

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАЙОНЕЗНОГО СОУСУ З ПОРОШКОМ ШКІРКИ ВИНОГРАДУ

Анан'єва В. В., Варанкіна О. О., Бєлих І. А., Самойленко С. І.,  
Звягінцева О. В.

### 1. Вступ

Створення якісної емульсійної продукції потребує від технологів харчових виробництв підвищеної уваги до структурно-механічних характеристик майонезних емульсій. Адже, отримати майонез або майонезний соус з певними реологічними властивостями можливо лише за умовою правильного підбору емульгаторів та стабілізаторів [1]. Крім того, важливо враховувати такі технологічні параметри [1]:

- рН харчової емульсії;
- температурний режим виробництва продукту та його зберігання.

Використання емульгаторів є обов'язковою умовою виробництва таких продуктів, як майонези, майонезні соуси та дресінги [1, 2]. Емульгатори мають, зазвичай, вуглеводну або білкову природу – яєчні продукти, полісахариди морських водоростей, пектини, тощо [3]. Емульгатори сприяють створенню емульсії, перешкоджають коалесценції дисперсної фази та підвищують агрегативну стійкість емульсії [3, 4]. Також емульгатори виконують роль загусників – речовин, що підвищують в'язкість водної фази, та надають майонезній емульсії бажаної консистенції. Виробництво майонезних соусів підвищеної біологічної цінності передбачає використання інгредієнтів рослинного походження з мінімальним застосуванням синтетичних добавок, зокрема, емульгаторів [5]. Тому дуже важливим є створення стабільної емульсії без використання штучних стабілізаторів та емульгаторів, наприклад, модифікованих крохмалів. З цього виникає необхідність дослідження реологічних характеристик майонезної продукції підвищеної біологічної цінності, що виготовлена із застосуванням порошків рослинної сировини та загусників некрохмальної природи.

### 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

*Об'єктом дослідження* є майонезний соус підвищеної біологічної цінності з порошком шкірки винограду сорту Чорна перлина та комплексним загусником некрохмальної природи.

*Предмет дослідження* – реологічні властивості, а саме: ефективна в'язкість та стійкість емульсії майонезного соусу підвищеної біологічної цінності з порошком шкірки винограду.

Вирішення проблеми інтенсифікації та оптимізації технологічних процесів виготовлення емульсійної продукції, що містить порошки рослинної сировини, неможливо без досліджень реологічних властивостей емульсій та виявлення закономірностей їх змін. Проведення технологічного аудиту має за мету визначення таких основних задач:

- розширення асортименту емульсійної продукції за рахунок отримання продуктів із заданою консистенцією (майонези, соуси, дресінги);
- отримання даних щодо в'язкості та стійкості емульсії майонезного соусу з порошком шкірки винограду для раціонального дозування загусників або комплексних загусників;
- оптимізація технологічних процесів виробництва емульсійної продукції з порошками рослинної сировини за для отримання продукту з заданими реологічними властивостями.

У попередніх роботах було визначено технологічні властивості порошка шкірки винограду та умови його використання у виробництві майонезної продукції з метою підвищення біологічної цінності продукту та підвищення стійкості емульсії [6]. Внесення порошку шкірки винограду в емульсійний продукт здатне додатково збагатити продукт на пектини, які мають властивості створювати адсорбційно-сольватний шар на поверхні розділу фаз, і тим самим підвищити стійкість емульсії [4]. Однак, необхідно враховувати, що переведення протопектинів порошку шкірки винограду у розчинний стан здійснюється у кислому середовищі. На виробництві це можливо здійснювати шляхом попередньої витримки порошку у розчині оцтової кислоти, що використовується у якості підкислювача. До того ж використання комплексного загусника некрохмальної природи разом із пектинами порошку шкірки винограду може давати ефект синергізму на фізико-хімічні показники виготовленого продукту [7]. Тому є необхідність дослідження реологічних властивостей майонезної емульсії з порошком рослинної сировини за умови варійованого вмісту комплексного загусника некрохмальної природи.

