

Шейна Алина Владимировна, ст. науч. сотруд., кафедра
общеинженерных дисциплин и оборудования. Донецкий национальный
университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. Адрес:
ул. Островского, 16, г. Кривой Рог, Украина, 50005. Тел.: 0671 049709; e-mail:
melnikolgaevgenivna@ukr.net.

Sheyina Alina, senior researcher, Donetsk National University of
Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Department of
General Engineering Disciplines and Equipment. Address: Ostrowski str., 16, Kryvyi
Rih, Ukraine, 50005. Tel.: 0671049709; e-mail: melnikolgaevgenivna@ukr.net.
DOI: 10.5281/zenodo.1306398

УДК 637.05:637.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДЕКАЛЬЦИФІКАЦІЇ МОЛОКА ЗНЕЖИРЕНОГО НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

Н.Г. Гринченко, Д.О. Тютюкова

Досліджено вплив декальцифікації молока знежиреного на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного: масову частку вологи, білків та мінеральних речовин, структурно-механічні показники та стан вологи. Висвітлено роль кальцію у формуванні показників якості сиру кисломолочного. Показано, що процес декальцифікації приводить до підвищення масової частки вологи, зменшення масової частки білка та мінеральних речовин. Виявлено позитивний вплив декальцифікації на структурно-механічні показники та стан вологи сиру кисломолочного. Методом електронної мікроскопії підтверджено роль кальцію у формуванні структурних організацій казеїнових міцел.

Ключові слова: декальцифікація, молоко знежирене, сир кисломолочний, фізико-хімічні показники, стан вологи, структурно-механічні властивості, мікроструктура.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕКАЛЬЦИФИКАЦИИ МОЛОКА ОБЕЗЖИРЕННОГО НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВОРОГА

Н.Г. Гринченко, Д.А. Тюпокова

Исследовано влияние декальцификации молока обезжиренного на физико-химические показатели творога: массовую долю влаги, белков и минеральных веществ, структурно-механические показатели и состояние

воды. Освещена роль кальция в формировании показателей качества творога. Показано, что процесс декальцификации приводит к повышению массовой доли влаги, уменьшению массовой доли белка и минеральных веществ. Выявлено положительное влияние декальцификации на структурно-механические показатели и состояние воды в твороге. Методом электронной микроскопии подтверждена роль кальция в формировании структурной организации казеиновых микелл.

Ключевые слова: декальцификация, молоко обезжиренное, творог, физико-химические показатели, состояние воды, структурно-механические свойства, микроструктура.

INVESTIGATION OF SKIMMED MILK INFLUENCE ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF COTTAGE CHEESE

N. Grynchenko, D. Tyutyukova

The expediency and urgency of the development of innovative technologies is substantiated, the implementation of which allows increasing the efficiency of the functioning of food production. It is determined that the introduction of innovations that are aimed at resource saving, optimization of production processes is impossible without a thorough understanding of the laws of the influence of technological factors on the quality and safety indicators of new products, in particular, its physical and chemical indicators. The role of calcium in the formation of quality indicators of cottage cheese is highlighted. It is proved that the use of ion-exchange processes to regulate the composition of the salt system of milk by using ion-exchange resins or sorbents allows one to change its physical, chemical and technological properties, as well as the quality indices of the products obtained on its basis. The influence of decalcification of skimmed milk on the physical and chemical parameters of cottage cheese – the mass fraction of moisture, proteins and minerals, structural and mechanical indices and the state of water is determined. It is shown that the process of decalcification leads to an increase in the mass fraction of moisture, a decrease in the mass fraction of protein and mineral substances. The positive effect of decalcification on structural and mechanical parameters of cottage cheese is revealed. It is found that reducing the calcium content in milk to the level of 90–105 mg% makes it possible to obtain a cottage cheese of a homogeneous texture with high plastic properties. It is confirmed that the proposed methods of treating milk as raw materials ensure the production of cottage cheese with a higher degree of moisture binding is ensured by greater hydrophilicity of the system due to the increase in the dispersive medium of soluble proteins and the moisture state of the cottage cheese. Electron microscopy confirms the role of calcium in the formation of structural organizations of casein micelles. It is established that the duration of spin-spin relaxation of cottage cheese samples differs significantly: the water mobility of a sample of cottage cheese from skimmed decalcified milk is 1.6 times lower in comparison with the control sample. The role of calcium in the

formation of the structure of casein micelles is revealed, which is confirmed by electron microscopy. It is established that cottage cheese obtained from decalcified milk is characterized by the presence of smaller micellar formations, which has a more friableporous structure.

