

Таблиця 1 – Влияние индуцированного окисления на распределение форм железа в сухих розовых виноматериалах

До окисления						После окисления						ΔG
массовая концентрация форм железа, мг/дм ³					G_2	массовая концентрация форм железа, мг/дм ³					G_1	
общее	ионное (II)	ком-плексное (II)	ионное (III)	ком-плексное (III)		общее	ионное (II)	ком-плексное (II)	ионное (III)	ком-плексное (III)		
5,0	3,1	0,1	0,8	1,0	14,9	5,0	1,7	0,2	2,5	0,6	18,1	3,2
10,0	6,9	0,3	1,2	1,6	16,3	10,0	3,2	0,3	4,7	1,8	22,0	5,7
15,0	9,7	0,6	1,8	2,9	19,7	15,0	6,1	0,3	5,8	2,8	38,2	18,5
20,0	11,1	1,6	2,2	5,1	29,4	20,0	5,6	1,9	7,4	5,1	40,8	11,4
25,0	11,4	3,1	3,4	7,1	36,1	25,0	5,1	3,7	7,8	8,4	52,1	16,0

Переход ионов Fe(II) в Fe(III) способствует окислению красящих и фенольных соединений, как видно из данных рис. 2, так как в этом процессе участвуют и ионы Fe(III) [5,6,10]. Причем, с увеличением массовой концентрации железа в виноматериалах содержание красящих и фенольных веществ имеет больший процент уменьшения.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила установить степень зависимости между массовой концентрацией железа и процентом снижения красящих и фенольных веществ в виноматериалах: коэффициенты корреляции в обоих случаях составили $K=0,98$.

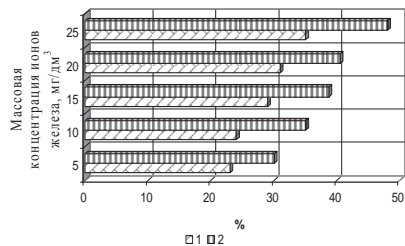


Рис. 2. Процент снижения массовых концентраций красящих и фенольных веществ после индуцированного окисления: 1 – красящие вещества; 2 – фенольные вещества

Анализ результатов потенциометрического титрования розовых сухих виноматериалов показал, что с увеличением концентрации железа с 5 до 25 мг/дм³ исходный редокс-потенциал Eh_0 повышается с 229 до 261 мВ. В ходе индуцированного окисления значения редокс-потенциала виноматериалов повышаются в среднем на 30 мВ, что свидетельствует о протекании окислительных процессов. При этом происходит плавное снижение показателя

Список литературы:

1. Білько, М.В. Колір – один із основних показників якості рожевих столових вин / М.В. Білько, А.І. Тенека, В.В. Ларін // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. трудов. – Т.ХЛІ. - ч.2. – Ялта, 2011. – С. 95-97.

окисляемости фенольных веществ W и увеличение удельного прироста потенциала, что свидетельствует о повышении степени их окисленности. С увеличением концентрации железа приросты этих показателей уменьшаются, что связано с начальной окисленностью виноматериалов (рис. 3).



Рис. 3. Изменение окислительно-восстановительных показателей виноматериалов после индуцированного окисления

Выводы

Таким образом, исследованиями установлено, что розовые сухие виноматериалы подвержены окислению, интенсивность которого зависит от массовой концентрации железа и отличается снижением содержания фенольных и красящих веществ, чему способствует переход ионов Fe(II) в Fe(III). Активирующий эффект ионов железа проявляется до концентрации 15 мг/дм³.

С целью повышения качества розовых сухих виноматериалов следует оберегать их от окисления, следить за уровнем железа, а, в случае сверхнормативного содержания его, проводить деметаллизацию.

2. Oxidation of Polymeric Polyphenols (Tannins) in Biologically Relevant Systems/ Y. Chen, R. Hagerman, C. Minto [and other] // Chemistry. – 2004. – P. 132.
3. Handbook of Enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments / P. Rib'ereau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdieu. – [2nd Edition] – John Wiley & Sons, 2006. – 441 p.
4. Li, H. Mechanisms of oxidative browning of wine / H.Li, A.Guo, H.Wang // Food Chemistry. – 2008. – № 108. – P. 1–13.
5. Danilewicz, J. Interaction of Sulfur Dioxide, Polyphenols and Oxygen in a Wine-model System: Central Role of Iron and Cooper / J. Danilewicz // – Am. J. Enol. Vitic. – 2007. – 58. – № 1. – P. 53-60.
6. Ткаченко, О.Б. Наукові основи вдосконалення технології білих столових вин шляхом регулювання окислювально-відновних процесів їх виробництва: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння» / О.Б. Ткаченко, НІВіВ «Магарач». – Ялта, 2010. – 44 с.
7. Теория и практика виноделия / Ж. Рибера-Гайон, Э. Пейно, П. Рибера-Гайон, П. Сюдро. Т. 3. – М: Пищ. пром-сть, 1980. – 480с.
8. Динамика физико-химических показателей при индуцированном окислении белых столовых виноматериалов / В.Г. Гержилова, О.Б. Ткаченко, Д.Ю. Погорелов, Л.И. Журавлева // "Магарач". Виноградарство и виноделие. – 2007. – № 1. – С. 30-31.
9. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиловой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
10. Danilewicz, J. Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate reduction products in wine: central role of iron and copper / J. Danilewicz // Am. J. Enol. Vitic. – 2003. – 54. – № 2. – P. 73-85.