### **3. Мета та задачі дослідження**

*Мета дослідження* – визначення залежностей показників ефективної в'язкості та стійкості емульсії майонезного соусу з порошком шкірки винограду від концентрації комплексного загусника некрохмальної природи.

Результати досліджень дозволять виробникам корегувати у рецептурі майонезних соусів з порошками рослинної сировини кількість комплексного загусника. Це дозволить отримувати готовий продукт з нормативними показниками стійкості емульсії та оптимальними показниками ефективної в'язкості, що моделюють відчуття «mouth feel».

Для досягнення мети треба вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати зміни фізико-хімічних властивостей майонезного соусу з порошком шкірки винограду в залежності від концентрації комплексного загусника некрохмальної природи.
2. Запропонувати рецептуру майонезного соусу підвищеної біологічної цінності з порошком шкірки винограду.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Виробництво емульсійної продукції підвищеної біологічної цінності обумовлює використання інгредієнтів рослинного походження, моделювання водної та жирової фази продукту [8]. Це дозволить знизити дефіцит необхідних

нутрієнтів – ненасичених жирних кислот  $\omega$ -3 групи, харчових волокон тощо. Але із підвищенням біологічної цінності майонезної продукції необхідно забезпечити відповідність встановленим фізико-хімічним показникам: стійкості емульсії до розшарування та в'язкості готового продукту [1].

Аналіз ринку споживання української майонезної продукції дозволяє зробити висновки, що більше половини українців готові заплатити за більш якісний продукт [9]. Тобто на майонезну продукцію із вмістом інгредієнтів рослинного походження та без застосування штучних добавок є високий попит. Проведено багато досліджень у напрямку розробки емульсійної продукції з вмістом функціональних інгредієнтів тваринного та рослинного походження [10–12]. Результати досліджень вказують на можливість корегування реологічних властивостей готової продукції. Це досягається за рахунок введення у рецептуру певних інгредієнтів рослинного походження. Необхідною умовою для створення якісної однорідної майонезної емульсії без ознак розшарування протягом всього терміну зберігання є застосування загусників, емульгаторів та стабілізаторів. У виробництві майонезів ними виступають яєчні продукти, сухе молоко, крохмалі і гідроколоїди [13]. При виробництві високожирних майонезів використовують яйцепродукти та сухе молоко. При виробництві майонезних соусів використовують меншу кількість яйцепродуктів, що разом із зниженою жирністю можуть надати готовому продукту неповний «знеособлений» смак та низькі показники в'язкості, та призводити до передчасного розшарування емульсії. Але завдяки використанню загусників та стабілізаторів у рецептурах майонезних соусів готова продукція має повний, насичений, «вершковий» смак. Щодо виробництва майонезних соусів підвищеної біологічної цінності, необхідно враховувати, що присутність крохмалів суттєво підвищить глікемічний індекс продукту та зробить його небажаним для вживання діабетикам [14]. Ефективним є введення у рецептуру емульсійної продукції загусників з класу полісахаридів, які здатні підвищити агрегативну стійкість емульсії та є джерелом розчинних харчових волокон [15].

Результати сучасних наукових досліджень та літературного огляду дозволяють зробити певні висновки. Необхідно та доцільно проводити дослідження фізико-хімічних показників майонезної продукції з порошками рослинної сировини та загусниками некрохмальної природи.

## **5. Методи досліджень**

Визначення реологічних властивостей майонезного соусу з порошком шкірки винограду сорту Чорна перлина та варійованим вмістом комплексного загусника некрохмальної природи проводили на зразках майонезного соусу відповідно до [8]. Вміст комплексного загусника варіювали у діапазоні 0,1–1,2 %. Склад комплексного загусника: альгінат натрію, камідь ксантану та пектин яблучний брали у співвідношенні 1:1:1.