Keywords: *decalcification, skimmed milk, cottage cheese, physical and chemical parameters, water state, structural and mechanical properties, microstructure.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В умовах зростання конкуренції на споживчих ринках, підвищення вартості енергоносіїв та дефіциту кваліфікованої робочої сили інновації потрібні підприємствам як чинник посилення конкурентних позицій на споживчому ринку. Без упровадження інновацій виробники прирікають себе на поступову втрату конкурентних переваг. За цих умов усе більшого значення набуває розробка інноваційних технологій, реалізація яких дозволяє підвищити ефективність функціонування харчових виробництв. Не є виключенням і виробництво білкових молочних продуктів, у тому числі сиру кисломолочного. Запровадження інновацій, які мають за мету ресурсозбереження, оптимізацію виробничих процесів, не можливе без ґрунтового розуміння закономірностей впливу технологічних чинників на показники якості та безпечності нової продукції, зокрема її фізико-хімічні показники. Одже, дослідження впливу декальцифікації молока знежиреного (як інструмента регулювання властивостей сиру кисломолочного) на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного, виготовленого на його основі, є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з сучасними уявленнями про закономірності та механізм процесу коагуляції білків молока (як визначального під час одержання сиру кисломолочного) поряд з іншими чинниками важливе значення має кальцій, роль якого полягає у зв'язуванні вільних ОН-груп фосфорної кислоти казеїнових міцел. Кальцій у казеїнових міцелах міститься у двох формах: органічний кальцій, приєднаний до фосфатних і карбоксильних груп казеїну, та неорганічний, який входить до складу колоїдного фосфату та цитрату кальцію. Під час теплової обробки (пастеризації) баланс між розчинними і нерозчинними формами зсувається в бік нерозчинних солей фосфату кальцію, що веде до нестачі іонного кальцію і розчинних форм фосфату кальцію [1].

Іонний кальцій може виконувати роль дестабілізатора білків без нагрівання, результатом чого є перехід казеїну в нерозчинний стан (у формі осаду) незалежно від зовнішніх чинників. Необхідна концентрація хлориду кальцію становить близько 4,65 ммоль/л для молока,

для казеїнатнатрієвих розчинів – від 7 ммоль/л до 16 ммоль/л. Найбільш схильні до дії хлориду кальцію α_s - та β -казеїни, а це близько 75% казеїну молока, κ -казеїн (близько 15%), навпаки, виявляє стабільність. Додаткове внесення кальцію може сприяти осадженню неабсорбованого казеїну з водної фази [2; 3]. У працях [4; 5] зазначено, що збільшення концентрації іонів кальцію в молоці призводить до підвищення ступеня агрегації білків та швидкості коагуляційних процесів.

У дослідженнях [6–13] висвітлено вплив складу сольової системи молока на його технологічні властивості та коагуляцію білків. Так, науковцями [6] досліджено вплив іонообміну на дисоціацію казеїнових міцел. У роботі [7] зазначено, що регулювання складу сольової системи молока шляхом вилучення із системи до 83,6% кальцію призводить до зменшення розміру казеїнових міцел, збільшення розчинності молочних білків, що є перспективним для виробництва білкових молочних концентратів.

У праці [8] зазначено, що за рахунок використання катіонних смол Na-типу з молока можна видалити до 100% кальцію. Цю обробку рекомендовано використовувати під час виробництва декальцифкованого концентрату молочного білка, який характеризується більш високими розчинністю, термостабільністю, емульгуючими властивостями та піноутворюючою здатністю [9].

Bhaskar G.V. та іншими [10] досліджено доцільність регулювання складу сольової системи молока шляхом іонного обміну кальцію з одновалентними іонами – натрієм та калієм. В праці [10] зазначено, що внаслідок іонообміну підвищуються функціональність та стабільність молочних продуктів. На підставі одержаних даних розроблено концентрат молочних білків зі зменшеним вмістом кальцію, який може бути використано переважно для стабілізації харчових продуктів, які містять жир.

