

Література

1. Павлюк, Р. Ю. Новые технологии антоциановых добавок (Новые технологии консервирования) [Текст]: монография / Р. Ю. Павлюк, В. В. Яницкий, Т. В. Крячко и др.; Харьк. гос. ун-т пит. и торговли; Департамент пищ. пром-ти Мин-ва аграр. полит. Украины. – Харьков; Киев, 2008. – 261 с.
2. Упир, Л. В. Дослідження біологічно активних речовин буряка звичайного [Текст] / Л. В. Упир, В. М. Ковальов // Фізіологічно активні речовини. – 2001. – № 2(32).
3. Шуляк, В. А. Технологические аспекты влияния различных добавок на сохранность красящих пигментов свеклы [Текст] / В. А. Шуляк, Л. П. Доброскок, М. Е. Болухова // Пищевая технология. – 2001. – № 4.
4. Танчев, С. С. Антоцианы в плодах и овощах [Текст] / С. С. Танчев. – М.: Пищевая пром-ть, 2000. – 340 с.
5. Петрушевский, В. В. Биологически активные вещества пищевых продуктов [Текст] / В. В. Петрушевский, Е. Е. Гладких, Е. В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 2002. – 192 с.
6. Колесник, А. А. Устойчивость пигментов столовой свеклы к нагреванию и окислению кислородом воздуха [Текст]: сб. тр. / А. А. Колесник, В. С. Афанасьева // Товароведение пищевых продуктов. – М., 2003. – Вып. 2. – С. 3–12.
7. Безусов, А. Т. Шляхи стабілізації кольору столових буряків [Текст]: зб. наук. пр. / А. Т. Безусов, Л. М. Тележенко, А. К. Бурдо // Обладнання та технологія харчових виробництв. – Донецьк, 2009. – С. 327–333.
8. Иванова, Р. А. Влияние степени концентрации и температуры хранения свекольного сока на сохранность бетацианинов [Текст]: научн. труды междунар. науч. – практ. конф./ Р. А. Иванова // Нац. ин-т фармации Республики Молдова. – Одесса, 2007. – Ч. 2. – С. 117–119.
9. Жеребин, Ю. Л. Беталаиновые пигменты столовой свеклы [Текст] / Ю. Л. Жеребин, В. В. Капустина. – К., 2009. – 32 с.
10. Успенская, Р. Н. Влияние режима тепловой обработки на изменение красящих веществ столовой свеклы [Текст] / Р. Н. Успенская, С. И. Ли // Вопросы технологии производства продукции общественного питания. – М., 1999. – С. 129–141.

В даній статті обговорюється можливість регулювання складу сольової системи молока з метою зміни його функціонально-технологічних властивостей шляхом демінералізації альгінатом натрію, для чого вивчено вміст кальцію і його зміна в процесі демінералізації, середній діаметр міцел казеїну і молекулярно-масовий розподіл. Отримані результати вказують на підвищення кислото- та термостабільності молочної сировини

Ключові слова: склад сольової системи молока, комплексоутворювач, альгінат натрію, демінералізація

В данной статье обсуждается возможность регулирования состава солевой системы молока с целью изменения его функционально-технологических свойств путем деминерализации альгинатом натрия, для чего изучено содержание кальция и его изменение в процессе деминерализации, средний диаметр мицел казеина и молекулярно-массовое распределение. Полученные результаты указывают на повышение кислото- и термостабильности молочного сырья

Ключевые слова: состав солевой системы молока, комплексообразователь, альгинат натрия, деминерализация

УДК 637.131:661.183.12

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РЕГУЛЮВАННЯ СКЛАДУ СОЛОВОЇ СИСТЕМИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

Р. В. Плотнікова

Асистент*

E-mail: hduht@kharkov.com, raisa17_86@mail.ru

Н. Г. Гринченко

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра технології м'яса**

О. В. Мороз

Асистент*

П. П. Пивоваров

Доктор технічних наук, професор

*Кафедра технології харчування

**Харківський державний університет

харчування та торгівлі

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

E-mail: hduht@kharkov.com

1. Вступ

Найважливішими компонентами молока є білки, на реалізації функціонально-технологічних властиво-

стей яких базуються технології переробки молочної сировини та виробництво широкого асортименту продукції. Саме реалізація властивостей білкових речовин молока, які за певних умов виявляють здатність

