

Рис. 3 – Зміна органолептичних показників напоїв (а саме смаку) залежно від сухого залишку у воді

Література

1. Пакен П. (ред.-сост.) Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен (ред.сост). – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.
2. Рудась И.Г., Гернет М.В. Маркетинговые исследования российского чайного рынка // Пиво и напитки, №2, 2004. – с.32.
3. Обзор рынка чая в Украине 2011: мнение экспертов [Электронный ресурс]. Электрон. текстові дані (9786 байт). – Режим доступу: <http://edab2b.com/opinions/obzor-rynka-chaya-ukraina-2011-mnenie-ekspertov/>
4. Похлебкин В.В. Чай. /Изд. «Центрполиграф». 2007. – 208 с.
5. Содержание флавоноидов в различных видах чая [Электронный ресурс]. Электрон. текстові дані (12084 байт). – Режим доступу:<http://teatips.ru/index.php?act=2&id=1234&dep=6>
6. У ВэйСинь. Энциклопедия целебного чая. – СПб: Издательский Дом «Нева», 2005.– 320 с.
7. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования [Текст]: монографія / Б.Е. Рябчиков – М.:ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
8. ДСТУ 4069-2002 Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. – К.: Держстандарт України, 2002. – чин. з 1.02.02. – 68 с.
9. ТИ 10-5031536-73-90 Технологическая инструкция по водоподготовке для производства безалкогольных напитков. – Утв. НПО напитков и минеральных вод от 20.12.90.
10. Методы теххимического контроля в виноделии. Ред. Гержиковой В.Г. – 2 изд. Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с.
11. Коваленко О.О., Ветров Д.І., Ремінна Л.П., Постол Н.А. Вплив технології водопідготовки на якість води та напоїв, виготовлених на її основі //Наук-виробн. журнал «Харчова наука і технологія», № 3 (12), 2010. – с.73-76.

УДК 663.63.045.5

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ПРОЦЕСУ ОПРИСНЕННЯ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СПОРТИВНИХ НАПОЇВ

Коваленко О.О., д-р техн. наук, доцент, Курчевич І.В., аспірант,
Василів О.Б., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати експериментальних досліджень впливу різних факторів процесу виморожування на якість опрісненої природної мінеральної води, призначеної для виробництва спортивних напоїв. Наведені висновки та сформульовані завдання подальших досліджень.

The results of experimental researches of influence of different factors of process of freezing on quality of the desalinated natural mineral water, intended for the production of sporting drinks are resulted in the floor. Resulted conclusions and formulated tasks of subsequent researches.

Ключові слова: спортивні напої, мінеральна вода, опріснення виморожуванням, технологічні режими

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Спортивні напої – перспективний напрямок у виробництві безалкогольних напоїв. Основними споживачами спортивних напоїв є культуристи, спортсмени, рекреаційні споживачі (ті, хто вважає спорт своїм хобі) та прихильники здорового способу життя. Метою використання в харчуванні таких напоїв є підвищення стійкості організму людини до екстремальних фізичних навантажень, а результатом їх споживання є відчуття наповнення організму енергією, зниження емоційальної та фізичної напруги, відновлення втраченої під час тренування рідини та інші. Огляд світових тенденцій на ринку функціональних напоїв свідчить, що виробництво спортивних напоїв, поряд з виробництвом бутильованих вод та енергетичних напоїв, розвивається найбільш інтенсивно [1]. Для України ринок спортивних напоїв є новим, але інтерес до нього постійно зростає. Це пов'язано зі збільшенням кількості людей, які активно займаються фітнесом, лікувальною фізкультурою, ведуть здоровий спосіб життя і прагнуть споживати специфічні харчові продукти для відновлення фізичних сил. Крім того, Україна є спортивною державою, вона бере участь і організовує проведення різних спортивних змагань міжнародного рівня, а тому наявність вітчизняного виробництва спортивних напоїв позитивно впливатиме на імідж та економіку країни. Враховуючи це та загальносвітові тенденції у виробництві функціональних напоїв, можна стверджувати, що створення та розвиток в Україні виробництва спортивних напоїв є актуальним.

