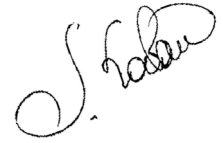


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КОВАЛЕНКО ІРИНА ВІКТОРІВНА



УДК [663.6:663.8-027.242]:796.07

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Коваленко Олена Олександрівна
Одеська національна академія харчових технологій, кафедра технології питної води, завідувач кафедри.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор
Прибильський Віталій Леонідович
Національний університет харчових технологій, кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства, професор кафедри;

- кандидат технічних наук, доцент
Михайленко Володимир Григорович
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, кафедра охорони праці та екології підприємств харчування, доцент кафедри.

Захист відбудеться *27 листопада 2013 року о 13³⁰* годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 в Одеській національній академії харчових технологій, за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 в ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій, за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039.

Автореферат розіслано *25 жовтня 2013 року*.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
д.т.н., професор



Г.М. Станкевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. При загальному скороченні темпу росту попиту на традиційні безалкогольні напої сьогодні одночасно зростає попит на напої спеціального призначення із певними функціональними властивостями. Значну частку ринку таких напоїв становлять напої для спортсменів. Їх частка від загального споживання безалкогольних напоїв у світі складає 2 % та 37 % - від споживання функціональних напоїв. А прогноз динаміки глобальних продаж таких напоїв передбачає ріст на 39,08 % з 2011 до 2016 рр. Для України ринок напоїв для спортсменів є ще новим, проте перспективним. Основні причини зростання такого інтересу до напоїв для спортсменів пов'язані з наступним: по-перше, вони є необхідними в харчуванні професійних спортсменів. Адже призначення таких напоїв - ефективне поповнення запасів втраченої організмом рідини, забезпечення організму «швидкою енергією» у вигляді вуглеводів, а також мікро- і макроелементами та іншими необхідними для ефективної діяльності речовинами, як під час фізичної активності, так і після неї, а також для нарощування м'язової маси; по-друге, такі напої – корегуюче харчування для прихильників здорового способу життя. Адже в Україні постійно зростає кількість людей, які активно займаються фітнесом, лікувальною фізкультурою та ведуть здоровий спосіб життя. Також Україна приймає участь і організовує проведення різних спортивних змагань міжнародного рівня, а тому наявність вітчизняного виробництва напоїв для спортсменів позитивно впливатиме на імідж і економіку держави.

Перспективною сировиною для виробництва напоїв для спортсменів є природні мінеральні води, зокрема лікувально-столові хлоридні натрієві. Проте їх мінералізація є вищою, ніж необхідна для напоїв для спортсменів. У зв'язку з цим в технології водопідготовки необхідно воду опріснювати. Доцільним для опріснення може бути використання способу виморожування. Разом з тим для його практичного використання необхідно розробити раціональні технологічні режими опріснення природних мінеральних лікувально-столових хлоридних натрієвих вод. Таким чином, виконання наукових досліджень, спрямованих на вирішення зазначеної проблеми, є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі технології питної води ОНАХТ у відповідності до напряму державної програми «Питна вода України» (2006-2020 рр.), а саме «Розроблення та впровадження науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок із застосуванням новітніх матеріалів, технологій, обладнання та приладів», та згідно планів держбюджетних тематик науково-дослідних робіт кафедри та проблемної науково-дослідної лабораторії ОНАХТ: «Експериментальні дослідження впливу сучасних способів і технологій водопідготовки на якість харчових продуктів» (2011 р.), «Експериментальні дослідження засобів підвищення ефективності використання води на підприємствах харчової галузі» (№ держреєстрації 0112U005099, виконується з 2012 р.) та комплексний проект «Розробка інноваційних технологій підготовки питної води та води для харчової промисловості» (№ держреєстрації 0113U000980, виконується з 2013 р.)

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є розробка способу та

технологічних режимів опріснення природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води для технології водопідготовки у виробництві напоїв для спортсменів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- оцінити екологічну безпеку способів опріснення води та підтвердити доцільність вибору способу виморожування в технології водопідготовки при виробництві напоїв для спортсменів;
- дослідити вплив різних факторів процесу виморожування на якість опрісненої природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води;
- визначити закономірності розподілу компонентів вихідної води між вимороженою твердою фазою і концентрованим розчином в процесі виморожування;
- узагальнити результати експериментальних досліджень і сформулювати рекомендації щодо способу та раціональних технологічних режимів проведення процесу опріснення;
- розробити технологію водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів;
- провести оцінку якості за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками підготовленої води для спортсменів та напоїв на її основі;
- розробити проект нормативної документації на виробництво води для приготування напоїв для спортсменів;
- визначити показники економічної ефективності запропонованої технології та провести промислову апробацію розробленої технології.

Об'єкт дослідження: технологія водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів з використанням способу виморожування.

Предмет дослідження: показники екологічної безпеки способу опріснення води; органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості вихідної та підготовленої води та напоїв для спортсменів; закономірності розподілу розчинених речовин природної мінеральної хлоридної натрієвої води між твердою і рідкою фазами при опрісненні її виморожуванням; технологічні режими процесу опріснення води та техніко-економічні показники розробленої технології.

Методи дослідження: стандартні та модифіковані методики визначення фізико-хімічних, мікробіологічних, органолептичних показників якості води та напоїв для спортсменів; методика експериментального дослідження процесу опріснення природної мінеральної хлоридної натрієвої води способом виморожування з використанням сучасної контрольно-вимірювальної апаратури; методика математичної обробки даних експериментальних досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів. В результаті виконання комплексу аналітичних та експериментальних досліджень вперше:

- запропоновано новий показник екологічної безпеки способів опріснення води для технологій водопідготовки у виробництві напоїв;
- встановлено закономірності розподілу компонентів природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води в системі «виморожена тверда фаза – концентрований розчин» в залежності від впливу різних факторів процесу виморожування (температурного режиму, вмісту вуглекислого газу, рН води, початкової температури та загальної мінералізації вихідної води, тривалості процесу

сепарування);

- запропоновано новий спосіб опріснення природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води способом виморожування, характерними ознаками якого є насичення вуглекислим газом води перед опрісненням, виморожування води на зовнішній поверхні кристалізаторів при змінній в процесі температурі холодоносія та відсутність сепарування твердої фази перед її плавленням;

- на основі аналізу отриманого експериментального матеріалу обґрунтовано раціональні технологічні режими опріснення води виморожуванням.

В роботі набули подальшого розвитку наступні дослідження:

- теоретичні та практичні основи регулювання мінерального складу опрісненої води шляхом використання нових способів та технологічних режимів обробки води виморожуванням, які дозволяють отримувати воду необхідної якості;

- методологія оцінювання екологічної безпеки способів та технологій водопідготовки для харчової промисловості.

Наукову новизну підтверджено позитивним рішенням на видачу деклараційного патенту України на корисну модель.

Практичне значення отриманих результатів. На основі наукових досліджень розроблено технологію водопідготовки для приготування напоїв для спортсменів, яка може застосовуватися як в закладах ресторанного господарства, так і у промисловому виробництві. Запропоновано методику оцінки екологічної безпеки способів водопідготовки з урахуванням їх впливу на якість продукту. Розроблена нормативна документація, а саме технічні умови та технологічна інструкція на виробництво води «Спортивна», а також технологічні карти на приготування води «Спортивна» та напоїв для спортсменів на її основі. Основні результати дисертації апробовані на підприємстві ТДВ «Одеський завод мінеральних вод «Куяльник» та в ГО «Центр вивчення рукопашного бою» (м. Одеса).

Нова технологія та продукція мають соціальний ефект, який полягає у розширенні асортименту мінеральних вод та напоїв для спортсменів, які сприяють відновленню сил та підвищенню працездатності спортсменів та прихильників здорового способу життя.

Результати дисертаційної роботи знайшли відображення в методичних вказівках для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Науково-технічний прогрес і прогнозування розвитку технологій водопідготовки» для магістрів спеціальності 8.05170110 «Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено аналіз літературних і патентних джерел, підібрано та розроблено методики досліджень, виконані експериментальні дослідження. Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формування висновків, підготовка матеріалів до публікації, розробка нормативної документації та промислова апробація розробленої технології проведені з науковим керівником.