Анотация. Стаття присвячена питанню підготовки природної мінеральної води способом виморожування для виробництва на її основі напоїв для спортсменів. У роботі наведені результати експериментальних досліджень процесу опреснення виморожуванням природної мінеральної хлоридної натрієвої води. Запропоновано технологічні режими проведення даного процесу.

Ключові слова: напої для спортсменів, природна мінеральна вода, опреснення води виморожуванням, технологічні режими процесу, якість підготовленої води

Анотация. Статья посвящена вопросу подготовки природной минеральной воды способом вымораживания для производства на ее основе напитков для спортсменов. В работе приведены результаты экспериментальных исследований процесса опреснения вымораживанием природной минеральной хлоридной натриевой воды. Предложены технологические режимы проведения данного процесса.

Ключевые слова: напитки для спортсменов, природная минеральная вода, опреснение воды вымораживанием, технологические режимы процесса, качество подготовленной воды

УДК [628.161:66.045.5]:663.6

ОПРЕСНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВИРОБНИЦТВА СПОРТИВНИХ НАПОЇВ

О. О. Коваленко

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
E-mail: e_kov@ukr.net
кафедра питної води*

І.В. Коваленко
молодший науковий співробітник*
E-mail: iryna_kurchevich@ukr.net

О.Б. Василів
кандидат технічних наук, доцент
кафедра теплоенергетики і трубопровідного
транспорту енергоносіїв*
E-mail: oleg_vas@ukr.net

*Одеська національна академія харчових
технологій
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Вступ

При загальному скороченні темпу росту попиту на традиційні безалкогольні напої сьогодні одночасно зростає попит на напої спеціального призначення із певними функціональними властивостями. Значний обсяг ринку таких напоїв становлять напої для спортсменів (або спортивні напої). 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 р. [1-4].

Постановка проблеми та її зв'язок з найважливішими науковими та практичними завданнями

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 призначенням таких напоїв є 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 [5]. По-друге, такі напої – корегувальне харчування для прихильників здорового способу життя [6-8]. В Україні ж 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. Таким чином, розвиток вітчизняного виробництва напоїв для спортсменів позитивно впливатиме на імідж і економіку країни.

Огляд літератури

На сьогоднішній день єдиної думки відносно найбільш ефективної рецептури спортивних напоїв немає. Але відомо, що вона повинна бути такою, щоб напій володів хорошим смаком, а його споживання сприяло підвищенню працездатності організму [9]. Слід зазначити, що відомі рецептури спортивних напоїв прості. Основа спортивних напоїв – це вуглеводно-сольовий розчин, а їх особливістю є підвищений, порівняно із звичайними безалкогольними напоями, вміст солей натрію, калію та інших компонентів [10]. Для зміни властивостей спортивних напоїв регулюють в основному концентрацію вуглеводів та їх тип, вміст електроліту, осмоляльність розчину та вміст смакоароматичних речовин. Більшість напоїв для спортсменів за хімічним складом приблизно однакові. Як правило, осмоляльність ізотонічних напоїв становить 280-340 мос-моль/кг, вміст вуглеводів складає 6 – 8 % (глюкоза, фруктоза, сахароза та мальтодекстрини), а концентрація натрію і калію складає 20 – 30 та 5 моль/л відповідно [1-4].

Основою спортивного напою, як і будь якого іншого безалкогольного напою, є вода, що складає 85 – 95 % від його загальної маси. Технологічна схема водопідготовки визначається вихідним хімічним складом води, який в свою чергу залежить від джерела водопостачання, природних і кліматичних умов. Для виробництва напоїв в основному використовують воду з артезіанських свердловин. Такі води практично не забруднені речовинами антропогенного походження та протягом тривалого часу зберігають незмінні фізико-хімічні властивості. Проте, вміст солей натрію та калію в них недостатній для приготування на їх основі напоїв для спортсменів. В зв'язку з цим у воду солі вносять штучно [11, 12]. Саме з цих позицій перспективним для приготування напоїв для спортсменів є використання природних мінеральних вод. Важливим та-

кож є те, що мінеральні речовини, які містяться в мінеральній воді, 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 [13, 14].

В Україні зустрічається більшість відомих природних мінеральних вод [15]. Для виробництва напоїв для спортсменів можуть застосовуватись мінеральні хлоридні натрієві води, які відносяться до столових та лікувально-столових з мінералізацією до 5 мг/дм³. Такі води за якісним мінеральним складом близькі до якісного мінерального складу напоїв для спортсменів. Та оскільки загальна мінералізація вища за необхідну, то її необхідно зменшувати. Для вирішення такої проблеми запропоновано застосовувати спосіб опріснення води виморожуванням.

