

## Література

1. Лабутіна, Н. В. Повышение эффективности технологии хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием ржаной муки [Текст]: автореф. ... дис. докт. техн. наук / Н. В. Лабутіна. – Москва, 2004. – 50 с.
2. Zhou, Y.-G., Effect of water content on thermal behaviors of common buckwheat flour and starch [Text] / Y.-G. Zhou, D. Li, L.-J. Wang, Y. Li, B.-N. Yang, B. Bhandari, X. D. Chen, Z.-H. Mao // Journal of Food Engineering. – 2009. – Vol. 93, Issue 2. – P. 242–248. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.01.021
3. Kontogiorgos, V. Calorimetric and microstructural investigation of frozen hydrated gluten [Text] / V. Kontogiorgos, H. D. Goff // Food Biophysics. – 2006. – Vol. 1, Issue 4. – P. 202–215. doi: 10.1007/s11483-006-9021-4
4. Kilcast, D. Structure in Food: Solid Foods [Text] / D. Kilcast // Abington Hall, Abington, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd. – 2004. – Vol. 2. – P. 537.
5. Roos Y. Phase transitions and transformations in food systems [Text] / Y. Roos; D. L. Heldman, D. B. Lund (Eds.). – In Yandbook of food engineering. Marcel Dekker, New York, 1992. – P. 197–245.
6. Hartley, R. H. M. The unfrozen water content of maximally freeze concentrated carbohydrate solutions: Validity of the methods used for its determination [Text] / R. H. M. Hartley, C. van der Berg, F. Franks // Cryo-Letters. – 1991. – Vol. 12. – P. 113–124.
7. Зинченко, А. В. Исследование низкотемпературных фазовых переходов в водных растворах ПЭГ-400 калориметрическим методом [Текст] / А. В. Зинченко, В. А. Моисеев // Криобиология и криомедицина. – 1979. – Вып. 5. – С. 27–30.
8. Уэндладт, У. Термические методы анализа [Текст] / У. Уэндладт. – М.: Мир, 1978. – 526 с.
9. Зинченко, А. В. Исследование фазовых переходов и физических состояний водных растворов многоатомных спиртов в диапазоне температур  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  [Текст]: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук / А. В. Зинченко. – Киев, 1983. – 20 с.
10. Zinchenko, A. V. On phase transitions in the water–ethylene glycol system at subzero temperatures under non-isothermal conditions [Text] / A. V. Zinchenko, V. D. Zinchenko // Cryoletters. – 2001. – Vol. 22. – P. 191–198.
11. Дэрроум, Э. Современные методы ЯМР для химических исследований [Текст] / Э. Дэрроум. – М.: Мир, 1992. – 403 с.

*У роботі надано технологію емульсійного соусу з використанням сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин із вмістом жиру 30 %. Досліджено тиксотропні властивості розробленого соусу та визначені раціональні терміни його зберігання. Встановлено, що після 24, 72 години та 90 діб зберігання за температури  $4\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  емульсійний соус не втрачає здатності до відновлення структури та має тиксотропні властивості*

*Ключові слова: емульсійний соус, сухий молочно-білковий концентрат зі сколотин, тиксотропія*

*В работе приведена технология эмульсионного соуса с использованием сухого молочно-белкового концентрата из пахты с содержанием жира 30 %. Исследованы тиксотропные свойства разработанного соуса и определены рациональные сроки его хранения. Установлено, что после 24, 72 часов и 90 дней хранения при температуре  $4\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  эмульсионный соус не теряет способности к восстановлению структуры и обладает тиксотропными свойствами*

*Ключевые слова: эмульсионный соус, сухой молочно-белковый концентрат из пахты, тиксотропия*

УДК 664.871: 637.247

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.38083

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТИКСОТРОПІЇ ЕМУЛЬСІЙНОГО СОУСУ З ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРАТУ ЗІ СКОЛОТИН ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Т. І. Юдіна

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра технології і

організації ресторанного господарства

Київський національний торговельно-

економічний університет

вул. Кіото, 19, м. Київ, Україна, 02156

E-mail: olegdmu@rambler.ru

## 1. Вступ

Швидкий розвиток науки і техніки, забруднення навколишнього середовища та урбанізація життя відіграють значну роль у формуванні стереотипу харчу-

вання сучасної людини. Харчові продукти з кожним роком стають більш різноманітними за смаковими властивостями, але менш збалансованими за складом [1]. Тому необхідність удосконалення технології виробництва традиційних продуктів харчування та

створення продуктів нового покоління із збалансованим складом, зниженою енергетичною та підвищеною біологічною цінністю набуває сьогодні особливої актуальності.