Здобувач висловлює подяку керівництву ОНАХТ, а також колективам кафедр технології питної води і теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв за створені умови для виконання досліджень та підтримку у роботі.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: 76-й та 78-й науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2010, 2012 рр.); III та V Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Проблеми формування здорового способу життя молоді» (м. Одеса, 2010, 2012 рр.); науково-практичних конференціях «Вода в харчовій промисловості» (м. Одеса, 2010-2013 рр.); VII Міжнародній науковій конференції студентів та аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, Республіка Білорусь, 2010 р.); Першій міжгалузевій науково-практичній конференції "Актуальні проблеми безпеки харчування" (м. Донецьк, 2010 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі» (м. Харків, 2010 р.); I Міжнародній конференції молодих вчених «Хімія та хімічні технології» (м. Львів, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (м. Київ, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології» (м. Одеса, 2011 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Вода і довкілля» у рамках Міжнародного водного форуму «Aqua Ukraine», секція «Водопідготовка, водопостачання, очистка стічних вод» (м. Київ, 2011 та 2012 рр.); Міжнародному Конгресі та Технічній виставці «ЕТЕВК – 2011» (м. Ялта, 2011 р.); IV Східноєвропейській конференції молодих спеціалістів і вчених водного сектору Міжнародної Водної Асоціації (IWA), (м. Санкт-Петербург, Росія, 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі» (м. Харків, 2012 р.); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Сталий розвиток і штучний холод» (м. Одеса, 2012 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2012» (м. Одеса, 2012 р.); VI Всеукраїнській науково-технічній конференції «Вдосконалення малої холодоплетехніки - використання холоду в харчовій промисловості» (м. Донецьк, 2012 р.); «Международные научные чтения «Белые ночи -2012». Проблемы безопасности XXI века и пути их решения (м. Київ, 2012 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 35 наукових праць, із них 5 у фахових виданнях, 3 статті в інших наукових виданнях України та країн СНД, 1 позитивне рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель (у 2012 14013 від 10.12.2012 р.) та тези 26 доповідей на науково-практичних і міжнародних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літературних джерел, що включає 163 найменування вітчизняних та зарубіжних авторів на 20 сторінках та 9 додатків на 44 сторінках. Робота викладена на 146 сторінках основного тексту, містить 50 рисунків на 18 сторінках та 50 таблиць на 21 сторінці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі викладено загальну характеристику роботи, зокрема обґрунтовано

актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету і завдання дослідження, представлена наукова новизна отриманих результатів і їх практичне значення, зазначено особистий внесок здобувача, представлена апробація дисертаційної роботи, а також наведено кількість публікацій.

У першому розділі «Стан та перспективи виробництва напоїв для спортсменів в Україні» проведено аналіз тенденцій розвитку світового та вітчизняного ринку функціональних напоїв, зокрема напоїв для спортсменів, наведено їх класифікації. Проаналізовано технологічні аспекти виробництва таких напоїв і підкреслено переважаючу роль води при їх приготуванні. Обґрунтовано перспективність використання в якості сировини для напоїв для спортсменів природних мінеральних лікувально-столових хлоридних натрієвих (далі природних мінеральних) вод та необхідність їх опріснення. Зазначені переваги і недоліки сучасних способів опріснення води та показано перспективність використання способу виморожування в технологіях водопідготовки для виробництва напоїв. Представлені теоретичні основи, характеристика способів, обладнання і технологій опріснення водних розчинів з підвищеною мінералізацією шляхом виморожування та показана доцільність розробки більш ефективних способів і технологічних режимів для низькотемпературної обробки природних мінеральних вод. В результаті виконаного літературного аналізу сформульовані мета та завдання дослідження.

У другому розділі «Розробка методології дослідження» наведено програму дослідження (рис.1), визначено об'єкт та предмети дослідження. Представлено наступні методики: підготовки зразків природної мінеральної води; експериментального дослідження процесу опріснення природної мінеральної води способом виморожування; визначення органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості природної мінеральної та опрісненої води і напоїв для спортсменів на її основі; математичної обробки результатів експериментальних досліджень. Наведено характеристику експериментального стенду для опріснення води виморожуванням і вказані похибки вимірювання приладів та обладнання. Математичну обробку результатів експериментальних досліджень проводили за допомогою пакету прикладних програм операційної системи MS Windows 7 (математичного пакету «Excel»).

Також в розділі наведена запропонована методика оцінки екологічної безпеки способів водопідготовки для виробництва напоїв. Методика передбачає розрахунок двох показників: одиничного ($I_i = C_\phi / C_n$, де I_i – одиничний (для певного показника якості) показник екологічної безпеки способу опріснення, од.; C_ϕ – фактична концентрація показника якості води, опрісненій тим чи іншим способом, мг/дм³; C_n – нормативна концентрація показника якості відповідно до вимог на воду, що використовується для виробництва певного виду напоїв, мг/дм³) та комплексного ($I_{заг} = \sum_{i=1}^n (I_i \cdot k_i)$, де $I_{заг}$ – комплексний показник екологічної безпеки способу опріснення; k_i – ваговий коефіцієнт). I_i відображає кратність перевищення ГДК для кожного із компонентів води та характеризує їх вплив на здоров'я людини і

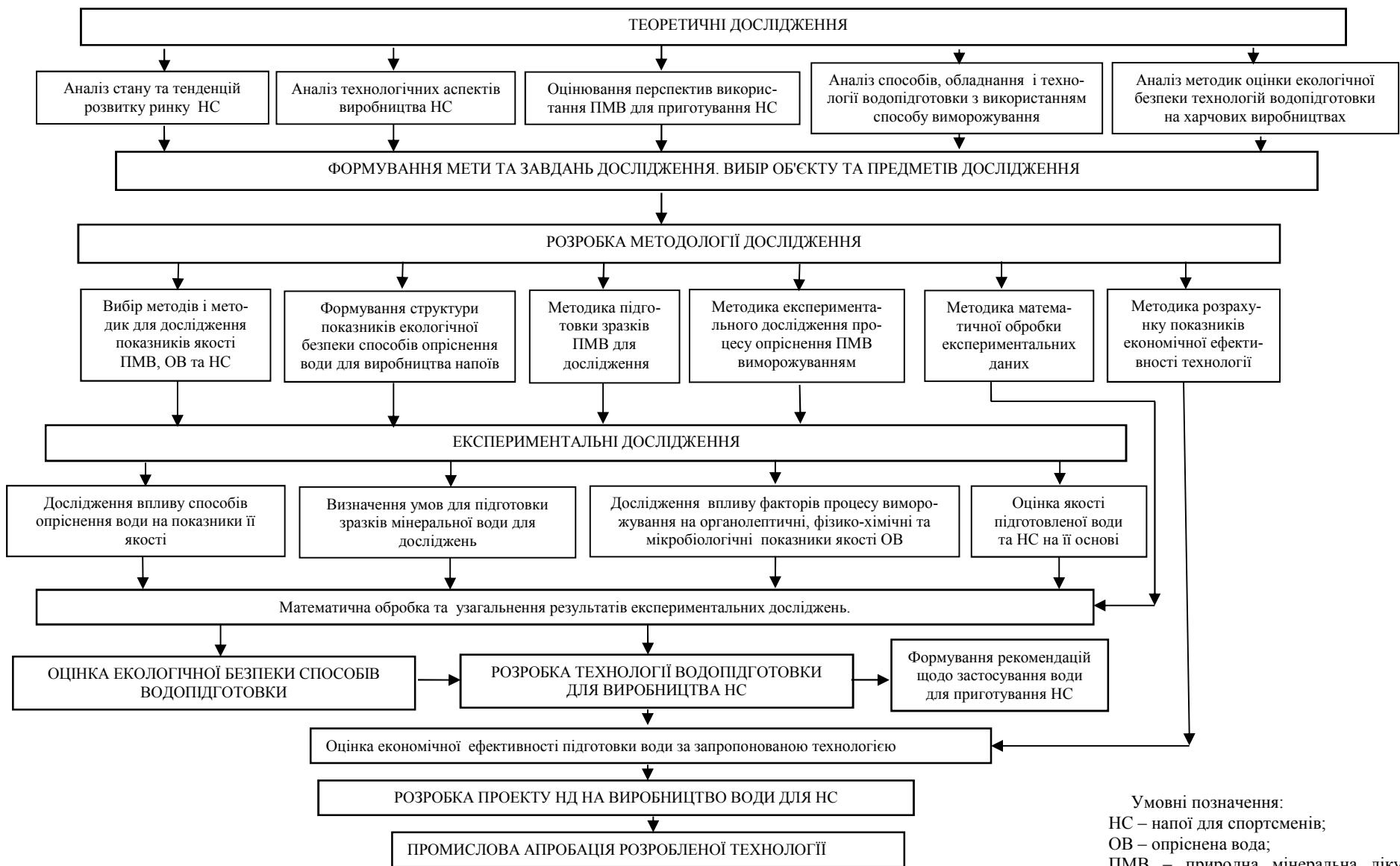


Рис. 1. Програма проведення дослідження.