до коагуляції, піноутворення, емульгування, визначає широкий асортимент харчової продукції на його основі – сичуговий, м'який, плавлений та кисломолочний сир, морозиво, десертна продукція (м'яке морозиво, креми, десерти з сиру кисломолочного), іонітне молоко та інші. Доцільність регулювання властивостей більш значуща при переробці молока в харчові продукти, в межах яких необхідно сформувати визначені властивості – вологозв'язуючу здатність, термо- та кислотостійкість, здатність до піноутворення та емульгування, сичугової коагуляції.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В роботах Горбатової К.К. [1], Чагаровського А.П. [2], Дейниченко Г.В. [3], Дідух Н.А. [4], Тепела А. [5], Соколовой Л.І. [6], Маріанті Ф. [7], Сінг Х. [8] та інших розглянуто теоретичні та прикладні аспекти регулювання функціонально-технологічних властивостей білків молока з метою підвищення його ресурсного потенціалу. Вищеозначене досягається декількома шляхами – використанням традиційних та новітніх способів обробки (іонообміну, ультрафільтрації) [2, 3, 7], введенням до складу продуктів харчових мікроінгредієнтів, що виконують функцію стабілізаторів [6]. Щодо останнього, то він є одним з найефективніших.

Регулювання функціонально-технологічних властивостей молока може бути здійснено цілеспрямованою зміною складу його сольової системи шляхом використання природних комплексоутворювачів – альгінату натрію, який здатен зв'язувати іонізований кальцій. За цих умов можна прогнозувати руйнування міцелярної та субміцелярної структури казеїнаткальційфосфатного комплексу, наслідком чого є підвищення термо- та кислотостійкості, колоїдної стійкості харчових систем.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження, результати якого узагальнено та наведено у статті, є висвітлення теоретичних передумов та експериментальне визначення параметрів регулювання складу сольової системи (ССС) молока шляхом використання природного комплексоутворювача альгінату натрію (AlgNa).

4. Експериментальні дані та їх обробка

Предметами дослідження були:

- молоко питне знежирене сировинної зони ДП «ДГ «Кутузівка» НААН України;
- комплексоутворювач – AlgNa (виробник фірма «Danisco», марка FD 127), який дозволений до використання Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я України;
- молоко знежирене, регулювання ССС якого здійснено шляхом іонообміну між AlgNa та іонами кальцію (Ca^{2+}) молока.

Регулювання ССС здійснювали шляхом крапельного введення розчину AlgNa до молочної сировини за рН 6,6 та рН 5,5 з наступним витриманням протягом

$(0,5...6,0) \cdot 60^2$ с з утворенням систем «AlgNa-Ca», які надалі видаляли шляхом декантації.

Визначення активної кислотності (рН) молочної сировини здійснювали за ГОСТ 26781; вмісту кальцію – комплексометричним методом за методикою А.Я. Дуденкова, який заснований на взаємодії кальцію з трилоном-Б у лужному середовищі [9]; середнього діаметру міцел казеїну – методом світлорозсіювання [9]; термостабільність – за алкогольною пробою при диференційованому вмісті спирту.

Визначення молекулярно-масового розподілу (ММР) систем здійснювали шляхом розділення речовин центрифугуванням в комбінованому градієнті густини солей NaCl і CsCl, взятих у співвідношенні (1,5:1)...(2,0:1) за постійного об'єму (12,5...13,0 мл). Дослідження проводили на центрифугі фірми «Westan L-7» в роторі SW-40і з використанням розчинів солей NaCl (1,03...1,2 г/см³) і CsCl (1,37...1,6 г/см³). Використовували 6 пробірок, в одну з яких на градієнт наносили маркер (стандарт) молекулярних мас – декстрини фірми Fluka з молекулярними масами 20 тис., 40 тис., 70 тис., 110 тис., 500 тис., 1 млн., 2 млн. Криві ММР будували, відкладаючи по осі *x* номер фракції об'ємом 0,5 мл, по осі *y* – поглинання за $\lambda = 490$ нм, використовуючи фенол-сірчаний метод [10].

Експериментальні дослідження проводилися у науково-дослідних лабораторіях Харківського державного університету харчування та торгівлі й інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

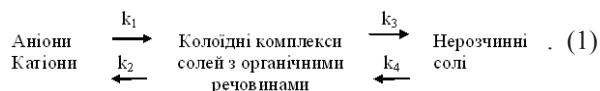
Результати досліджень. Молоко є складною за складом, станом та структурою харчовою дисперсною системою, в межах якої речовини знаходяться у трьох фазах: колоїдно-дисперсній, емульсійній та істинного розчину, між якими встановлюється взаємовпливаюча одне на одного фізико-хімічна рівновага. Стабільність молока як системи в технологічному потоці визначається стабільністю стану структурних елементів підсистем. Один і той самий структурний елемент системи «молоко» може нести одночасно фізичний, хімічний, біохімічний, мікробіологічний, колоїдний та інші потенціали, й стабілізація значень одного з них не гарантує стабільність іншого та системи в цілому. Здатність до зміни цих потенціалів буде залежати від умов «відкритості» структурного елемента до дії зовнішніх факторів. Зовнішній вплив може змінювати фізичний потенціал й не впливати на хімічний та/або біохімічний потенціали, але тільки за умов, що стан рівноваги системи в цілому не змінюється під впливом зовнішніх факторів, оскільки ця система до дії даного фактору є «закритою».

