

3. Филлипов , Е. В. Формирование потребительских свойств в фельных изделиях специ льного назначения [Текст] / Е. В. Филлипов , И. Б. Кр син и др. // Известия вузов. Пищев ая технология. – 2013. – № 2-3. – С. 110-112.
4. Д нович, Н. К. В фельные изделия с пониженным содержанием жир [Текст] / Н. К. Д нович, Н. А. Т р сенко, И. Б. Кр син , Ю. Н. Никонович // Известия вузов. Пищев ая технология. – 2013. - № 2-3. – С. 67-68.
5. З явк 1982598 ЕПВ, МПК А 21 D 13/00. Moisture resistant wafer / S.A. Nestec, C.E. Hansen, P. Nicolas, B. Pamies Valles; № 07106604.7; з явл. 20.04.2010; опубл. 22.10.2011.
6. Скобельск я, З. Г. Н чинк для в фель, обог щённ я р стительными нутриент ми [Текст] / З. Г. Скобельск я // Хлебопек рное производство. – 2012. - № 6. – С. 38-41.
7. З явк 2432773 Великобрит ния, МПК А 23 G 1/54, А 23 G 3/54. Confectionery product comprising different fillings / Mars Inc., Moppett Garry, Joyce Mark. № 0524643.444257822; з явл. 02.12.2006; опубл. 06.06.2009.
8. Румянцев , В. Исползов ние биомодифициров нного продукта овс в производстве в фель [Текст] / В. Румянцев , И. Слукин , О. Гишин , А. Гуров // Хлебопродукты. – 2012. - № 9. – С. 40-41.
9. Будников , А. Способ производств в фельного лист / А. Будников , Г. Гуркев , Л. Никол ев [Текст] // Хлібопек рськ і кондитерськ промисловість Укр іни. – 2011. - № 4. – С. 34-35.
10. Коденцов , В. М. Обоснов ние уровня обог щения пищевых продуктов вит мин ми и минер льными веществ ми [Текст] / В. М. Коденцов , О. В. Вржесинск я, В. Б. Спиричев, Л. Н. Ш тнюк // Вопросы пит ния. – 2010. – Т. 39. - № 1. – С. 23-33.
11. М юрников , Л. А. Влияние пищевой доб вки «Селексен» н к чество хлебобулочных изделий [Текст] / Л. А. М юрников , Н. И. Д выденко, Н. Л. Н умов // Хр нение и перер ботк сельхозсырья – 2009. - № 4. – С. 36-38.

УДК 664.114

ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ БІЛКІВ ТА ГІДРОКОЛЛОЇДІВ ПРИ СТВОРЕННІ ЗБИВНИХ ЦУКЕРКОВИХ МАС

Т. В. Каліновська

Аспірант

К федр технології хлібопек рських і
кондитерських виробівН ціон льний університет х рчових технологій
вул. Володимирськ , 68 м. Київ, Укр ін , 01601

E-mail: tk_88@ukr.net

В. І. Оболкіна

Доктор технічних н ук, професор, з в. к федрою

К федр хлібопек рського т
кондитерського виробництв

Інститут післядипломної освіти

Н ціон льного університету х рчових технологій
вул. Естонськ , 8- , м. Київ, Укр ін , 03190

E-mail:vobol@yandex.ru

У статті наведені результати досліджень функціонально-технологічних властивостей сироваткових білків, комбінованих сумішей концентрату сироваткового білку і яєчного білку, додаткових структуроутворювачів желатину та гуміарабіку. Визначено вплив комбінованих білкових та гідроколлоїдних систем на формування структурних властивостей збивних цукеркових мас типу «м'яких нугатинів» з підвищеною агрегативною стійкістю

Ключові слова: білок, яєчний, сироватковий, стабілізація, гідроколлоїди, желатин, гуміарабік, збивні цукеркові маси

В статье приведены результаты исследования функционально-технологических свойств сывороточных белков, комбинированных смесей концентрата сывороточного белка и яичного белка, дополнительных структурообразователей желатина и гуммиарабика. Определено влияние комбинированных белковых и гидроколлоидных систем на формирование структурных свойств збивных конфетных масс типа «мягких нугатинов» с повышенной агрегативной устойчивостью

Ключевые слова: белок, яичный, сывороточный, стабилизация, гидроколлоиды, желатин, гуммиарабик, збивные конфетные массы

1. Вступ

Однією з груп кондитерських виробів, що користується великим попитом н споживчому ринку, є цукерки. Виробництво цукерок відрізняє їх від інших груп кондитерських виробів більшою кількістю т розм іттям технологічних схем, сировиною

і сортиментом. Існує кільк тисяч н йменувань цукерок, ле в внутрішньо груповому сортименту цукерки із збивними корпус ми користуються особливим попитом. Збивн цукерков м с являє собою піноподібну м су із цукристих речовин, піноутворюв ч й др клеутворюв ч , з дод в нням (бо без) фруктово-ягідної сировини, молочних

продуктів, см кових доб вок згідно з рецептурним скл дом [1].

Збивні м си відносяться до сл бо структуров них дисперсних систем, які швидко руйнуються під дією мех нічних н в нт жень. Тому, при створенні нового сортименту збивних цукерок і мех ніз цієї технологічного процесу їх виробництв з використ нням суч сног формуючого обл дн ння, необхідно з стосув ння нових видів структуроутворюю чів для підвищення грег тивної стійкості збивних цукеркових м с.

При виробництві цукерок в якості піноутворюю чів н йч стіше використовуються яєчні білки т продукт гідролізу к зеїну голл ндської фірми «Х йфо м ». Як др глеутворюю ч перев жно використовується г р, пектин бо жел тин [1]. З метою поліпшення структурних вл стивостей піноподібних структур т підвищення х рчової цінності виробів доцільно з стосув ння в якості нетр диційного піноутворюю ч білків молочної сиров тки. Це обумовлено тим, що білки молочної сиров тки н йбільш повноцінні серед х рчових білків, м ють н йвищу швидкість розщеплення в тр вному тр кті, з своєю ність ст новить 98 %. У якості дод ткового структуроутворюю ч доречно використ ння к меді к ції – гумі р бик , який м є підвищену гідр т ційну зд тність т пребеотичні вл стивості.

Відомостей про з стосув ння сиров ткових білків т гумі р біку при виробництві цукерок обм ль, тому обр ний н прям досліджень є кту льним для конди- терської г лузі.