Умовні позначення:
 НС – напої для спортсменів;
 ОВ – опріснена вода;
 ПМВ – природна мінеральна лікувально-столова хлоридна натрієва вода

навколишнє середовище. А $I_{заг}$ додатково враховує ступінь впливу компонентів води на якість напоїв. Значення вагових коефіцієнтів розраховані з використанням методу ранжування і наведені в табл. 1.

У третьому розділі «Оцінка екологічної безпеки способів водопідготовки

Таблиця 1
Значення вагових коефіцієнтів

Напій	Значення вагових коефіцієнтів, k_i , %			
	Нітрат-іон	Сульфат-іон	Хлорид-іон	Фосфат-іон
Горілка	20	20	20	40
Пиво	40	20	20	20
Безалкогольні напої	10	40	40	10

досліджено екологічну безпеку способів опріснення води та підтверджено доцільність використання способу виморожування при виробництві напоїв для спортсменів. Для цього спочатку було виконано експериментальні дослідження впливу сучасних способів опріснення води на зміну наступних показників її якості: вміст іонів нітратів, фосфатів, хлоридів, сульфатів, а також азоту амонійного та загальної жорсткості води. Потім за наведеною в другому розділі методикою були розраховані показники екологічної безпеки способів опріснення води (табл. 2). При аналізі отриманих даних виходили з того, що якщо $I_i < 1$, то в значно більшій мірі (ніж це регламентовано існуючими нормативами на воду для напоїв) видалено з води певного компонента шляхом опріснення. Якщо $I_i > 1$, то вміст компонента перевищує нормативне значення і воду ще слід доопріснювати. Тому кращим для I_i є значення, близьке до одиниці. При цьому вода є безпечною для людини, забезпечується стабільність якості напою і наноситься мінімальна шкода навколишньому середовищу. $I_{заг}$ повинно наближатися до 100, оскільки сума вагових коефіцієнтів дорівнює цьому числу. Згідно з такими уявленнями щодо оцінки результатів досліджень зроблено наступний висновок: з точки зору екологічної безпеки кращим способом опріснення води для виробництва безалкогольних напоїв, а значить і для напоїв для спортсменів, є спосіб виморожування.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження впливу факторів процесу виморожування на зміну хімічного складу опрісненої води» наведено експериментальні дослідження впливу факторів (температурного режиму, наявності вмісту вуглекислого газу у вихідній воді, рН води, початкової загальної мінералізації та температури води, тривалості сепарування твердої вимороженої фази) на показники якості опрісненої способом виморожування природної мінеральної води. На основі аналізу експериментальних даних запропоновано новий спосіб опріснення води виморожуванням та обґрунтовані раціональні технологічні режими його проведення.

Сумарний вплив вищезазначених факторів на розподіл іонів між вимороженою твердою фазою та концентрованим розчином описували через величину коефіцієнта залучення (K_3) іонів у тверду фазу ($K_3 = (C_{m.ф.} / C_{в.в.}) \cdot 100$, %, де $C_{m.ф.}$ – концентрація

досліджено екологічну безпеку способів опріснення води та підтверджено доцільність використання способу виморожування при виробництві напоїв для спортсменів. Для цього спочатку було виконано експериментальні дослідження впливу сучасних способів опріснення води на зміну наступних показників її якості: вміст іонів нітратів,

Таблиця 2
Результати розрахунку показника $I_{заг}$

Спосіб опріснення	$I_{заг}$
	Безалкогольні напої
Дистиляція	0,4
Іонний обмін	0,8
Зворотний осмос	0,4
Електродіаліз	11,6
Виморожування	26,4

іонів у розплаві твердої фази, мг/дм^3 , $C_{\text{в.в.}}$ – концентрація іонів у вихідній воді, мг/дм^3).

Для експериментального дослідження використовували фасовану природну мінеральну газовану вуглекислим газом воду «Куяльник» із загальною мінералізацією $3...4 \text{ г/дм}^3$, оскільки регулярне отримання протягом тривалого часу з джерела водопостачання зразків мінеральної води було пов'язано з низкою труднощів. У вихідній та опрісненій воді досліджували наступні показники якості: вміст іонів натрію, калію, кальцію, магнію, хлоридів, сульфатів та гідрокарбонатів, а також рН, електропровідність за NaCl , вміст сухого залишку, загальної жорсткості і загальної лужності та їх складових.

Для вивчення впливу вищезазначених факторів на показники якості опрісненої води виникла необхідність в отриманні зразків води з різним вмістом вуглекислого газу. Для цього були проведені експериментальні дослідження трьох способів дегазації фасованої штучно насиченої вуглекислим газом мінеральної води в лабораторних умовах: 1 – в умовах атмосферного тиску за відсутності будь-яких зовнішніх впливів на воду; 2 – в умовах механічного перемішування води; 3 – в умовах нагрівання води і витримувannya її при температурі кипіння. При цьому вивчали вплив способу та тривалості процесу дегазації (τ , хв), а також температури мінеральної води (t , $^{\circ}\text{C}$) на концентрацію розчиненого в ній вуглекислого газу ($C_{\text{в.г.}}$, г/дм^3), значення показника рН води і швидкість процесу дегазації (ν , $(\text{г/дм}^3)/\text{год}$).

Виконані експериментальні дослідження дозволили встановити кінетичні закономірності та визначити серед способів найбільш ефективний для проведення дегазації мінеральної води. Так, наприклад, для отримання зразку води з $C_{\text{в.г.}} = 0,27 \text{ г/дм}^3$ воду тільки нагрівали до $t = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а для отримання зразку з $C_{\text{в.г.}} = 0 \text{ г/дм}^3$ вихідну воду нагрівали до температури кипіння та витримували при ній протягом $9...10$ хв.

Дослідження процесу опріснення води проводили на експериментальній установці, в якій виморожування води здійснювали на зовнішній поверхні семи трубчастих кристалізаторів із зовнішнім діаметром 12 мм та висотою 337 мм . Для вивчення впливу температурного режиму на показники якості опрісненої води, використовували наступні температурні режими проміжного холодоносія (t_x): I – змінний в процесі, $t_x = -2...-4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, II – змінний в процесі, $t_x = -3...-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, та III – постійний у процесі, $t_x = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Для цих температурних режимів при умові наморожування твердої фази до товщини 9 мм в усіх дослідах тривалість процесу виморожування (без урахування тривалості процесу охолодження води до температури початку її кристалізації) становила 60 хв для режиму I, 45 хв – для режиму II та 36 хв – для режиму III. На даному етапі дослідження використовували зразки води, які були повністю дегазованими.

В результаті аналізу експериментальних даних встановлено, що з температурних режимів, які використовували в роботі для опріснення води, кращий ступінь опріснення досягався при температурному режимі I, як за іонами (рис. 2 а, б), так і за іншими фізико-хімічними показниками якості води (наприклад, для іонів натрію – на $10..11 \%$ в порівнянні з температурним режимом II та на $11...12 \%$ – з температурним режимом III). Тому в подальших дослідженнях впливу інших

факторів процесу опріснення води на її якість використовували саме температурний режим I.

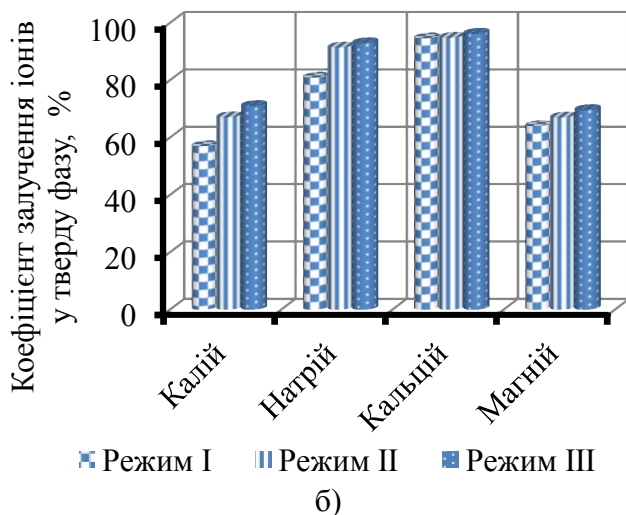
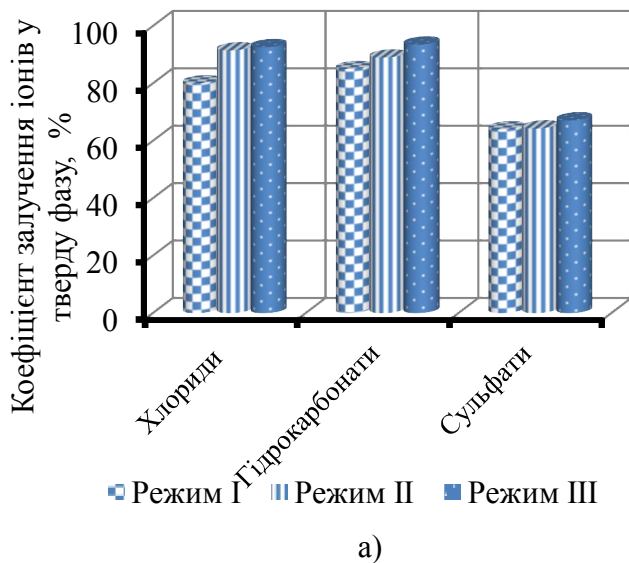


Рис. 2. Вплив температурного режиму виморожування на іонний склад опрісненої води (а – аніони, б – катіони).