В загальному обсязі продукції власного виробництва закладів ресторанного господарства значну питому вагу складають страви, для приготування або реалізації яких використовуються емульсійні соуси (ЕС). Зберігання є одним з етапів, який впливає на якість готової продукції. До показників, що характеризують якість ЕС та визначають параметри їх зберігання відносяться структурно-механічні, зокрема тиксотропні властивості продукту. Визначення динаміки змін показників цих властивостей дозволить обґрунтувати раціональні технологічні параметри зберігання соусів емульсійного типу.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Значний внесок у вирішення фундаментальних питань створення технологій високоякісних емульсійних продуктів надалі дослідження таких вчених, як О. О. Гринченко, М. І. Козін, А. П. Нечаєв, П. П. Пивоваров, П. П. Ребіндер, А. А. Шмідт та інші. Багато з них продовжують займатися цією проблемою, бо вона не втратила своєї актуальності й сьогодні.

На сучасному етапі основними напрямками створення емульсійних соусів із збалансованим співвідношенням харчових нутрієнтів є:

- зниження вмісту жирової фази, тому що калорійність сьогодні стає одним з найважливіших питань для споживача;

- підвищення біологічної цінності за рахунок введення вітамінів, фосфоліпідів, харчових волокон, білкових речовин із збалансованим амінокислотним складом [2, 3].

В умовах існуючого білкового дефіциту в харчуванні потенційним джерелом білкових речовин є білково-вуглеводна молочна сировина, зокрема сколотини та їх похідні, які містять білки із збалансованим набором незамінних амінокислот та володіють певними функціонально-технологічними властивостями. Використання цих речовин набуває сьогодні особливої актуальності [4–6].

Слід зазначити, що виробництво емульсійних соусів у закладах ресторанного господарства за традиційною технологією, як правило, характеризується високою трудомісткістю та багатостадійністю технологічного процесу, що обумовлює вузький асортимент та незадоволений попит на цю продукцію. Тому наукове обґрунтування та розробка конкурентоспроможної технології емульсійних соусів з використанням молочно-білкового концентрату зі сколотин є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить розширити асортимент емульсійних соусів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, раціонально використовувати білково-вуглеводну молочну сировину.

На підставі серії попередніх експериментів розроблена технологія емульсійного соусу з використанням сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин (СМБК) зі сколотин із вмістом жиру 30 %.

Спосіб одержання ЕС з використанням СМБК зі сколотин здійснюється наступним чином. Стабілізатор «Хамульсіон» марки ES диспергують у воді за температури 7...10 °С, протягом (3...5)·60 с при частоті обертах мішалки (550...600)·60 с<sup>-1</sup>, потім додають СМБК зі сколотин, двовуглекислий натрій, цукор та сіль та проводять диспергування суміші за температури 50...55 °С, протягом (6...8)·60 с при частоті обертах мішалки (1500...2000)·60 с<sup>-1</sup>. Не знижуючи оберти мішалки вводять попередньо диспергований у воді за температури 50...60 °С, протягом (10...15)·60 с СЯЖ та сорбат калію (останній – при виробництві соусу тривалого зберігання). Пастеризують суміш за температури 60...65 °С протягом (7...10)·60 с, охолоджують до температури 15...20 °С. Потім, готують грубу емульсію поступовим введенням рафінованої дезодорованої олії при швидкості обертів мішалки (2000...2500)·60 с<sup>-1</sup> протягом (5...7)·60 с. Після утворення грубої емульсії додають розчин оцтової кислоти (9 %), ароматизатор «Гірчиця» та проводять гомогенізацію під тиском (1,5...2,0) МПа протягом 60...90 с для утворення тонкодисперсної емульсії для соусу тривалого зберігання, або проводять емульгування при швидкості обертів мішалки (2500...2700)×60 с<sup>-1</sup> протягом (2...3)·60 с [7].

Отриманий ЕС з використанням СМБК зі сколотин тривалого зберігання фасують, пакують у споживчу тару, охолоджують до температури 2...6 °С та транспортують до місця реалізації.

У разі приготування соусу безпосередньо в закладах ресторанного господарства відсутні стадії охолодження та упакування у транспортну тару.

