

*В статті представлено експериментальні дані щодо впливу стабілізатора, поверхнево-активних речовин, соняшникової олії на механічну міцність піноемульсійних систем. Обґрунтовано вибір та концентрації стабілізатора, поверхнево-активних речовин, що дозволяють стабілізувати та підвищити механічну міцність піноподібних систем, що містять соняшкову олію. Отримані закономірності дозволили стабілізувати структуру піноемульсійної системи на основі сухого жирового напівфабрикату*

*Ключові слова: піна, механічна міцність, піноемульсія, поверхнево-активна речовина, стабілізатор, гранична напруга зсуву*

*В статье представлены экспериментальные данные влияния стабилизатора, поверхностно-активных веществ, подсолнечного масла на механическую прочность пеноэмульсионных систем. Обоснован выбор и концентрации стабилизатора, поверхностно-активных веществ, которые позволяют стабилизировать и повысить механическую прочность пенообразных систем, которые содержат подсолнечное масло. Полученные закономерности позволили стабилизировать структуру пеноэмульсионной системы на основе сухого жирового полуфабриката*

*Ключевые слова: пена, механическая прочность, пеноэмульсия, поверхностно-активное вещество, стабилизатор, предельное напряжение сдвига*

## ВПЛИВ РЕЦЕПТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ СУХОГО ЖИРОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ ДЛЯ ЗБИВАННЯ НА МЕХАНІЧНУ МІЦНІСТЬ ПІННИХ МАС

**О. В. Котляр**

Аспірант\*

E-mail: ov.kot@mail.ru

**А. Б. Горальчук**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: abgora@gmail.com

**О. О. Гринченко**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри\*

E-mail: grenol@mail.ru

\*Кафедра технології харчування Харківський державний університет харчування та торгівлі

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

### 1. Вступ

Сьогодні одним із пріоритетів розвитку в галузі виробництва харчових продуктів є покращення структури харчування населення за рахунок зниження до мінімуму витрат часу на процес приготування їжі. Такі продукти представлені широким асортиментом багатофункціональних напівфабрикатів та харчових концентратів. Вони можуть представляти собою суміші з різного виду сировини, у відповідності з розробленою рецептурою та заздалегідь піддані обробці. Крім високих показників якості продукт повинен мати низьку собівартість та широкі технологічні властивості [1, 2].

Окреме місце на ринку нових видів продукції займають сухі суміші для приготування піноподібної та емульсійної продукції, оскільки вони зручні і швидкі в приготуванні, безпечні, доступні, крім того, здатні задовольнити споживача в органолептичному плані, а також мають певні переваги порівняно з традиційними технологіями приготування піноподібної та емульсійної продукції. Науковий та практичний інтерес до проблеми створення гетерогенних в харчових систем достатньо високий. У світі проводяться масштабні дослідження в даному напрямку, результатом чого є інтенсивний розвиток ринку порошкоподібних напів-

фабрикатів [3, 4]. Використання таких напівфабрикатів дозволяє зменшити витрати на складське та технологічне обладнання, частку ручної праці та вимоги до кваліфікації робітників.

Застосування порошкоподібних напівфабрикатів значно спрощує технологію виробництва багатьох видів страв, оскільки дозволяє шляхом змішування отримувати необхідні маси із заданими фізико-хімічними та реологічними властивостями.

Порошкоподібні суміші мають ряд переваг в порівнянні з іншими видами сировини. Це мінімальний вміст вологи і відповідно невеликі об'єми та маса, а також висока концентрація поживних речовин. Низька вологість і відсутність активних ферментних систем сировини забезпечує тривалий термін зберігання без втрат якості. Для сухих сумішей характерні підвищена харчова цінність за рахунок збагачення їх у процесі виробництва вітамінами, мікроелементами, мінеральними речовинами, які необхідні для збалансованого харчування і легко засвоюються організмом.

Сучасні тенденції розширення асортименту багатофункціональних напівфабрикатів полягає у створенні нових видів сухих сумішей з широкими технологічними властивостями. Тому розробка сухого жирового напівфабрикату для приготування піноподібної та

емульсійної продукції є актуальною. Одним з найважливіших завдань є створення конкурентоспроможної продукції, що має на меті забезпечення високої якості, зниження собівартості і збільшення терміну придатності багатофункціональних напівфабрикатів. Для вирішення даної задачі в сформованих ринкових умовах актуальним є залучення нових нетрадиційних методів одержання сухих жирових сумішей для збивання, що забезпечать зменшення енерговитрат на їх виробництво.