Для забезпечення термостабільності молока з підвищеною кислотністю під час пастеризації та стерилізації науковцями [11] запропоновано обробку молока іонообмінними смолами. Автори відзначають, що внаслідок регулювання сольового складу молока титрована кислотність останнього знижується на 2–6 Т, термостабільність за алкогольною пробою підвищується від 66% до 88%, біологічна та харчова цінність пастеризованого та стерилізованого молока, що піддавалось іонообміну, майже не змінюється.

У праці [12] досліджено регулювання складу сольової системи молока шляхом введення сорбенту альгінату натрію. Доведено, що зміна якісного та кількісного складу сольової системи молока знежиреного шляхом трансформації іонізованого кальцію в

нерозчинний стан забезпечує підвищення його колоїдної стабільності, термо- та кислото стійкості. Установлено, що використання природного комплексоутворювача – альгінату натрію за концентрації розчину 1,0–2,0% та коректорів розчинності, використання яких забезпечує рН 5,0–5,5, що вводиться у два етапи за співвідношення молоко:комплексоутворювач як 100:10, зменшує вміст іонного кальцію на 10,0–5,0% до початкового вмісту та забезпечує колоїдну стабільність, термо- та кислото стійкість. На підставі одержаних даних авторами розроблено технологію напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи та соку концентрованого чи пюре.

Таким чином, установлено, що застосування іонообмінних процесів для регулювання складу сольової системи молока здійснюють шляхом використання як іонообмінних смол, так і сорбентів, що дає можливість змінювати його фізико-хімічні та технологічні властивості.

Метою статті є дослідження впливу декальцифікації молока знежиреного на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для формування потрібних показників сиру кисломолочного прийнято регулювання складу сольової системи молока знежиреного шляхом його декальцифікації – керованого видалення іонів кальцію. Як комплексоутворювач використано альгінат натрію у вигляді водних розчинів, який унаслідок перебігу реакції заміщення здатен зв'язувати іони кальцію та переводити їх у нерозчинний стан. Це є рушійною силою, яка сприятиме зміні сольової рівноваги в молочі: частина колоїдних солей кальцію перейде в іонно-молекулярний стан, фосфати кальцію набудуть кращої розчинності й вишого ступеня дисоціації. Тож кероване виведення іонів кальцію впливатиме на колоїдну дестабілізацію структурних елементів молока, що у свою чергу призведе до формування нових технологічних властивостей сиру кисломолочного, які потребують дослідження.

Відповідно до мети дослідження визначено вплив декальцифікації молока знежиреного на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного: масову частку вологи, білків та мінеральних речовин, структурно-механічні показники та стан вологи. Зразки сиру кисломолочного одержували за традиційною технологією кислотним способом з молока однієї партії.

Експериментально визначено раціональні параметри декальцифікації молока знежиреного (виведення з системи 20–25% кальцію до початкового значення), наукове обґрунтування яких наведено в праці [14]. З урахуванням зазначеного фізико-хімічні показники сиру кисломолочного досліджено для зразків, одержаних із

молока декальцифікованого (вміст кальцію 90–105 мг%) порівняно з контрольним зразком (вміст кальцію 132–137 мг%).

Виявлено (табл. 1), що декальцифікація молока знежиреного впливає на такі його фізико-хімічні показники, як масова частка води, білка та мінеральних речовин, вологоутримуюча здатність (ВУЗ). Інші показники – масова частка жиру, кислотність – не змінюються.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники сиру кисломолочного, виготовленого з молока знежиреного та молока знежиреного декальцифікованого

Показник	Значення показника для сиру кисломолочного за вмісту кальцію в молоці, мг%	
	132–137	90–105
Масова частка води, %	75,3±0,1	76,8±0,1
Масова частка білка, %	18,9±0,1	18,3±0,1
Масова частка жиру, %	0,58±0,05	0,58±0,05
Масова частка мінеральних речовин, %	1,25±0,05	1,23±0,05

Виявлено, що для сиру кисломолочного, одержаного з молока декальцифікованого, спостерігається збільшення масової частки води від (75,3±0,1)% до (76,8±0,1)% (пояснюється більш високими показниками ВУЗ за рахунок підвищення ступеня дисоціації казеїнових молекул), зменшенням масової частки білка від (18,9±0,1)% до (18,3±0,1)% (унаслідок розпаду казеїнових міцел та переходу казеїну до сироватки), несуттєве зменшення масової частки мінеральних речовин.