В ході експериментального дослідження впливу вмісту вуглекислого газу у мінеральній воді до опріснення на показники її якості після виморожування використовували зразки води з початковим значенням сухого залишку 3280 мг/дм^3 та вмістом вуглекислого газу, рівним $0; 0,27$ та $3,7 \text{ г/дм}^3$. При вказаних значеннях концентрацій вуглекислого газу рН води становила $8,32; 5,9$ та $4,88$ відповідно. Вищий ступінь опріснення мінеральної води був досягнутий у зразків води з концентрацією вуглекислого газу у воді, рівній $3,7 \text{ г/дм}^3$. Аналіз отриманих даних (рис. 3 а, б) показує, що збільшення вмісту вуглекислого газу у воді до її опріснення до концентрації $3,7 \text{ г/дм}^3$ обумовлює зниження до 11 % вмісту в опрісненій воді іонів хлоридів, до 20 % – калію, до 12 % – натрію, до 15 % – кальцію, до 6 % – магнію, до 19 % – гідрокарбонатів та до 6 % – сульфатів, в порівнянні з їх вмістом у опрісненій воді, яку попередньо не насичували вуглекислим газом. Покращення ефективності процесу опріснення води шляхом виморожування при використанні вуглекислого газу пояснюється отриманням газогідратів вуглекислого газу.

Додавання вуглекислого газу до вихідної води знижувало її рН, а літературних даних про закономірності впливу такого фактору на якість опрісненої виморожуванням води є дуже мало. У зв'язку з цим додатково були проведені дослідження впливу вмісту у воді аскорбінової кислоти, як речовини, додавання якої знижує рН. Її додавали до вихідної дегазованої води до значення рН, яке дорівнювало $4,88$ (тобто аналогічне рН при $C_{e.g.} = 3,7 \text{ мг/дм}^3$). Результати досліджень порівнювали із результатами, отриманими при опрісненні зразку води з аналогічним значенням рН, але отриманим шляхом насичення води вуглекислим газом. Встановлено, що додавання аскорбінової кислоти у воду перед виморожуванням специфічно впливає на зміну її якості в процесі опріснення: у тверду фазу на $39,3$ % збільшується залучення іонів магнію і зменшується залучення іонів калію, кальцію і сульфатів на $11,1; 40$ і $15,1$ % відповідно, а ефективність процесу виморожування щодо загальної мінералізації погіршується на 15 %. Таким чином, зниження рН води перед опрісненням, зокрема шляхом додавання в неї аскорбінової кислоти, є

недоцільним.

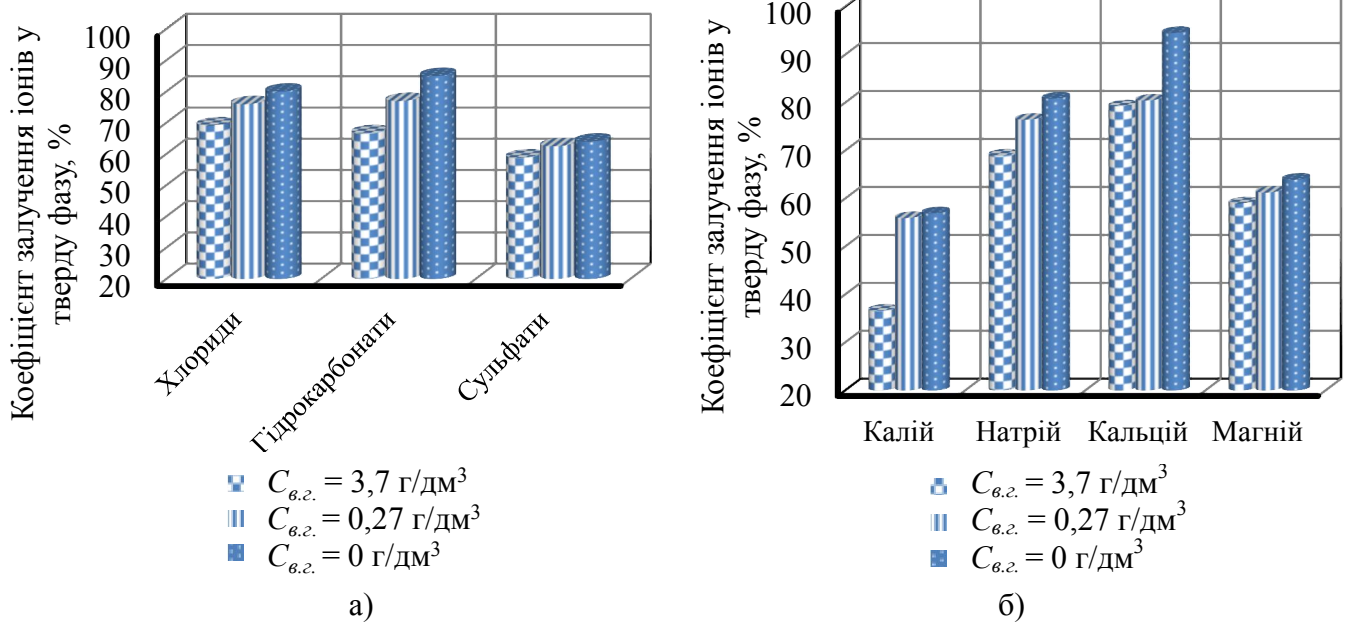


Рис. 3. Вплив початкового вмісту вуглекислого газу на іонний склад опрісненої води (а – аніони, б – катіони).

Природна мінеральна вода на виході зі свердловини має температуру 8...12 °С, але в залежності від температури навколишнього середовища може нагріватися до 20 °С і вище. У зв'язку з цим досліджували вплив початкової температури води ($t_{в.н.}$) в діапазоні 8...20 °С на її якість після опріснення. В дослідженнях використовували зразки води з $C_{в.г.} = 3,7 \text{ г/дм}^3$. Аналіз результатів досліджень показав, що зниження початкової температури вихідної води покращує якість опрісненої води. Разом з тим за всіма показниками це покращення не перевищувало 5 %, а тому регулювати температуру води перед опрісненням (якщо вона не перевищує 20 °С) немає потреби.

В розділі також наведені результати дослідження впливу початкової загальної мінералізації води на зміну її якості в процесі опріснення. В якості вихідної використовували дегазовану опріснену після другого ступеню воду з початковою загальною мінералізацією по сухому залишку 2,37 г/дм³ та порівнювали ефективність її опріснення з водою, опрісненою за один ступінь виморожування з початковою загальною мінералізацією за сухим залишком 3,22 г/дм³. Аналіз результатів досліджень показав, що проведення другого ступеню опріснення знижує загальну мінералізацію води, проте його ефективність в порівнянні з першим ступенем за сухим залишком є нижчою на 2,8 %. При цьому також по іншому розподіляються іони між твердою і рідкою фазами: збільшується залучення в тверду фазу іонів хлоридів на 4,4 %, калію – на 14,4 %, натрію – на 4,9 %, сульфатів – на 22,1 % і зменшується залучення іонів кальцію – на 6,9 %, магнію – на 22,3 %, гідрокарбонатів – на 16,1 % по відношенню до їх вмісту в твердій фазі, отриманій після першого ступеню виморожування.

На основі розрахунків коефіцієнтів залучення визначено характер впливу вищезазначених факторів на порядок руху іонів у тверду фазу:

- значення K_3 залежить від усіх факторів, які досліджувалися, а також від тривалості проведення процесу виморожування;

- зміна початкової концентрації іонів у вихідній воді відображається на порядку руху іонів в тверду фазу. Так, при загальній мінералізації вихідної води, рівній $3,22 \text{ г/дм}^3$ порядок руху іонів такий – $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^- > (\text{Na}^+ > \text{Cl}^-) > (\text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+)$, а при загальній мінералізації вихідної води, рівній $2,37 \text{ г/дм}^3$ наступний – $\text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > (\text{Na}^+ > \text{Cl}^-) > (\text{HCO}_3^- > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+)$;

- для інших факторів процесу опріснення води виморожуванням (температурний режим, вміст вуглекислого газу і аскорбінової кислоти у вихідній воді, сепарування вимороженої твердої фази, початкова температура води) характер розподілу іонів між твердою і рідкою фазами був наступним: $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^- > (\text{Na}^+ > \text{Cl}^-) > (\text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+)$. Іони, наведені в дужках, можуть між собою змінювати порядок руху в зв'язку з незначною різницею в їх співвідношенні.