Аналіз переваг та недоліків сучасних способів опріснення води показав, що спосіб опріснення води виморожуванням характеризується низькими енергетичними витратами на процес, відсутністю накипоутворення та необхідності у використанні хімічних реагентів для регенерації робочих поверхонь, а також унікальними властивостями вимороженої води, завдяки яким вона краще засвоюється організмом і чинить оздоровлюючий і омолоджуючий вплив на людину [16]. Разом з тим, рекомендації щодо застосування даного способу для опріснення природних мінеральних вод, зокрема хлоридних натрієвих, відсутні. В зв'язку з цим сформульована наступна мета роботи – розробка способу та технологічних режимів опріснення природної мінеральної хлоридної натрієвої води для спортсменів. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- запропонувати спосіб організації процесу опріснення води виморожуванням;
- дослідити вплив різних факторів процесу виморожування на якість опрісненої природної мінеральної 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 раціональних технологічних режимів проведення процесу опріснення води.

Експериментальні дослідження впливу факторів процесу виморожування на якість опрісненої води

Для експериментального дослідження використовували природну мінеральну воду «Кюляник» із загальною мінералізацією 3 – 4 г/дм³.

Для підвищення ефективності процесу опріснення води виморожування проводили при змінній в процесі температурі холодоносія в кристалізаторі. При цьому на початку процесу температуру холодоносія підтримували на рівні, необхідному для переохолодження води та формування зародків кристалів льоду на охолоджуючій поверхні. А далі температуру холодоносія змінювали у відповідності до лінії ліквідусу природної мінеральної води при незначній різниці температур між температурою холодоносія та криоскопічною температурою мінеральної води поточної концентрації. Крім того, мінеральну воду перед виморожуванням насичували вуглекислим газом з метою отримання газогідратів (рис. 1).

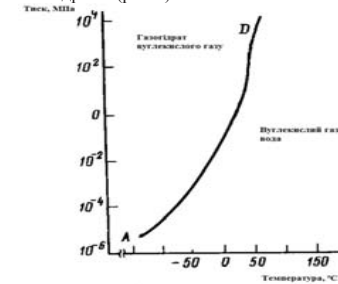


Рис. 1 – Фазова діаграма системи «вода – вуглекислий газ»

Адже відомо, що молекули води за допомогою водневого зв'язку утворюють кристалічну решітку, а молекули газу розміщуються у внутрішніх порожнинах цієї решітки, де утримуються силами Ван-дер-Ваальса [17]. Це перешкоджає залученню інших молекул та іонів мінеральних речовин в структуру льоду, а отже сприятиме підвищенню ступеню опріснення води (рис. 2) [18].

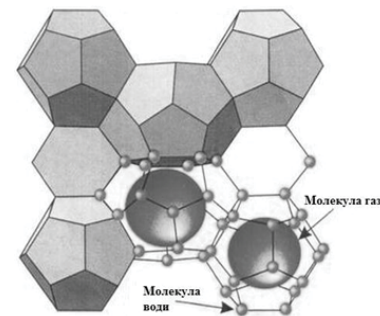


Рис. 2 – Кінетика процесу дегазації штучно насиченої CO₂ мінеральної води. 1, 2, 3 – способи дегазації

Під час виконання експериментального дослідження вивчали вплив температурного режиму роботи кристалізатора, концентрації вуглекислого газу у вихідній воді, pH води, початкової загальної мінералізації та температури води, тривалості сепарування твердої вимороженої фази на показники якості опрісненої води.

У вихідній та опрісненій воді визначали вміст іонів натрію, калію, кальцію, магнію, хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, розчиненого вуглекислого газу, а також pH, електропровідність за NaCl, сухий залишок, загальну жорсткість і загальну лужність та їх складові. Для цього використовували стандартні та модифіковані методи визначення показників якості води.

Сумарний вплив вищезазначених факторів процесу виморожування на розподіл іонів між вимороженою твердою фазою та концентрованим розчином описували через величину коефіцієнта залучення (K_3) іонів у тверду фазу: $K_3 = (C_{т.ф.} / C_{в.в.}) \cdot 100$, %, де $C_{т.ф.}$ – концентрація іонів у розплаві твердої фази, мг/дм³, $C_{в.в.}$ – концентрація іонів у вихідній воді, мг/дм³.

Дослідження процесу опріснення води проводили на експериментальній установці, оснащений сучасною контрольно-вимірною апаратурою. В установці виморожування води здійснювали на зовнішній поверхні семи трубчастих кристалізаторів із зовнішнім діаметром 12 мм та висотою 337 мм [19]. Для вивчення впливу температурного режиму на показники якості опрісненої води, використовували наступні температурні режими кристалізатора (t_c): I – змінний в процесі, $t_c = -2...-4$ °C; II – змінний в процесі, $t_c = -3...-5$ °C; III – постійний у процесі, $t_c = -5$ °C. Для цих температурних режимів при умові наморожування твердої фази до товщини 9 мм в усіх дослідях 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. В I і II режимах створення умов для кристалізації води на охолоджуючій поверхні досягалося зниженням температури проміжного холодоносія на початку процесу до мінус 5 °C. З моменту появи перших кристалів на поверхні кристалізатора температура холодоносія підвищувалася, а далі змінювалася в автоматичному режимі у вказаних вище діапазонах.