2. Постановка проблеми

Білки є н йбільш цінними компонент ми їжі (протеїни від грецького слов протеіс, що озн ч є «першорядної в жливості»). Основні структурні одиниці білків – це α - мінокислоти, що скл д ються з α -вуглецевого том , ков лентно приєдн ного до том водню, міногрупи, к рбокисильній групі т бічний групі R [2]. Білкові речовини є джерел ми цінних мінокислот, м ють високу поверхнево- ктивну зд тність, тому доцільно було дослідити вл стивості сиров ткового протеїну т його комбін цій з яєчним білком для з - стосув ння у збивних цукеркових м с х типу «м'яких нуг тинів».

Метою досліджень було вивчення функціон льно-технологічних вл стивостей концентр ту сиров ткових білків, їх комбін цій з яєчним білком, реологічних вл стивостей білкових систем з дод в нням др глеутворюю чів (жел тину т гумі р біку), впливу технологічних ф кторів н формув ння структури збивних цукеркових м с з підвищеною грег тивної стійкістю.

3. Літературний огляд

Пит нню структуроутворення в білкових системах молоко присвячені дослідження б г тьох вчених: П. А. Ребиндер , В. Н. Изм йлової, І. М. Влод вц , П. Ф. Дьяченко, Е. А. Жд новой, Р. Р м н уск с, В. П. Т б чников , Н. Н. Ліп тов , Р. Fox, D. Dalgleish, Jreen т ін.

У молоці міститься в середньому 30–39 г/л з г льного білк , який володіє високими нутритивними

вл стивостями. Білки молоко предст влені двом груп ми білкових фр кцій – к зеїном т сиров тковими білк ми. К зеїн скл д є 80 % всіх білків коров'ячого молоко , в результаті гломер ції к зеїнових міцел кумулюється в згусток. Решт білків переходить у сиров тку, і тому їх н зив ють сиров тковими білк ми.

При виробництві молочних продуктів утворюються зн чні обсяги молочної сиров тки, як не дивлячись н високу х рчову цінність, ще не дост тньо використовується у х рчовій промисловості. Щорічне світове виробництво сиров ткових білків скл д є близько 600 тис. т. Основні продукти в з г льноосвітій структурі з стосув ння молочної сиров тки: сух молочн сиров тк , демінер лізов н молочн сиров тк , концентр ти молочних білків і л ктос .

В минулому, н йч стіше, сиров тк йшл у відходи, ле в д ний ч с розроблені економічно ефективні способи концентрув ння бо виділення сиров ткових продуктів з високими технологічними т функціон льними вл стивостями. Будучи вторинним продуктом в технології сиров ріння, сиров ткові білки доступні у великих кількостях і, як н слідок, досить дешеві.

Тр диційним способом отрим ння концентр ту з молочної сиров тки низькомолекулярних біологічно ктивних пептидних фр кцій (сиров ткових білків) є теплов ко гуляція з под льшим фермент тивним гідролізом і фр кціонуванням гідроліз тів для отрим ння біологічно ктивних інгредієнтів.

З вдяки промислового впровадження мембр нних технологій, включ ючи ультр - і ді фільтр цію, т кож іонообмінну дсорбцію (ІЕА), з'явилися концентр ти т ізоляти сиров ткових білків з високими функціон льними вл стивостями. В д ний ч с н йбільш розповсюдженими є ІЕА-технології «Vistec» н целюлозному іонообміннику, «Spherosil S» н основі пористого силік гелевого к тіонообмінник т технологія «Spherosil QMA» н основі пористого силік гелевого іонообмінного м тері лу [3].

Основним білковим компонентом молочної сиров тки є β -л ктглобулін (β -лг), який є джерелом гіпотензивних, нтиоксид нтних т імуномодулюючих пептидів [4, 5]. β -лг в молоці перебув є у вигляді димеру, що скл д ється з двох поліпептидних л нціюгів. Молекул β -лг скл д ється з 162 мінокислотних з - лишків і м є молярну м су близько 18000 [6, 7].

Поліпептидний л нціюг α -л кт льбумін (α -лг) скл д ється з 123 мінокислотних з лишків і м є молекулярну м су 14000. Молекул α -лг містить 4 дисульфідні зв'язки, що з'єднують з лишки цистеїну [8].

Білки н йбільш стійки до ден тур ції в ізоелектричній точці, як для сиров ткового білк ст новить $pI = 5,2$. Темпер тур термічної ден тур ції яєчного льбуміну 76 °С, α -лг і β -лг 83 °С [9].

4. Дослідження функціонально-технологічних властивостей білків

4.1. Матеріали та методи досліджень

В якості м тері лів дослідження використовув ли сухий яєчний білок (ДСТУ 2212:2003) виробництв ТОВ «OVOSTAR» (Укр ін), концентр т сиров ткових білків Lactomin 80 КСБ УФ виробництв Німеччини, цукор білий крист лічний згідно з ДСТУ 4623:2006,

сироп глюкозний ПГ-42, сироп глюкозно-фруктозний (ТУ У 15.6 – 32616426 – 009:2005), жел тин TROBAS GELATIN B.V. (Нідерланди) тип А 220, 240 Блум (ТУ У 24.6-00418030-002:2007), гумі р бік INSTANTGUM AB.

При виконанні роботи використовували загальноприйняті спеціальні методи досліджень.

Піноутворювальну здатність та стійкість білкової піни визначили методом Руха, який полягає у співствленні об'єму отриманої білкової піни до її післязбивання; стійкість піни фіксували з висотою стовпа піни після звершення збивання.

Поверхневий натяг вимірювали стандартним методом.

Визначення структури та дисперсності білкових піни проводили з допомогою електронного мікроскопу.

Реологічні характеристики білкових систем визначили на ротційному вискозиметрі «Реотест-2».

4.2. Теоретичні відомості щодо функціонально-технологічних властивостей білків та гідроколоїдів

Функціонально-технологічні властивості білків та гідроколоїдів, які використовуються у кондитерській промисловості, можна розглядати як прояв трьох молекулярних спектрів: гідратції, поверхневих і гідродинамічних (реологічних) властивостей (таблиця 1).