Для підтвердження встановленого порядку руху іонів у тверду виморожену фазу, проводили також дослідження впливу тривалості сепарування твердої фази на якість опрісненої води. Було встановлено, що сепарування твердої фази протягом 60 хв (за умов навколишнього середовища) дозволяє зменшити вміст в опрісненій воді всіх іонів на близько 28...62,4 %, а сепарування твердої фази протягом 100 хв – на 36...69,7 % в залежності від виду іону в порівнянні із опрісненою водою, при отриманні якої сепарування твердої фази не використовували. При цьому в процесі сепарування найбільш ефективно відбувається очищення води від іонів магнію та сульфатів. Найбільш закомплексованим іоном, який найгірше піддавався вилученню з

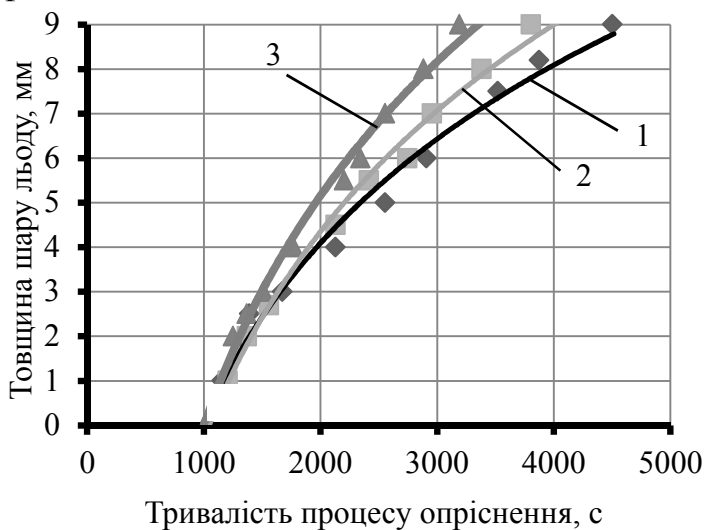


Рис. 4. Зміна товщини твердої фази в часі 1, 2, 3 – температурні режими I, II, III відповідно.

твердої фази був кальцій.

В розділі 4 також наведені результати експериментальних досліджень впливу зазначених вище факторів процесу виморожування на кінетичні характеристики процесу, а саме зміну в часі висоти та товщини вимороженої твердої фази, а також температур вихідної води та проміжного холодоносія. Типовий характер цих змін наведено на рис. 4 та 5. Серед особливостей в характері змін кінетичних характеристик слід зазначити те, що на висоту вимороженої твердої фази суттєво вплинуло додавання вуглекислого газу до

вихідної води. При цьому збільшення висоти твердої фази складало 6 мм в порівнянні із твердою фазою, отриманою зі зразку дегазованої води.

Узагальнення результатів досліджень дозволило рекомендувати наступні технологічні параметри проведення процесу опріснення мінеральної води виморожуванням: температурний режим змінний в процесі $t_x = -2 \dots -4 \text{ } ^\circ\text{C}$, вміст вуглекислого газу у воді на початку процесу виморожування рівний $3,7 \text{ г/дм}^3$ тривалість процесу опріснення (без урахування процесу охолодження) – 60 хв, один

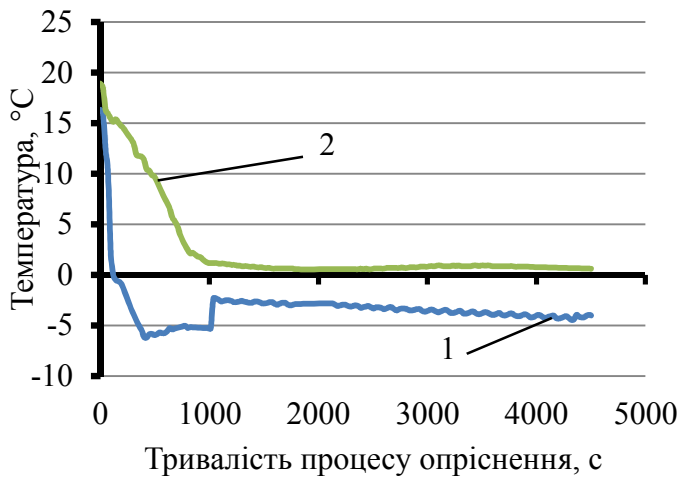


Рис.5. Зміна температури води та проміжного холодоносія в часі: 1 – холодоносій; 2 – вода.

для виробництва напоїв для спортсменів (рис. 6).

З використанням розробленої технології водопідготовки було отримано мінеральну хлоридну натрієву воду «Спортивна» та оцінені органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники її якості (табл. 3 та 4). Усі досліджені показники підготовленої мінеральної води відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 та вимогам до мінерального складу напоїв для спортсменів.

На основі води «Спортивна» за технологічною схемою (рис. 7) були приготовлені ізотонічні напої для спортсменів та проведено аналіз основних показників їх якості. При цьому використовували інгредієнти та рецептури компанії Esarom (Esarom Essenzenfabrik GmbH, Австрія). Аналіз органолептичних, хімічних та мікробіологічних показників підтвердив їх високу якість, що в свою чергу дозволяє рекомендувати такі напої для використання в спеціальних закладах ресторанного господарства (фітнес-барах і спортивних комплексах).

ступінь виморожування, плавлення твердої фази за умов навколишнього середовища без попереднього сепарування вимороженої твердої фази. За наведених умов проведення процесу виморожування можна отримати воду з мінеральним складом, що відповідає існуючим рекомендаціям до мінерального складу напоїв для спортсменів.

У п'ятому розділі «Розробка технології водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів» з урахуванням запропонованих режимів проведення процесу виморожування та обґрунтування додаткових етапів, розроблено технологію водопідготовки

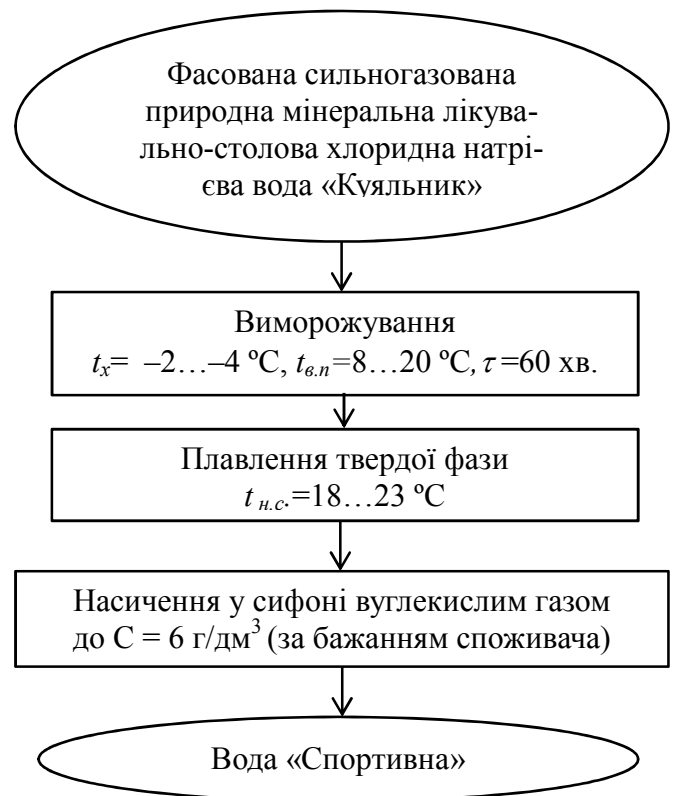


Рис. 6. Технологічна схема водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів у закладах ресторанного господарства.