Запропонований спосіб одержання емульсійного соусу з використанням СМБК зі сколотин дозволяє всі компоненти вводити послідовно, здійснювати процес в одній ємності.

Емульсійні соуси відносяться до швидкозсувних харчових продуктів, тому для встановлення терміну зберігання необхідно провести дослідження мікробіологічної безпеки та структурно-механічних властивостей розробленого продукту. Емульсійний соус в упакованому вигляді зберігали за температури 4±2 °С. Зразки зберігали з урахуванням вимог, що висуваються до зберігання даної групи продуктів. У якості контролю використовували зразок соусу, в якому органолептичні, окислювальні процеси, мікробіологічні та структурно-механічні властивості було досліджено в першу добу зберігання.

Попередніми дослідженнями визначений термін зберігання емульсійного соусу з використанням СМБК зі сколотин, що відповідає мікробіологічним нормативам ДСТУ 4487:2005 [8] і становить: за температури 4 °С протягом не більше 72 годин без консерванту та 90 діб при наявності консерванту.

Відомо, що абсолютні значення реологічних характеристик значно змінюються в залежності від терміну зберігання. Так, за час зберігання впродовж 72 годин та 90 діб у порівнянні із 24 годинами в'язкість ЕС за швидкості зсуву 3 с<sup>-1</sup> збільшується на 25,1 % та 38,5 % відповідно. Тому, на наступному етапі досліджень для підтвердження встановлених термінів визначали вплив параметрів зберігання ЕС на його структурно-механічні властивості.

### 3. Мета і завдання дослідження

Метою роботи є дослідження тиксотропних властивостей розробленого емульсійного соусу з використанням СМБК зі сколотин для підтвердження встановлених на підставі мікробіологічних досліджень термінів його зберігання.

Відповідно до цієї мети, згідно з вибраними напрямками досліджень, у процесі роботи необхідно було вирішити ряд взаємозалежних завдань:

– дослідити залежність ефективної в'язкості при зміні напруги зсуву  $\eta=f(R)$  від мінімального (максимального) значення до максимального (мінімального) у соусах після 24, 72 години та 90 діб зберігання за температури  $4\pm 2$  °С;

– визначити рівняння ефективної в'язкості петлі гістерезису у соусах після 24, 72 години та 90 діб зберігання;

– обґрунтувати раціональні параметри зберігання розробленого емульсійного соусу з використанням СМБК зі сколотин.

### 4. Експериментальні дані реологічних досліджень тиксотропних властивостей у ЕС з використанням СМБК зі сколотин та їх обробка

Предметами досліджень були визначені: молочно-білковий концентрат зі сколотин, модельні харчові системи, що містять СМБК зі сколотин, емульсійний соус.

Молочно-білковий концентрат зі сколотин одержували у виробничих умовах ВАТ «Лактіс», м. Маріївка Донецької області. Сухий молочно-білковий концентрат зі сколотин одержували в лабораторії процесів та апаратів кафедри обладнання харчових виробництв Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського. Емульсійний соус виготовляли у лабораторних та виробничих умовах ТОВ «Прайм-продукт» (ТМ «Мак-Май»), м. Макіївка Донецької області.

Структурно-механічні властивості в'язкопластичних систем визначали на різних стадіях технологічного процесу: у процесі приготування емульсійних соусів та при їх зберіганні.

Дослідження реологічних параметрів зразків ЕС (ефективна в'язкість, напруга зсуву) проводили на ротатійному віскозиметрі Rheotest RN4.1. При дослідженнях використовували вимірну систему – циліндр-циліндр з ротором типу S1. При проведенні реологічних досліджень для одержання достовірних даних під час вимірів були виконані необхідні вимоги до випробуваних зразків: температура була сталою протягом експерименту та однорідною в усьому об'ємі зразку: для ЕС – 4 °С; зразки не містили часток, схильних до осадження або утворення згустків, зразки протягом вимірів не перетерплювали хімічних перетворень. При дослідженнях до початку вимірів були задані діапазони швидкості зсуву: для ЕС –  $0,5...10$   $s^{-1}$ . При цьому програма автоматично обирає: відповідні значення швидкості зсуву; 20 точок вимірів протягом експерименту; типи графіків, настрійки графічного зображення; перелік експериментальних даних, виведених у табличної формі. У ході досліджень були отримані

значення напруги зсуву ( $R$ ) та в'язкості продукту ( $\eta$ ) у залежності від швидкості зсуву ( $\dot{\gamma}$ ).