Структурно-механічні властивості дослідних зразків визначали за кривими деформації в умовах лінійної течії. За класифікацією А.П. Ребіндера сир кисломолочний належить до твердоподібних молочних продуктів, грубодисперсна пастоподібна система яких характеризується вираженням граничним напруженням зсуву для пластично-в'язкого тіла. Визначено, що для зразків сиру кисломолочного характерна наявність незворотної деформації плину. Для зразків сиру кисломолочного з декальцифікованого молока абсолютна величина загальної деформації порівняно з контрольним зразком збільшується в 1,3 разу ($10,3 \cdot 10^{-3}$ Па проти $8,0 \cdot 10^{-3}$ Па); однак одночасно спостерігається відносно збільшення частки зворотної деформації у її загальному обсязі (з 0,72 до 0,8), що свідчить про зростання пластичних властивостей (табл. 2).

Таблиця 2

**Зведені дані структурно-механічних показників сиру
кисломолочного, виготовленого з молока знежиреного
та молока знежиреного декальцифікованого**

Показник	Значення показника для сиру кисломолочного за вмісту кальцію в молоці, мг%	
	132–137	90–105
Зворотна деформація	$5,75 \times 10^{-3}$	$8,23 \times 10^{-3}$
Незворотна деформація	$2,25 \times 10^{-3}$	$2,03 \times 10^{-3}$
Загальна деформація	$8,00 \times 10^{-3}$	$10,25 \times 10^{-3}$
Податливість, Па ⁻¹	$1,22 \times 10^{-3}$	$1,57 \times 10^{-3}$
Умовно миттєвий модуль пружності, Па	$3,9 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
Високоеластичний модуль (Па)	$1,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$
Пластична в'язкість, Па·с	$1,57 \times 10^7$	$1,74 \times 10^7$
Відношення деформації зворотної до загальної	0,72	0,80

Досліджено форми зв'язку вологи зразків сиру кисломолочного. Термоаналітичні криві (ТГА), наведені на рис. 1, свідчать, що під час нагрівання зразків сиру кисломолочного спостерігається постоуове зменшення маси; температура початку втрати вологи для зразків сиру кисломолочного та сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого становить $(31,1 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ та $(34,0 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ відповідно. Процес розкладання зразків сиру кисломолочного відбувається ендотермічно в декілька стадій: на кривих зафіксовано ендоефекти, положення яких дещо різняться для зразків сиру кисломолочного та сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого.

Кожна стадія (діапазон) характеризує певний процес, який відбувається в зразках за температурного впливу. Під час нагрівання зразків сиру кисломолочного та сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого в температурному інтервалі 31...55 С (I діапазон) інтенсивність виділення вологи з білкової матриці зразків є невисокою, втрати маси становлять 2%. Це може бути вільна волога, яка знаходиться в порожнечах зразків.

У температурному інтервалі 55...85 °С (II діапазон) інтенсивність втрати вологи значно збільшується. Втрати маси на цьому етапі для зразків сиру кисломолочного та сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого становлять 10% та 8% відповідно.

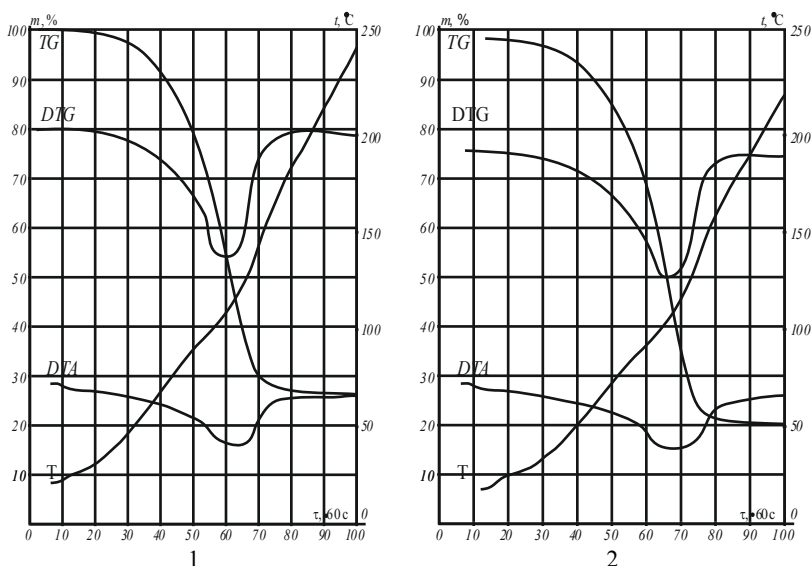


Рис. 1. Дериватограми зразків сиру кисломолочного, одержаних: 1 – із молока знежиреного; 2 – із молока знежиреного декальцифікованого

