціальні мікробіологічні, біохімічні, фізико-хімічні методи контролю сировини, напівпродуктів та готового продукту.

Наукова новизна одержаних результатів:

- підібрано чисті культури консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, складено паспорти на консорціум та монокультури мікроорганізмів, що входять до його складу, проведено їх токсикологічні дослідження та депонування;

- пояснено процес утворення целюлозних волокон оцтовокислими бактеріями *Acetobacter xylinum* V консорціуму *Medusomyces gisevii* V за допомогою електронної мікроскопії;
- визначено механізм біохімічних перетворень при зброджуванні чайно-цукрового розчину консорціумом мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V;
- за результатами медико-біологічних досліджень встановлено, що напій “Віталон”, отриманий з використанням визначеного консорціуму, сприяє підвищенню загального рівня здоров’я людини.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено та апробовано в умовах Житомирського заводу продтоварів технологію нового напою “Віталон” з використанням консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V;
- розроблено та затверджено нормативно-технічну документацію на виробництво напою “Віталон”;
- отримано позитивний висновок Інституту геронтології АМН України на використання розробленого напою як профілактичного та загальнооздоровчого.

Особистий внесок здобувача в роботі полягає у підборі, систематизації і теоретичному аналізі літературних джерел, проведенні патентного пошуку з проблем досліджень, організації та проведенні наукових експериментів, обробці і узагальненні експериментальних даних; участі в написанні наукових статей, розробці нормативно-технічної документації та поданні заявок на винаходи.

Виділення та ідентифікацію чистих культур мікроорганізмів проводили у співпраці з Інститутом мікробіології та вірусології НАН України. Медико-біологічні дослідження проводили спільно з співробітниками НДІ геронтології АМН України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були викладені і обговорені на Міжнародній науково-технічній конференції “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловостях” (м. Київ, 1999 р.); на 64, 65 та 66-тій студентських наукових конференціях УДУХТ (м. Київ, 1998, 1999, 2000 рр.).

За результатами засідання дегустаційної комісії компанії “Укрпиво” органолептичні показники дослідного зразку напою “Віталон” з використанням культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V оцінені на “відмінно” (протокол №26 від 20.11.1997 року). На міжнародному конкурсі-дегустації в Росії (м. Суздаль) у 1999, 2000 та 2001 роках за напої серії “Віталон” отримано бронзову медаль та дипломи I та II ступеню. Зразки розроблених напоїв

подавали до експозицій виставок в “Експоцентрі України”, УДУХТ, НДІ геронтології АМН України та ін.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 9 друкованих праць, у тому числі 4 статті у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено Вищою атестаційною комісією України, 2 патенти, 3 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура і об’єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 123 найменування, і 6 додатків. Робота викладена на 127 сторінках машинописного тексту, містить 20 рисунків і 21 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та задачі досліджень, охарактеризовано наукову та практичну цінність роботи.

У **першому розділі** “ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ КУЛЬТУР МІКРООРГАНІЗМІВ ЯК ОДИН ІЗ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ БРОДІННЯ” розглянуто класифікацію та асортимент безалкогольних напоїв, наведено характеристику безалкогольних напоїв бродіння. Виробництво напоїв на натуральній сировині потребує вирішення питання взаємо поєднання та збалансованості їх складових, що дозволить сформувати смако-ароматичну основу напою та надати йому лікувально-профілактичні властивості. Наведено характеристику мікроорганізмів, що використовуються при приготуванні напоїв бродіння, розглянуто асоціацію мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*. Зважаючи на доцільність застосування лікувально-профілактичних властивостей цієї природної асоціації та відсутність промислових розробок напоїв на її основі визначено конкретні задачі досліджень. Аналіз існуючого рівня виробництва безалкогольних напоїв бродіння дозволив підібрати шляхи удосконалення їх технології, в тому числі способів підвищення стійкості.

У **другому розділі** “ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИ ТА ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ” наведено характеристику об’єктів та методів досліджень, представлено принципову технологічну схему приготування суслу для зброджування досліджуваною культурою.

Об’єктами досліджень були 8 різних зразків культури *Medusomyces gisevii* (“чайного гриба”); питна вода з артезіанських свердловин за ГОСТ 2874-92; дистильована вода за ГОСТ 6709-72; цукор-пісок за ДСТУ 2316-93 у вигляді цукрового сиропу; листя чаю чорного байхового за ГОСТ 1937-90; м’ята довголистова за ГФ ССРСР, вид. X, ст. 280 та ОСТ 10-39-87; меліса лимонна за ТУ 10.18 УРСР 157-88; корінь солодковий за ГФ ССРСР, вид. X, ст. 582 “Корень солодки очищенный” та ГОСТ 22839-77Е “Корни и корневища

солодки. Технические условия”; аніс багатокolosковий (лофант) за ТУ 64-4-110-90; мед за ГОСТ 19792-74; кава за ГОСТ 6805-88; концентрат квасного суслу за ГОСТ 28538-90; ячмінно-солодовий екстракт за ТУ 18 193-94; полісолодовий екстракт за ТУ 18 УРСР 147-88; консерванти – бензоат натрію за ТУ 64-6-395-96, сорбінова кислота за ТУ 6-14-358-76, юглон за МРТУ 4666-302; освітлювачі – бентоніт за ТУ 113-12-134-87, желатин за ГОСТ 11293-89, танін за ГОСТ 19885-74, агар за ГОСТ 1628-88, препарат “Біофайн” за гігієнічним висновком МОЗ України №5.08.07/17 від 08.01.98 р., риб’ячий клей за ГОСТ 2776-89.

Чисті культури мікроорганізмів з різних зразків “чайного гриба” виділяли методом граничних розведень з послідуєчим висівом на агаризоване сусло. Ідентифікацію виділених культур проводили за визначниками Лоддера та Красильникова.

Для дослідження чистих культур мікроорганізмів консорціуму *Medusomyces gisevii* використовували просвічуючий електронний мікроскоп типу ПЕМ-125К та скануючий електронний мікроскоп JSM-35С фірми “Jeol”.