В реальних умовах таких ізольованих систем не існує, не є винятком й система «молоко». Ось чому при зміні такого фізичного потенціалу як щільність істинного розчину (сироватка молока з видаленим білком) молоко здатне змінювати хімічний потенціал, оскільки рівновага такої підсистеми як «колоїдний розчин – істинний розчин» є найбільш чутливою до технологічного та біохімічного впливу й залежить від питомої щільності кожної складової дисперсної системи, яка являє собою дисперсію колоїдних часточок у істинному розчині.

Тому збільшення чи зменшення іонної сили істинного розчину (у молоці – складу сольової системи) буде напряму впливати на розміри, заряд,

рухомість та гідратацію міцел колоїду, зокрема, міцел казеїну. Оскільки за розмірами міцели казеїну є одним з найбільших фізичних утворень молока, носієм поверхневого заряду з певною закономірністю розподілення на поверхні міцели, то зміна складу дисперсійного середовища молока буде впливати на стан та стійкість міцел казеїну, а значить – й на функціонально-технологічні властивості молока в цілому.

Нами сформульовано робочу гіпотезу, відповідно якої зміна складу сольової системи молочної сировини (істинного розчину дисперсійного середовища молока) змінює властивості всіх складових системи «молоко», а глибина змін дозволить регулювати функціонально-технологічні властивості молока як сировини в широкому діапазоні. В межах сформульованої гіпотези система «молоко» розглядається з точки зору взаємодії окремих елементів системи, особливо складу сольової системи, який впливає на колоїдний стан молока. Склад сольової системи молока (мінеральні речовини) за станом є системою, взаємозв'язок між елементами якої описується рівнянням (1):



За досягнення умов термодинамічної рівноваги ($k_1=k_2$, а $k_3=k_4$), спрямованість перетворень та стан мінеральних речовин, які в загальному вигляді залежать від значень $k_1...k_4$, визначаються більшою мірою здатністю аніонів та катіонів до комплексоутворення, а для колоїдних комплексів – до дисоціації. Виходячи з цього, можна прогнозувати, що перевагу у цьому випадку мають полівалентні аніони та катіони, але за умов, що вони знаходяться у розчинному стані. Їх розчинність може змінюватися залежно від дії зовнішніх факторів на систему – зміни значень рН, концентрації сухих речовин та інш. Аналіз рівняння 1 дозволяє стверджувати, що найбільшим хімічним потенціалом володіють аніони та катіони.

За цих умов можна прогнозувати, що введення в молоко комплексоутворювачів, здатних трансформувати у нерозчинний стан аніони та катіони, створює умови, коли $k_2 > k_1$, що змінює потенціали системи «молоко», і, як наслідок, її функціонально-технологічні властивості.

Доведено, що як комплексоутворювач може бути використано $AlgNa$ (у вигляді водних розчинів), який за рахунок перебігу реакції заміщення здатен виводити у нерозчинний стан іонізований кальцій (Ca^{2+}), тим самим порушуючи рівновагу $k_1=k_2$ у бік $k_2 > k_1$, що призведе до переведу у розчинний стан частки кальцію колоїдних комплексів, змінюючи властивості системи в цілому. Введення до системи певних коректорів роз-

чинності, наприклад, харчових кислот чи кислотовміщуючої сировини, призведе до інтенсифікації вищезначених процесів, виникненню нових умов ($k_4 > k_3$) й зміні ССС молочної сировини. При розумній поведінки усіх структурних елементів системи «молоко» процес зміни ССС може бути керованим, а новоутворена система буде скорегована як за складом окремих структурних елементів, так і за їх впливом на формування функціонально-технологічних властивостей молока з утворенням нової системи – «молоко з регульованим ССС».

Грунтуючись на теоретичних передумовах регулювання ССС молочної сировини, експериментально досліджено зміни хімічного складу та фізико-хімічних показників молока знежиреного, молока знежиреного з регульованим ССС та комплексоутворювача, який за перебігу процесу трансформується з розчину $AlgNa$ в нерозчинну систему « $AlgNa-Ca$ ». З урахуванням можливості інтенсифікації процесу шляхом використання коректорів розчинності дослідження проводили за рН систем 6,6 (що відповідає рН молока знежиреного) та рН 5,5. Процес сорбції іонізованого кальцію (демінералізації) здійснювали протягом $(0,5...6,0) \cdot 60^2$ с.