В результаті узагальнення та аналізу стану наукових основ та практичних реалізацій технологій вітчизняної та зарубіжної харчової промисловості, існуючих тенденцій в області виробництва сухих жирових напівфабрикатів для збивання, намітилися основні напрямки вдосконалення технології традиційних продуктів на їх основі:

- зниження енерговитрат при отриманні сухих сумішей;
- підвищення технологічних властивостей напівфабрикату;
- використання доступної сировини.

У зв'язку з вищевикладеним, актуальним є завдання регулювання органолептичних та фізико-хімічних властивостей збивних напівфабрикатів на основі рідких рослинних олій шляхом використання поверхнево-активних речовин та стабілізаторів з метою забезпечення піноутворення, емульгування та кристалізацію жиру, як необхідного чинника забезпечення механічної міцності піноемульсійних систем.

Для обґрунтування рецептурного складу сухого жирового напівфабрикату для піноподібних десертів необхідно визначити раціональний вміст основних рецептурних компонентів, що забезпечують механічну міцність піноемульсійних систем та стабілізацію пін у присутності рідких олій.

---

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

---

В роботах вітчизняних та закордонних вчених [5–10] відзначено, що одним із вагомих чинників стабілізації стійкості піноподібних систем є структурно-механічний, який досягається збільшенням механічної міцності піноподібних систем. Забезпечення механічної міцності піноемульсійних систем здійснюється шляхом використання низькомолекулярних ПАР та стабілізаторів. Для піноемульсійних систем необхідним є регулювання міцності міжфазних адсорбційних шарів, що впливає на механічну міцність. Зокрема, на етапі збивання важливим є зменшення міцності МАШ на межі розділу фаз вода-олія з метою формування жирових кристалів, здатних підвищувати механічну міцність за рахунок часткової коалесценції жирових кристалів з формуванням адсорбційного шару [5, 8, 9]. Реалізація функціональних властивостей стабілізаторів сприяє підвищенню стабілізації та механічної міцності пін за рахунок підвищення в'язкості, яка сприяє сповільненню переміщення водної фази по каналам Плато-Гіббса [7, 10].

Проте, незважаючи на велику кількість експериментальних робіт, до цих пір не існує однозначного уявлення про взаємодію білокмісної молочної сиро-

вини з поверхнево-активними речовинами (ПАР) та стабілізаторами в технології одержання піноемульсійної продукції на основі сухих напівфабрикатів. Досить часто зустрічаються суперечливі дані різних авторів щодо обґрунтування виду та вмісту ПАР. Для подальшого розвитку як теоретичних положень, так і для практичного використання ПАР у таких технологічних системах, як піноемульсії необхідні експериментальні дані, які дозволяють об'єктивно оцінити вплив ПАР та стабілізаторів на механічну міцність піноемульсійних систем.

---

## 3. Мета роботи

---

Метою дослідження є визначення раціонального вмісту рецептурних компонентів сухого жирового напівфабрикату для збивання, що забезпечують максимальну механічну міцність пін.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі: визначити вміст поверхнево-активних речовин, соняшникової олії та стабілізатора, як основних рецептурних компонентів, що забезпечують високу механічну міцність пін за умови високої піноутворюючої здатності та стійкості піни.

---

## 4. Дослідження впливу рецептурних компонентів сухого напівфабрикату для збивання на механічну міцність пінних мас

---

За традиційного методу одержання сухих жировісних сумішей, обмежувальним чинником є значні енергозатрати виробництва подібних напівфабрикатів, які одержують шляхом розпилюючої сушки згущеного емульсійного продукту [11]. Вирішення цього завдання можливе використанням принципово нового методу одержання сухих жирових напівфабрикатів. Науковцями Харківського державного університету харчування та торгівлі розроблено принципово нову технологію одержання сухого жирового напівфабрикату, який одержують шляхом розпилення жирового компоненту на порошкоподібний наповнювач за неприривного перемішування системи. Даний підхід дозволяє зменшити енергозатрати на їх виробництво за незмінних показників якості.

Розробка нової технології одержання сухого напівфабрикату для збивання, потребує наукового обґрунтування технологічних параметрів, виду та вмісту рецептурних компонентів, які дозволять за даного технологічного підходу одержати продукт, що задовольнятиме наступним вимогам:

- у сухому вигляді напівфабрикат повинен зберігати органолептичні показники впродовж терміну зберігання;
- напівфабрикат для збивання повинен розчиняється у воді з послідовним утворенням емульсії, без значних енергозатрат, зокрема, одержання шляхом перемішування;
- характеризуватися високими піноутворюючими властивостями та стійкістю піни, що дозволяє введення наповнювачів з метою формування широкого асортименту десертних страв.