Таблиця 1

Функціонально-технологічні властивості білків

Функціональні властивості	Біологічні властивості	Механізм дії
Розчинність	Гідратція	Гідрофільність
Вологоутримувальна здатність	Гідратція	Водне зв'язування, гідратція іонів
В'язкість	Гідродинамічні (реологічні)	Зв'язування води, гідродинамічні розміри форм молекул
Дроглетворення	Гідродинамічні (реологічні)	Захоплення і іммобілізація води, утворення мережевої структури
Когезійно-адгезійні властивості	Гідродинамічні (реологічні)	Гідрофобність, водне зв'язування іонів
Емульгуючі властивості	Поверхневі властивості	Адсорбція і плівкоутворення на межі розділу фаз
Піноутворювальні властивості	Поверхневі властивості	Адсорбція і плівкоутворення на межі розділу фаз
Зв'язування жиру та когезійні властивості	Поверхневі властивості	Гідрофобне зв'язування, захоплення молекул жиру та когезійні зв'язування

З структурної організації сироваткові білки відносяться до глобулярних білків, утворені з ланцюгів. З біологічними функціями сироватковий альбумін є транспортним білком, тоді як яєчний альбумін є резервним білком.

Сироватковий білок є альбуміном, отже розчиняється у воді при рН 6,6.

Гідратційна здатність концентратів сироваткового білка 0,45–0,52 г води/г білка [10, 11].

У таблиці 2 наведено вміст незамінних амінокислот білків [12].

Таблиця 2

Вміст незамінних амінокислот білків

Амінокислоти	Містять у білку, г/100 г		
	Етлон-ФАО/ВООЗ	Яєчний протеїн	Сироватковий протеїн
Триптофан	1,0	1,5	2,2
Лізин	5,5	7,0	9,1
Треонін	4,0	4,3	5,2
Валін	5,0	7,2	5,7
Ізолейцин	4,0	7,7	6,2
Лейцин	7,0	9,2	12,3
Фенілаланін + Тирозин	6,0	6,3	8,2
Метіонін + Цистин	3,5	4,0	5,7
Сума незамінних амінокислот	36,0	47,2	54,6

Желатин (від латинського *gelatus* – змерзлий, зстиглий) – білковий продукт тваринного походження, що представляє собою суміш лінійних поліпептидів з різною молекулярною масою (50 000–70 000) та їх агрегатів з молекулярною масою до 300 000 [13].

Гумі р бік являє собою сильно розпушений високомолекулярний полісахарид білого кольору, який утворює м'яку водну розчину. З хімічною будовою гумі р бік відноситься до класу глікопротеїнів. Арабіногалактан, з'єднаний з білковим каркасом утворює агрегативну структуру. Полісахаридна частина являє собою лінійний полісахарид, що складається з β-1,3-зв'язаних лінійних полісахаридів. У позиції 1,6 полісахарид розпушується, причому бічні полісахариди складаються з галактози і арабінози [14].

4.3. Дослідження структури піни

Найбільший інтерес з точки зору будови представляють рідкі піни, які складаються з бульбашок газу, розділених проміжними рідинними (лінійними). Геометричні форми бульбашок в рідкій піні лежать від співвідношення обсягів газу і рідини в ній, ступеня полідисперсності і способу утворення бульбашок [1].

Для визначення структури та дисперсності піни, отриманих з яєчного, сироваткового і суміші яєчного і сироваткового білків проводили мікроскопію, мікрофотографії наведені на рис. 1.

Встановлено, що бульбашки повітря в піні яєчного білка мають бігетонну (полідрічну) форму, сироваткового білка – сферичну розміром 80–120 мкм. Комірки піни, що складаються з яєчного і сироваткового білків мають сферичну форму. Однак, у яєчного білка (рис. 1, а) більше міжпорових перегородок, чим можна пояснити високу ступінь пористості його піни – 92%. Суміш яєчного і сироваткового білків (рис. 1, б) відрізняється від сироваткового (рис. 1, в) більшою рівномірністю розподілу повітряних бульбашок і більшою тісністю їх розташування відносно один одного.

Місця стику плівок (ребра бігетонників) характеризуються потовщеннями, що утворюються в поперечному перерізі трикутників, так званих ліній

Гіббс -Пл то. Вони являють собою вз ємопов'яз ну систему і пронизують всю структуру піни. Ці к н ли скл д ються з двох дсорбційних ш рів молекул ПАР і прош рків розчину [15].

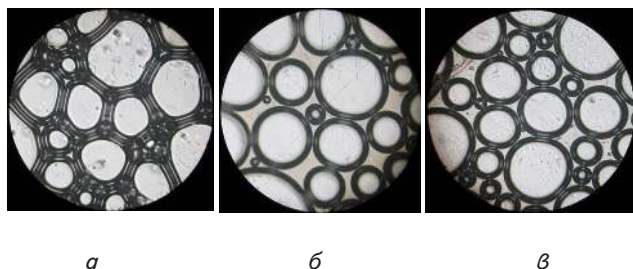


Рис. 1. Мікроструктур піи: а – яєчного білк ; б – сиров ткового білк ; в – суміші яєчного и сиров ткового білків 50/50

Для утворення т ст біліз ції піи необхідні присутність ПАР, зд тних зменшити поверхневий н тяг між водною т повітряною ф з ми. Відмінності поверхневої ктивності високомолекулярних білків, в першу чергу, з леж ть від конформ ції. До конформ ційних ф кторів н леж ть ст більність і гнучкість поліпептидного л нцюг , легк д пт ція до змін умов середовищ , т кож модель розподілу гідрофільних і гідрофобних груп н поверхні молекули білк .

Для визн чення поверхневого н тягу розчинів яєчного т сиров ткового білків з різною концентр цією використовув ли ст л гмометричний метод. Результ ти досліджень н ведені н рис. 2.

З д них видно, що для яєчного білк з концентр цією розчину 0,5 % пок зник поверхневого н тягу ст новить $57,43 \pm 1,72$ Н/м, для сиров ткового білк з н логічною концентр цією – $55,13 \pm 1,65$ Н/м. Одн к, зі збільшенням концентр - ції поверхневий н тяг розчинів сиров ткових білків суттєво зрост є у порівнянні з яєчним білком. Т к, поверхневий н тяг 5 % розчину яєчного білк ст новить $76,13 \pm 2,28$ Н/м, сиров ткового білк – $88,67 \pm 2,66$ Н/м.