Крім встановлених ГОСТ 28188-89, ТИ 10-04-06-144-87 та ТИ 10-04-06-179-88 фізико-хімічних та органолептичних показників у сировині, напівпродуктах і готовій продукції визначали: вміст цукрів та органічних кислот – методом високоефективної рідинної хроматографії за допомогою хроматографів “Laboratory pristroy Praha” та “Hewlett-Packard Model 1090”; амінокислотний склад – на автоматичному аналізаторі Е-339 фірми “Microtechna” (Чехія); загальний вміст вуглеводів – резорциновим методом; вміст інвертного цукру – ціанідним методом за ГОСТ 6687.1-86; вміст аскорбінової кислоти – методом візуального титрування розчином 2,6-дихлорфеноліндофенола за ГОСТ 24556-81; вітаміни В₁ та В₂ – за допомогою флюорометрії; танін – перманганатним методом з індигокарміном та кофеїн – шляхом екстракції з хлороформом за ГОСТ 19885-74; вміст кальцію та магнію – комплексонним методом з мурексидом; вміст натрію та калію – з використанням полум’яного фотометра ФПЛ-1; вміст заліза – колориметричним методом за ГОСТ 4011-72; вміст хлоридів – методом Мора за ГОСТ 4245-72; вміст етанолу – засобами флотажного аналізу у дистилаті; прозорість – за коефіцієнтом світлопропускання на фотоелектричному фотометрі КФК-3.

Результати досліджень обробляли за допомогою методів математичної статистики.

У **третьому розділі** “МІКРОБІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬТУРИ *MEDUSOMYCES GISEVII*” наведено результати досліджень культурально-морфологічних та фізіолого-біохімічних властивостей мікроорганізмів, що

входять до складу консорціуму, їх співвідношення, залежності росту від температури, рН та тривалості процесу культивування.

Досліджували різні зразки культури “чайного гриба”, отримані з м.Києва (№1, 2, 3), Житомирської (№4, 5), Вінницької (№6, 7) та Харківської (№8) областей. Результати визначення мікробіологічного складу зразків наведено у табл.1.

Таблиця 1

Мікробіологічний склад різних зразків культури *Medusomyces gisevii*

№ зразка	Бактерії	Дріжджі
1	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter suboxydans</i> <i>Acetobacter aceti</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Torulopsis</i>
2	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>A. xylinum</i> var. <i>xylinoides</i> <i>Acetobacter aceti</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Torulopsis</i>
3	<i>Acetobacter aceti</i> <i>Acetobacter xylinum</i>	<i>Pseudosaccharomyces</i> <i>Torulopsis</i> <i>Zygosaccharomyces</i>
4	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter suboxydans</i>	<i>Saccharomyces</i> <i>Hanseniaspora</i> <i>Zygosaccharomyces</i>
5	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter rancens</i> var. <i>pasteurianum</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Torulopsis</i> <i>Candida</i>
6	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter aceti</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Hanseniaspora</i> <i>Torulopsis</i>
7	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter suboxydans</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Saccharomyces</i> <i>Torulopsis</i>
8	<i>Acetobacter xylinum</i> <i>Acetobacter aceti</i> <i>Acetobacter suboxydans</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> <i>Hanseniaspora</i>

Відмічено, що 8 асоціацій мікроорганізмів різних зразків культури *Medusomyces gisevii* можна умовно поділити на 2 основні групи, до складу яких входять 3 види бактерій і 2 роди дріжджів, 2 види бактерій і 3 роди дріжджів. Практично в усіх зразках присутні і переважають за кількістю (в %-му

співвідношенні) дріжджі роду *Zygosaccharomyces* та бактерії виду *Acetobacter xylinum*.

Для подальших досліджень вибрано зразок культури №1 (табл.1), до складу якого входили дріжджі родів *Zygosaccharomyces*, *Torulopsis* та бактерії видів *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter suboxydans*, *Acetobacter aceti*. Сусло, зброжене цією асоціацією мікроорганізмів, мало високі органолептичні показники, приємний кисло-солодкий смак з фруктовим присмаком.

За сукупністю ознак культуру дріжджів, яка складала переважну більшість в досліджуваному зразку, віднесено до виду *Zygosaccharomyces fermentati*.

Ідентифіковані мікроорганізми увійшли до складу консорціуму, який згідно паспорту отримав видову назву *Medusomyces gisevii* Lindau 1913 *штам V*. Культурі дріжджів надано видову назву *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi 1928 *штам V*, а культурі оцтовокислих бактерій – *Acetobacter xylinum* (Brown 1885) Beijerinck 1898 *штам V*. Співвідношення дріжджів *Zygosaccharomyces fermentati V* та оцтовокислих бактерій *Acetobacter xylinum V* в консорціумі

становить в середньому 1:100. Отримано висновок Інституту мікробіології та вірусології НАН України про непатогенність консорціуму. На основі електронних фотографій консорціуму з'ясовано, як за допомогою целюлозних волокон, утворених оцтовокислими бактеріями, мікроорганізми культури формують своєрідну плівку. Один з мікрографічних знімків представлено на рис 1.

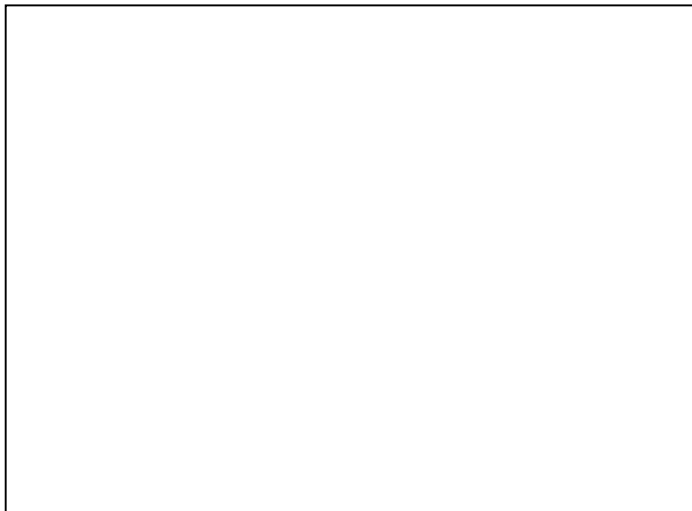


Рис. 1. Консорціум мікроорганізмів

Medusomyces gisevii V

У четвертому розділі “ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА КУЛЬТУРОЮ *MEDUSOMYCES GISEVII V*” наведено результати досліджень впливу умов культивування консорціуму *Medusomyces gisevii V* на процес збродження сусла, визначення оптимальних значень параметрів збродження, аналіз біохімічного складу сусла та готового напою, досліджено можливість використання в технології напою, що розробляється, лікувальної та пряно-ароматичної сировини, розроблено способи підвищення стійкості та рекомендації для промислового виробництва напою.