З метою протікання зазначених процесів необхідно використання у складі напівфабрикату білків, низькомолекулярних ПАР та стабілізаторів.

На основі попередніх досліджень визначено залежності піноутворюючої здатності та стійкості пін від вмісту ПАР та олії систем «казеїнат натрію-олія» та «казеїнат натрію-ПАР-олія». Визначено, що для забезпечення високих показників ПЗ та СП необхідно використання системи з двох емульгаторів – E471 (моно- та дигліцериди жирних кислот) та E322 (лецитин). Використання E471 (3г I/100г) забезпечує піноутворення, емульгування та кристалізацію жиру, що сприяє стабілізації пін за рахунок адсорбції жирових кристалів на бульбашках повітря, а також закупорення каналів Плато-Гіббса, тим самим попереджаючи дренаж рідини. Лецитин регулює адсорбцію білків на міжфазних поверхнях та забезпечує пластичність піноемальсійних продуктів за рахунок коалесценції жирових кристалів [12, 13]. Для забезпечення механічної міцності пін піноемальсійних систем та її зберігання за введення додатково смако-ароматичних наповнювачів для розширення асортименту є необхідність у використанні стабілізаторів. На основі аналітичних досліджень обрано капа-карагінан, його ефективне використання пов'язане з урахуванням, перш за все, термодинамічної сумісності з казеїнатом натрію та здатністю розчинятись в холодній воді. Реалізація функціональних властивостей карагінанів сприяє підвищенню піноутворюючої здатності, стабілізації пін, регулюванню в'язкості, утворенню стійких гелів [10, 14, 15].

Для обґрунтування технології піноподібних десертів на основі сухого жирового напівфабрикату для збивання необхідно провести комплекс експериментальних досліджень:

- визначити закономірності механічної міцності пін від вмісту ПАР та соняшникової олії систем «казеїнат натрію-ПАР-олія»;
- визначити закономірності механічної міцності пін від вмісту ПАР та соняшникової олії систем «казеїнат натрію-ПАР-олія-стабілізатор».

Механічну міцність пін визначали за допомогою пенетрометра «Labog» та виражали через граничну напругу зсуву (ГНЗ). Піноподібні системи одержували шляхом збивання рецептурних сумішей із визначеним складом, що відповідає вмісту у водному розчині відновленого сухого жирового напівфабрикату.

Встановлено, що піноемальсійні системи на основі казеїнату натрію (1,0...2,0 %) та соняшникової олії (2,5...10 %) не володіють граничною напругою зсуву, характеризуються низькою стійкістю пін, що ймовірно, пов'язано з наявністю значної кількості рідких тригліцеридів у системі. З метою збільшення частки кристалізованого олії та підвищення граничної напруги зсуву піноемальсійних систем нами введено ПАР моно- та дигліцериди з низьким йодним числом (E471, 3г I/100г) (рис. 1).

Аналіз отриманих даних показав, що зі збільшенням концентрації E471 (3г I/100г) та олії механічна міцність пінних мас збільшується. Видно, що за концентрацій ПАР від 1,0 до 3,0 % спостерігається значне зростання механічної міцності пін в 1,7 разів, тоді як за концентрацій від 3,0 до 6,0 % спостерігається збільшення в 1,2 рази. Виходячи із залежності ГНЗ та попе-

редньо отриманих експериментальних даних піноутворюючої здатності та стійкості пін систем «казеїнат натрію-E471-олія» можна констатувати, що раціональна концентрація ПАР E471 становить 2,5...3,5 % за якої система володіє високою піноутворюючою здатністю та стійкістю пін.