Збільшення поверхневого н тягу зі збільшенням концентр ції білків пояснюється їх скл дною структурою. Незв ж ючи н н явність гідрофільних і гідрофобних груп, в первинній структурі вони розподілені неупорядковано, в четвертичній згорнутій конформ - ції деякі гідрофобні з лишки утворюють н поверхні молекули білк окремі ділянки, більшість гідрофобних з лишків «з глиблені» всередину молекули. Т ким чином, в технології збивних цукеркових м с доцільно використовув ти невеликі концентр ції білків.

Слід з зн чити, що поверхневі явищ н йбільш в жливій для піноутворення т вл стивостей піи. Поведінк білків н межі розділу ф з скл дн т ще недостатньо вивчен . Основними х р ктеристик ми

піи, які м ють в жливе зн чення у кондитерській промисловості є піноутворюю льн зд тність (ПУЗ) т ст більність, з огляду н це, були проведені відповідні дослідження. Отрим ні д ні н ведені н рис. 3.

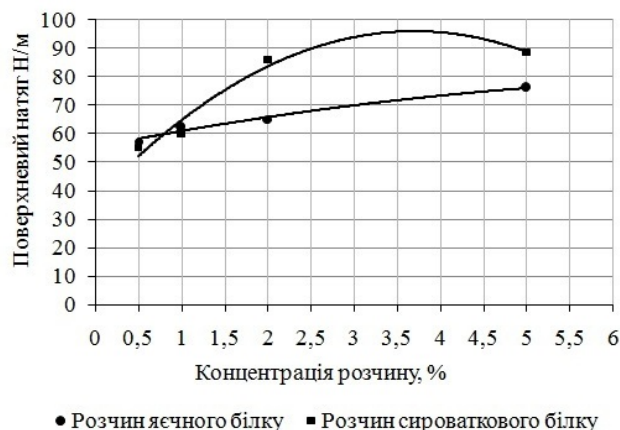


Рис. 2. З лежність поверхневого н тягу розчинів білків від їх концентр ції



Рис. 3. Піноутворюю льн зд тність т стійкість піи комбін цій яєчного т сиров ткового білків

Результ ти досліджень пок з ли, що ПУЗ яєчного білку скл л 420 %, сиров ткого білку 400 %. При комбінув нні яєчного т сиров ткового білків у різних співвідношеннях, збільшення кількості сиров ткового білку в суспензії призводило до зниження пок зник ПУЗ. З метою зб л нсув ння нез мінних мінокислот у цукерковій м сі використовув ли яєчний т сиров тичний білки у співвідношенні 506:50. При т кому співвідношенні білків пок зники ПУЗ скл д ли 344 %, стійкість піни через годину вистоюв ння – 77 %.

4. 4. Дослідження впливу технологічних факторів на стабілізацію білкових систем для надання їм агрегативної стійкості

Попередніми робот ми [16] вст новлено, що оптимальним співвідношенням, яке вплив є н ПУЗ т

стійкість піни для відновлення водою сухого яєчного білка, є концентрація 1:7, як, вірогідно, відповідає критичній концентрації міцелоутворення. При цьому співвідношенні білку та води ПУЗ розчину мксимальний, при змінненні концентрації починає знижуватися, бо злишнього не постійному рівні. Крім того, при досягненні такої співвідношення відбувається формування дсорбційного шару, який має мксимальну міцність [1].

Оскільки в літературі не знайдено відомостей про відновлення сиришкових білків, нами проведено дослідження щодо встановлення ПУЗ від часу збивання і співвідношення води до білка. Результати досліджень представлені на рис. 4.

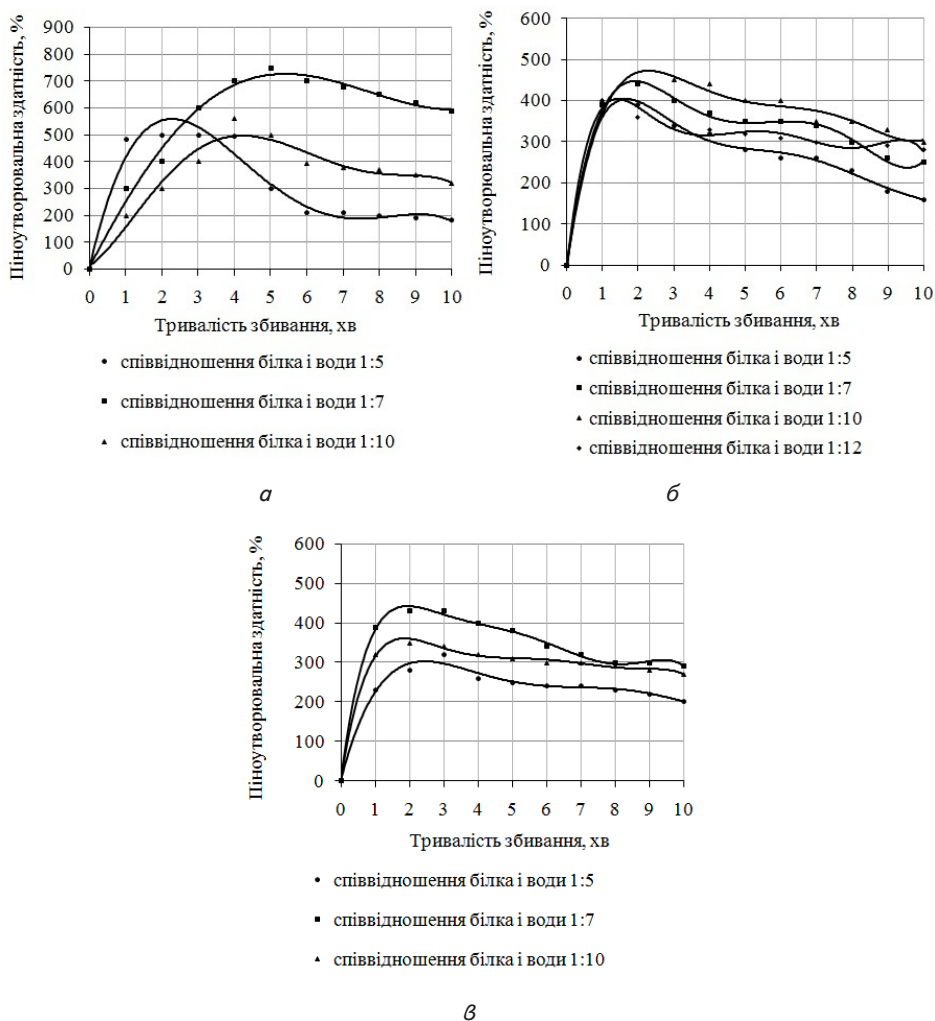


Рис. 4. ПУЗ білків в залежності від тривалості збивання: а – яєчний білок; б – сиришковий білок; в – суміш яєчного і сиришкового білків 50:50