Очевидно, що втрати маси зразками сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого за більшої вологості є дещо меншими. Це, ймовірно, пояснюється більшим вмістом розчинних білків у складі сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого й колоїдним станом сиру кисломолочного, який є кислотним ліогелем із високою здатністю до синерезису. Відомо, що ступінь синерезису пов'язаний із двома структурними властивостями гелю – пористістю та проникністю, які залежать від розмірів та кількості капілярів. Одержані результати повною мірою корелюють із результатами дослідження пористості та середнього діаметра капілярів, згідно з якими в зразках сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого вони є меншими. Ймовірно, на цьому етапі видаляється механічно зв'язана волога, яка знаходиться в порожнинах кисломолочного згустка, що утворився внаслідок коагуляції казеїну.

У температурному інтервалі 85...140 °С (III діапазон) спостерігаються суттєві втрати маси зразками. У цьому діапазоні температур спостерігається значний ендотермічний пік, який віддзеркалює суттєве зниження гідратаційної здатності білків,

видалення вологи, що є зв'язаною з білками. Із даних рис. 1 видно, що температурні інтервали максимальної швидкості випаровування вологи різняться між собою й становлять для зразків сиру кисломолочного 110...130 °С, сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого – 112...140 °С. У цьому інтервалі температур має місце дегідратація систем, що супроводжується високою швидкістю випаровування вологи. Проте наявність ширшого інтервалу максимальної швидкості випаровування вологи для зразків сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого та вищої початкової температури (112 °С проти 110 °С) свідчить про більш високий ступінь зв'язування вологи, що, ймовірно пояснюється більшою гідрофільністю системи за рахунок збільшення в дисперсійному середовищі розчинних білків.

Докладнішу інформацію про форми зв'язку води одержано, ґрунтуючись на основних положеннях молекулярно-кінетичної теорії, до методів дослідження якої належить ЯМР-радіоспектроскопія. Аналізуючи дані ЯМР, виходили з розуміння, що час релаксації протонів водню корелюють із так званою рухливістю молекул води. Чим більша величина T_2 , тим ближче рухливість молекул води в системах до рухливості чистої дистильованої води. Утворення фізико-хімічних або хімічних зв'язків води з іншими компонентами системи фіксуються різкою зміною часу T_2 . У табл. 3 наведено результати дослідження тривалості спін-спінової релаксації зразків сиру кисломолочного.

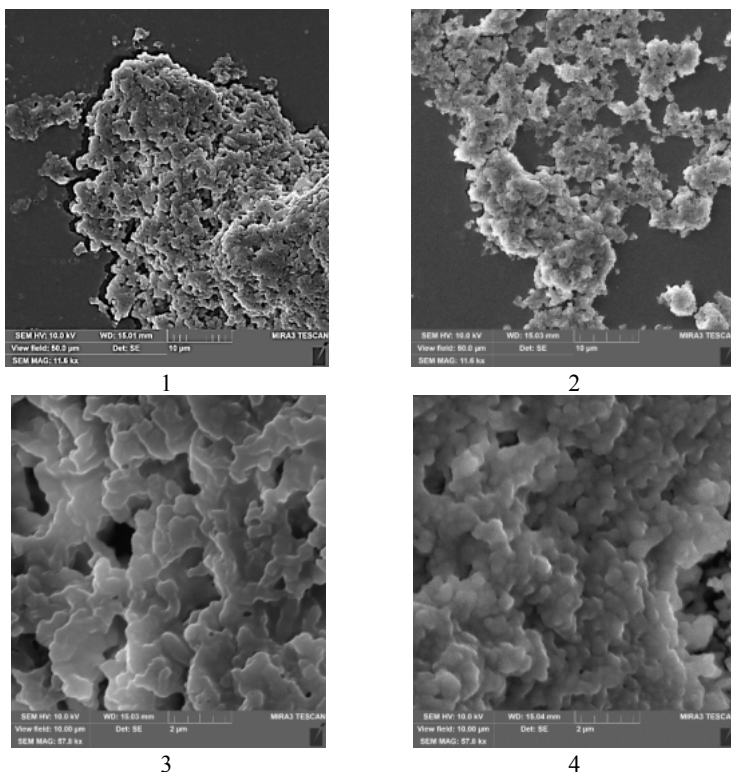
Таблиця 3

Тривалість спін-спінової релаксації зразків сиру кисломолочного

Зразок	Рухливість молекул води ($T_2 \times 10^{-3}$), с
Сир кисломолочний з молока знежиреного (контрольний зразок)	44±1
Сир кисломолочний з молока знежиреного декальцифікованого	27±1