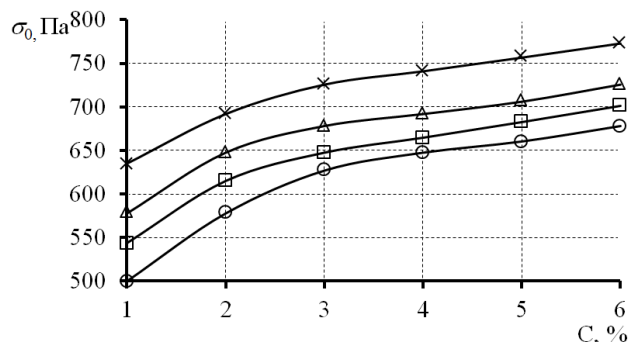


Рис. 1. Залежність граничної напруги зсуву від вмісту E471 (3г I/100г) систем «казеїнат натрію-E471-олія» за вмісту олії: о – 2,5; □ – 5,0; Δ – 7,5; × – 10,0

Збільшення значення ГНЗ пояснюється кристалізацією основної частини тригліцеридів соняшникової олії у присутності E471 (3г I/100г) та їх адсорбції на бульбашках повітря і тим самим, формуючи міцні міжфазні шари, а також попереджаючи дренаж рідини шляхом закупорення каналів Плато-Гіббса. Однак використання лише однієї ПАР не дозволяє отримати продукт з заданими органолептичними властивостями. Одержані системи характеризуються недостатньою кремоподібною консистенцією, що, ймовірно, викликано недостатньою кількістю дестабілізованої емульсії в результаті якої накопичуються жирові кристали, які здатні надавати кремоподібної консистенції, підвищувати стійкість пін за рахунок адсорбції на повітряних бульбашках. Стійкість пін підвищується за рахунок часткової коалесценції жирових кристалів з формуванням адсорбційного шару. Для здійснення зазначених процесів необхідним є використання ПАР, що володіє високою поверхневою активністю, що сприятиме десорбції казеїнату натрію з міжфазної поверхні вода-олія. Тому нами обрано лецитин E322 як ПАР з високою поверхневою активністю (рис. 2).

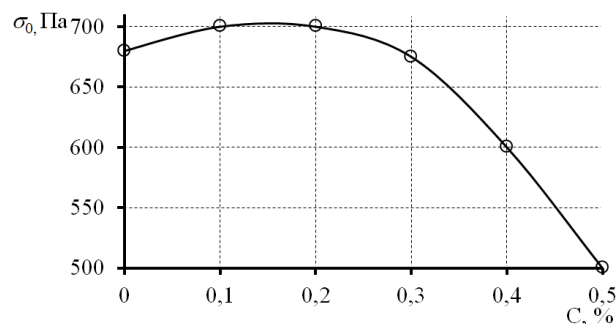


Рис. 2. Залежність граничної напруги зсуву від вмісту E322 систем «казеїнат натрію-E471-E322-олія» за вмісту соняшникової олії 7,5 %

Використання ПАР Е322 у концентрації до 0,3 % в системі «казеїнат натрію-Е471-Е322-олія» сприяє незначному збільшенню ГНЗ подальше збільшення вмісту Е322 приводить до значного зменшення ГНЗ піни. Таку поведінку, ймовірно, можна пояснити конкурентною адсорбцією поверхнево-активних речовин та білків в системі під час формування міжфазних шарів. Таким чином, на основі отриманих даних ГНЗ від вмісту ПАР Е322 та попередньо досліджених залежностей її впливу на піноутворюючу здатність та стійкість піни систем «казеїнат натрію-Е471-Е322-олія» можна констатувати, що раціональна концентрація ПАР Е322 становить 0,1...0,2 %, що забезпечує кремopodobну консистенцію піноемulsійних систем та 100 % піни.

Одним із шляхів підвищення механічної міцності пінних мас на ряду з адсорбцією жирових кристалів на повітряних бульбашках є використання гелеутворювача. З метою забезпечення механічної міцності піноемulsійних систем досліджено, вплив капа-карагінану на граничну напругу зсуву (рис. 3) та піноутворюючу здатність (рис. 4) систем «казеїнат натрію-ПАР-олія-капа-карагінан».

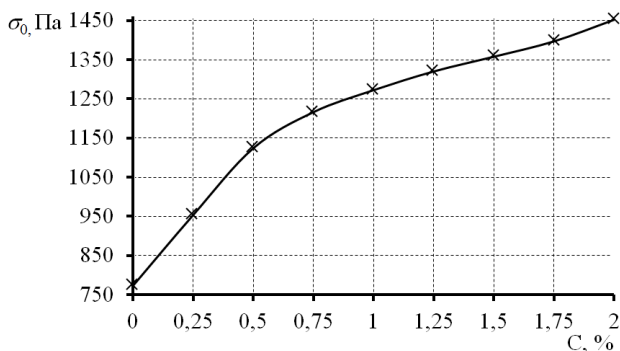


Рис. 3. Залежність граничної напруги зсуву від вмісту капа-карагінану систем «казеїнат натрію-ПАР-олія-капа-карагінан»

За підвищення концентрації капа-карагінану в системі механічна міцність пін збільшується, що пов'язано з підвищенням в'язкості, яка сприяє сповільненню переміщення водної фази по каналам Плато-Гіббса з формуванням гелеподібної структури. Раціональна концентрація капа-карагінану в системі становить 0,5...1,0 % за якої гранична напруга зсуву збільшується на 1,5...1,6 рази та становить 1120...1270 Па, подальше підвищення концентрації призводить до зменшення піноутворюючої здатності (рис. 4), що пов'язане з підвищенням в'язкості в системі.