Встановлено, що для білку яєчного (рис. 4, а) при відновленні водою 1:7 та часом збивання 5 хв. ПУЗ склав 750 %. Найвищий ПУЗ сиришкового білку (рис. 4, б) спостерігається у співвідношенні 1:10 при збиванні 3 хв. Це пояснюється більшою гідратційною здатністю сиришкового білка, порівняно з яєчним. Мксимальне значення ПУЗ суміші яєчного та сиришкового білків (рис. 4, в) – 430 % спостерігається у співвідношенні комбінованої білкової суміші до води

1:7 при 2–3 хв. збивання. Навіть отриманих результатів були розроблені рекомендації щодо відновлення сухого сиришкового білку для білкової суміші

Стойкість піни визначається хімічною природою піноутворювачів. Стойкість плівок піноутворювачів обумовлена наступними факторами: кінетичною дією, як призводить до уповільнення стоннення плівки, підвищенням структурно-механічних властивостей дсорбційно-сольвативних шарів, та кожтермодинамічним фактором (розклинювальним тиском). При вивченні стійкості піни вченими виявлено, що стоійкість бульбашок залежить від міцності дсорбційного шару. Стойкість дсорбційних шарів визначається механічними властивостями поряд з поверхневою активністю ПАВ. При утворенні оболонки підвищеного поверхневого натягу в результаті стоннення плівки на її поверхні встановлюється градієнт поверхневого натягу, наслідком якого спостерігається швидкий рух мономолекулярного шару (ефект Марангоні). Явище, назване поверхневим перенесенням, сприяє стоійкості плівки піни [17].

Технологія збивних цукеркових мас передбачає збивання піни з додаванням цукрово-патокових сиропів. Додавання в білкові розчини цукрів погіршує процес піноутворення, але підвищує стоійкість піни. Зниження ПУЗ обумовлено більшою структурою білка в цукрових розчинах, через що молекули білка гірше розкручуються при дсорбції на межі розділу фаз.

Нині в виробництві кондитерських виробів використовуються глюкозо-фруктозні сиропи (ГФС) як заміниники цукру з метою поліпшення консистенції продукту та смакових якостей, зниження калорійності та ступеня солодкості (солодкість ГФС дорівнює 0,50 солодкості сахарози).

Метою наступних досліджень було визначення ролі цукрів у формуванні білкових піни. Вплив патоки, ГФС та цукрового сиропу (ЦС) на ПУЗ та стоійкість піни виведено на рис. 5.

При проведенні серії модельних дослідів шляхом збивання білків з патокою, ГФС та ЦС було встановлено, що ПУЗ та стоійкість піни при додаванні ГФС підвищилися. Найбільш високий ПУЗ яєчного білка спостерігається при додаванні ГФС-30, який за вуглеводним складом має 35–45 %

глюкози, 28–32 % фруктози та 17–23 % мальтози (рис. 5). У піні, отриманій з сироваткового білку мксимальн ПУЗ відмічен з додвнням ГФС-10 (22–26 % глюкози, 37–45 % мальтози, 10–15 % вищих цукрів, 8–12 % фруктози) т ГФС-42 (50–52 % глюкози, 44–46 % фруктози). Крщ ПУЗ суміші яєчного т сироваткового білків спостеріглсь при додвнні сиропу П-42, основними вуглеводми якого є 42–63 % вищих цукрів, і майже однокількість (12–20 %) глюкози, мальтози, мальтотриози.

Тким чином, отримані результати свідчать, щох рознезначно підвищує ПУЗ білкових пін, ймовірно, внаслідок підвищення поверхневогнатягу. Однк, додвння ГФС підвищує ПУЗ білкових пін. Злітертури [14] відомо, щоглюкозному сиропі можуть бути присутніми значні кількості білкових залишків, які мають вплив тина процес; до складу потоки входять декстрини, які володіють властивостями ПАР. Тому, додвння цукрово-глюкозного сиропу до збитого білку сприятиме збільшенню покзнику піноутворення системи. Крім того, позитивний вплив цукрів пояснюється збільшенням в'язкості об'ємної фази, щознижує темп витрат рідини лемли.



Рис. 5. Вплив потоки, ГФС, ЦС на ПУЗ та стійкість пін

Для визначення зміни структури білкових пін з додвнням ГФС проводили мікроскопію пін, отримані мікрофотографії наведені на рис. 6.

На підставі досліджень доведено, щопри додвнні сиропу структур білкової пін змінюється, в порівнянні з білками їх сумішшю, при цьому частин бульбшок зменшилися в розмірі (20–50 мкм). Додвння сиропу до яєчного (рис. 6, а), сироваткового (рис. 6, б) білків та їх суміші (рис. 6, в) з безпечувало отримання пін, майже з рівномірними однаковими бульбшками невеликого розміру, розташованими близько один до одного. Стійкість пін підвищилася зрештунок збільшення в'язкості дисперсійного середовища.

В'язкість міжплівкової рідини, із зростанням якої сповільнюється швидкість процесу витіснення рідини, відіграє роль у підвищенні стійкості пін.

Для визначення в'язкості модельних білкових систем з додвнням сиропу були проведені дослідження

реологічних характеристик на віскозиметрі «Reotest» з температури 20 °С та градієнт швидкості в діпазоні 0,55–243 с⁻¹. Реологічні криві плинності т в'язкості модельних білкових систем з додвнням цукрово-патокового сиропу (ЦПС) наведені на рис. 7, 8.

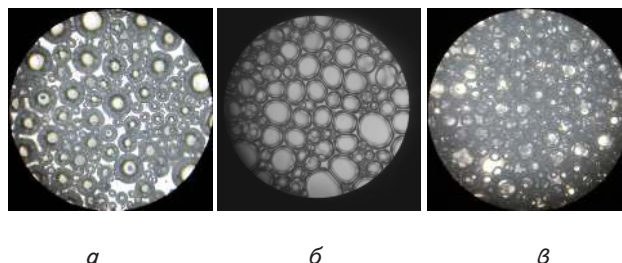


Рис. 6. Мікроструктура зрізів білкової пін з додвнням ГФС: а – яєчного білку; б – сироваткового білку; в – суміш яєчного і сироваткового білків 50/50

Аналіз експериментальних даних показує, щовсі отримані системи відносяться до тиксотропних структурованих систем з розвинутою міцною молекулярною структурою.