Для вивчення впливу концентрації вуглекислого газу на якість опрісненої води фасовану мінеральну воду піддавали дегазації. Дегазацію води проводили шляхом її нагрівання до $t = 90$ °C (для отримання зразків води з $C_{в.в.} = 0,27$ г/дм³) та шляхом нагрівання її до температури кипіння та витримування при ній протягом 9...10 хв. (для отримання зразків води з $C_{в.в.} = 0$ г/дм³). В експериментальних дослідженнях також

використовували зразки води, які не піддавали дегазації.

Для обробки і узагальнення отриманих експериментальних даних використовували сучасні математичні пакети, зокрема «Excel».

Аналіз експериментальних даних, отриманих під час дослідження впливу температурних режимів на якість опрісненої води, показав, що кращий ступінь опріснення досягався при температурному режимі I, як за іонами (рис. 3 а,б), так і за іншими фізико-хімічними показниками якості води (наприклад, для іонів натрію – на 10–11% краще в порівнянні з температурним режимом II та на 11–12% краще в порівнянні з температурним режимом III). Тому в подальших дослідженнях впливу інших факторів процесу опріснення води на її якість використовували саме температурний режим I. Слід зазначити, що на даному етапі дослідження використовували зразки води, які не були насичені вуглекислим газом перед виморожуванням.

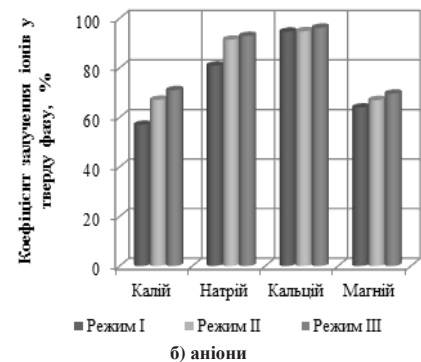
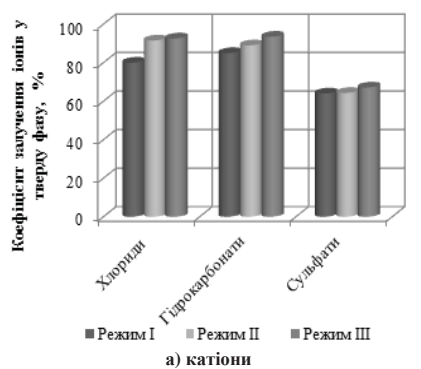


Рис. 3. Вплив температурного режиму виморожування на іонний склад опрісненої води

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/дм³ та вмістом вуглекислого газу, рівним 0; 0,27 та 3,70 г/дм³. При вказаних значеннях концентрацій вуглекислого газу рН води становила 8,32; 5,90 та 4,88 відповідно. Вищий ступінь опріснення мінеральної води був досягнутий у зразків води з концентрацією вуглекислого газу у воді, рівній 3,7 г/дм³. Аналіз отриманих даних (рис. 4а,б) показує, що збільшення вмісту вуглекислого газу у воді до її опріснення до концентрації 3,7 г/дм³ 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.

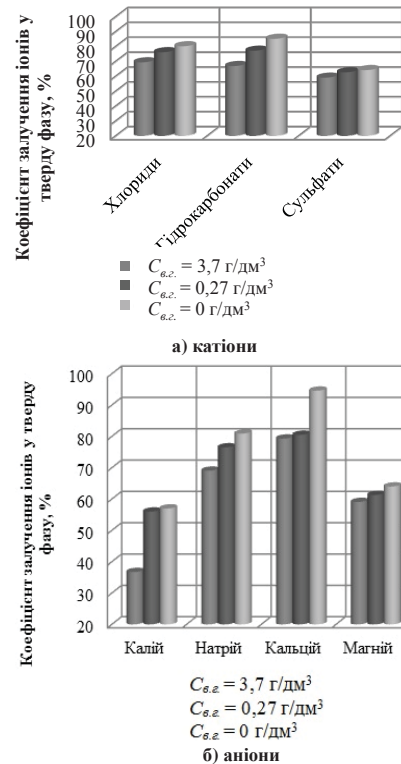


Рис. 4. Вплив початкового вмісту вуглекислого газу на іонний склад опрісненої води

Покращення ефективності процесу опріснення води шляхом виморожування при використанні вуглекислого газу пояснюється отриманням газогідратів вуглекислого газу, внаслідок чого більша частка розчинених речовин води відтісняється від фронту кристалізації і не захоплюється в порожнини між кристалами льоду.