Встановлено (табл. 1), що під час демінералізації спостерігається зменшення масової частки білків, лактози та мінеральних речовин, що сумарно призводить до зниження масової частки сухих речовин з $9,63 \pm 0,3\%$ до $9,47 \pm 0,3\%$ (за рН 6,6) та $9,38 \pm 0,3\%$ (за рН 5,5). Зміни вмісту жиру не спостерігалося.

Вірогідно, зменшення вмісту сухих речовин (табл. 1) можна пояснити дифузією низькомолекулярних речовин молока – лактози, мінеральних речовин до сорбенту, але вони не є суттєвими з точки зору хімічного складу, так як не перевищують величин, що дорівнюють сезонним коливанням їх у молоці.

Експериментально встановлено, що часткова демінералізація молока комплексоутворювачем альгінатом натрію, яку умовно можна описати рівнянням (2):



Таблиця 1

Зміна загального хімічного складу молока залежно від тривалості демінералізації за різних рН

| Найменування компонентів | Молоко знежирене | Молоко, демінералізоване протягом часу, за рН | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|---|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | | 0,5 · 60 ² с | | 1,0 · 60 ² с | | 6,0 · 60 ² с | |
| | | 6,6 | 5,5 | 6,6 | 5,5 | 6,6 | 5,5 |
| Масова частка сухих речовин, % | 9,63±0,3 | 9,54±0,3 | 9,39±0,3 | 9,49±0,3 | 9,39±0,3 | 9,47±0,3 | 9,38±0,3 |
| Масова частка білкових речовин, % | 3,20±0,1 | 3,20±0,1 | 3,20±0,1 | 3,20±0,1 | 3,20±0,1 | 3,18±0,1 | 3,20±0,1 |
| Масова частка жиру, % | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 | 0,5±0,02 |
| Масова частка лактози, % | 5,2±0,2 | 5,14±0,2 | 5,0±0,2 | 5,10±0,2 | 5,0±0,2 | 5,10±0,2 | 5,0±0,2 |
| Масова частка мінеральних речовин, % | 0,73±0,02 | 0,70±0,02 | 0,69±0,02 | 0,69±0,02 | 0,69±0,02 | 0,69±0,02 | 0,68±0,02 |

Супроводжується зниженням вмісту кальцію за одночасного збагачення молока натрієм. З даних рис. 1 видно, що за рН 6,6 та рН 5,5 вміст кальцію знижується на 9,5% та 13,9% відповідно до початкового значення й через 6,0 · 60²с становить 108,6±2,1 мг% та 103,4±2,1 мг%.

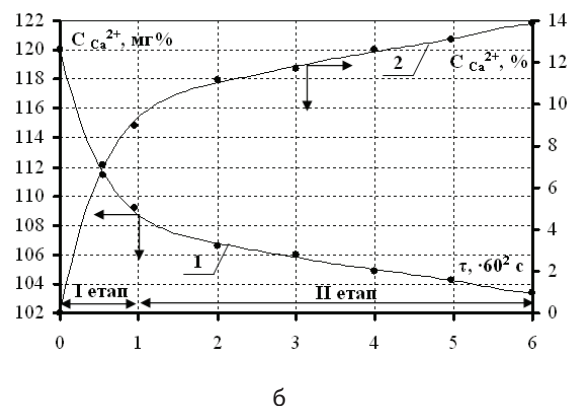
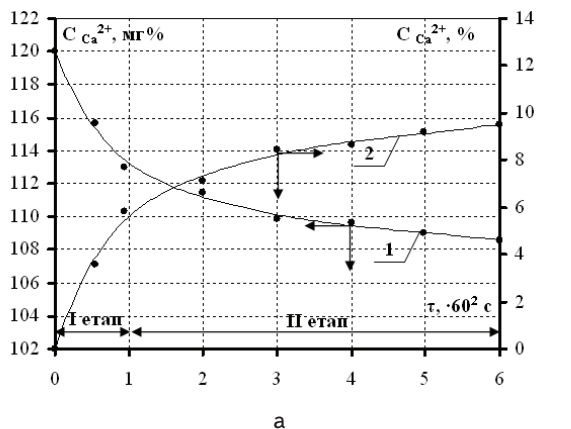


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту кальцію у молоці залежно від тривалості демінералізації: а – рН 6,6; б – рН 5,5; 1 – кальцій загальний; 2 – кальцій, що сорбувався AlgNa