Експериментальні дослідження проводилися у науково-дослідних лабораторіях Харківського державного університету харчування та торгівлі й ТОВ «Прайм-продукт» (ТМ «Мак-Май»), м. Макіївка Донецької області.

**Результати досліджень.** Однією із специфічних та важливих характеристик в'язко-пластичних систем є тиксотропія – здатність коагуляційних структур до відновлення зруйнованої початкової структури у часі. Термін «тиксотропія» походить від грецьких слів «тиксис» – струшування та «трепо» – змінюватися [7]. Сутність явища тиксотропії полягає у відновленні структури емульсії та відбувається внаслідок випадкового зіткнення часток, що знаходяться у броунівському русі, та механічної дії. Час відновлення структури залежить від ступеня її руйнації та від ефективної в'язкості дисперсійного середовища.

З метою виявлення тиксотропних властивостей у ЕС з використанням СМБК зі сколотин проведено реологічні дослідження у соусах після 24, 72 години та 90 діб зберігання за температури  $4\pm 2$  °С. Результати досліджень наведені на рис. 1–3.

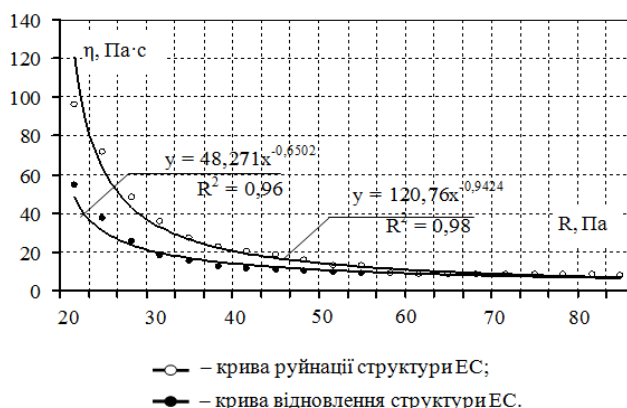


Рис. 1. Гістерезис емульсійного соусу з СМБК зі сколотин після 24 годин зберігання

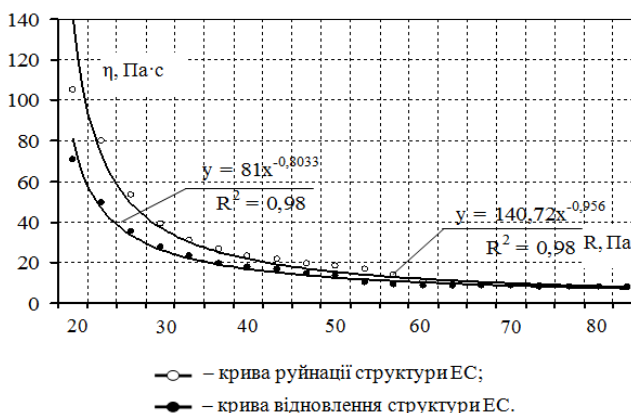


Рис. 2. Гістерезис емульсійного соусу з СМБК зі сколотин після 72 годин зберігання

Дослідження проводили у декілька етапів: спочатку отримували залежність ефективної в'язкості при зміні напруги зсуву  $\eta=f(R)$  від мінімального значення

до максимального, а при подальшому дослідженні визначали відповідну залежність при зміні напруги зсуву від максимального до мінімального значення.

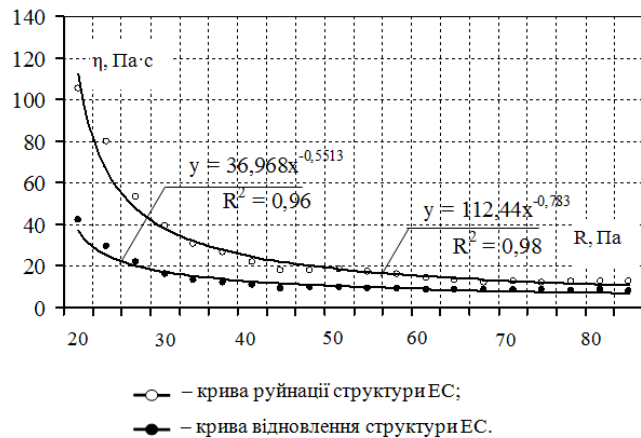


Рис. 3. Гістерезис емульсійного соусу з СМБК зі сколотин після 90 діб зберігання

Ступінь розкриття петлі гістерезису за залежністю ефективної в'язкості від напруги зсуву R для трьох зразків можна розрахувати за допомогою ступеневих рівнянь, що характеризують кожну криву. Для емульсійного соусу після 24 годин зберігання рівняння ефективної в'язкості петлі гістерезису має вигляд:

$$y = 120,76x^{-0,9424} - 48,271x^{-0,6502} \tag{1}$$

Для ЕС після 72 годин зберігання рівняння ефективної в'язкості петлі гістерезису має вигляд:

$$y = 140,72x^{-0,956} - 81x^{-0,8033} \tag{2}$$

Для емульсійного соусу після 90 діб зберігання рівняння ефективної в'язкості петлі гістерезису має наступний вигляд:

$$y = 112,44x^{-0,783} - 36,968x^{-0,5513} \tag{3}$$

Таким чином, криві руйнації та відновлення структури ЕС з використанням СМБК зі сколотин мають ступеневий характер. На величину ефективної в'язкості за певної напруги зсуву впливає термін зберігання, який під час формування емульсійної структури збільшується, а при послабленні молекулярних та міжмолекулярних зв'язків структури знижується.

### 5. Обговорення результатів дослідження

З метою виявлення тиксотропних властивостей у ЕС з використанням СМБК зі сколотин проведено реологічні дослідження у соусах після 24, 72 години та 90 діб зберігання за температури 4±2 °С. За результатами досліджень отримано криві руйнації та відновлення структури ЕС.

Аналіз кривих напруги зсуву показав, що криві руйнації та відновлення структури ЕС з використанням СМБК зі сколотин утворюють петлі гістерезису,

що вказує на наявність тиксотропних властивостей у зразків.

Зруйнована структура за час проведення експерименту не встигає відновлюватися до первинного значення. Значення ефективної в'язкості для відновленої структури емульсійного соусу після 24 годин зберігання знаходиться в межах 54,5 Па·с, а після 72 годин зберігання збільшується до 70,6 Па·с, тобто на 29,5 %. Це можна пояснити тим, що продовжується процес формування структури продовж 72 годин.

Ефективна в'язкість для відновленої структури емульсійного соусу після 90 діб зберігання знаходиться в межах 42,2 Па·с, що на 29,2 % менше за значення ефективної в'язкості після 24 годин. На нашу думку, це можна пояснити тим, що після тривалого зберігання послаблюються молекулярні та міжмолекулярні зв'язки, але емульсійний соус не втрачає здатності до відновлення структури та має тиксотропні властивості. Якщо структура емульсійного соусу повністю була б зруйнована, то крива відновлення структури проходила б паралельно осі абсцис.

Проведені розрахунки ефективної в'язкості петлі гістерезису за напруги зсуву 21,4 Па показали, що емульсійний соус з використанням СМБК зі сколотин після 24 та 72 годин зберігання характеризується високою величиною ефективної в'язкості – 1,6 Па·с та 1,8 Па·с відповідно, емульсійний соус після 90 діб зберігання – середньою величиною ефективної в'язкості – 1,1 Па·с.

Одержані результати є передумовою для розробки нормативної документації (технічних умов та технологічної інструкції).

Слід зазначити, що дослідження явища тиксотропії при виробництві емульсійного соусу має не тільки наукове, а й практичне значення. Це обумовлено тим, що більшість технологічних операцій супроводжується створенням та зруйнуванням структури продукту [8].

### 6. Висновки

На підставі серії попередніх експериментів розроблена технологія емульсійного соусу з використанням сухого молочно-білкового концентрату зі сколотин (СМБК) зі сколотин із вмістом жиру 30 %, що дозволить розширити асортимент емульсійних соусів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю, раціонально використовувати білково-вуглеводну молочно сировину.

Досліджено тиксотропні властивості розробленого емульсійного соусу з використанням СМБК зі сколотин. На підставі проведених реологічних досліджень після 24, 72 години та 90 діб зберігання за температури 4±2 °С, встановлено, що емульсійний соус не втрачає здатності до відновлення структури та має тиксотропні властивості. Доведено, що на величину ефективної в'язкості за певної напруги зсуву впливає термін зберігання, який під час формування емульсійної структури збільшується, а при послабленні молекулярних та міжмолекулярних зв'язків структури знижується.