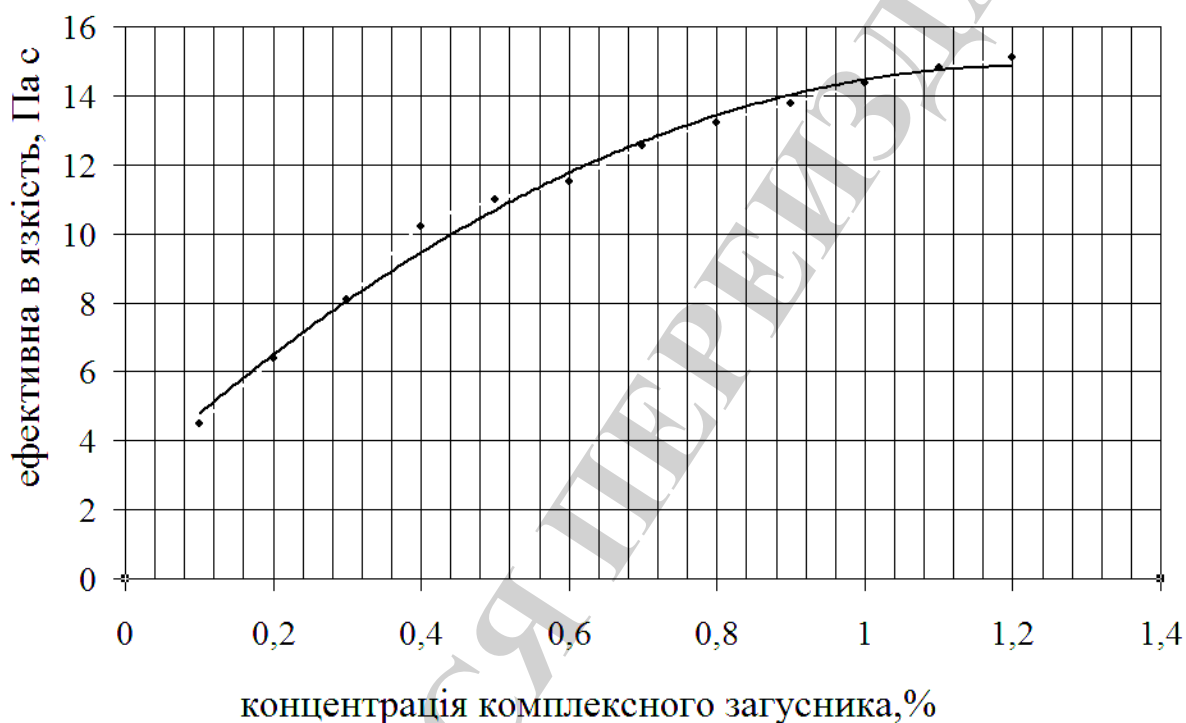
Ефективну в'язкість зразків майонезного соусу з порошком шкірки винограду та варійованим вмістом комплексного загусника визначали згідно з ДСТУ 4560:2006. Використовували ротаційний віскозиметр типу «Reotest-2» (Німеччина) та методики, викладені у [16].

Стійкість емульсії зразків майонезного соусу з порошком шкірки винограду та варійованим вмістом комплексного загусника визначали згідно з ДСТУ 4560:2006 методом центрифугування.

Дослідження проведені у трикратному повторюванні. Результати дослідження оброблено з використанням методів математичної статистики. Визначення відносної похибки проводили при довірчій імовірності  $P=95\%$ .

## 6. Результати досліджень

Залежність ефективної в'язкості емульсії (Па·с) майонезного соусу за швидкості зсуву  $3\text{ с}^{-1}$  від концентрації комплексного загусника (%) приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Залежність ефективної в'язкості емульсії майонезного соусу від концентрації комплексного загусника

Результати дослідження залежності ефективної в'язкості зразків майонезного соусу з порошком шкірки винограду від концентрації комплексного загусника приведені у вигляді апроксимаційного поліному:

$$V_e(c) = -8,016 \cdot c^2 + 19,577 \cdot c + 2,905, \quad (1)$$

де  $V_e$  – ефективна в'язкість, Па·с;  $c$  – концентрація комплексного загусника, %.

Адекватність отриманої залежності перевірена за допомогою критерію Фішера. Значення коефіцієнтів детермінації нелінійної регресії  $R^2 > 0,99$ . Тобто, більше ніж 99 % варіацій значень ефективної в'язкості пояснюється зміною концентрації комплексного загусника у зразках майонезного соусу, а лише 1 % – впливом сторонніх факторів. Тому можна говорити про те, що запропонована модель апроксимаційного поліному із заданою точністю описує реальний процес.