Додавання вуглекислого газу до вихідної води знижувало її рН, але літературних даних про закономірності впливу такого фактора 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 мінеральної води у кількості, яка б забезпечувала отримання значення рН=4,88 (аналогічне рН при $C_{e,z}=3,70$ мг/дм³). Результати досліджень порівнювали із результатами, отриманими при опрісненні зразка 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: збільшується залучення іонів магнію у тверду фазу на 39,3% і зменшується залучення іонів калію, кальцію і сульфатів на 11,1; 40,0 і 15,1% відповідно. При цьому ефективність процесу опріснення води виморожування в цілому (за показником сухого залишку) погіршується на 15%. Таким чином, зниження рН води перед опрісненням, зокрема шляхом додавання до неї аскорбінової кислоти, є недоцільним.

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 ($t_{e,n}$) в діапазоні від 8 до 20 °С на її якість після опріснення. В дослідженнях використовували зразки води з $C_{e,z}=3,70$ г/дм³. 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 додатково охолоджувати воду перед опрісненням виморожуванням, у випадку якщо її температура не перевищує 20 °С, немає потреби.

Також вивчено вплив початкової загальної мінералізації води на зміну її якості в процесі опріснення. Для досліджень використовували воду з мінералізацією 3,22 г/дм³ та 2,37 г/дм³. При цьому в якості зразків з меншим значенням мінералізації використовували опріснену воду після першого ступеню виморожування. 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:

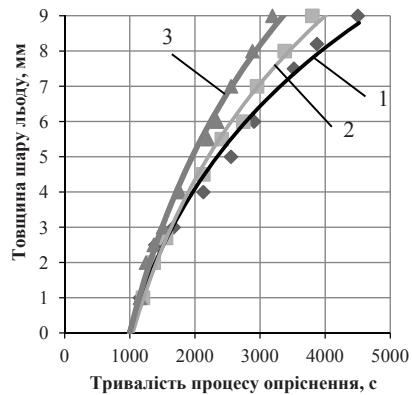
– значення K_c залежить від усіх факторів, які досліджувалися, а також від тривалості проведення процесу виморожування;

– зміна початкової концентрації іонів у вихідній воді відображається на порядку руху іонів в тверду фазу. Так, при загальній мінералізації вихідної води, рівній 3,22 г/дм³ порядок руху іонів такий – $Ca^{2+} > HCO_3^- > (Na^+ > Cl^-) > (Mg^{2+} > SO_4^{2-} > K^+)$, а при загальній мінералізації вихідної води, рівній 2,37 г/дм³ наступний – $Ca^{2+} > SO_4^{2-} > (Na^+ > Cl^-) > (HCO_3^- > Mg^{2+} > K^+)$;

– для інших факторів процесу опріснення води виморожуванням (температурний режим кристалізатора, вміст вуглекислого газу у воді, рН води, початкова температура води) характер розподілу іонів між твердою і рідкою фазами був наступним: $Ca^{2+} > HCO_3^- > (Na^+ > Cl^-) > (Mg^{2+} > SO_4^{2-} > K^+)$. 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 фазу в процесі виморожування, проводили також дослідження впливу тривалості сепарування твердої фази (самовільне стікання концентрованого розчину з поверхні льоду під дією сил гравітації в умовах навколишнього середовища) на якість опрісненої води. Було встановлено, що сепарування твердої фази протягом 60 хв. дозволяє зменшити вміст в опрісненій воді всіх іонів на 28–62,4%, а сепарування твердої фази протягом 100 хв – на 36–69,7% в залежності від виду іону і 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 твердої фази, був кальцій. Слід зазначити, що хоча сепарування дозволяє ще підвищити ступінь опріснення води, у випадку опріснення виморожуванням природної мінеральної води «Куюльнико» з метою подальшого використання її для виробництва напоїв для спортсменів, застосування процесу сепарування твердої фази є недоцільним. Це пояснюється тим, що вже за один ступінь опріснення виморожуванням попередньо насиченої вуглекислим газом

води досягається така її якість, яка необхідна для виробництва зазначених напоїв.



а) зміна товщини твердої фази в процесі опріснення: 1, 2, 3 – температурні режими I, II, III відповідно

Також отримано 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 температуру вихідної води. Типовий характер цих змін наведено на рис. 6.

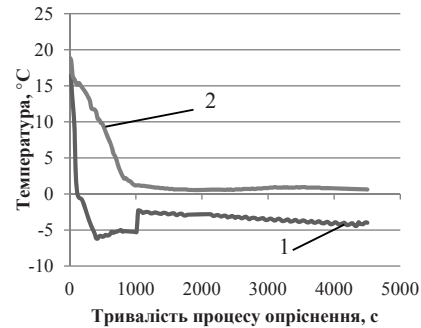
Серед особливостей в характері змін кінетичних характеристик слід зазначити те, що на висоту вимороженої твердої фази суттєво впливає додавання вуглекислого газу до вихідної води. При цьому збільшення висоти твердої фази в експериментальному дослідженні складало 6...8 мм в порівнянні із твердою фазою, отриманою зі зразка води, попередньо не насиченої вуглекислим газом. Тому це слід враховувати при проектуванні конструкції промислової установки.