Встановлено, щоміцність структурних зв'язків в системі з сироватковим білком є вищою в 6 разів порівняно з системою з яєчним білком т в 1,6 разів з системою комбінації білків. Реологічні характеристики (динамічна жорсткість до плинності, міцність структурного каркасу т молекулярних зв'язків, пружна деформація) найбільш для системи сироватковий білок з ЦПС. Отримані дані підтверджують ефективність зстосовання ЦПС для стійкої піноподібної структури.

При утворенні дсорбційного шару на поверхні дсорбуються ПАР. Перехід поверхнево-активних компонентів в середню частину плівки обумовлений особливостями її утворення, щосприяє безперервному оновленню поверхні т обміну ПАР.

У результаті цих процесів в середній частині плівки утворюється просторова структура, як суттєво підвищує в'язкість плівки. Наявність об'ємної структури в плівках значно підвищує в'язкість цієї частини плівки. Процес стійкості полягає, відповідно, в різкому падінні швидкості рідини і, відповідно, швидкості стоншення плівки. Утворення просторової структури пояснюється виділенням ПАР з пересичених розчинів у вигляді тонкої колоїдної фази. У розчинах високої в'язкості стійкі пін утворюються завдяки стійкості тільки поверхневих шарів просторової структури. В'язкість всієї плівки визначається високою в'язкістю дсорбційних шарів внаслідок переважної дсорбції більш активних молекул [18].

При створенні нових технологій цукеркових мас з піноподібною структурою, необхідним є використання комбінації поверхнево-активних речовин т гідроклоїдів, які зумовлюють утворення меж повітря-рідин подвійних електричних шарів т

структуров ного гелевого прош рку дисперсійного середовищ з певними реологічними вл стивостями. З цією метою використовув ли поедн ння гідроколоїдів жел тину т гумі р біку.

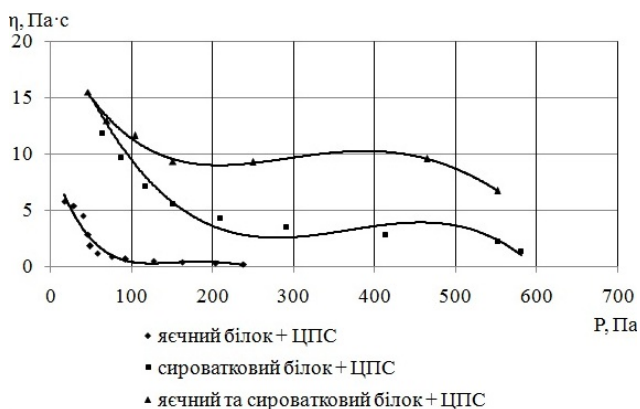


Рис. 7. Реологічні криві в'язкості білкових систем, з дод в нням ЦПС

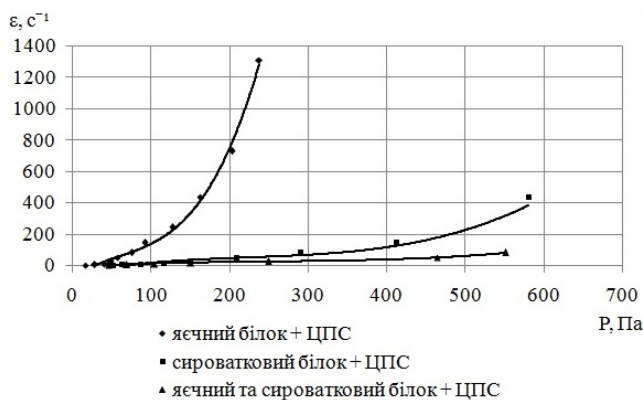


Рис. 8. Реологічні криві плинності білкових систем, з дод в нням ЦПС

Тому, н ступним кроком досліджень було створення комбін ції гумі р бік т жел тин у певних їх співвідношеннях. Результ ти впливу ст біліз торів н піноутворення і стійкість пін і предст влені в т бл. 4.

З досліджень б чимо, що гідроколоїди в суміші д ють г рну піноутворюю льну зд тність, стійкість пін протягом години вистоюв ння скл л 98–99 %. Стійкість пін пояснюється структуротворними вл стивостями гідроколоїдів. Н йбільш піноутворюю льн зд тність при використ нні суміші ст білізуючих речовин (жел тин + гумі р бік), можливо, пояснюється збільшенням сової ч стки білк в суміші т розг луженням молекул поліс х риду. Т ким чином, з вдяки підвищеним піно- т др глеутворюю льним вл стивостям комплексн суміш жел тин: гумі р - бік є обгрунтов ною для ст біліз ції пін збивних цукерок.

Дослідження мікроструктури білкових систем з дод в нням розчинів гумі р біку, жел тин т їх суміші н ведено н рис. 9.

Ан ліз мікроструктур пок з в, що під ч с збив ння білків з розчином гумі р біку (рис. 9, а, б, в), жел тину (рис. 9, г, д), т їх суміші (рис. 9, е, є, ж) утворюється піноподібн структур з сферичними пухирцями повітря.

Вплив жел тину т гумі р біку н ПУЗ білків

Н йменування зр зків	pH системи	Піноутворюю льн зд тність, %	Стійкість піни через годину після збив ння, %	Густи н розчину, кг/м³
Жел тин 220 Bloom	4,53	430,0	98,0	200,0
Жел тин 240 Bloom	5,03	400,0	96,0	190,0
Яєчний білок	7,09	420,0	92,0	200,0
Яєчний білок + розчин жел тину	6,98	400,0	98,0	174,0
Яєчний білок + розчин гумі р біку	7,45	400,0	96,0	148,0
Яєчний білок + розчин жел тин : гумі р бік 1:1	6,68	450,0	99,0	224,0
Сиров тковий білок	6,78	400,0	78,0	205,0
Сиров тковий білок + розчин жел тину	6,82	420,0	96,0	194,0
Сиров тковий білок + розчин гумі р біку	6,63	420,0	92,0	162,0
Сиров тковий білок + розчин жел тин : гумі р бік 1:1	6,36	480,0	98,0	228,0
Яєчний білок + сиров тковий білок	7,08	344,0	77,0	208,0
Яєчний білок + сиров тковий білок + розчин жел тину	7,01	450,0	98,0	224,0
Яєчний білок + сиров тковий білок + розчин гумі р біку	6,83	450,0	96,0	174,0
Яєчний білок + сиров тковий білок + розчин жел тин : гумі р бік 1:1	6,46	470,0	99,0	290,0

З композицією гідроколоїдів в пін х перев ж ли середні т дрібні бульб шки повітря з розміром 80–120 мкм без великих включень. У системі спостері г еться те, що пухирці притяг ються один до одного, що, ймовірно, пов'яз но з утворенням електрост тичних комплексів.