Сусло готували шляхом змішування підготовленої води, цукрового сиропу та настою чаю. За показниками бродіння та органолептичною оцінкою готового напою встановлено оптимальні значення фізико-хімічних показників на початку бродіння: вміст сухих речовин – 6-8%, кількість внесеного чорного байхового чаю – 0,5-1,5 г на 1 дм³ сусла, початкова кількість біомаси культури мікроорганізмів – 50 г на 1 дм³ сусла. Оптимальна температура бродіння – 25-30°C.

При дослідженні впливу води з різним хімічним складом, відібраної з різних джерел та обробленої різними способами, на процес зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* V відмічено загальну тенденцію негативного впливу жорсткості на динаміку бродіння, що свідчить про необхідність підготовки води для культивування консорціуму.

Досліджено динаміку фізико-хімічних показників сусла при зброджуванні його консорціумом *Medusomyces gisevii* V за оптимальних умов та зміну при цьому органолептичних показників (рис. 2, 3).

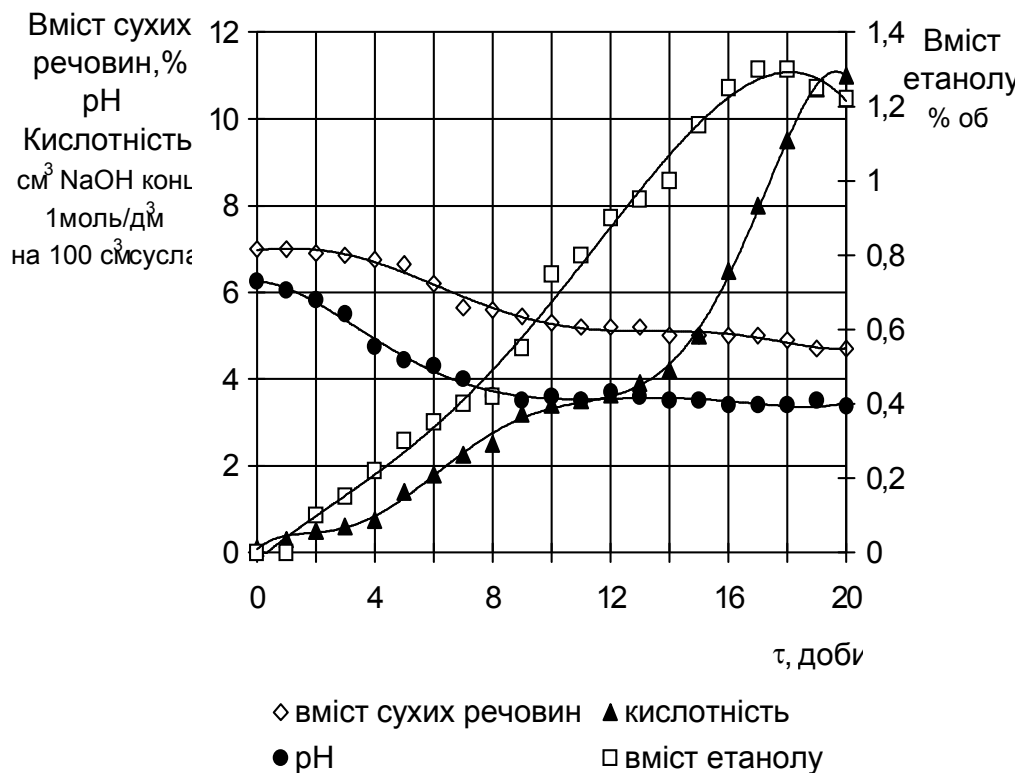


Рис. 2. Динаміка титрованої та активної кислотності, вмісту сухих речовин і етанолу при зброджуванні сусла культурою *Medusomyces gisevii* V

Зважаючи на те, що кислотність є однією з найважливіших ознак, які характеризують стан життєдіяльності досліджуваної культури, та вирішальною

з точки зору органолептичних якостей, за узагальнений критерій закінчення стадії бродіння вибрано показник кислотності при контрольованому зниженні вмісту сухих речовин.

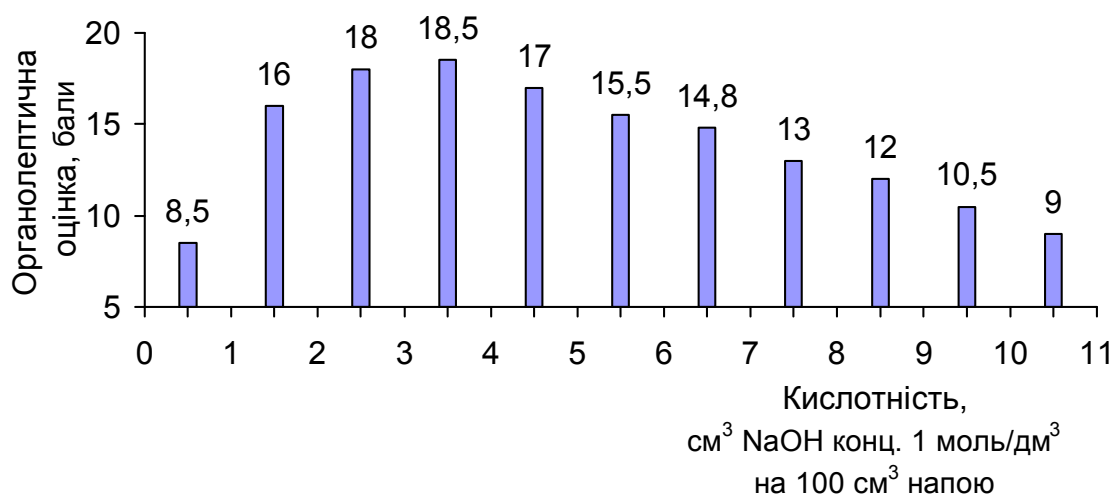


Рис. 3. Вплив кислотності сусла на органолептичну оцінку напою

Виходячи з дослідних даних та органолептичної оцінки встановлено, що оптимальною кислотністю готового напою є 2,5-4,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла, рН 3,5-3,7. При цьому зниження вмісту сухих речовин становить 15-20% від початкового при вмісті етанолу 0,3-0,7 % об. (0,2-0,5 % мас.).

В процесі бродіння відбуваються складні біохімічні перетворення, головними з яких є ферментативний каталіз. Встановлено, що початковою стадією зброджування сусла консорціумом *Medusomyces gisevii* V є інверсія сахарози до глюкози та фруктози під дією інвертази дріжджів з наступним спиртовим зброджуванням одержаного інвертного цукру в етанол, діоксид вуглецю та ін. продукти. В подальшому оцтовокислі бактерії споживають етанол з утворенням оцтової кислоти. На рис. 4 представлено динаміку загального вмісту вуглеводів, інвертного цукру та кислотності в процесі такого комбінованого зброджування сусла.