Установлено, що значення тривалості спін-спінової релаксації зразків сиру кисломолочного суттєво різняться між собою: значення рухливості води для зразка сиру кисломолочного з молока знежиреного декальцифікованого в 1,6 раз є меншим порівняно з контрольним зразком. Виявлено також дещо менший рівень амплітуди луни в дослідному зразку (сир кисломолочний із молока знежиреного декальцифікованого), що свідчить про меншу кількість протонів водню та їх рухливість порівняно з контрольним зразком.

Задля виявлення ролі кальцію у формуванні структури казеїнових міцел наведено дані електронної мікроскопії (рис. 2) за різного збільшення. Видно, що дослідні зразки відрізняються один від одного як за загальною організацією структури, так і за характером поверхні. Так, зразок, одержаний із молока знежиреного, являє собою міцелу, побудовану за рахунок наявності кальцій-фосфатних містків. Розміри міцели прямо пов'язані зі вмістом фосфату кальцію: чим його більше, тим збільша кількість субміцел у складі угруповання.



**Рис. 2. Структура казеїнових міцел білкових коагулятів (рН $4,65 \pm 0,05$):
1, 3 – із молока знежиреного; 2, 4 – із молока знежиреного
декальцифікованого**

Зразок 2 порівняно зі зразком 1 характеризується наявністю дрібніших міцелярних утворень, має більш рихлу пористу структуру. Відмінності, імовірно, пов'язані з тим, що зсув сольової рівноваги внаслідок зменшення вмісту кальцію в молоці знежиреному є

причиною виходу кальцію з міцел казеїну, який раніше був зв'язаний із фосфосерином. За цих умов має місце розпад міцел на дрібніші об'єднання субміцел.

Таким чином, проведені дослідження дозволили виявити позитивний вплив декальцифікації молока знежиреного на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного, який досягається за раціональних параметрів декальцифікації – видалення з молока знежиреного 20–25% кальцію від початкового його вмісту.

Висновки. Узагальнення експериментальних досліджень щодо впливу декальцифікації молока знежиреного на фізико-хімічні показники сиру кисломолочного, виготовленого на його основі, показує, що зменшення вмісту кальцію в молоці до рівня 90–105 мг% дозволяє:

- скорегувати фізико-хімічні властивості сиру кисломолочного, зокрема підвищити масову частку вологи, білків та мінеральних речовин;

- одержати сир кисломолочний із більш високим ступенем зв'язування вологи, що забезпечується більшою гідрофільністю системи за рахунок збільшення в дисперсійному середовищі розчинних білків;

- одержати сир кисломолочний однорідної текстури з високими пластичними властивостями.

Список джерел інформації / References

1. Udabage, P., McKinnon, I.R., Augustin, M.A. (2000), “Mineral and casein equilibria in milk: effects of added salts and calcium-chelating agents”, *Journal of Dairy Research*, Vol. 67, No. 3, pp. 361-370.
2. Singh, H. (2004) “Heat stability of milk”, *International Journal of Dairy Technology*, Vol. 57, No. 2-3 pp. 111-119.
3. Huppertz, T., Kelly, A.L., Fox, P.F. (2002), “Effects of high pressure on constituents and properties of milk”, *International Dairy Journal*, Vol. 12, No. 7, pp. 561-572.
4. Tsioulpas, A., Lewis, M.J., Grandison, A.S. (2007), “Effect of minerals on casein micelle stability of cows' milk”, *Journal of Dairy Research*, Vol. 74, No. 2, pp. 167-173.
5. Faka, M., Lewis, M.J., Grandison, A.S., Deeth, H. (2009), “The effect of free Ca²⁺ on the heat stability and other characteristics of low-heat skim milk powder”, *International Dairy Journal*, Vol. 19, No. 6, pp. 386-392.
6. Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A. (2015), Chemistry and biochemistry of cheese. *Springer. Cham*. pp. 499-546.
7. Xu, Y., Liu, D., Yang, H., Zhang, J., Liu, X., Regenstein, J. M., Zhou, P. (2016), “Effect of calcium sequestration by ion-exchange treatment on the dissociation of casein micelles in model milk protein concentrates”, *Food Hydrocolloids*, No. 60, pp. 59-66.