Таблиця 1 – Порівняльний вміст електролітів в напоях для спортсменів та у воді, опрісненій виморожуванням

Іони	Рекомендації щодо мінерального складу напоїв для спортсменів, мг/дм ³				Хімічний склад опрісненої води за заявленим способом [18]
	Літературне джерело				
	[1]	[2]	[3]	[4]	
Na ⁺	230-1725	865	230-690	460-920	693-819,5
K ⁺	117-780	282	–	–	11-18
Mg ²⁺	12-364,5	22	–	–	20-44,3
Ca ²⁺	20-600	173	–	–	21,1-33,3

Висновки

1. Експериментальним шляхом встановлено вплив основних факторів процесу виморожування



б) зміна температури води та проміжного холодоносія в процесі опріснення: 1 – холодоносій; 2 – вода

Рис. 6. Зміна кінетичних характеристик твердої і рідкої фази в процесі виморожування

Апробація результатів досліджень

Узагальнення результатів досліджень дозволило рекомендувати наступні технологічні параметри проведення процесу опріснення мінеральної хлоридної натрієвої води виморожуванням: температурний режим кристалізатора, змінний в процесі ($t_x = -2...-4$ °C), вміст вуглекислого газу у воді на початку процесу виморожування – 3,70 г/дм³, тривалість процесу опріснення (без урахування процесу охолодження) – 60 хв., один 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 (табл. 1) [20].

(температурного режиму кристалізатора, вмісту вуглекислого газу, рН, початкової загальної мінералізації і температури природної мінеральної

води), а також сепарування твердої вимороженої 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 $C_{в.г.} = 3,70$ г/дм³ вихідної води (в порівнянні з водою, опрісненою без попереднього насичення її вуглекислим газом) та на 1,6...14,0 % при застосуванні змінного температурного режиму $t_x = -2...-4$ °C (в порівнянні з процесом, проведеним при незмінному температурному режимі $t_x = -5$ °C). Зниження рН води шляхом додавання до вихідної негазованої води аскорбінової кислоти та початкова температура води в межах 8...20 °C суттєво не впливають на ступінь опріснення води. Проведення другого ступеня опріснення та сепарування твердої фази дозволяє здійснити більш глибоке опріснення води, проте у випадку підготовки природної мінеральної води «Кюзяльник» для виробництва напоїв для спортсменів є недоцільним.

2. Визначено закономірності розподілу компонентів вихідної води між вимороженою твердою фазою і концентрованим розчином в

процесі виморожування. Встановлено, що під впливом більшості вищезазначених факторів порядком 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, порядком руху є таким: $Ca^{2+} > SO_4^{2-} > (Na^+ > Cl^-) > (HCO_3^- > Mg^{2+} > K^+)$.

3. Узагальнено результати експериментальних досліджень і сформульовано рекомендації щодо способу та раціональних технологічних режимів проведення процесу опріснення виморожуванням природної мінеральної лікувально-столової хлоридної натрієвої води для технології водопідготовки у виробництві напоїв для спортсменів: за умов проведення процесу кристалізації води на зовнішній поверхні вертикальних трубчастих кристалізаторів, в умовах вільної конвекції в рідкій фазі, при температурному режимі, змінному в процесі $t_x = -2...-4$ °C, вмісті вуглекислого газу у воді на початку процесу виморожування, рівному 3,7 г/дм³, тривалості процесу опріснення (без урахування тривалості процесу охолодження) – 60 хв., одному ступеню виморожування, плавленні вимороженої твердої фази за умов навколишнього середовища без попереднього її сепарування.

Список літератури:

1. Сорокіна І.М. Разработка технологии и оценка потребительских свойств специализированных продуктов для питания спортсменов с использованием пробиотиков метаболического типа: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15/И.М. Сорокина. – М., 2012. – 26 с.
2. Патент Российской Федерации №2375930. Композиция негазированного спортивного напитка, негазированный спортивный напиток и способ его получения. Патентообладатель: СТУКЛИ-ВАН КЭМП, ИНК. (US); опубл. 20.12.2009.
3. Функциональные напитки и напитки специального назначения / Ин-тнутрицевт. и функц. пищевых продуктов, Ун-т Лаваль; ред., сост. П. Пакен; пер. с англ. И.С. Горожанкина. – СПб.: Профессия, 2010. – 495 с. – (Науч. основы и технологии).
4. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации /учеб.-метод. пособие / О.О. Борисова. – М.: Советский спорт, 2007. – 132 с.
5. Maughan R.J. The sports drink as a functional food: formulations for successful performance / R.J. Maughan // Proc. Nutr. Soc. – 1998. – Vol. 57, № 1. – P. 15-23.
6. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat / S. M. Shirreffs, L. F. Ragon-vargas, M. Chamorro et al. // Int. J. Sports Med. – 2005. – Vol. 26. – P. 90-95.
7. Exercise and Fluid Replacement / M. N. Sawka, L. M. Burke, E. R. Eichner et al. // Med. Sci. Sports Exerc. Offic. J. Am. College Sports Medicine. – 2007. – Vol. 39, № 2. – P. 377-390.
8. Bollinger H. Erfolgreiche 2. Generation / H. Bollinger // Lebensmitteltechnik. – 1999. – № 9. – S. 20-23.
9. Zocher H. Erfolg haben heisst Chancen nutzen / H. Zocher // Flüssiges Obst. – 1998. – B. 65, № 7. – S. 376.
10. Rodriguez NR. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance / NR. Rodriguez, NM. DiMarco, S. Langley // J. Am. Diet. Assoc. – 2009. – Vol. 109, № 3. – P. 510-527.
11. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / монография / Б.Е. Рябчиков – М.: ДеЛиПринт, 2004. – 328 с.
12. Запольский А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
13. Царахова Э.Н. Требования к минеральным водам как основе напитка. / Э.Н. Царахова, Г.И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология, №1, 2007.
14. Коваленко О.О. Мінеральні води – перспективна сировина для виробництва напоїв для спортсменів / О.О. Коваленко, І.В. Курчєвич // Aqua Ukraine: X Міжнар. форум: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.