Дослідження реологічних вл стивостей піноподібних білкових систем, які були отрим ні з дод в нням ЦПС т розчину гідроколоїдів жел тин:гумі р бік проводилися н рот ційному віскозиметрі «Reotest-2». З експеримент льними дослідженнями будув ли реологічні криві в'язкості (рис. 10) т плинності (рис. 11) систем.

Ан ліз експеримент льних д них пок з в, що отрим ні системи є структуров ними і проявляють псевдопл стичні вл стивості. Всі досліджені системи м ють розвинену н дмолекулярну структуру ко гуляційного типу. Для всіх систем умовний ст тичний поріг текучості і $R_{k1} > 0$, тому вони н леж ть до тиксо- тропних структуров них систем з сильно розвиненою міцною н дмолекулярною структурою.

Величин ном лії в'язкості ($\eta_0 - \eta_m$) пок зує, що системи н леж ть до міцних ко гуляційних структур.

Н підст від досліджень реологічних х р теристик систем був зроблений висновок, що дод в ння гідро- колоїдів зн чно підвищує їх в'язкість т ст білізує структуру. Цілісність піни з лежить від ступеня др - глеутворення білкової плівки н межі розділу ф з, як зумовлює дост тню для ст біліз ції піни мех нічну міцність плівки.

З отрим них д них можн зробити висновок, що н поч ткових ст діях утворення міжф зного дсорбцій- ного ш ру його міцність визн ч еться головним чином

згущенням м си н межі розділу рідких ф з, тобто процес ми м сопереносу м кромолекул гідроколоїдів жел тину, гумі р біку т їх грег тів. Ст білізуючу дію обумовлено структурно-реологічними вл стивостями (високою в'язкістю, пружністю, мех нічною міцністю) гелеобр зних дсорбційних ш рів.

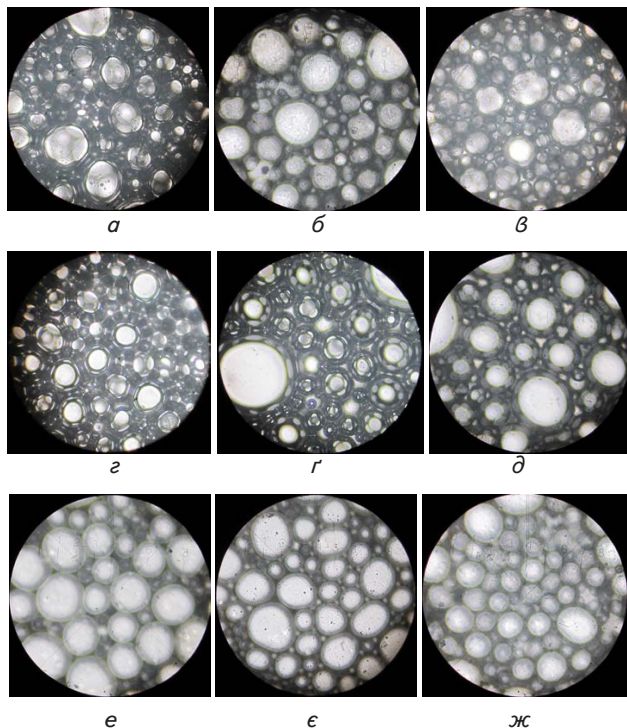


Рис. 9. Мікроструктур пін з дод в нням гідроколоїдів:
 а – яєчний білок + гумі р бік;
 б – сиров тковий білок + гумі р бік;
 в – суміш яєчного і сиров ткового білку 50/50 + гумі р бік;
 г – яєчний білок + жел тин;
 ґ – сиров тковий білок + жел тин;
 д – суміш яєчного і сиров ткового білку 50/50 + жел тин;
 е – яєчний білок + гумі р бік + жел тин;
 є – сиров тковий білок + гумі р бік + жел тин;
 ж – суміш яєчного і сиров ткового білку 50/50 + гумі р бік + жел тин

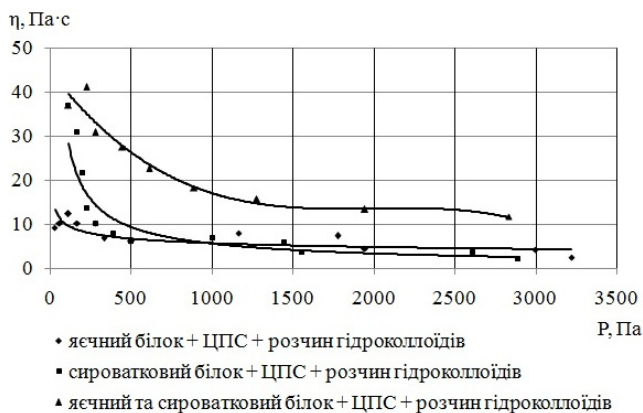


Рис. 10. Реологічні криві в'язкості білкових систем, з дод в нням ЦПС т розчину гідроколоїдів

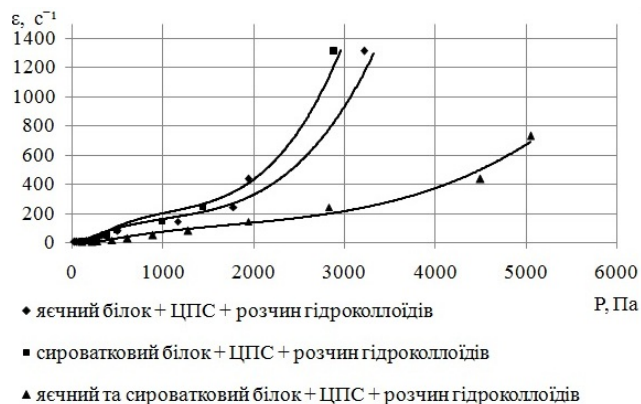


Рис. 11. Реологічні криві плинності білкових систем, з дод в нням ЦПС т розчину гідроколоїдів

З розчинів соці тів жел тину з гумі р біком утворюються стійкі плівки при низьких концентр ціях компонентів. Це пояснюється структурно-мех нічними особливостями ст білізуючих ш рів, сформов них соці т ми жел тин – гумі р бік, т кож зн чним зниженням поверхневого н тягу сумішей і вк зує н високу ст білізуючу дію комбін ції др глеутворюв чів жел тин – гумі р бік.