Встановлено, що вміст інвертного цукру в готовому напої може досягати 15-20% від загальної кількості вуглеводів, що знижує енергетичне навантаження та підвищує профілактичну цінність напою.

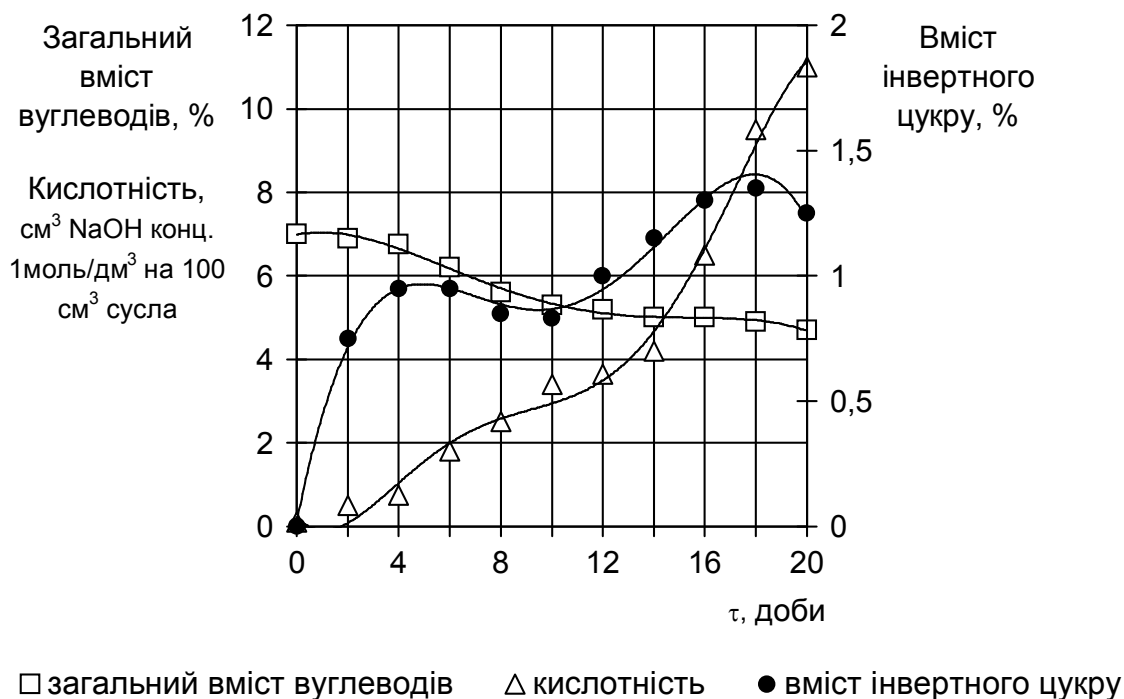


Рис. 4. Динаміка кислотності, загального вмісту вуглеводів та вмісту інвертного цукру при збродженні сусла культурою *Medusomyces gisevii V*

В збродженому консорціумом *Medusomyces gisevii V* суслі визначено вміст найбільш цінних біологічно активних речовин. В процесі бродіння утворюються аскорбінова кислота, тіамін та рибофлавін, що пояснюється характером біосинтетичних процесів в клітинах мікроорганізмів. Встановлено збільшення порівняно з вихідним суслим мінеральних речовин, зокрема, натрію – на 30%, магнію – на 50%; загальної кількості амінокислот – на 1,5%, незамінних амінокислот – на 2,5%. Присутність широкого спектру біологічно активних речовин в напої складає передумови до його використання у лікувально-профілактичному харчуванні.

Для розширення асортименту напоїв лікувально-профілактичної дії проведено дослідження можливості використання лікарської та пряно-ароматичної сировини різного походження, багатой на вміст біологічно активних речовин, у технології даного напою. Вивчено вплив на тривалість бродіння та органолептичні характеристики готового напою м'яти, меліси, лофанту, солодки, зернових екстрактів (концентрату квасного сусла, ячмінно-солодового та полісолодового екстрактів), а також, меду та кави.

Встановлено доцільність використання вказаних інгредієнтів у виробництві напою та їх оптимальні кількості, при цьому кожний зразок напою мав певні характерні ароматичні та смакові особливості. Застосування деякої сировини на стадії приготування сусла дозволило скоротити термін його

зброджування, що пояснюється додатковим внесенням речовин, які стимулюють біохімічні процеси.

Існуюча технологія безалкогольних напоїв бродіння не передбачає повного звільнення від культур мікроорганізмів. Для підвищення стійкості при зберіганні напою, отриманого з використанням культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, досліджено різні способи обробки (рис.5).

Ефективність досліджуваних способів визначали прямим мікроскопуванням, висівом обробленого напою на відповідні агаризовані живильні середовища з підрахунком колоній та витримкою оброблених зразків та контролю при температурі 30°C та 12°C з періодичним визначенням вмісту сухих речовин та загальної кислотності.

Стійкими при зберіганні вважали напої, органолептичні та фізико-хімічні показники яких залишались незмінними або не перевищували допустимі.

Встановлено, що використання консервантів та освітлювачів дозволило частково видалити клітини мікроорганізмів та збільшити стійкість напою до 10 діб. Ультразвукова (УЗ) та надвисокочастотна (НВЧ) обробки при досліджених частоті, потужності та температурі дозволили практично звільнитись від життєздатних дріжджів, але внаслідок збереження активності оцтовокислих бактерій значного підвищення стійкості напою не спостерігали. При цьому збільшення тривалості обробки приводило до погіршення органолептичних показників напою.