Особливістю спортивних напоїв є збільшений вміст у них низки мінеральних компонентів, у першу чергу натрію і калію [1]. Для забезпечення в напоях необхідної їх кількості доцільним вбачається використання природних мінеральних вод. Вони характеризуються більш високою мінералізацією, в порівнянні з питною водою. Перевагою застосування мінеральних вод у технології виробництва спортивних напоїв є те, що мінеральні речовини, які містяться в них, краще засвоюються людським організмом, в порівнянні з тими, що вносяться в напої у вигляді солей. Крім того, певні оздоровчі властивості мінеральних вод дозволяють посилити фізіологічний вплив напоїв на споживачів. Але для ефективного використання таких вод у технології виробництва спортивних напоїв необхідно, по-перше, вибрати тип вод, які за своїм хімічним складом і властивостями підходять для даного виробництва, а по-друге, розробити технологію і технологічні режими процесів водопідготовки, які забезпечуватимуть отримання води необхідної якості.

Оскільки концентрація мінеральних компонентів у мінеральних водах більша, ніж необхідно для спортивних напоїв, то основним процесом технології водопідготовки є їх опріснення. Пропонується для цього використовувати спосіб виморожування. Перевагами такого способу є: низька енергоємність процесу кристалізації води; відсутність утворення накипу на робочих поверхнях; відсутність необхідності в їх регенерації та застосуванні додаткових для цього хімічних реагентів, які сприяють забрудненню навколишнього середовища; унікальні властивості вимороженої води, завдяки яким вона краще засвоюється людським організмом і чинить позитивний фізіологічний вплив на людину та інше [3-5]. Важливою позитивною характеристикою цього способу опріснення також є різна селективність процесу щодо компонентів розчину [5, 6]. Саме це, за умови реалізації ефективного управління процесом виморожування, дозволить отримувати воду необхідної якості для виробництва спортивних напоїв. Але для вирішення такого завдання необхідними є виконання аналітичних та експериментальних досліджень, спрямованих на встановлення впливу різних умов проведення процесу виморожування на хімічний склад опрісненої води.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Літературний огляд досліджень щодо впливу умов виморожування на хімічний склад опрісненої води показав, що якість такої води залежить від способу виморожування, температурного режиму в установці, хімічного складу вихідного розчину, а також його теплофізичних, реологічних та фізико-хімічних властивостей. Недоліком відомих досліджень, з точки зору сформульованої вище проблеми, є те, що в переважній більшості з них весь хімічний склад розчину ототожнюється з одним цільовим компонентом. Цей підхід є достатнім для вирішення таких завдань, як розробка нових способів виморожування, інтенсифікація процесів тепло- і масообміну у виморожувальній установці, вдосконалення конструкції обладнання для кристалізації води та сепарування твердої фази, оптимізація конструкції та режимних параметрів процесу. Але він не підходить для випадку, коли визначаються умови виморожування, необхідні для отримання опрісненої води певного хімічного складу і з певним співвідношенням між компонентами. Тут необхідно досліджувати вплив зазначених вище факторів не на один показник, а на групу показників якості опрісненої води. Слід зазначити, що низку досліджень в цьому напрямку вже виконано. Та аналіз

їх результатів показав, що отримані вони для умов, які не характерні для промислових виморожуючих установок для опріснення води. Крім того, результати окремих досліджень є протилежними. Так, наприклад, поряд з висновками про нерівномірність розподілу компонентів вихідного розчину між твердою фазою і концентрованим розчином, стверджується думка про рівномірне витіснення кристалами льоду всіх домішок води у концентрований розчин. Також існують протилежні думки щодо впливу значної кількості неорганічних речовин у розчині на розподіл органічних сполук між рідкою і твердою фазами. Суперечливими є дані про вплив ступеня дисоціації компонентів розчинених речовин на ефективність їх вилучення із розчину в процесі виморожування. Це, а також попередні висновки свідчать про те, що сформульована проблема активно вивчається, але ще далека від вирішення. В зв'язку з цим актуальним є виконання подальших досліджень у зазначеному напрямку та узагальнення отриманих результатів