8. Dvbing, S.T., Bhaskar, G.V., Dunlop, F.P., Fayerman, A.M., Whitton, M.J. (2007), “Modified milk protein concentrates and their use in making gels an dairy products”, *U.S. Patent Application*, No. 7/192, 619 p.

9. Bhaskar, G.V. (2010), “Dairy product and process”, *U.S. Patent Application*. No. 12/439. 471 p.

10. Bhaskar, G.V., Gao, H., Donk, R.K. (2013), “Dairy product and process”. *U.S. Patent Application*. No. 13/810. 161 p.

11. Hanonov, V.D., Azarkova, E.Yu., Budnik, V.G. (2010). “Topical ways to improve the quality and safety of milk” [“Aktualnye puti povysheniya kachestva i bezopasnosti moloka”], *Pererabotka moloka*, No. 10, pp. 26-27.

12. Плотнікова Р. В. Технологія напівфабрикатів десертної продукції на основі молока знежиреного з регульованим складом сольової системи : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 183 с.

Plotnikova, R.V. (2014), *Technology of semi-finished products for desserts on the basis of semi-skimmed milk with the regulated composition of saline system: dissertation [Tekhnologhiia napivfabrykativ desertnoi produkcii na osnovi moloka znezhyrenoho z rehulovanyum skladom solovoi systemy: dis. ... kand. tekhn. nauk]*, Kharkiv. 183 p.

13. Mittal, V.A., Ellis, A., Ye, A., Das, S., & Singh, H. (2015). “Influence of calcium depletion on iron-binding properties of milk”, *Journal of dairy science*, Vol. 98, No. 4, pp. 2103-2113.

14. Plotnikova, R., Grynchenko, N., Pyvovarov, P. (2016), “Study of influence of technological factors on the sorption of ionized calcium from skimmed milk by sodium alginate”, *Earsten-European Journal of enterprise technologies*, Vol. 5, No. 11 (83), pp. 32-39.

Гринченко Наталя Геннадіївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології м’яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: tatagrin1201@gmail.com.

Гринченко Наталья Геннадьевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: tatagrin1201@gmail.com.

Grynchenko Natalia, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate Professor, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333 Kharkiv, Ukraine, 61051. E-mail: tatagrin1201@gmail.com.

Тютюкова Дар’я Олександрівна, асп., кафедра технології м’яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: tutukova.d.o.hduht@gmail.com.

Тютюкова Дарья Александровна, асп., кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: tutukova.d.o.hduht@gmail.com.

Tyutyukova Daria, Postgraduate Student, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Address: Klochkivska str., 333 Kharkiv, Ukraine, 61051. E-mail: tutukova.d.o.hduht@gmail.com
DOI: 10.5281/zenodo.1306400

УДК 637.358

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ ГЕЛІВ НА ОСНОВІ БІЛКІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ЇХ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Ф.В. Перцевой, Д.О. Бідюк, Д.К. Душенюк

Наведено дані зі встановлення впливу технологічних параметрів – концентрації порошкоподібних білків зі свинячої шкіри (КАПреміум-95, Алма Текс 104/7 ПРОТГЕЛЬ) та волокнистого білка із яловичої шкіри (NOVAPRO), температури гідратації на міцність гелеподібних систем на їх основі. Визначено вплив температури гелів на їх граничну напругу зсуву.

Ключові слова: *міцність гелю, гранична напруга зсуву, тваринний білок, гель.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ БЕЛКОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ИХ СТРУКТУРНО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Ф.В. Перцевой, Д.О. Бидюк, Д.К. Душенюк

Приведены данные по установлению влияния технологических параметров – концентрации порошкообразных белков из свиной кожи (КАПреміум-95, Алма Текс 104/7 ПРОТГЕЛЬ) и волокнистого белка из говяжьей кожи (NOVAPRO), температуры гидратации на прочность гелеобразных систем на их основе. Определено влияние температуры гелей на их предельное напряжение сдвига.

Ключевые слова: *прочность геля, предельное напряжение сдвига, животный белок, гель.*