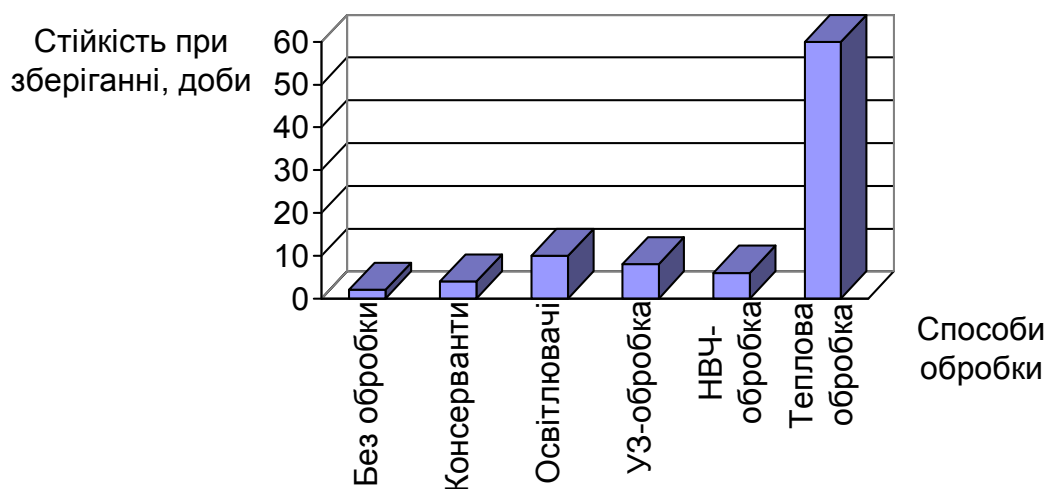


Рис. 5. Ефективність різних способів обробки на стійкість напою при зберіганні (при 30°C)

Найбільш ефективною була теплова обробка напою. Встановлено, що для збільшення терміну зберігання напою оптимальними умовами його обробки є діапазони температур і тривалості відповідно від 63°C і 40 хвилин до 75°C і 15 хвилин.

При температурі і тривалості обробки більше 75°C і 15 хвилин значно погіршувались органолептичні показники напою. При температурі менше 63°C і тривалості менше 40 хвилин значно скорочувався термін зберігання напою.

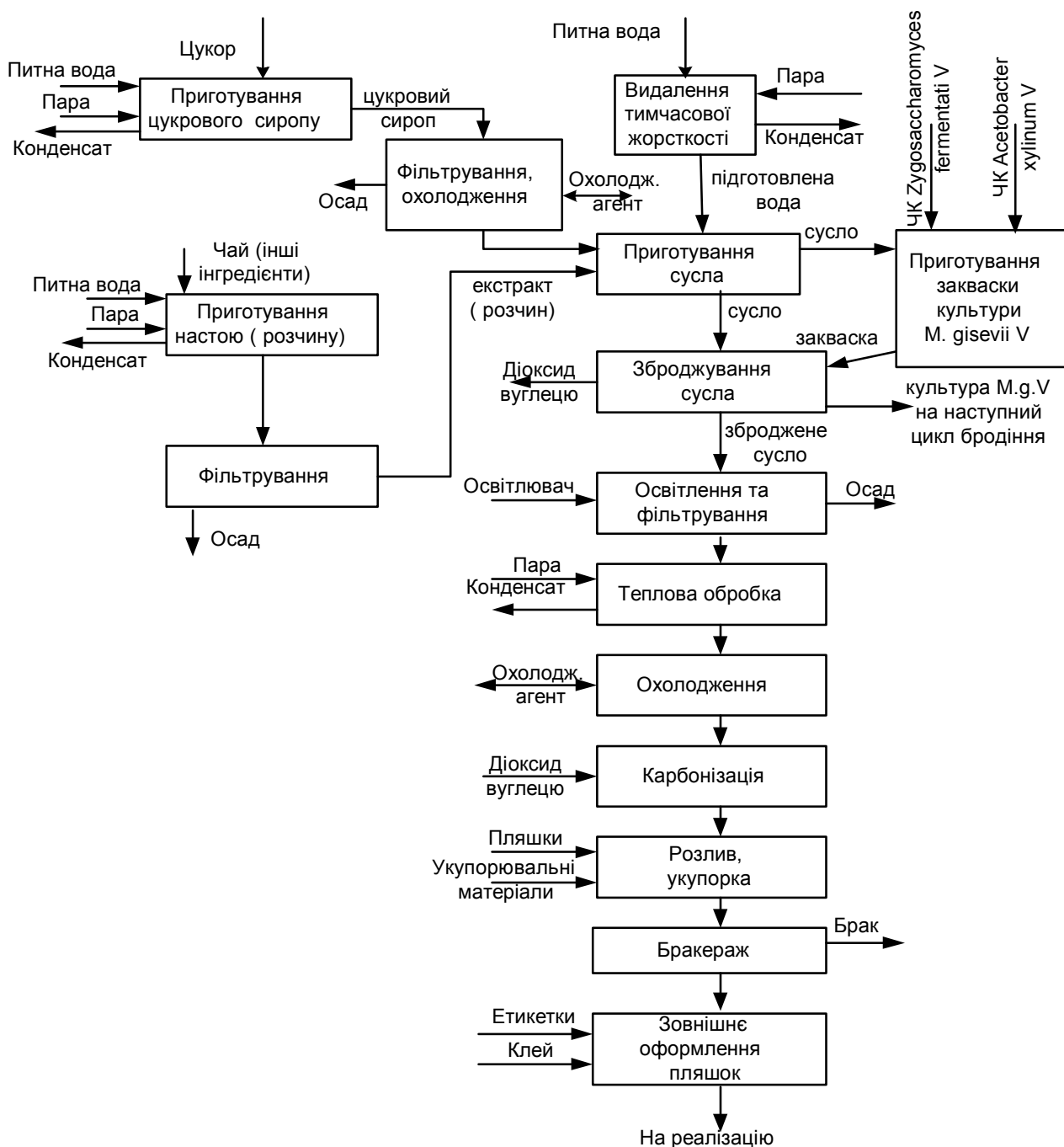
Застосування режимів теплової обробки напою в наведених межах дозволили гарантовано забезпечити термін його зберігання від 2 до 6 місяців без суттєвого погіршення органолептичних показників і зниження вмісту біологічно активних речовин порівняно з необробленим напоєм.

Використання освітлювачів може бути доцільним для забезпечення якісного фільтрування та ефективності теплової обробки.

У п'ятому розділі “РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПОЮ БРОДІННЯ “ВІТАЛОН” розроблено технологічні стадії виробництва напою “Віталон” з використанням культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, наведено апаратурно-технологічну схему, результати дослідно-промислових випробувань технології напою. Принципова технологічна схема виробництва напою “Віталон” представлена на рис.6.

Технологія напою передбачає: приготування цукрового сиропу, підготовку води шляхом видалення тимчасової жорсткості, приготування водного настою листя чаю, приготування закваски культур. Сусло готують із вказаних інгредієнтів з початковим вмістом сухих речовин 6-8%, на зброджування вносять закваску з розрахунку 50 г/дм³ сусла.