Залежність піноутворюючої здатності носить екстремальний характер з максимумом за концентрації капа-карагінану 0,5...1,0 %. Ймовірно, капа-карагінан та казеїнат натрію за оптимальних співвідношень утворюють комплекси, що підвищують піноутворюючу здатність систем за рахунок більш міцних структурно-механічних властивостей міжфазних адсорбційних шарів на поверхні розділу фаз вода-повітря.

Отримані дані дають змогу констатувати, що з точки зору ПЗ, яка підвищується з 640±1 до 800±1 % раціональний вміст капа-карагінану становить 0,5...1,0 % за концентрації ПАР Е471 (3г I/100г) 3,0 %, Е322 0,2 %, соняшникової олії 7,5 %.

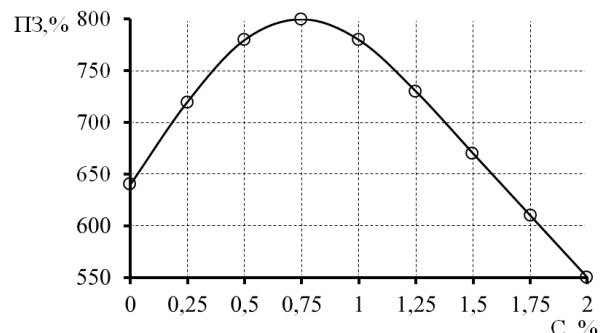


Рис. 4. Залежність піноутворюючої здатності (ПЗ) від вмісту капа-карагінану систем «казеїнат натрію-ПАР-олія-капа-карагінан»

## 5. Висновки

Вивчено вплив рецептурних компонентів сухого жирового напівфабрикату для збивання на механічну міцність пін. Встановлено, що використання Е471 (3г I/100г) у концентрації 3 % сприяє підвищенню значення граничної напруги зсуву, яка 745±3 Па, що ймовірно пояснюється кристалізацією основної частини тригліцеридів соняшникової олії та їх адсорбції на бульбашках повітря і тим самим, формуючи міцні міжфазні шари, а також закупорення каналів Плато-Гіббса, попереджаючи дренаж рідини.

Встановлено, що використання лецитину при досягненні концентрації вище 0,3 % в системі «казеїнат натрію-Е471-Е322-олія» спостерігається значне зменшення граничної напруги зсуву, що свідчить про зменшення механічної міцності пінних мас. Доведено, що раціональна концентрація лецитину (Е322) становить 0,1...0,2 %.

Доведено, що для забезпечення механічної міцності піноемulsійних систем доцільним є використання капа-карагінану, який сприяє підвищенню міцності пін, що пов'язано з підвищенням в'язкості та формуванням гелеподібної структури. Визначено раціональну концентрацію капа-карагінану в системі (0,5...1,0 %) за якої гранична напруга зсуву збільшується на 1,5...1,6 рази та становить 1120...1220 Па, та сприяє підвищенню піноутворюючої здатності з 640±1 % до 780...800 %.

Одержані результати дозволили розробити принципово нову технологію сухого жирового напівфабрикату для збивання шляхом розпилення жирової суміші на порошокподібний наповнювач з високим технологічними властивостями, що досягаються за визначених концентрацій казеїнату натрію, капа-карагінану, Е471, Е322.

## Література

1. Іновaційні технології виробництва харчової продукції масового споживання [Текст] : монографія / за заг. ред. П. П. Пивоварова. – Х. : ХДУХТ, 2011. – 444 с.