Формулювання цілей статті. З урахування висновків, сформульованих на основі огляду літературних джерел, визначена мета наукового дослідження – вивчення комплексного впливу різних факторів процесу (температурних режимів, хімічного складу мінеральної води, умов проведення процесів кристалізації і сепарування) на групу основних показників якості опрісненої води. Адже такий підхід дозволить визначити раціональні технологічні умови проведення процесу, за яких можливим стане отримання опрісненої води необхідної якості та прийнятної вартості.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Для опріснення мінеральної води використовували експериментальну установку, в якій виморожування води здійснювалось на зовнішній ізотермічній поверхні семи трубчатих кристалізаторів із зовнішнім діаметром 10 мм та висотою 337 мм, розміщених в ізольованій ємності із внутрішнім діаметром 100 мм. Процес опріснення води здійснювали як при постійній у процесі виморожування ($t_x = -5^\circ\text{C}$), так і при змінній (за алгоритмами $t_x = \{-2 \dots -3 \dots -4\}^\circ\text{C}$ та $t_x = \{-3 \dots -4 \dots -5\}^\circ\text{C}$) температурі холодоносія в кристалізаторі. Для досліджень використовували воду з початковою температурою 5 і 20°C та початковою масою 2320 г. Виморожування здійснювали в умовах природної конвекції в розчині. За таких умов і температурних режимів швидкість руху фронту кристалізації змінювалась у процесі виморожування в межах від 25 до 5 мм/год. Процеси сепарування і плавлення твердої фази проводили в умовах навколишнього середовища при температурі 23°C після завершення процесу виморожування і вилучення твердої фази із ємності, де відбувалось її формування.

Забезпечення необхідних температурних режимів виморожування на поверхні кристалізатора здійснювали низькотемпературною холодильною машиною, яка працює в позиційному режимі. Необхідний температурний режим роботи холодильної машини в установці встановлюється за допомогою комп'ютера в SCADA-системі та передається через інтерфейс на ПД-регулятор, який забезпечує підтримання заданої температури шляхом зміни положення триходового клапана за допомогою виконуючого механізму. Як регулятор використовується TRM212, параметри якого визначаються за допомогою автоталаштування. Крім них, також вводяться параметри виконавчого механізму, зокрема повний час ходу засувки [7].

Для досліджень використовували фасовану природну мінеральну воду «Кюяльнику», родовище якої знаходиться в Одеському регіоні. За існуючою класифікацією мінеральних вод, така вода відноситься до лікувально-столових хлоридно-натрієвих мінеральних вод. Саме ці властивості дозволяють розглядати її як перспективну сировину для виробництва спортивних напоїв. Характеристику мінерального складу зразків води, що використовували в експериментальних дослідженнях, наведено в табл. 1. Незначні відмінності в мінеральному складі зразків обумовлені використанням води з різних партій продукції.

Для виконання кожного з дослідів брали тільки свіжі зразки мінеральної води. Винятком були дослідження, в ході виконання яких вивчався вплив зміни хімічного складу вихідного розчину, обумовленого зменшенням вмісту солей в ньому, на якість опрісненої води. В цьому випадку як вихідний розчин використовували опріснену воду після першого ступеня виморожування.

Таблиця 1 – Мінеральний склад зразків води

№ з/п	Сухий залишок, мг/дм ³	Концентрація іонів, мг/дм ³						
		калій	натрій	кальцій	магній	хлориди	гідрокарбонати	сульфати
1	3280	30	1186,8	26,7	75	1604,6	549	272
2	3150	25	1110,4	82,0	29	1488,2	512,4	244
3	3160	30	1060,1	47	54	1422,0	488	270

Зміна хімічного складу зразків вихідної води досягалась також регулюванням вмісту в ній розчиненого вуглекислого газу, яке здійснювалось шляхом часткової або повної дегазації штучно насиченої CO_2 мінеральної води. Адже відомо, що насичення води CO_2 призводить до зміни в ній вуглекислотної рівноваги і, як

наслідок, низки значень показників якості води (рН, твердості, лужності та інших). Для досліджень впливу хімічного складу мінеральної води на якість опрісненої виморожуванням води використовувались зразки води з початковим значенням сухого залишку 3280 мг/дм³ та різним вмістом CO₂, а саме – 3,7; 0,27 та 0 г/л. Таким концентраціям CO₂ відповідали такі значення рН води: 4,88; 5,9 і 8,32 відповідно.