Слід відмітити, що швидкість виведення іонізованого кальцію з молочної сировини не є однаковою протягом процесу й залежить від рН середовища системи. Аналіз кривих, наведених на рис. 1, дозволяє зазначити, що на першому етапі (протягом 1,0 · 60²с) швидкість виведення іонізованого кальцію складає 0,12 мг%/хв та 0,18 мг%/хв за рН 6,6 та рН 5,5; на другому етапі (протягом (2,0...6,0) · 60²с) – 0,017...0,019 мг%/хв й не залежить від рН середовища. Можна прогнозувати, що швидкість виведення кальцію залежить від багатьох факторів: наявності кальцію в іонізованому стані, сорбційної здатності комплексуювача, швидкості дифузії іонізованого кальцію та утворення систем «AlgNa-Ca».

Відомо [1, 5], що кальцій в молоці знаходиться у різних станах. Розчинний (іонізований) кальцій присутній у вигляді гідратованих іонів та у комплексі з цитратами та фосфатами, колоїдний – у комплексі з фосфатним ефіром та карбоксильною групою казеїнового комплексу. Кількісний вміст розподілу різних форм кальцію підтримується рухливим складом сольової системи. За наявності комплексуювача сорбція іонізованого кальцію відбувається за рахунок його роз-

чинної форми, так як іонний обмін може здійснюватися тільки з розчинними речовинами у іонізованому стані. Разом з тим можна прогнозувати, що сорбція AlgNa іонізованого кальцію потягне за собою компенсацію виникаючого кількісного здвигу кальцієвої рівноваги за рахунок вивільнення колоїдного кальцію зі складу казеїнового комплексу. Вірогідно, саме ці закономірності й описують криві 1, 2 на рис. 1, а, б.

Поряд з дослідженням зміни хімічного складу та вмісту кальцію у молоці важливим є розуміння процесів зв'язування кальцію комплексуювачем. За взаємодії AlgNa та іонізованого кальцію виникає альгінат кальцію – речовина нерозчинна у воді, яка здатна виділятися в окрему фазу й характеризується низьким хімічним потенціалом. Результатом взаємодії є утворення суміші компонентів AlgNa та AlgCa з виникненням фізичної структури з певними структурно-механічними показниками, характерними для даної концентрації речовин та їх співвідношення. Системи «AlgNa-Ca» характеризуються вираженими пружними властивостями й низькою спорідненістю до води, тобто нерозчинністю. У розчинному стані AlgNa та іонізований кальцій володіють високою хімічною спорідненістю, яка визначає перебіг хімічної реакції, пов'язаної зі зміною складу системи. З хімічної точки зору цей процес можна розглядати як іонообмінну реакцію, під час перебігу якої Na⁺ заміщуються на Ca²⁺ (схематично цей процес представлено рівнянням (2)).

Оскільки продуктом реакції є нерозчинна гідрофобна речовина – альгінат кальцію, іонообмінний процес є незворотнім. При цьому важливу роль будуть відігравати процеси, пов'язані з масоперенесенням речовин, а саме іонізованого кальцію. За наявності в системі високомолекулярної речовини – AlgNa та іонізованого кальцію тривалість масоперенесення Ca²⁺ за об'ємом системи, вірогідно, буде залежати від концентрації та властивостей складових системи.

Підтвердженням комплексоутворення (й, відповідно, виведення іонів кальцію з системи «молоко») є вивчення та співставлення MMP (рис. 2) та середньомолекулярних мас M_w AlgNa й систем «AlgNa-Ca» (рис. 3).

Експериментально встановлено (табл. 2, рис. 2, 3), що під час демінералізації молока постерігається зниження на 10,6...40,1% частки найбільш рухомих та реакційно-здатних складових альгінату натрію з М.м. 20000 та 40000, та їх полімеризація, наслідком чого є виникнення фракцій з М.м. 500000...2000000. Накопичення високомолекулярних фракцій з М.м. більше 500000 свідчить про полімеризацію, а не агрегацію, яка б характеризувалась невеликим зростанням М.м.