- «Вода і довкілля», Київ, 2012 р. – К., 2012. – С. 47.
- Беленький С.М. і др. Технології обробки і розливу мінеральних вод / С.М. Беленький, Г.П. Лаврешкіна, Т.Н. Дульнева. – 2-е. изд., перераб. И доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 151 с.
 - Коваленко О.О. Метод виморожування в технологіях водопідготовки / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, І.В. Курчевич // 36. доп. Міжнар. Конгресу «ЕТЕВК – 2011» (Екологія, технологія, економіка, водопостачання, каналізація), Ялта, 6-10 черв. 2011 р. – Ялта, 2011. – С. 143-145.
 17. Мирзаджанзаде А. Х. Фізика нефтяного і газового пласта / А. Х. Мирзаджанзаде И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. – М.: Недра, 1992. – 280 с.
 - Пат. 82085 Україна, МПК СО2 1/22. Спосіб підготовки мінеральної води для виробництва напоїв / Коваленко О.О., Курчевич І.В., Василів О.Б.; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій – № у 201214013 ; Заяв. 10.12.12 ; Публік. 25.07.2013, Бюл. № 14. –4с.
 - Пат. 82486 Україна, МПК СО2F 1/22, А23L 2/08. Установа для опріснення води / Василів О. Б., Коваленко О. О., Тітлов О. С., Іщенко С. В. ; заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій – № у 201214014 ; Заяв. 10.12.12 ; Публік. 12.08.2013, Бюл. № 15. –5 с.
 - Коваленко Е.А. Экспериментальные исследования влияния условий вымораживания на качество опресненной воды / 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.

Анотація. У представленій роботі показано актуальність удосконалення технології кондиціонування води шляхом сорбційного очищення для виробництва лікєро-горіччаної продукції. Вивчено ефективність застосування активного вугілля марки Silcarbon K1810, Silcarbon K835 та Silcarbon K814 під час кондиціонування води для алкогольних виробів.

Ключові слова: вода, вугілля, активність, ефективність, кондиціонування, показники якості

Аннотация. В представленной работе показано актуальность усовершенствования технологии кондиционирования воды путем сорбционной очистки воды для производства алкогольной продукции. Изучена эффективность использования активированного угля марки Silcarbon K1810, Silcarbon K835 та Silcarbon K814 во время кондиционирования воды для алкогольных изделий.

Ключевые слова: вода, уголь, активность, эффективность, кондиционирование, показатели качества

Вступ

Сучасний розвиток лікєро-горіччаної галузі потребує вирішення задач, пов'язаних зі зменшенням домішок у горілках та лікєро-горіччаних напоях, які потрапляють у готову продукцію зі спиртом етиловим ректифікованим та водою питною. Від складу макро- та мікродомішок води залежать ор-

УДК 663.6, 628.16.081.32, 628.16.162.1

АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ У ВОДОГОТУВАННІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НАПОЇВ

С.І. Олійник

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: lana_ol@ukr.net

В. Л. Прибильский

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: undihp@mail.ru

А.М. Куц

Кандидат технічних наук, доцент*

anatolykuts@ukr.net

*Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства
Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, Україна, 01601

В.П. Ковальчук

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник**

E-mail: kovalchuk.vp@mail.ru

**Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології харчових продуктів»

пров. Бабушкіна, 3, м. Київ-190, Україна, 03190

О.О. Коваленко

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник***

E-mail: e_kov@ukr.net

***Кафедра технології питної води
Одеська національна академія харчових технологій
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

ганолептичні властивості лікєро-горіччаної продукції, її стійкість під час зберігання.

Постановка проблеми та її зв'язок з найважливішими науковими та практичними завданнями

Підвищення вимог до якості підготовленої води для лікєро-горіччаного виробництва вимагає

застосування найбільш ефективних способів видалення забруднень з вихідної природної води.