Ще одним способом зміни хімічного складу вихідного розчину було додавання до дегазованої мінеральної води аскорбінової кислоти. При цьому виходили з того, що в результаті взаємодії аскорбінової кислоти із солями кальцію чи магнію у вихідній воді утворюватимуться нерозчинні сполуки і виділятиметься вуглекислий газ, що в свою чергу обумовить зміну якості вихідної води. До мінеральної води додавали таку кількість аскорбінової кислоти, яка забезпечувала отримання зразків води з рН, аналогічним для зразків води з CO₂. Вибір вказаних способів зміни хімічного складу зразків мінеральної води на етапі підготовки їх для досліджень процесу виморожування був обумовлений тим, що в традиційних технологіях виробництва безалкогольних напоїв аскорбінову кислоту і вуглекислий газ застосовують з метою стабілізації хімічного складу і покращення смакових якостей готового продукту. Ці харчові домішки також плануються застосовувати в технології виробництва спортивних напоїв. Але при виконанні цієї роботи розглядалась доцільність внесення аскорбінової кислоти і CO₂ у мінеральну воду до її виморожування з метою підвищення ступеня опріснення води.

В ході хімічного аналізу якості зразків вихідної та опрісненої води, крім сухого залишку, рН, концентрації основних іонів і розчиненого у воді вуглекислого газу, також визначалися наступні показники: мутність, солеміст (у перерахунку на NaCl), електропровідність, твердість (загальна, карбонатна та не карбонатна), лужність (загальна та вільна), а також складові вільної лужності (гідратна, карбонатна та бікарбонатна), перманганатне окиснення, розчинений кисень та вміст заліза [8]. Але в даній статті наведено лише результати експериментальних досліджень впливу хімічного складу вихідної мінеральної води та умов здійснення процесу кристалізації і сепарування на концентрацію основних іонів в опрісненій воді (рис. 1 – 6). При цьому концентрація іонів представлена у відсотках по відношенню до їх вмісту у вихідній воді, так як значення концентрацій окремих іонів відрізняються за порядком чисел (табл. 1).

На рис. 1 представлено вплив температурного режиму виморожування на іонний склад опрісненої води. Ці результати отримані при опрісненні води із мінеральним складом, що відповідає зразку № 1 (табл. 1) і значенням рН води, яке дорівнює 8,32. На рис. 2 показано вплив концентрації розчиненого вуглекислого газу у вихідній воді на іонний склад опрісненої води. Дослідження виконані на воді, іонний склад якої до насичення CO₂ відповідав зразку № 1 (табл. 1). Виморожування в цьому випадку здійснювалось при температурі проміжного холодоносія, яка змінювалась протягом процесу за алгоритмом: {-2...-3...-4}°C.

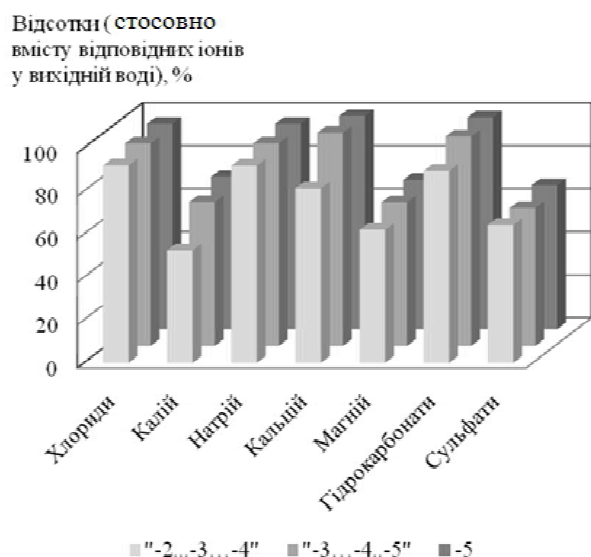


Рис. 1 – Вплив температурного режиму виморожування на іонний склад опрісненої води