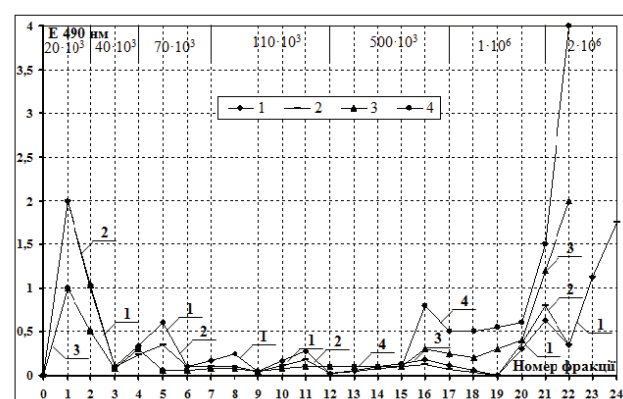
З даних табл. 2 видно, що кількісно вміст фракцій з М.м. 500000, 1000000 та 2000000 зріс на 0,2%, 7,0% та 12,4% (протягом 1,0 · 60²с демінералізації) та 8,2%, 5,8% та 32,1% (протягом 6,0 · 60²с демінералізації) відповідно за рН молока 6,6. Без сумніву таке накопичення фракцій речовин з великими молекулярними масами за одночасного зниження вмісту фракцій з низькими М.м. можливе лише за рахунок полімеризації полісахаридів. Слід відзначити, що середньомолекулярна маса за цих умов збільшилась відповідно у 1,57; 1,87 та 2,34 рази порівняно зі середньомолекулярною масою альгінату натрію.

Таблиця 2

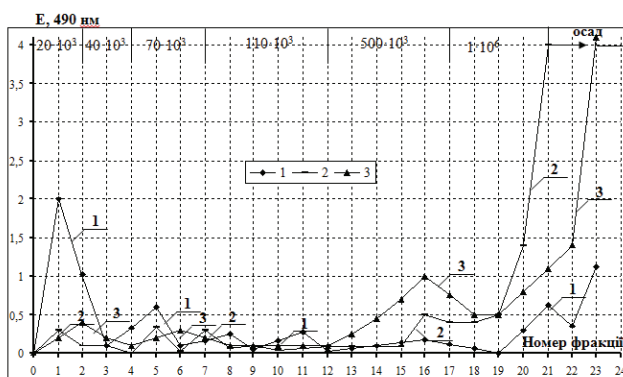
ММР фракцій у складі розчину AlgNa та систем «AlgNa-Ca»

| Фракції, М.м* | Вміст фракцій (%) у складі розчину AlgNa та систем «AlgNa-Ca ²⁺ » залежно від часу демінералізації | | | | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | AlgNa | рН 6,6 | | | рН 5,5 | |
| | | 0,5·60 ² , с | 1,0·60 ² , с | 6,0·60 ² , с | 0,5·60 ² , с | 1,0·60 ² , с |
| 20000 | 40,5 | 33,4 | 13,8 | 6,8 | 6,8 | 3,3 |
| 40000 | 12,7 | 6,7 | 9,0 | 3,8 | 8,3 | 2,8 |
| 70000 | 5,6 | 3,0 | 5,4 | 4,2 | 4,2 | 2,8 |
| 110000 | 7,0 | 3,0 | 4,5 | 4,9 | 4,9 | 2,2 |
| 500000 | 4,5 | 4,7 | 11,2 | 12,7 | 17,9 | 22,5 |
| 1000000 | 9,9 | 17,0 | 17,9 | 15,7 | 15,9 | 15,7 |
| 2000000 | 19,8 | 32,2 | 38,2 | 51,9 | 42,0 | 50,7 |
| Разом | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Середньо-вагова молекулярна маса, Mw | 542300 | 852260 | 1014090 | 1269710 | 1101510 | 1290227 |
| Збільшення Mw у n разів | — | n = 1,57 | n = 1,87 | n = 2,34 | n = 2,03 | n = 2,38 |

*Примітка молекулярні маси маркерів

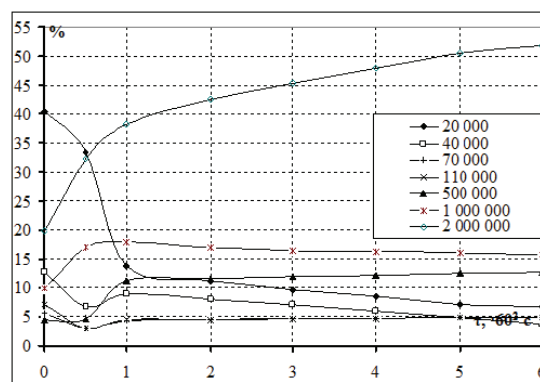


а

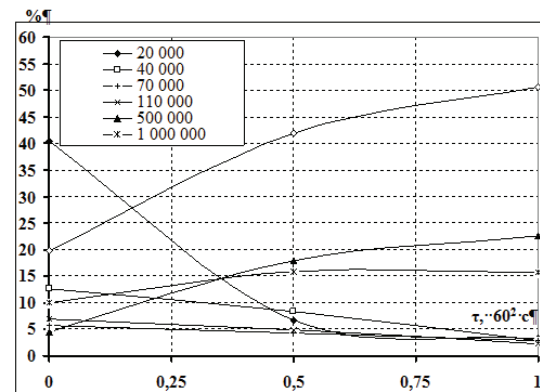


б

Рис. 2. Молекулярно-масовий розподіл фракцій розчину AlgNa (1) та систем «AlgNa-Ca» (2, 3, 4) залежно від тривалості демінералізації молока: а – рН 6,6; б – рН 5,5; 2 – 0,5 · 60²с; 3 – 1,0 · 60²с; 4 – 6,0 · 60²с