Останнім часом усі заходи на вітчизняних лікєро-горіччаних заводах були спрямовані в основному на видалення органічних забруднень біологічного природного походження. Між тим в зв'язку зі збільшенням забруднень джерел водопостачання побутовими та промисловими стічними водами спостерігається підвищення вмісту органічних речовин, яке характеризується показником окиснюваності води [1-4].

Згідно з Виробничим технологічним регламентом на виробництво горілок і лікєро-горіччаних напоїв ТР У 18.5084-96 водоотгування на лікєро-горіччаному підприємстві передбачає блоки: механічного фільтрування, знезалізнення та деманганізації, сорбційного очищення та демінералізації, коригування та оптимізації органолептичних показників та масової концентрації хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, натрію, калію, які в основному формують смакові властивості технологічної води, а відтак – і лікєро-горіччаної продукції.

Блок сорбційного очищення води активним вугіллям (АВ) є найбільш застосовуваним для:

- покращання смаку, запаху та зменшення забарвленості води;
- видалення з води розчинених органічних речовин;
- видалення активного хлору та хлорорганічних речовин;
- видалення заліза, марганцю, азотовмісних сполук та інших токсичних елементів.

Однак, одночасно з високим ефектом очищення води від органічних домішок, АВ може підвищувати твердість, лужність, масову концентрацію карбонатів, ортофосфатів, силікатів у підготовленій воді. Це може негативно впливати на якість готової продукції, в якій утворюються осади та погіршуються фізико-хімічні та органолептичні показники горілок, горілок особливих та напоїв.

Вищевикладене вказує на необхідність удосконалювати існуючі технологічні способи очищення води для приготування лікєро-горіччаної продукції.

Огляд літератури

На цей час для вирішення поставленого завдання сорбційне очищення є одним з найбільш ефективних. Для сорбційного очищення використовують сорбенти з розвинутою або специфічною поверхнею природного або штучного походження: іоніти, активне вугілля, цеоліти тощо [6,7].

Під час адсорбції з води видаляються в основному молекули органічних домішок, а також поліциклічні ароматичні вуглеводні, нафтопродукти, хлор- та фосфорорганічні сполуки, колоїдні частки і мікрозависі. Активне вугілля також вико-

ристовується як катализатор розкладання активного хлору і озону, які можуть міститися у воді [8].

АВ – пористий вуглецевий матеріал, з розвинутою пористою структурою та високою сорбційною активністю. За структурними характеристиками АВ відносять до групи мікрокристалічних різновидів вуглецю, що складається з графітових кристалітів та аморфного вуглецю. Ця неоднорідна маса і визначає своєрідну пористу структуру АВ, а також його адсорбційні і фізико-механічні властивості. Наявність хімічно в'язаного оксигену в структурі АВ утворює поверхневі хімічні сполуки основного або кислотного характеру, значно впливає на його адсорбційні властивості [8].

Пориста структура АВ характеризується наявністю розвинутої системи пор, які класифікують за розмірами на мікропори, мезопори та макропори. Розвинена пориста структура і висока сорбційна активність АВ сприяють ефективному очищенню води від техногенних домішок, запахів і присмаків.

Адсорбційні властивості АВ оцінюються за кількістю модельної речовини, сорбованої одиницею маси вугілля при визначених умовах до повного його насичення. Адсорбційні властивості АВ визначаються мікропорами, які становлять до 90 % усієї поверхні активованого вугілля, на якій протікають процеси адсорбції. Основа процесу сорбції – це взаємодія енергетично ненасичених атомів вуглецю з молекулами адсорбованих речовин. Краще проходить сорбція речовин у молекулярній формі, гірше – в іонній. Найбільш загальна оцінка пористості АВ визначається сумарним об'ємом пор, що характеризує ступінь розвитку пористості. Сумарний об'єм пор – сума об'ємів макропор, перехідних пор та мікропор. Вона виражається різницею об'єму, який займає 1 г зерен вугілля та істинного об'єму особової речовини АВ. Крім сумарного об'єму пор важливою характеристикою АВ є його ємкість – кількість домішок, які можуть бути видалені з води 1 дм³ або 1 кг адсорбенту. Після насичення адсорбенту домішками він втрачає свою адсорбційну здатність. Адсорбційна здатність адсорбентів може бути частково відновлена спеціальними розчинами та парою. Цей процес називається регенерацією. Регенерацію АВ частіше всього здійснюють парою, але для видалення органічних речовин природного походження цей процес є мало-ефективним [1-9].

Крім сорбційної здатності важливе значення мають фізико-механічні характеристики АВ, такі як: фракційний склад (розмір часток), насипна густина, механічна міцність, зольність.

За формою і розміром часток АВ може бути порошковим, зернистим (подрібненим та гранульованим), а також волокнистим. Порошкове активоване вугілля має розмір часток менше ніж 0,1 мм, зернисті – від 0,5 до 5,0 мм, волокнисті – діаметр менше ніж 0,1 мм і довжину декілька сантиметрів.