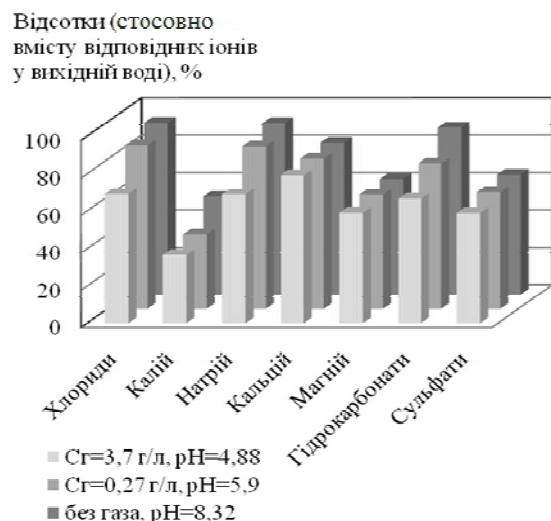


Рис. 2 – Вплив вмісту CO₂ у воді до виморожування на іонний склад опрісненої води

На рис. 3 представлено іонний склад зразків опрісненої води, що були отримані з мінеральної води (зразок № 2, табл. 1) із рН = 4,88, яке було досягнуте двома вказаними вище способами. Ці дані (рис. 3) отримані для умов опріснення води виморожуванням при температурному режимі t_х = {-2...-3...-4}°C. На

рис. 4 наведено результати впливу мінералізації вихідної води на іонний склад опрісненої вимороженої при температурному режимі $t_x = \{-2...-3...-4\}^{\circ}\text{C}$. Як зазначалося вище, при виконанні таких досліджень використовували крім вихідної води (зразок № 3, $\text{pH}=4,88$, $C_{\text{CO}_2}=3,7$ г/л) також опріснену воду після першого ступеня виморожування зі значенням сухого залишку – 1800 мг/дм³ та $\text{pH}=6,33$.

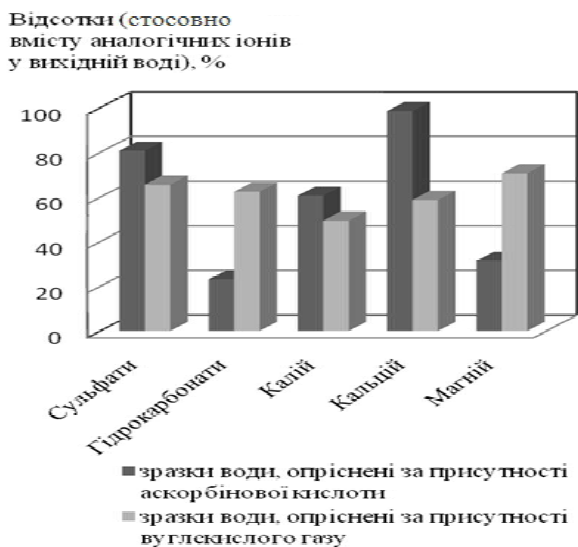


Рис. 3 – Порівняння впливу різних способів зміни вуглекислотної рівноваги у воді до виморожування на іонний склад опрісненої води

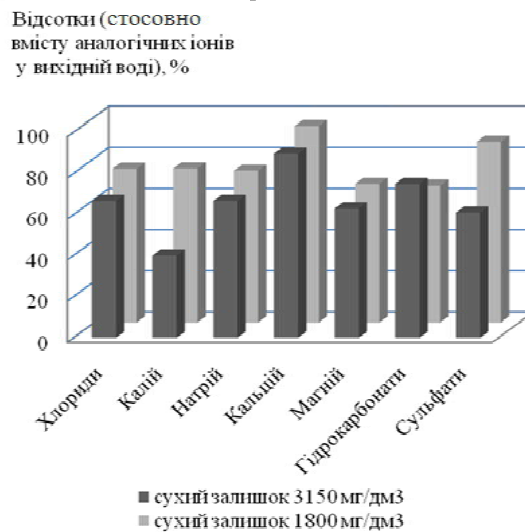


Рис. 4 – Вплив концентрації солей у мінеральній воді до виморожування на іонний склад опрісненої води