Дослідження показників якості вихідної та підготовленої вод (n=3; P≤0,95)

Найменування показників	Вода «Куяльник»	Вода «Спортивна»
pH, од.pH	4,9	6,14
Електропровідність за NaCl, мкСм/см	4540	3440
Сухий залишок, мг/дм ³	3100	2040
Хлорид-іон, мг/дм ³	1301,2	768,9
Калій-іон, мг/дм ³	24,5	13,4
Натрій-іон, мг/дм ³	979,1	561,2
Кальцій-іон, мг/дм ³	87	83,8
Магній-іон, мг/дм ³	29	16
Сульфат-іон, мг/дм ³	244	136
Жорсткість загальна, ммоль/дм ³	6,73	5,5
Жорсткість карбонатна, ммоль/дм ³	8,2	5,75
Лужність бікарбонатна (гідрокарбонат-іон), мг/дм ³	500,2	350,8

Таблиця 4

Мікробіологічні показники якості зразків
(n=3; P≤0,95)

Показники		Вода «Куяльник»	Вода «Спортивна»	ДСан-ПіН 2.2.4-171-10
ЗМЧ, КУО/см ³	При 37 °С-24 год	0	5	≤ 20
	При 22 °С – 72 год	0	13	≤ 100
Загальні коліформи, КУО/100см ³		0	0	0

Показники економічної ефективності даної технології для закладів ресторанного господарства порівнювали із випадком використання в таких закладах води для спортсменів «Sangemini» (Італія). Для розробленої технології термін окупності склав 0,17 року, а ціна виробленої продукції майже вдвічі менша, ніж аналогічної, яка є на ринку. Це говорить про високу економічну ефективність та доцільність впровадження нової технології.

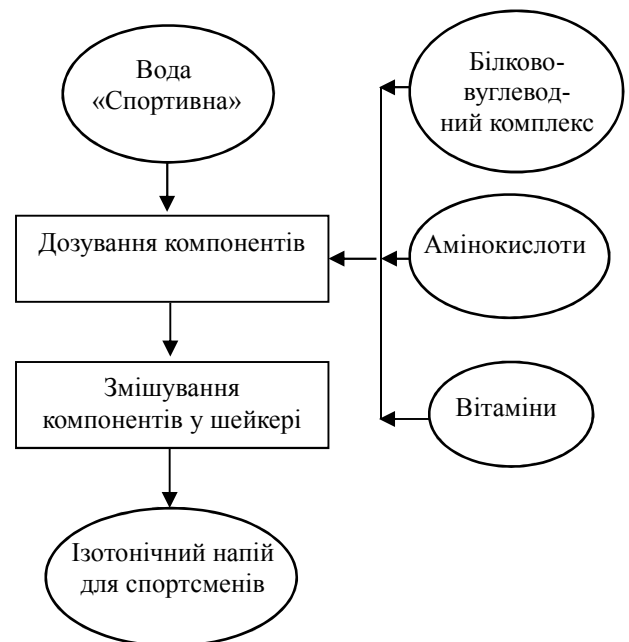


Рис. 7 - Технологічна схема приготування напою для спортсменів

ВИСНОВКИ

В результаті проведення аналітичних та експериментальних досліджень розроблено спосіб та технологічні режими опріснення природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води для технології водопідготовки у виробництві напоїв для спортсменів.

1. Запропоновано новий показник екологічної безпеки способів і технологій опріснення. З його використанням здійснено оцінку екологічної безпеки способів

опріснення води і підтверджено доцільність вибору способу виморожування при виробництві напоїв для спортсменів.

2. Досліджено вплив таких факторів впливу процесу виморожування як температурний режим, вміст вуглекислого газу, рН води, початкової загальної мінералізації і температури вихідного розчину та сепарування твердої фази на наступні показники якості опрісненої води: рН, електропровідність за NaCl, сухий залишок, загальну жорсткість і загальну лужність та їх складові, вміст іонів натрію, калію, кальцію, магнію, сульфатів, гідрокарбонатів і хлоридів. Встановлено, що ефективність опріснення мінеральної води для різних іонів зростає на 9...15 % при виморожуванні насиченої вуглекислим газом до $C_{e.z.} = 3,7$ г/дм³ вихідної води та на 1,6...14 % при застосуванні змінного температурного режиму $t_x = -2...-4$ °С в порівнянні з постійним в часі температурним режимом $t_x = -5$ °С. Зниження рН води шляхом додавання до вихідної дегазованої води аскорбінової кислоти та початкова температура води в межах 8...20 °С суттєво не впливають на ступінь опріснення води. Проведення другого ступеню опріснення та сепарування твердої фази дозволяють здійснити більш глибоке опріснення води, проте у випадку підготовки природної мінеральної води «Куяльник» для виробництва напоїв для спортсменів є недоцільним.

3. Визначено закономірності розподілу компонентів вихідної води між вимороженою твердою фазою і концентрованим розчином в процесі виморожування. Встановлено, що під впливом більшості вищезазначених факторів порядок руху іонів у тверду фазу є наступним: $Ca^{2+} > HCO_3^- > (Na^+ > Cl^-) > (Mg^{2+} > SO_4^{2-} > K^+)$. У випадку зменшення початкової загальної мінералізації вихідної води до 2,37 г/дм³, порядок руху є таким: $Ca^{2+} > SO_4^{2-} > (Na^+ > Cl^-) > (HCO_3^- > Mg^{2+} > K^+)$.

4. Узагальнено результати експериментальних досліджень і сформулювало рекомендації щодо способу та раціональних технологічних режимів проведення процесу опріснення виморожуванням: за умов проведення процесу на зовнішній поверхні трубчастих кристалізаторів при температурному режимі змінному в процесі $t_x = -2...-4$ °С, вмісту вуглекислого газу у воді на початку процесу виморожування рівному 3,7 г/дм³, тривалості процесу опріснення (без урахування тривалості процесу охолодження) – 60 хв, один ступінь виморожування, плавлення твердої фази за умов навколишнього середовища без попереднього сепарування вимороженої твердої фази.

5. З урахуванням проведених експериментальних досліджень розроблено технологію водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів.

6. Проведено оцінку якості підготовленої води та напоїв для спортсменів на її основі за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Аналіз результатів даних показників показав високу якість отриманої продукції.

7. Розроблено проект нормативної документації на виробництво води «Спортивна» для приготування напоїв для спортсменів та технологічні карти на виробництво води «Спортивна» та напоїв для спортсменів на її основі для закладів ресторанного господарства.

8. Виробничу апробацію отриманих результатів проведено на ТДВ «Одеський завод мінеральних вод «Куяльник» та ГО «Центр вивчення рукопашного бою» (м. Одеса). Визначено, що для закладів ресторанного господарства термін окупності

технології складає 0,17 року, а ціна виробленої продукції майже вдвічі менша, ніж аналогічної, яка є на ринку.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Коваленко, О.О. Спосіб визначення екологічної безпеки технологій водопідготовки на харчових виробництвах. [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич*, О.Б. Василів // Харч. наука і технологія. – 2010. – № 3 (12). – С. 89-91.
2. Коваленко, О.О. Експериментальні дослідження процесу дегазації мінеральної води [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / ДонНУЕТ. – Донецьк, 2012. – Вип. 29, т. 1. – С. 284-288.
3. Коваленко, О.О. Розробка технологічних режимів процесу опріснення мінеральної води виморожуванням для технології виробництва спортивних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.Б. Василів // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2012. – Вип.42, т. 2. – С. 434-440.
4. Коваленко, О.О. Дослідження впливу різних факторів процесу виморожування на показники якості опрісненої води [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.Б. Василів // Сталий розвиток і штучний холод: матеріали VIII Міжнар. наук.-техн. конф., присвяч. 90-річчю Одес. держ. акад. холоду, Одеса, 8-10 жовт. 2012 р. / ОДАХ. – Херсон, 2012. – С. 187-192.
5. Коваленко, О.О. Кінетичні закономірності процесу дегазації штучно насиченої CO₂ мінеральної води [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич // Харч. наука і технологія. – 2012. – №3 (20). – С. 8-11.
6. Позитивне рішення про видачу деклараційного патенту України на корисну модель. МПК CO2F 1/22 (2006.01). Спосіб підготовки мінеральної води для виробництва напоїв [текст] / Коваленко О.О., Курчевич І.В., Василів О.Б.; власник ОНАХТ. – № u201214013; Заявл. 10.12.2012
7. Коваленко, О.О. Метод виморожування в технологіях водопідготовки [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Зб. доп. Міжнар. Конгресу «ЕТЕВК – 2011» (Екологія, технологія, економіка, водопостачання, каналізація), Ялта, 6-10 черв. 2011 р. – Ялта, 2011. – С. 143-145.
8. Коваленко, О.О. Ефективність розділення мінералізованих розчинів способом виморожування [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.Б. Василів // Междунар. науч. чтения «Белые ночи – 2012». Проблемы безопасности XXI века и пути их решения»: сб. тр., Киев, 4-8 июня 2012 г. / УНО МАНЭБ, Нац. пед. ун-т им. М.П. Драгоманова. – К., 2012. – С. 237-243.
9. Коваленко, Е.А. Экспериментальные исследования влияния условий вымораживания на качество опресненной воды [Текст] / Е.А. Коваленко, И.В. Курчевич, О.Б. Васильев // Опыт и молодость в решении водных проблем: сб. ст. IV Вост.-Европ. конф. молодых специалистов и ученых водного сектора Междунар. Водной Ассоц. (IWA), Санкт-Петербург, 4-6 окт. 2012 г. – СПб., 2012. – Ч.2. – С. 126-134.
10. Курчевич, І.В. Вплив забруднень води на навколишнє середовище, харчові продукти та людину [Текст] / І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2009. – С. 228.
11. Коваленко, О.О. Дослідження екологічної безпеки технологій доочищення води на харчових підприємствах [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 24-25 берез. 2010 р. / ОНАХТ. – О., 2010. – С. 69.
12. Курчевич, І.В. Анализ методик определения экологической безопасности технологий водоподготовки на пищевых предприятиях [Текст] / И.В. Курчевич; науч. рук. Е.А. Коваленко // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. VII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, Могилев, 22-23 апр. 2010 г.: в 2 ч. Ч.1 / УО МГУП. – Могилев, 2010. – С. 47.
13. Коваленко, О.О. Екологічна безпека способів покращення якості води на харчових виробництвах [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Актуальні проблеми безпеки харчування: матеріали Першої міжгалуз. наук.-практ. конф., Донецьк, 14-15 жовт. 2010 р. / ДонНУЕТ. – Донецьк, 2010. – С. 77.