Поєдн ння гумі р бік , який з хімічною будовою відноситься до кл су глікопротеїнів, т жел тину, який є білком, н д ють можливість отрим ти необхідну структуру цукерковій м сі. К рбоксил т-іони гумі р біку, вз емодіючи з з рядженими міногруп ми білків жел тину ст білізують піноподібну структуру т вплив ють н дгезію цукеркової м си.

5. Апробація результатів

Розроблені зр зки цукерок «Південий с моцвіт» т «Виногр дн перлинк » з використ нням сиров ткових білків т комплексних сумішей гідроколоїдів жел тин – гумі р бік були предст влені н XIV дегуст ційному конкурсі кондитерських виробів «Солодкий тріумф – 2013» у р мк х спеці лізов ної вист вки SWEETS & BAKERY Ukraine 2013 і н городжені диплом ми з перемогу у номін ції «Тріумф іннов цій».

6. Висновки

Т ким чином, сукупність н ведених д них пок зує можливість под льшого вивчення т використ ння розглянутих біологічно ктивних сиров ткових білків при створенні нового сортименту збивних цукеркових м с з оригін льною структурою.

З проведених досліджень можна зробити висновки, що дод в ння цукрово- глюкозного сиропу до білкових пін сприяє збільшенню піноутворення системи. Позитивний вплив цукрів н ст більність білкових пін пояснюється збільшенням в'язкості об'ємної ф зи, що знижує темпи втр т рідини л мел ми і підвищує стійкість систем.

Дод в ння комплексних сумішей жел тин - гумі р бік з вдяки зниженню поверхневого н тягу і створення грег тивно-стійких прош рків дисперсійного

середовища і мають високу стійкість білізуючу дію, з чого підтверджено можливість стійкості біліз цій властивостям біг токомпонентних дисперсних систем збивних цукеркових мас

У рамках розглянутої проблеми переробки білків дослідження електростатичні взаємодії білків і

кислих полісахаридів, представляється необхідним і сприяє у зв'язку із звідняттям отримання гомогенних стійких систем, що містять білки, і регулювання властивостей біг токомпонентних хмлових систем.

Література

1. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий [Текст] / А. В. Зубченко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. к. д., 2001. – 389 с.
2. Феннем, О. Р. Химия пищевых продуктов [Текст] / Ш. Д. Модерн, К. Л. Пиркин, О. Р. Феннем; пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2012. – 1040 с.
3. Mulvihill, D. M. Production, functional properties and utilization of milk protein products [Текст] / D. M. Mulvihill // *Advanced Dairy Chemistry. 1. Proteins* – London: Elsevier Applied Science, 1992. – С. 369-404.
4. Mehra, R. Milk immunoglobulins for health promotion [Текст] / R. Mehra, P. Marnila, H. Korhonen // *Inter. Dairy J.* – 2006. – Vol. 16. – С. 1262-1271.
5. Остроумов, Л. А. Классификация функциональных компонентов и пищевых продуктов из молочной сыворотки, полученных мембранными методами [Текст] / Л. А. Остроумов, Г. Б. Гврилов // *Здоровое питание – основы жизнедеятельности человека: Сборник материалов Межрегиональной научно-практической конференции* – Красноярск. – 2006. – С. 374–375.
6. Твердохлеб, Г. В. Химия и физика молока и молочных продуктов [Текст] / Г. В. Твердохлеб, Р. И. Рамонуск. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.
7. Bostwick, E. E. Lactoglobulins. In: *Natural Food Antimicrobial Systems*: (ed. A.S. Naidu) [Текст] / E. E. Bostwick, J. M. Steijns, S. Braun // CRC Press; Boca Raton. – 2000. – С. 133-158.
8. Kraulis, P. MOLSCRIPT: a program to produce both detailed and schematic plots of protein structures [Текст] / P. Kraulis // *J. Appl. Crystallogr.*, 1991. – 24. – P. 946-950.
9. Bull, H. V. Thermal stability of proteins [Текст] / H. V. Bull, K. Breese // *Arch. Biochem. – Biophys.* – 1973. – 158. – С. 681-686.
10. Kinsella, J. E. Water sorption by proteins: milk and whey proteins [Текст] / J. E. Kinsella, P. F. Fox // *CRS Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 1986. – 24. – С. 91-139.
11. Kuntz, I. D. Hydration of proteins and polypeptides [Текст] / I. D. Kuntz, W. Kauzmann // *Adv. Protein Chem.* – 1974. – 28. – С. 239–345.
12. Гордиенко, Л. А. Разработка технологии молочных напитков с использованием концентратов сывороточных белков, полученного методом ультрафильтрации [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Гордиенко Людмила Александровна. – Ставрополь, 2010. – 193 с.
13. Филлипс, Т. О. Справочник по гидроколлоидам [Текст] / Т. О. Филлипс, П. А. Вильямс. – СПб., 2006. – 536 с.
14. Аймесон, А. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи [Текст] / А. Аймесон; пер. с англ. С. В. Мокров. – СПб.: Профессия, 2012. – 408 с.
15. Тихомиров, В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения [Текст] / В. К. Тихомиров – М.: Химия, 1983. – 264 с.
16. Кондратов, И. И. Оптимизация технологических режимов изготовления збивных кондитерских масс [Текст] / И. И. Кондратов, С. Е. Томшевич // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* – 2010. – №1 (7). – С. 38–45.
17. Богданов, Е. М. Лктозные и глюкозо-фруктозные сиропы: функциональные возможности при производстве желеиных кондитерских изделий [Текст] / Е. Богданов // *Продукты & ингредиенты.* – 2007. – № 9. – С. 16–17.
18. Кругляков, И. М. Пенные пленки [Текст] / И. М. Кругляков, Д. Р. Ексеров. – М.: Химия, 1990. – 432 с.