Слід зауважити, що для отримання зразків опрісненої води, мінеральний склад якої наведено на рис. 1 – 4, застосовували лише процеси кристалізації води із розчину і плавлення твердої фази в ізольованій ємності відразу після завершення процесу кристалізації. Сепарування льоду в цих дослідженнях не проводилось. А от на рис. 5 наведено результати досліджень впливу тривалості процесу сепарування твердої фази на іонний склад зразків опрісненої води та їх порівняння із зразком, отриманим за аналогічного температурного режиму, але без сепарування. При отриманні цих даних (рис. 5) використовували зразок води № 2, насиченої вуглекислим газом до концентрації його у воді, що дорівнює $3,7$ г/л, та опрісненої при температурному режимі $t_x = \{-2...-3...-4\}^{\circ}\text{C}$. Для цих же умов та в залежності від тривалості процесу сепарування на рис. 6 показано зміну масової концентрації іонів натрію в опрісненій воді.

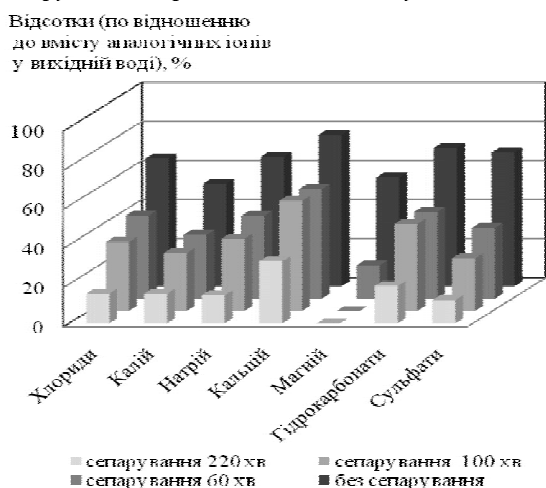


Рис. 5 - Вплив тривалості процесу сепарування твердої фази на іонний склад опрісненої води

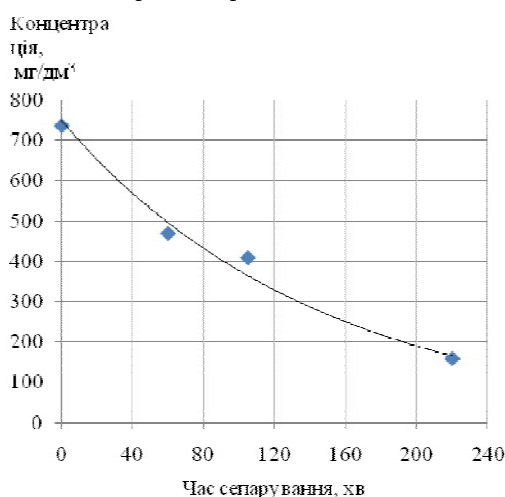


Рис. 6 – Концентрація іонів натрію в опрісненій воді в залежності від тривалості процесу сепарування твердої фази

Аналіз результатів, наведених на рис. 1 – 6, дозволяє зазначити наступне:

— в результаті опріснення виморожуванням природної мінеральної води «Куяльник» у твердій фазі (розплав якої і є опрісненою водою) найменше залишається іонів калію, магнію і сульфатів. Перерозподіл інших іонів між твердою і рідкою фазами відбувається також, але менш інтенсивно. При цьому концентрація в опрісненій воді кожного з іонів залежить від швидкості процесу льодоутворення. Так, чим інтенсивніше охолоджується розчин і швидше рухається фронт кристалізації, тим вищий вміст всіх іонів у твердій фазі. Але для іонів кальцію, натрію, хлоридів, гідрокарбонатів це найбільш відчутно. З температурних режимів, які використовували в роботі для опріснення води, найкращий ступінь опріснення досягався за умов, коли температура холодоносія в кристалізаторі змінювалась в процесі виморожування за таким алгоритмом — $t_x = \{-2...-3...-4\}^{\circ}\text{C}$ (рис. 1);