14. Курчевич, І.В. Екологічна ефективність способів опріснення води [Текст] / І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // 76-а наук. конф. молодих учених, асп. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: тез. доп., Київ, 12-13 квіт. 2010 р.: у 3-х ч. Ч. III / НУХТ. – К., 2010. – С.55.

15. Коваленко, О.О. Оцінка екологічної безпеки сучасних способів опріснення води на харчових виробництвах [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 27-28 верес. 2010 р.: в 2 ч. Ч.1 / НУХТ. – К., 2010. – С.100.

16. Курчевич, І.В. Експериментальні дослідження екологічної безпеки способів опріснення води на харчових виробництвах [Текст] / І.В. Курчевич // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2010. – Т. 1. – С. 93.

17. Коваленко, О.О. Показники екологічної безпеки способів опріснення води [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі: тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 18 листоп. 2010 р. / ХДУХТ. – Х., 2010. – С. 61-62.

18. Курчевич, І.В. Розробка структури показників безпеки способів опріснення [Текст] / І.В. Курчевич, // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2010. – Т. 2. – С. 22.

19. Курчевич, І.В. Курчевич, І.В. Дослідження екологічної безпеки сучасних способів покращення якості води на харчових виробництвах [Текст] / І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // Хімія та хімічні технології 2010: матеріали I Міжнар. наук. конф. молодих вчених, Львів, 1 груд. 2010 р. / ЛНУ «Львів. політехніка». – Л., 2010. – С. 22.

20. Василів, О.Б. Низькотемпературна опріснююча установка зі змінною температурою на межі розділу фаз [Текст] / О.Б. Василів, С.В. Іщенко, І.В. Курчевич // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, асп. і студ., Одеса, 24-25 лют. 2011 р. / ОНАХТ. – О., 2011. – С. 41.

21. Курчевич, І.В. Технологічні аспекти застосування методу виморожування в технологіях водопідготовки [Текст] / І.В. Курчевич, О.Б. Василів, О.О. Коваленко // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, асп. і студ., Одеса, 24-25 лют. 2011 р. / ОНАХТ. – О., 2011. – С. 50.

22. Коваленко, О.О. Проблеми застосування методу виморожування у харчовій промисловості [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології: зб. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф., присвяч. 90-річчю з дня народж. проф. В.Ф. Чайковського, Одеса, 17-20 трав. 2011 р., / ОНАХТ. – О., 2011. – С. 159.

23. Василів, О.Б. Застосування способу виморожування для опріснення води в технологіях виробництва напоїв [Текст] / О.Б. Василів, І.В. Курчевич, О.О. Коваленко // Aqua Ukraine: IX Міжнар. водний форум: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Вода і довкілля», Київ, 8-11 листоп. 2011 р. – К., 2011. – С.312.

24. Експериментальні дослідження закономірностей зміни хімічного складу води в процесі виморожування [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.Б. Василів, М.С. Тодорова // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. III наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Одеса, 29-30 берез. 2012 р. / ОНАХТ. – О., 2012. – С. 55-57.

25. Курчевич, І.В. Перспективи виробництва напоїв спеціального призначення в Україні. [Текст] / І.В. Курчевич, М.С. Тодорова, О.О. Коваленко // 78-а Міжнар. конф. молодих учених, асп. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: прогр. і матеріали, Київ, 2-3 квіт. 2012 р.: у 3-х ч. Ч.1. – К., 2012. – С. 56-57.

26. Експериментальні дослідження динаміки видалення вуглекислого газу з мінеральної води [Текст] / С. Дараган, Л. Матура, О.О. Коваленко, І.В. Курчевич // 78-а Міжнар. конф. молодих учених, асп. і студ. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: прогр. і матеріали, Київ, 2-3 квіт. 2012 р.: у 3-х ч. Ч.1. – К., 2012. – С. 66-68.

27. Курчевич, І.В. Розробка технологічних режимів низькотемпературного способу водопідготовки для виробництва напоїв [Текст] / І.В. Курчевич, М.С. Тодорова; наук. кер. О.О. Коваленко // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і

торгівлі: тез. доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студ., Харків, 25 квіт. 2012 р.: у 4-х ч. Ч.2 / ХДУХТ. – Х., 2012. – С. 30.

28. Коваленко, О.О. Мінеральні води – перспективна сировина для виробництва напоїв для спортсменів [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич // Aqua Ukraine: X Міжнар. форум: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. «Вода і довкілля», Київ, 6-9 листоп. 2012 р. – К., 2012. – С. 47.

29. Курчевич, І.В. Експериментальні дослідження впливу рН сольового розчину на якість опрісненої виморожуванням води [Текст] / І.В. Курчевич, М.С. Тодорова // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2012. – Т. 1. – С. 241-242.

30. Курчевич, І.В. Визначення способу та умов дегазації мінеральної води [Текст] / І.В. Курчевич, С. Дараган, Л. Матура // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2012. – Т. 1. – С. 242-243.

31. Курчевич, І.В. Технологія водопідготовки для виробництва напоїв спеціального призначення [Текст] / І.В. Курчевич // Зб. наук. пр. молодих учених, асп. та студ. / ОНАХТ. – О., 2012. – Т. 2. – С. 145-146.

32. Коваленко, О.О. Закономірності розподілу домішок води в системі «тверда фаза – концентрований розчин» у процесі опріснення води виморожуванням [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.Б. Василів // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, 28-29 берез. 2013 р. / ОНАХТ. – О., 2013. – С. 43-44.

33. Коваленко, О.О. Вплив попередньої обробки води на якість води, опрісненої виморожуванням [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, О.А. Протас // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, 28-29 берез. 2013 р. / ОНАХТ. – О., 2013. – С. 116

34. Дослідження впливу якості води на характеристики харчового льоду [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич, Ю.Є. Кудряшова, Ю.О. Манова // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, 28-29 берез. 2013 р. / ОНАХТ. – О., 2013. – С. 117-118.

35. Коваленко, О.О. Технологія водопідготовки для спортивних напоїв [Текст] / О.О. Коваленко, І.В. Курчевич // Вода в харчовій промисловості: зб. тез доп. IV Всеукр. наук.-практ. конф., Одеса, 28-29 берез. 2013 р. / ОНАХТ. – О., 2013. – С. 128-130.

Примітка. * Курчевич І.В. – дівоче прізвище здобувача.

Особистий внесок: Виконано аналіз існуючих технологій водопідготовки та здійснено дослідження екологічної безпеки технологій доочищення води на харчових підприємствах, запропоновано показник екологічної безпеки способів водопідготовки [1, 10–19]. Проведено літературний та патентний пошук, проаналізовано доцільність та технологічні аспекти використання способу виморожування для опріснення мінеральних вод в харчовій промисловості, зокрема при виробництві напоїв для спортсменів [7, 20–23, 25, 28, 33]. Здійснено експериментальні дослідження процесу дегазації мінеральної води [2, 5, 26, 30]. Досліджено фактори впливу на процес виморожування, здійснено експериментальні дослідження закономірностей зміни хімічного складу води в процесі виморожування та розроблено технологічні режими процесу опріснення мінеральної води виморожуванням та технологію виробництва спортивних напоїв [3, 4, 6, 8, 9, 24, 27, 29, 31, 32, 34, 35].