2. Milner, J. A. Functional foods and health: a US perspective [Text] / J. A. Milner // British J. Nutrition, 2002. – Vol. 88. – P. 151–158.
3. Калашников Г. В. Ресурсосберегающие технологии пищевых концентратов [Текст] / Г. В. Калашников, А. Н. Остриков. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 356 с.
4. Юрченко, Н. А. Растительно-белковые концентраты и продукты на их основе [Текст] / Н. А. Юрченко // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 4. – С. 226–227.
5. Malysa, K. Relationship between foam stability and surface elasticity forces: Fatty acid solutions [Text] / K. Malysa, R. Miller, K. Lunkenheimer // Colloids Surf, 1991. – № 53. – P. 47–62.
6. De Mann, Y. M. Reology and Texture in Food Quality [Text] / Y. M. De Mann. – The AVI Publishing Company, Inc., 1976. – 588 p.
7. Scohorsh, C. Phase behavior of pure micellar casein – carrageenan systems in milk salt ultrafiltrate [Text] / C. Scohorsh, M. G. Janes, I. T. Norton // I I Food Hydrocoll, 2000. – № 14. – P. 347–358.
8. Kerstens, S. Influence of ionic surfactants on the microstructure of heat-set-lactoglobulin-stabilized emulsion gels [Text] / S. Kerstens, C. Mugnier, B.S. Murray, E. Dickinson // Food Biophysics, 2006. – № 1 (3). P. 133–143.
9. Krog, N. Food emulsifiers and their chemical and physical properties. In Food Emulsions [Text] / N. Krog, S. E. Friberg, K. Larsson // New York: Marcel Dekker. – 1997. – Part 4. – P. 141–187.
10. Горальчук, А. Б. Технологія десертів молочних із використанням карагінанів [Текст]: монографія / А. Б. Горальчук та ін. – ХДУХТ, 2013 – 122 с.
11. Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых производств [Текст] / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1993. – 528 с.
12. Товма, Л. Ф. Стабілізація структури повітряно-горіхових напівфабрикатів поверхнево-активними речовинами [Text] / Л. Ф. Товма, А. Б. Горальчук, О. О. Гринченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014 – Т. 1, № 10 (67). – С. 48–53.
13. Котляр, О. В. Дослідження піноутворюючої здатності білковмісної молочної сировини та поверхнево-активних речовин в технології сухого збивного напівфабрикату [Text]: Зб. наук. пр. / О. В. Котляр, А. Б. Горальчук, О. О. Гринченко // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. – 2013. – Вип. 2 (14). – С. 3–9.
14. Белов, В. В. Напитки и десерты со стабилизационными системами [Текст] / В. В. Белов, А. В. Носков // Молочная промышленность. – 1994. – № 1. – С. 28–29.
15. Шевченко, А. Г. Влияние стабилизирующих систем на структурообразование молочных десертов [Текст] / А. Г. Шевченко, Н. И. Дунченко, Е. Н. Леонова, Э. С. Токарев // Молочная промышленность. – 1997. – №8. – С. 20–21.

**Встановлено співвідношення сироватки овечого і коров'ячого молока для альбумінового сиру урда та розроблено його технологію. Оптимальним співвідношенням сироватки з овечого і коров'ячого молока для виготовлення сиру урда у промислових умовах є 1:1. Виготовлений сир має добрі органолептичні властивості. Результати визначень реологічних параметрів сиру корелюють із їх органолептичною оцінкою**

**Ключові слова:** альбуміновий сир урда, сироватка з овечого і коров'ячого молока, реологічні параметри, органолептична оцінка

**Установлено соотношение сыворотки овечьего и коровьего молока для альбуминового сыра урда и разработана его технология. Оптимальным соотношением овечьей и коровьей сыворонок для изготовления сыра урда в промышленных условиях есть 1:1. Изготовлен сыр имеет хорошие органолептические свойства. Результаты определений реологических параметров сыра коррелируют с их органолептической оценкой**

**Ключевые слова:** альбуминный сыр урда, сыворотка из овечьего и коровьего молока, реологические параметры, органолептическая оценка

УДК 637.127.577.15

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ АЛЬБУМІНОВОГО СИРУ УРДА

**О. Я. Білик**

Асистент\*

E-mail: bilukoksana@mail.ru

**Г. В. Дроник**

Доктор біологічних наук, професор\*

E-mail: bilukoksana@mail.ru

\*Кафедра технології молока і

молочних продуктів

Львівський національний університет

ветеринарної медицини та

біотехнологій ім. С. З. Гжицького

вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010

### 1. Вступ

У сучасних умовах розвитку ринку харчових продуктів в цілому і молочних зокрема, основними тен-

денціями підвищення ефективності виробництва й забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної продукції стали раціональне використання всіх складових молока під час його переробки та поліпшення