— іонний склад опрісненої води залежить від хімічного складу мінеральної води, що опріснюється. В свою чергу, хімічний склад мінеральної води обумовлений особливостями геохімічних процесів у надрах землі, а також наявністю домішок, внесених у воду перед виморожуванням з метою підвищення ступеня її опріснення. Так, зміна вуглекислотної рівноваги (у бік зменшення значення рН) у вихідній воді за рахунок її насичення вуглекислим газом обумовлює зниження до 20 % вмісту в опрісненій воді іонів калію, натрію, хлоридів і гідрокарбонатів та зменшення до 10 % – іонів кальцію, магнію та сульфатів, у порівнянні з їх вмістом в опрісненій, але попередньо ненасиченій CO_2 воді (рис. 2). Характер такого впливу притаманний для зразків опрісненої води, отриманих при всіх температурних режимах, використаних у роботі для виморожування. За вказаних умов дослідження кращий ступінь опріснення був досягнутий у зразків води з початковим $\text{pH}=4,88$ і концентрацією розчиненого CO_2 у воді, яка дорівнює 3,7 г/л;

— використання аскорбінової кислоти для зменшення рівня рН води перед виморожуванням специфічно впливає на якість опрісненої води. В цьому випадку в опрісненій воді концентрація іонів калію, кальцію і сульфатів збільшується, а іонів магнію і гідрокарбонатів зменшується, в порівнянні із зразками води з аналогічним значенням рН (у даному випадку $\text{pH}=4,88$), але отриманим шляхом насичення води CO_2 (рис. 3). Оскільки наявність у воді, що виморожується, вуглекислого газу та аскорбінової кислоти по-різному впливає на іонний склад опрісненої води, то виконуються дослідження, спрямовані на встановлення сумісної дії цих компонентів на ступінь опріснення води;

— застосування другого ступеня виморожування для більш глибокого опріснення води дозволяє ще більше знизити загальну концентрацію мінеральних речовин стосовно вихідної води. Та ефективність розділення при повторному виморожуванні вже один раз опрісненої води гірша (рис. 4). Можливо, це пов'язано з тим, що застосований у дослідженні температурний режим був однаковий для обох ступенів виморожування, і при виморожуванні води з меншою мінералізацією він забезпечував більш швидкий ріст кристалічної фази, але не забезпечував необхідних умов для дифузії компонентів води від межі розділу фаз в об'єм розчину. А можливо, це пов'язано вже і з іншим співвідношенням між компонентами розчину. В цьому напрямку досліджень робота ще продовжується;

— суттєве підвищення ступеня опріснення води досягається в разі використання процесу сепарування твердої фази після завершення процесу кристалізації води із розчину. Так, сепарування твердої фази протягом 60 хв (за умов навколишнього середовища) дозволяє зменшити вміст в опрісненій воді всіх іонів на (20-35) %, а сепарування твердої фази протягом 220 хв – на (45-55) % в залежності від виду іону в порівнянні з опрісненою водою, при отриманні якої сепарування твердої фази не використовували (рис. 5). Таким чином, регулюючи тривалість процесу сепарування можна регулювати і якість опрісненої води (рис. 6). Крім тривалості процесу сепарування, на якість опрісненої води впливає і температурний режим, за якого цей процес здійснюється. Дослідження впливу температурного режиму та інших умов сепарування твердої фази на якість опрісненої води виконуються і будуть представлені в наступних публікаціях.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямку. Підсумовуючи результати виконаних на даний момент досліджень, можна зазначити, що опріснення води виморожуванням дозволяє отримати із природної мінеральної води «Куяльник» воду для виробництва спортивних напоїв. У табл. 2. подано порівняльну характеристику іонного складу отриманих зразків опрісненої води та спортивних напоїв виробництва Великої Британії. В даному випадку наведено іонний склад зразків води, отриманих за умов, які в ході виконання експериментальних досліджень забезпечили найкращий ступінь опріснення мінеральної води.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика іонного складу отриманих зразків опрісненої води та спортивних напоїв виробництва Великобританії [1]