Наведено рівняння ефективної в'язкості петлі гістерезису емульсійного соусу після 24, 48 та 72 годин зберігання. Одержані результати підтверджують вста-

новлені раніше на підставі мікробіологічних досліджень терміни зберігання ЕС – 72 години без консерванту та 90 діб з консервантом. За визначених термінів

зберігання розроблений емульсійний соус з використанням сухого молочно-білкового концентрату зі скотин знаходиться в межах відмінної якості.

## Література

1. Урюпина, Т. Л. Окружающая среда и продукты питания [Текст] / Т. Л. Урюпина, Б. К. Джурупова // Пищевая промышленность. – 2004. – № 7. – С. 82–83.
2. Гропянов, Д. А. Кулинарные соусы на основе эмульсионного полуфабриката многофункционального назначения [Текст] / Д. А. Гропянов, А. С. Ратушный, Т. В. Жубрева, А. П. Нечаев // Масложировая промышленность. – 2003. – № 2. – С. 34–35.
3. Табакаева, О. В. Функциональные эмульсионные продукты нового поколения [Текст] / О. В. Табакаева // Масложировая промышленность. – 2007. – № 3. – С. 17–19.
4. Горбатова, К. К. Химия и физика белков молока [Текст] / К. К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 192 с.
5. Тепел, А. Химия и физика молока [Текст] / А. Тепел; пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2012. – 824 с.
6. Дудина, З. А. Сывороточный белковый концентрат в производстве майонеза [Текст] / З. А. Дудина, И. А. Рузина, Н. А. Калашева, Е. С. Иванова // Пищевая промышленность. – 1991. – № 12. – С. 9–11.
7. Юдіна, Т. І. Технологія низькокалорійних емульсійних соусів з використанням молочно-білкового концентрату зі скотин [Текст] / Т. І. Юдіна, С. М. Бесіда // Вісник СНУ імені Володимира Даля. – 2008. – № 2 (120) – С. 380–384.
8. ДСТУ 4487:2005 Майонези. Загальні технічні умови [Текст] / Вперше (зі скасуванням ГОСТ 30004.2-93) [Чинний від 2005-11-25]. – К.: Держпозживстандарт України, 2006. – 21 с.
9. Шмидт, А. А. Производство майонеза [Текст] / А. А. Шмидт, З. А. Дудина, И. Б. Чекмарева. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 136 с.
10. Лисовская, Д. П. Тиксотропия майонеза [Текст] / Д. П. Лисовская, Е. Б. Суконкина, Л. А. Галун // Масложировая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 20–24.

*У статті розглянуто механізм процесу сушіння післяспиртової зернової барди на інертних тілах (фторопластова крихта) у псевдозрідженому шарі. На основі аналізу фізичної моделі процесу методом подібних перетворень системи диференціальних рівнянь, отримано узагальнююче (критеріальне) рівняння, яке дозволить описати процес сушіння продукту на інертних тілах у псевдозрідженому шарі*

*Ключові слова: дисперсний матеріал, сушіння, фторопластова крихта, псевдозріджений шар*

*В статье рассмотрен механизм процесса сушки послеспиртовой зерновой барды на инертных телах (фторопластовая крошка) в псевдооживленном слое. На основе анализа физической модели процесса методом подобных преобразований системы дифференциальных уравнений, получено обобщающее (критериальное) уравнение, которое позволит описать процесс сушки продукта на инертных телах в псевдооживленном слое*

*Ключевые слова: дисперсный материал, сушки, фторопластовая крошка, псевдооживленный слой*

УДК 664.8.047:636.087.2

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.38056

## РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ НА ІНЕРТНИХ ТІЛАХ І ВИВІД КРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ

С. М. Сабадаш

Старший викладач\*

E-mail: s.v.sabadash@ukr.net

Д. Д. Казаков

Старший викладач\*

E-mail: d.d.kazak@ukr.net

О. Р. Якуба

Доктор технічних наук, професор\*

E-mail: s.v.sabadash@ukr.net

\*Кафедра інженерних технологій харчових виробництв Сумський національний аграрний університет вул. Кірова, 160, м. Суми, Україна, 40021

## 1. Вступ

Різноманіття матеріалів, що піддаються сушінню, значний різновид їх за природою, фізичними і

гігроскопічними властивостями зумовлюють необхідність класифікації об'єктів сушіння. Класифікація висушуваних матеріалів за визначальними характеристиками істотно спрощує задачу вибору раціональ-