а



б

Рис. 3. Молекулярно-масова (М.м.) динаміка фракцій розчину AlgNa та систем «AlgNa-Ca» залежно від тривалості демінералізації молочної сировини: а – рН 6,6; б – рН 5,5

Таблиця 3

Зміна вмісту кальцію у взаємозв'язку з фізико-хімічними показниками молока

| Найменування показників | Молоко знежирене | Молоко, демінералізоване протягом часу, за рН | | | | | |
|---|------------------|---|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | | 0,5 · 60 ² с | | 1,0 · 60 ² с | | 6,0 · 60 ² с | |
| | | 6,6 | 5,5 | 6,6 | 5,5 | 6,6 | 5,5 |
| Масова частка загального кальцію, мг% | 120,0±2,1 | 115,7±2,1 | 111,5±2,1 | 113,0±2,1 | 109,3±2,1 | 108,6±2,1 | 103,4±2,1 |
| Масова частка кальцію, що сорбувався AlgNa, % | – | 3,6±0,1 | 7,1±0,1 | 5,8±0,1 | 9,0±0,2 | 9,5±0,2 | 13,9±0,3 |
| Середній діаметр міцел казеїну, нм | 72,4 | 72,2 | 72,1 | 72,0 | 71,7 | 69,8 | 69,0 |
| Алкогольна проба 68,0% | + | + | – | + | – | + | + |
| 70,0% | + | + | – | + | – | + | – |
| 72,0% | + | + | – | + | – | + | – |
| 75,0% | – | – | – | + | – | + | – |

Аналогічні закономірності спостерігаються й для систем «AlgNa-Ca», отриманих за рН молока 5,5. Разом з тим слід відзначити, що внаслідок збільшення вмісту іонізованого кальцію (табл. 3) за загальних тенденцій зміни молекулярно-масового розділу окремих фракцій спостерігається більш інтенсивне збільшення середньомолекулярної маси – у 2,03 та 2,38 рази відповідно протягом 0,5 · 60² с та 1,0 · 60² с демінералізації. При збільшенні терміну демінералізації молока більше за 1,0 · 60² с й, відповідно, тривалості процесу, за якого йде іонообмін між AlgNa та сольовою системою молока, має місце отримання високомолекулярних сполук, М.м. яких неможливо визначити методом, що обрано. Але разом з тим результати дослідження підтверджують більшу реакційну здатність іонів молока (зокрема Ca²⁺) з AlgNa. При цьому важливим з огляду на процес демінералізації є зміна фізико-хімічних показників (табл. 3)

Порівняльний аналіз динаміки зміни вмісту кальцію молока у взаємозв'язку зі збільшенням середньомолекулярної маси комплексів, що утворюються за рахунок взаємодії Ca²⁺ та AlgNa, дозволяє стверджувати, що має місце виведення іонів кальцію з молочної сировини, наслідком чого є зміна його функціонально-технологічних властивостей, встановлено (табл. 3), що перехід кальцію з казеїнового комплексу в розчинну форму супроводжується зменшенням середнього діаметру міцел казеїну, й, як

наслідок, збільшенням колоїдної стійкості, а отже, й термостабільності молочної сировини. З даних табл. 3 видно, що регулювання ССС за рН 6,6 призводить до підвищення термостабільності, зокрема, молоко демінералізоване протягом (1,0...6,0) · 60² с термостабільне за додавання спиртового розчину з концентрацією спирту 75,0%, за рН 5,5 молоко, демінералізоване протягом 6,0 · 60² с, термостабільне за додавання спиртового розчину з концентрацією спирту 68,0%.

5. Висновки

Вищезазначені теоретичні передумови та їх експериментальне підтвердження визначають можливість регулювання ССС молока шляхом використання природних комплексоутворювачів – альгінату натрію, наслідком чого є регулювання функціонально-технологічних властивостей молока, зокрема, термо- та кислотостійкості. Отримані результати дослідження є підґрунтям щодо розробки та запровадження технологій нової харчової продукції, у складі якої за сумісного використання молочної та кислотомістючої сировини можна забезпечити колоїдну стабільність систем, що є важливим як з точки зору створення нової продукції, так й забезпечення технологічної обробки сумішей.