Готові напої, опріснена мінеральна вода	Концентрація іонів	
	Натрій, мг/дм ³	Калій, мг/дм ³
Isostar	690	195
Powerade	529	78
Gatorade	460	117
Опріснена вода, отримана за умов: температурний режим холодноносія в кристалізаторі $t_x = \{-2 \dots -3 \dots -4\}$ °С, концентрація CO ₂ та рН у воді до опріснення - 3,7 г/л та 4.88 од. рН, сепарування твердої фази відсутнє	736	14,22
Опріснена вода, отримана за умов: температурний режим холодноносія в кристалізаторі $t_x = \{-2 \dots -3 \dots -4\}$ °С, концентрація CO ₂ та рН у воді до опріснення - 3,7 г/л та 4.88 од. рН, сепарування твердої фази протягом 60 хв	469,3	8,8

Разом з тим, стверджувати, що наведені в табл. 2 умови проведення процесу опріснення мінеральної води виморожуванням є найкращими, поки що не можна. Адже для кожного виробника важлива не лише якість готового продукту, але і його вартість. Оскільки грошові витрати на опріснення мінеральної води виморожуванням суттєво залежать від техніко-економічних характеристик процесу, то окремо планується розглянути взаємозв'язок між ними та якістю опрісненої води. І лише з урахуванням результатів такого аналізу можна буде формулювати рекомендації щодо доцільних технологічних режимів опріснення води способом виморожування для технології виробництва спортивних напоїв.

Література

1. Пакен П. (ред.-сост.) *Функциональные напитки и напитки специального назначения* / П. Пакен (ред. сост.). – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.
2. Беленький С.М. и др. *Технологии обработки и розлива минеральных вод* / С.М. Беленький, Г.П. Лаврешкина, Т.Н. Дульнева. – 2-е. изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 151 с.
3. Плотников В.Т. *Разделительные вымораживающие установки* / В.Т. Плотников, В.П. Филаткин – М.: Агропромиздат, 1987. – 352 с.
4. Бурдо О.Г. *Холодильные технологии в системе АПК* / О.Г. Бурдо. – Одесса: Полиграф, 2009- 288 с.
5. Коваленко Е.А. *Научно-технические основы процессов низкотемпературного разделения жидких систем пищевых производств* : дисс. докт. техн. наук: Одесса, 2007.
6. Зелинская Е.В. *Теоретическое обоснование и разработка технологий селективного извлечения щелочных и щелочноземельных металлов из подземных рассолов*: дисс. докт. техн. наук: Иркутск, 2003.
7. Василів О.Б. Опріснення води виморожуванням в установці зі змінною в циклі температурою холодноносія / О.О. Василів, О.С. Тітлов, С.В. Іщенко // *Науково-виробничий журнал «Харчова наука і технологія»*, Одеса, №4(17) 2011, грудень. – С. 103-107.
8. Коваленко Е.А. Эффективность разделения минерализованных растворов способом вымораживания [Текст] / Е.А. Коваленко, И.В. Курчевич, О.Б. Васильев // *Сборник трудов «Международные научные чтения «Белые ночи - 2012»*. Проблемы безопасности XXI века и пути их решения». – К.: УНО МА-НЭБ, 2012 р. – С. 237-243.

УДК [628, 161.2:546.72]: 544.77.051.1

ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБУ АЕРАЦІЇ ВОДИ З КРАПЕЛЬНИМ ДИСПЕРГУВАННЯМ У ВІДЦЕНТРОВАНОМУ ПОЛІ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ЗАЛІЗА

**Шалигін О.В., асистент, Стрікаленко Т.В., д-р мед. наук, професор, Дудник Ю.В., ст. лаборант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Проведено аналіз робіт останніх років, присвячених актуальності проблеми зниження вмісту заліза у природних водах України. Розглянуто ключові позиції проблеми впливу надлишку заліза у воді на есте-