АНОТАЦІЯ

Коваленко І.В. Розробка технології водопідготовки для виробництва напоїв для спортсменів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. - Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2013.

Дисертаційну роботу присвячено актуальному питанню підготовки природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води способом виморожування

для виробництва напоїв для спортсменів на її основі. Запропоновано нові показники екологічної безпеки способів опріснення води для виробництва напоїв та підтверджено доцільність використання способу виморожування в технології водопідготовки у виробництві напоїв для спортсменів. Досліджено вплив факторів процесу виморожування на якість опрісненої природної мінеральної води. Встановлено, що насичення перед виморожуванням природної мінеральної води вуглекислим газом до $C = 3,7 \text{ г/дм}^3$ та опріснення її шляхом виморожування на поверхні трубчатих кристалізаторів при змінному в процесі температурному режимі проміжного холодоносія, дозволяє підвищити ефективність опріснення мінеральної води на 9...15 %, виключаючи при цьому процес сепарування вимороженої твердої фази. З урахуванням запропонованих технологічних режимів розроблено технологію водопідготовки для напоїв для спортсменів. Розроблено нормативну та технологічну документацію на мінеральну воду та напої для спортсменів на її основі. Проведено промислову апробацію розробленої технології водопідготовки та визначені показники її економічної ефективності.

Ключові слова: природна мінеральна лікувально-столова хлоридна натрієва вода, напої для спортсменів, показники екологічної безпеки, спосіб виморожування, технологічні режими, технологія водопідготовки.

АННОТАЦИЯ

Коваленко И.В. Разработка технологии водоподготовки для производства напитков для спортсменов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2013.

Диссертационная работа посвящена актуальному вопросу подготовки природной минеральной воды способом вымораживания для производства на ее основе напитков для спортсменов.

В работе исследованы влияния современных способов опреснения воды на изменение показателей ее качества. Предложена методика оценки экологической безопасности способов опреснения воды для технологий водоподготовки, которая учитывает влияние способа на здоровье человека, окружающую среду и качество напитков. Подтверждена целесообразность выбора способа вымораживания для производства напитков для спортсменов.

Исследовано влияние факторов процесса вымораживания (температурный режим, содержание углекислого газа, рН исходной воды, начальная общая минерализация и температура воды, а также длительность сепарирования твердой фазы) на следующие показатели качества опресненной природной минеральной лечебно-столовой хлоридной натриевой воды «Куяльник»: рН, электро-проводность по NaCl, сухой остаток, общую жесткость и общую щелочность, а также их составляющие, содержание ионов натрия, калия, кальция, магния, сульфатов, гидрокарбонатов и хлоридов. Установлено, что из температурных режимов, которые использовали в работе для опреснения воды, лучшая степень опреснения

достигалась при температурном режиме I ($t = -2 \dots -4$ °C), например, для ионов натрия – на 10...11 % по сравнению с температурным режимом II ($t = -3 \dots -5$ °C), и на 11...12 % – с температурным режимом III ($t = -5$ °C). Показано, что увеличение содержания углекислого газа в исходной воде до концентрации 3,7 г/дм³ обуславливает снижение до 11 % содержания в опресненной воде хлоридов, до 20 % – калия, до 12 % – натрия, до 15 % – кальция, до 6 % – магния, до 19 % – гидрокарбонатов и до 6 % – сульфатов, по сравнению с их содержанием в опресненной воде, прежде не насыщенной углекислым газом. Установлено, что изменение рН воды за счет добавления в нее аскорбиновой кислоты перед вымораживанием специфически влияет на изменение ее качества в процессе опреснения: в твердую фазу на 39,3 % увеличивается вовлечения ионов магния и уменьшается вовлечения ионов калия, кальция и сульфатов на 11,1; 40 и 15,1 % соответственно, а эффективность процесса вымораживания по общей минерализации ухудшается на 15 %. Показано, что снижение начальной температуры исходной воды улучшает качество опресненной воды. Вместе с тем по всем показателям это улучшение не превышало 5 %. Определено, что проведение второй ступени опреснения снижает общую минерализацию минеральной воды, однако эффективность от ее применения ниже на 2,8 % по сравнению с одноступенчатым опреснением по сухому остатку. При этом также по другому распределяются ионы между твердой и жидкой фазами: увеличивается вовлечение в твердую фазу ионов хлоридов на 4,4 %, калия – на 14,4 %, натрия – на 4,9 %, сульфатов – на 22,1 % и уменьшается вовлечение ионов кальция – на 6,9 %, магния – на 22,3 %, гидрокарбонатов – на 16,1 % по отношению к их содержанию в твердой фазе, полученной после первой ступени вымораживания. Установлено, что сепарирование твердой фазы в течение 60 мин (при условиях окружающей среды) позволяет уменьшить содержание в опресненной воде всех ионов на 28...62,4 %, а сепарирования твердой фазы в течение 100 мин – на 36 ... 69,7 % в зависимости от вида иона по сравнению с опресненной водой, при получении которой сепарирования твердой фазы не использовались. Но проведение второй ступени опреснения и сепарирования твердой фазы в случае подготовки природной минеральной воды «Куяльник» для производства напитков для спортсменов является нецелесообразным. Также установлен порядок движения ионов воды в процессе опреснения. При этом для большинства исследуемых факторов порядок движения был таким: $\text{Ca}^{2+} > \text{HCO}_3^- > (\text{Na}^+ > \text{Cl}^-) > (\text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+)$, а при уменьшении минерализации воды таким: $\text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > (\text{Na}^+ > \text{Cl}^-) > (\text{HCO}_3^- > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+)$.

Предложен новый способ и технологические режимы проведения процесса опреснения природной минеральной воды способом вымораживания. Их использование позволяет получить необходимый рекомендуемый минеральный состав воды, которая может использоваться для приготовления напитков для спортсменов: в условиях проведения процесса на поверхности трубчатых кристаллизаторов при $t_x = -2 \dots -4$ °C, содержания углекислого газа 3,7 г/дм³, в течение 60 мин, за 1 ступень вымораживания, и плавлении без предварительного сепарирования твердой фазы. Разработанные способ и режимы проведения процесса вымораживания были положены в основу технологии подготовки природной минеральной хлоридной натриевой воды. За разработанной технологией были получены минеральная вода

(предложено название «Спортивная») и напитки для спортсменов на ее основе. Проведена оценка их качества по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Разработан проект нормативной документации на новую продукцию. Производственную апробацию полученных результатов проведено на ОДО «Одесский завод минеральных вод «Куяльник» и ООО « Центр изучения рукопашного боя» (г. Одесса). Полученные экономические результаты свидетельствуют о целесообразности внедрения результатов диссертационной работы в производство. Для заведений ресторанного хозяйства срок окупаемости технологии составляет 0,17 года, а цена продукции почти вдвое меньше, чем аналогичной, которая есть на рынке.

Ключевые слова: природная минеральная лечебно-столовая хлоридная натриевая вода, напитки для спортсменов, показатели экологической безопасности, способ вымораживания, технологические режимы, технология водоподготовки.

ANNOTATION

Kovalenko I.V. Development of water treatment technologies for the production of sports drinks. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.18.16 – technology of food products. – Odessa National Academy of Food Technology Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2013 .

The thesis is devoted to the burning issue of preparation of natural mineral treatment table sodium chloride water freezing method for producing drinks for athletes based on it. The new indicators of ecological safety methods desalination for the production of beverages and confirmed the feasibility of using the method of freezing water treatment technologies in the production of beverages for athletes. The influence of freezing process factors on the quality of desalinated natural mineral water was researched. Found that the saturation to freeze natural mineral water with carbon dioxide to $C = 3.7 \text{ g/dm}^3$ and desalination by freezing it on surface of tubular crystallizers at a variable temperature range $t = -2 \dots -4 \text{ }^\circ\text{C}$ in the intermediate coolant, can increase desalination efficiency of mineral water 9...15 %, excluding the process of separation of frozen parts in solid phase. The technology for water drinks for athletes was developed according to proposed technological conditions. Normative and technological documentation for mineral water and drinks for athletes was developed based on it. An industrial approbation of developed water treatment technology was made and identified indicators of economic efficiency of its implementation.

Keywords: natural mineral treatment table chloride sodium water, drinks for athletes, indicators of environmental safety, method of freezing, technological conditions, water treatment technology.

Підписано до друку 24 жовтня 2013 р. Формат 60x90/16
Об'єм 0,9 умов. друк. арк. Замовлення № 51. Тираж 100 прим.

ОНАХТ, 65039, м.Одеса-39, вул. Канатна, 112