Література

1. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока [Текст] / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 192 с.
2. Фетисов, Е.А. Мембранные и молекулярно-ситовые методы переработки молока [Текст] / Е.А. Фетисов, А.П. Чагаровский. – М.: Агропромиздат, 1991 – 272 с.
3. Дейниченко, Г.В. Наукове обґрунтування та розробка технологій продуктів харчування підвищеної харчової цінності на основі нежирної молочної сировини [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук спец. 05.18.16 / Г.В. Дейниченко ; [Харківська державна академія технологій та організації харчування] . – Х., 1997. – 33 с.
4. Дідух, Н.А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук спец. 05.18.16 / Н.А. Дідух ; [Одеська національна академія харчових технологій] . – Одеса, 2008. – 37 с.
5. Тепел, А. Химия и физика молока [Текст] : пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2012. – 824 с.
6. Соколова, Л.И. Применение ионообменных процессов для повышения термостабильности молока [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 15.18.04 / Л.И. Соколова ; [Московский технол. ин-т мясн. и мол. пром-ти] . – М., 1975. – 21 с.

7. Marianthi, F. The effect of free Ca^{2+} on the heat stability and other characteristics of low-heat skim milk powder [текст] / F. Marianthi, L. Mike J., G. Alistair S., D. Hilton // Int. Dairy J. - 2009. - Т. 19(6-7). - с. 386-392.
8. Singh, H. Heat stability of milk [Текст] / H. Singh // Int. J. of Dairy Technology - 2004. - 57. - С. 111-119.
9. Алексеева, Н.Ю. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности [Текст] / Н.Ю. Алексеева, В.П. Аристова, А.П. Патраций и др. - М.: Агропромиздат, 1986. - 239 с.
10. Захарова, И.Я. Методы изучения микробных полисахаридов [Текст] / И.Я. Захарова, Л.В. Косенко - К. : Наукова думка, 1982. - 262 с.

Робота присвячена розробці біотехнології отримання функціональних кисломолочних напоїв на основі сколотини з використанням в якості інновацій добавок із коренів хрону, селери, імбиру та часнику у формі швидкозамороженого наноструктурованого пюре та екстрактами з нетрадиційної лікарської та пряно-ароматичної рослинної сировини (НЛПАРС), які характеризуються рекордним вмістом біологічно активних речовин (БАР)

Ключові слова: біотехнологія, функціональні кисломолочні напої, сколотина, пряні овочі, наноструктуроване пюре

Работа посвящена разработке биотехнологии получения функциональных кисломолочных напитков на основе пахты с использованием в качестве инновации добавок из корней хрена, сельдерея, имбиря и чеснока в форме быстрозамороженного наноструктурированного пюре и экстрактами из нетрадиционного лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья (НЛПАРС), которые характеризуются рекордным содержанием биологически активных веществ (БАВ)

Ключевые слова: биотехнология, функциональные кисломолочные напитки, пахта, пряные овощи, наноструктурированное пюре

УДК 637.146:637.247:635.7.002.35

БІОТЕХНОЛОГІЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ СКОЛОТИНИ ТА ДОБАВОК ІЗ ПРЯНИХ ОВОЧІВ

Р. Ю. Павлюк

Доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і
техніки України*

E-mail: ktrppom@mail.ru

В. В. Погарська

Доктор технічних наук, професор, лауреат Державної
премії України*

E-mail: ktrppom@mail.ru

А. В. Хоменко

Аспірант*

E-mail: ktrppom@mail.ru, tehnolog_new@mail.ru

К. В. Кострова

Аспірант*

E-mail: ktrppom@mail.ru

*Кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

1. Вступ

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я
ФАО/ВООЗ створення комбінованих натуральних
молочно-рослинних функціональних продуктів хар-
чування з використанням рослинних добавок з висо-
ким вмістом БАР визнано домінуючим напрямком у
здоровому харчуванні. Особлива увага приділяється
кисломолочним низькокалорійним напоям з викорис-
танням вторинної білково-вуглеводної молочної си-
ровини (знежиреного молока, сколотини та молочної
сироватки) [1 – 8].

Інноваційні варіанти нових видів функціональних
кисломолочних напоїв базуються на введенні та по-

єднанні в них різних видів натуральної рослинної
та вторинної білково-вуглеводної молочної сировини
(сколотини і молочної сироватки). У розвинених кра-
їнах світу споживання продуктів на основі сколотини
і молочної сироватки позиціонується з низькокалорій-
ними продуктами для оздоровчого харчування [1 – 8].

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Сколотина є джерелом повноцінного білка, який
містить значну кількість сірковмісних амінокислот
(метіоніну, цистину, лізину та ін.), яким характерні