Сусло зброджують при температурі 25-30°C до досягнення визначеної величини кислотності при контрольованому зниженні вмісту сухих речовин. Після видалення мікроорганізмів зброджене сусло піддають дії освітлювачів та фільтрують через фільтр-картон. Теплово обробку здійснюють в потоці. Режим обробки перераховано до умов обробки в потоці (при збереженні значення умовної пастеризаційної одиниці, яка для даного напою становить 25-30). Далі напій охолоджують, карбонізують та розливають у пляшки.



Дей. 6. Ідеяіеііаа оаіііеіа³+іа піаіа аеііаіеііаа іаіір "А³даеіі"

Результати лабораторних досліджень підтверджено дослідно-промисловими випробуваннями. За одержаними даними виведено апроксимаційні залежності вмісту сухих речовин, активної та титрованої

кислотності від тривалості бродіння, які дозволили оптимізувати технологічний контроль виробництва та визначати тривалість стадії зброджування сусла для кожного циклу:

$$C = \frac{1}{\sqrt{0,0185 + 0,00141T}}, \quad P = e^{(1,87 - 0,0846T + 0,00273T^2)},$$

$$K = 0,0693 \cdot T^2 - 0,00652 \cdot T^3 + 0,00022 \cdot T^4,$$

де С – вміст сухих речовин, %;

Р – активна кислотність, од. рН;

К – кислотність, см³ NaOH конц. 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла;

Т – тривалість бродіння, доби.

Виходячи з апроксимаційних формул, розраховано показники вмісту сухих речовин K_{CP} та величини рН K_{pH} :

$$K_{CP} = 7,35\sqrt{0,0185 + 0,00141 \cdot T}, \quad K_{pH} = \frac{6,49}{e^{(1,87 - 0,0846 \cdot T + 0,00273 \cdot T^2)}},$$

де 7,35 та 6,49 – розрахункові початкові вміст сухих речовин та величина рН (при Т=0 діб).

При умові початкових значень вмісту сухих речовин (7 ± 1)% та рН $6,3 \pm 0,5$ розрахунок показників K_{CP} та K_{pH} дозволив визначити вміст сухих речовин та значення рН в суслі в залежності від тривалості бродіння. При визначених технологічних режимах за допомогою рівнянь можна розрахувати кислотність K зброджуваного сусла протягом процесу бродіння.

Проведені випробування дозволили відпрацювати технологічний режим приготування напою з використанням консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V. Органолептичні та фізико-хімічні показники напою “Віталон” згідно РЦ У 18.7540-2000 наведено в табл. 2. Протягом всього періоду досліджень контролювали мікробіологічну чистоту закваски і напою. Бактеріологічні показники готового напою відповідали вимогам діючих санітарних норм У 66.7. Бактеріальну чистоту дослідної партії напою можна

пояснити високими антагоністичними властивостями консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V та дотриманням правил мікробіологічної чистоти виробництва.

Таблиця 2

Органолептичні та фізико-хімічні показники готового напою бродіння
“Віталон”

Найменування показника	Норма
Колір	Від жовтого до коричневого
Смак	Кисло-солодкий
Аромат	Складний з відтінком чаю
Масова частка сухих речовин, %	$5,6 \pm 0,2$
Кислотність, см ³ р-ну гідроксиду натрію конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ напою	$3,5 \pm 1,0$
Масова частка спирту, %	$0,5 \pm 0,2$
Масова частка діоксиду вуглецю, %	0,3
Стійкість напою, діб, не менше	60

За органолептичними, фізико-хімічними показниками та критеріями мікробіологічної безпеки дослідна партія напою відповідала вимогам розробленої нормативно-технічної документації.

У шостому розділі “СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА НАПОЮ “ВІТАЛОН” наведено результати медико-біологічних досліджень напою “Віталон”, розраховано економічну ефективність проекту організації виробництва напою “Віталон” і визначено його соціальний ефект.

За результатами медико-біологічних досліджень, які були проведені на пацієнтах різних вікових груп санаторію МОЗ України “Перемога”, встановлено, що вживання напою бродіння “Віталон” значно покращує загальний стан здоров’я пацієнтів, нормалізує артеріальний тиск, знижує вміст холестерину, поліпшує дезінтоксикаційну функцію печінки, нормалізує біоценоз кишечника. Інститутом геронтології АМН України рекомендовано використання напою “Віталон” як профілактичного та загальнооздоровчого.

Загальний обсяг інвестицій, необхідних для організації виробництва напою “Віталон” на заводі потужністю 60 тис. дал на рік становить 52 тис. грн., додатковий річний прибуток від реалізації проекту – 43,6 тис. грн.

За результатами розрахунку за методикою, яка ґрунтується на концепції руху грошових потоків, можна зробити висновок, що оцінка ефективності проекту виробництва напою “Віталон” свідчить про наявність значного запасу його фінансової та антиризикової стійкості, а реалізація проекту є

обґрунтованою і економічно доцільною. Період повернення інвестицій дисконтований (з урахуванням інфляційних процесів та ринкових ризиків) становить 2 роки, індекс дохідності становить 0,9. Економічний ефект від впровадження нової технології на Житомирському заводі продтоварів потужністю 60 тис. дал на рік становить 3,85 грн. на 1 дал напою.

Соціальний ефект роботи полягає в розробці нового напою лікувально-профілактичного призначення із зниженою енергетичною цінністю, що підвищує профілактичну дію напою.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розроблено та запропоновано шляхи удосконалення технології безалкогольних напоїв бродіння з використанням консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii*. Для досягнення цієї мети було вирішено наступні задачі.

1. Практично в усіх зразках культури *Medusomyces gisevii* з різних географічних регіонів встановлено присутність дріжджів роду *Zygosaccharomyces* та бактерій роду *Acetobacter*.

2. Ідентифіковано та досліджено властивості чистих культур консорціуму мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V – дріжджі *Zygosaccharomyces fermentati* V та оцтовокислі бактерії *Acetobacter xylinum* V при співвідношенні їх у середньому 1:100.

3. Встановлено оптимальні умови культивування мікроорганізмів консорціуму *Medusomyces gisevii* V: початкова концентрація сухих речовин сусла 6—8%; початкова кількість біомаси культури – 50 г на 1 дм³ сусла; кількість внесеного чорного байхового чаю – 0,5-1,5 г на 1 дм³ сусла; температура бродіння 25-30°C. Відмічено загальну тенденцію негативного впливу жорсткості води на динаміку бродіння, що свідчить про необхідність підготовки її для культивування консорціуму.

4. За узагальнений критерій закінчення стадії бродіння вибрано показник кислотності при контрольованому зниженні вмісту сухих речовин. Встановлено, що оптимальною кислотністю напою є 2,5-4,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла, рН 3,5—3,7; при цьому зниження вмісту сухих речовин повинно становити 15—20% від початкового при вмісті етанолу 0,2—0,5% мас.

5. Встановлено, характер зміни вуглеводного складу сусла при його зброджуванні мікроорганізмами консорціуму *Medusomyces gisevii* V, вміст інвертного цукру в готовому напої в результаті інтенсивного гідролізу сахарози може досягати до 20% від загальної кількості вуглеводів, що знижує енергетичне навантаження та підвищує профілактичну цінність напою.

6. Доведено, що в результаті біосинтетичних процесів, які відбуваються в клітинах мікроорганізмів консорціуму, в напої утворюються вітаміни (аскорбінова кислота, тіамін, рибофлавін); збільшується порівняно з початковим сушлом кількість амінокислот (в т. ч. незамінних), мінеральних речовин (зокрема, натрію і магнію). Вміст комплексу збалансованих за якісним та кількісним складом біологічно активних речовин в напої складає передумови до його використання у лікувально-профілактичному харчуванні.

7. Запропоновано розширення асортименту напоїв бродіння загальнооздоровчого напрямку на основі культури мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V шляхом використання лікарської і пряно-ароматичної сировини, яка завдяки вмісту біологічно активних речовин посилює профілактичну дію напоїв.

8. Для збільшення терміну зберігання напою до 2—6 місяців при збереженні біологічно-активних речовин та високих органолептичних показників розроблено режими його теплової обробки у діапазонах температури і тривалості відповідно від 63°C і 40 хвилин до 75°C і 15 хвилин. Використання освітлювачів забезпечить ефективність роботи фільтру та теплової обробки напою.

9. Розроблено та затверджено необхідну нормативно-технічну документацію на безалкогольний напій “Віталон”, технологію якого засновано на використанні культури *Medusomyces gisevii* V. Результати лабораторних досліджень підтверджено дослідно-промисловими випробуваннями. За одержаними даними виведено апроксимаційні залежності вмісту сухих речовин, активної та титрованої кислотності від тривалості бродіння, які дозволяють оптимізувати технологічний контроль виробництва.

10. В результаті медико-біологічних досліджень встановлено, що напій бродіння “Віталон” виявляє виражений біологічний ефект на організм людини, обумовлений загальним поліпшенням процесів обміну речовин і нормалізацією біоценозу кишечника, що підтверджує доцільність використання напою як профілактичного та загальнооздоровчого.

11. Економічний ефект від впровадження нової технології на Житомирському заводі продтоварів потужністю 60 тис. дал на рік становить 3,85 грн. на 1 дал напою. Соціальний ефект полягає в розробці, виробництві та реалізації нового екологічно безпечного напою лікувально-профілактичного призначення.

Основні положення дисертації викладено у таких публікаціях:

1. Для виробництва нових напоїв бродіння / В.Л. Прибильський, О.П. Вітряк, Ю.Г. Григоров, Н.К. Коваленко // Харчова і переробна промисловість. – 2000, №4. – С. 15.

Особистий внесок: приймала участь у підборі і теоретичному аналізі літературних джерел, плануванні та проведенні досліджень, оформленні статті.

2. Прибильський В.Л., Вітряк О.П. Дослідження динаміки процесу зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 2000. – Вип. 45. – С. 79-83.

Особистий внесок: приймала участь в організації та проведенні досліджень, обробці експериментальних даних і написанні статті.

3. Прибильський В.Л., Вітряк О.П. Вплив складу води на процес зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* // Наукові праці УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 2000. – №6. – С. 69-71.

Особистий внесок: провела експериментальні дослідження, проаналізувала їх результати, приймала участь в оформленні статті.

4. Прибильський В.Л., Вітряк О.П., Домарецький В.А. Дослідження динаміки інверсії сахарози в процесі зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* V // Харчова і переробна промисловість. – 2000, №11-12. – С.30.

Особистий внесок: приймала участь у проведенні досліджень, обробці експериментальних даних і написанні статті.

5. Патент 29795 України, МКИ⁶ А 23 L 2/00, С 12 С 3/00. Асоціація мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V для одержання безалкогольних напоїв бродіння. / В.Л. Прибильський, В.А. Домарецький, О.П. Вітряк. – №97063367; Заявл. 27.06.1997; Опубл. 29.12.1999, Бюл. №8; 15.11.2000, Бюл. №6-II.

Особистий внесок: приймала участь у проведенні патентного пошуку, експериментальних досліджень, узагальненні їх результатів та підготовці матеріалів.

6. Патент 36850А України, МПК⁷ А 23 L 2/84. Композиція інгредієнтів до безалкогольного напою “Віталон”. / В.Л. Прибильський, О.П. Вітряк, В.А. Домарецький. – №2000020858; Заявл. 16.02.2000; Опубл. 16.04.2001, Бюл. №3.

Особистий внесок: провела патентний пошук, приймала участь в узагальненні експериментальних даних, підготовці матеріалів та написанні заявки на винахід.

7. Вітряк О.П., Прибильський В.Л. Мікробіологічні дослідження консорціуму *Medusomyces gisevii* // Тези доповідей 65-тої студентської наукової конференції УДУХТ. – К.: УДУХТ. – 1999. – С. 52-53.

Особистий внесок: брала участь у проведенні досліджень, обробці одержаних результатів і написанні тез доповіді.

8. Прибильський В.Л., Вітряк О.П., Домарецький В.А. Консорціум мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* // Тези доповідей 6-тої Міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми та перспективи створення і

впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості”. – Ч. 2. – К.: УДУХТ. – 2000. – С.17.

Особистий внесок: брала участь у проведенні досліджень, узагальненні отриманих результатів та оформленні тез доповіді.

9. Вітряк О.П., Прибильський В.Л. Визначення оптимальних параметрів процесу зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* // Тези доповідей 6-тої Міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості”. – Ч. 2. – К.: УДУХТ. – 2000. – С. 17-18.

Особистий внесок: приймала участь у плануванні та проведенні досліджень, обробці експериментальних даних та написанні тез доповіді.

Вітряк О.П. Удосконалення технології безалкогольних напоїв бродіння з використанням нетрадиційних культур мікроорганізмів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.07 – Технологія продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2002.

Робота присвячена удосконаленню технології натуральних безалкогольних напоїв шляхом використання нетрадиційних культур мікроорганізмів, що входять до складу, так званого, “чайного гриба”. Виділено консорціум мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, до складу якого входять чисті культури дріжджів *Zygosaccharomyces fermentati* V та оцтовокислих бактерій *Acetobacter xylinum* V при співвідношенні їх у середньому 1:100.

Встановлено оптимальні технологічні параметри процесу зброджування чайно-цукрового сусла даним консорціумом. Вміст комплексу збалансованих за якісним та кількісним складом біологічно активних речовин в напої складає передумови до його використання у лікувально-профілактичному харчуванні.

Розроблено та затверджено необхідну нормативно-технічну документацію на безалкогольний напій “Віталон”, технологію якого засновано на використанні культури *Medusomyces gisevii* V. Для збільшення терміну зберігання напою розроблено режими його теплової обробки, при яких зберігаються біологічно активні речовини та високі органолептичні показники напою. Результати медико-біологічних досліджень підтверджують доцільність використання напою “Віталон” як профілактичного, загальнооздоровчого та екологічно безпечного.

Ключові слова: технологія, напій бродіння, консорціум мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, лікувально-профілактичний, оздоровчий.

Витряк О.П. Усовершенствование технологии безалкогольных напитков брожения с использованием нетрадиционных культур микроорганизмов: Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Технология продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2002.

Целесообразность использования лечебно-профилактических свойств естественной ассоциации микроорганизмов, так называемого, “чайного гриба”, и отсутствие промышленных технологий напитков на его основе определили конкретные задачи исследований. Анализ существующего уровня производства безалкогольных напитков брожения дал возможность выбрать пути усовершенствования их технологии, в том числе способов повышения стойкости. Работа посвящена усовершенствованию технологии безалкогольных напитков брожения путем использования консорциума микроорганизмов *Medusomyces gisevii*.

Исследован микробиологический состав различных образцов культуры “чайного гриба” из разных географических регионов. Выделены чистые культуры консорциума микроорганизмов *Medusomyces gisevii* V, составлены паспорта на консорциум и монокультуры, входящие в его состав, проведены их токсикологические исследования и депонирование для использования в технологии напитков. Соотношение чистых культур дрожжей *Zygosaccharomyces fermentati* V и уксуснокислых бактерий *Acetobacter xylinum* V в консорциуме составляет в среднем 1:100. Процесс образования целлюлозных волокон уксуснокислыми бактериями консорциума иллюстрирован с использованием электронной микроскопии.

Сусло готовили путем смешивания подготовленной воды, сахарного сиропа и настоя чая. Определены оптимальные условия культивирования микроорганизмов консорциума: исходная концентрация сухих веществ сусла 6-8%, исходное количество биомассы культуры – 50 г на 1 дм³ сусла, количество внесенного черного байхового чая – 0,5-1,5 г на 1 дм³ сусла; температура брожения 25-30°C. Отмечена общая тенденция негативного влияния жесткости воды на динамику сбраживания сусла микроорганизмами культуры *Medusomyces gisevii* V, что свидетельствует о необходимости предварительной подготовки воды.

Установлено, что оптимальная кислотность напитка составляет 2,5-4,5 см³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла, содержание этанола 0,2-0,5% мас.; степень сбраживания сусла 15-20%.

Присутствие в напитке комплекса сбалансированных по качественному и количественному составу биологически активных веществ, в частности, аминокислот (в т.ч. незаменимых), витаминов (аскорбиновая кислота, тиамин,

рибофлавин и др.), минеральных веществ (калий, натрий, магний и др.) и др., предопределяет его использование в лечебно-профилактическом питании. Для усиления лечебно-профилактического действия таких напитков исследована возможность использования лекарственного и пряно-ароматического сырья различного происхождения как на стадии приготовления сусле, так и после его сбраживания.

Разработана и утверждена необходимая нормативно-техническая документация на безалкогольный напиток «Виталон», технология которого основана на использовании культуры *Medusomyces gisevii* V. Для увеличения стойкости напитка до 2-6 месяцев разработаны режимы его тепловой обработки в диапазонах температуры и длительности соответственно от 63°C и 40 мин. до 75°C и 15 мин. При этих режимах обеспечивается сохранность биологически активных веществ и высоких органолептических качеств напитка.

В результате медико-биологических исследований установлено, что напиток брожения «Виталон» оказывает выраженный биологический эффект на организм человека, обусловленный общим улучшением процессов обмена веществ и нормализацией биоценоза кишечника, что подтверждает целесообразность использования напитка как профилактического и общеоздоровительного.

Экономический эффект от внедрения новой технологии на Житомирском заводе продтоваров составляет 3,85 грн. на 1 дал напитка. Социальный эффект заключается в разработке, производстве и реализации нового экологически безопасного напитка лечебно-профилактического направления.

Ключевые слова: технология, напиток брожения, консорциум микроорганизмов *Medusomyces gisevii* V, лечебно-профилактический, оздоровительный.

Vitriak O.P. Improvement of technology of non-alcohol beverages, product of brewing with using the non-traditional cultures of microorganisms. – Manuscript.

Thesis for the grade of candidate of technical sciences on the specialty 05.18.07 – Technology of brewing products. – Nationality University of Food Technologies, Kyiv, 2002.

Work is dedicated to the improvement of technology of natural non-alcohol beverages with using of non-traditional cultures of microorganisms, which are the compounds of so-called “Tea mushroom” (Kombucha). A consortium of microorganisms *Medusomyces gisevii* V, composed of a pure cultures of yeasts *Zygosaccharomyces fermentati* V and acetous bacterium *Acetobacter xylinum* V in the correlation of 1:100 has been apportioned.

The optimal technological parameters are fixed for the process of a tea-sugar must brewing. The brewing is initiated by re-pressed consortium. The composition of the bio-active compounds is convenient enough to be used in treating and prophylactic nutrition.

The necessary normative-technical documentation for the non-alcohol beverage “Vitalon” has been developed. The technology of this beverage is based on the using of the culture *Medusomyces gisevii* V. In order to increase the terms of stability the time and the temperature rates are fixed. Bio-activ compounds and high organoleptic indices are stable.

The results of medical and biological researches are confirming the expediency of using the “Vitalon” as prophylactic and the beverage of general use.

Key words: technology, product of brewing, consortium of microorganisms *Medusomyces gisevii* V, prophylactic.