Аналізуючи отриману залежність, можна дійти висновку, щодо можливості зниження концентрації комплексного загусника до 0,4 %. При цьому ефективна в'язкість майонезного соусу з порошком шкірки винограду має значення до 10 Па·с. Це дозволяє отримувати готовий продукт із оптимальними органолептичними показниками.

Залежність стійкості емульсії майонезного соусу від концентрації комплексного загусника представлена на рис. 2.

Результати дослідження залежності стійкості емульсії зразків майонезного соусу з порошком шкірки винограду від концентрації комплексного загусника приведені у вигляді апроксимаційного поліному:

$$R_e(c) = -2,8394 \cdot c^2 + 7,8251 \cdot c + 94,8470, \quad (2)$$

де  $R_e$  – стійкість емульсії, %;  $c$  – концентрація комплексного загусника, %.



**Рис. 2.** Залежність стійкості емульсії майонезного соусу від концентрації комплексного загусника

Адекватність отриманої залежності, що наведена вище, перевірена за допомогою критерію Фішера. Значення коефіцієнтів детермінації нелінійної регресії  $R^2 > 0,97$ . Тобто, більше ніж 97 % варіацій значень стійкості емульсії пояснюється зміною концентрації комплексного загусника у зразках майонезного соусу, а лише 3 % – впливом сторонніх факторів. Тому можна говорити про те, що запропонована модель апроксимаційного поліному із заданою точністю описує реальний процес.

Результати досліджень, приведені на рис. 2, вказують на можливість зниження концентрації комплексного загусника до 0,4–0,5 %. При цьому стій-

кість емульсії досліджуваних зразків майонезного соусу з порошком шкірки винограду знаходиться у діапазоні 97,0–100,0 %.

Приведені результати досліджень можливо використовувати на виробництві майонезної продукції з порошками рослинної сировини, в тому числі низькожирних емульсійних продуктів із бажаною консистенцією та стійкістю емульсії відповідно до вимог нормативної документації.

За результатами отриманих результатів, попередніх досліджень [6, 8, 15] та у відповідності з вимогами ДСТУ 4487:2015 розроблено рецептуру майонезного соусу. Це продукт із вмістом порошку шкірки винограду (5,0 % мас.) та комплексного загусника некрохмальної природи (альгінат натрію, камідь ксантану та пектин яблучний) з варійованим вмістом.

Рецептура представлена в табл. 1.

**Таблиця 1**

Рецептура майонезного соусу підвищеної біологічної цінності

Найменування компоненту	Масова частка, %
Олія купажована	40,00
Яєчний порошок	2,50
Молоко сухе знежирене	1,00
Комплексний загусник	0,40–1,20
Гірчичний порошок	0,25
Цукор-пісок	1,50
Сіль поварена	1,10
Сода питна	0,05
Оцтова кислота 80 %-ва	0,40
Яблучна кислота	1,00
Цитринова кислота	2,00
Порошок шкірки винограду сорту Чорна перлина	5,00
Вода питна	44,80–44,00
Всього	100,00

Представлена рецептура (табл. 1) дозволяє створити емульсійний продукт із збалансованим вмістом поліненасичених жирних кислот  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3 груп, збагаченим на розчинні харчові волокна та природні антиоксиданти.

Результати проведених досліджень дозволяють зробити певні висновки. Отримання майонезної емульсії з порошком шкірки винограду є технологічно можливим навіть при зниженні концентрації комплексного загусника некрохмальної природи до 0,4–0,5 %. При цьому показники ефективної в'язкості є оптимальними, а стійкість емульсії – у діапазоні 97,0–100,0 %.

## **7. SWOT-аналіз результатів дослідження**

*Strengths.* Серед сильних сторін даного дослідження можна виділити отримані результати за показниками ефективної в'язкості та стійкості емульсії майонезного соусу з порошком шкірки винограду в залежності від концентра-

ції комплексного загусника. Аналіз літературних даних показав, що дослідження у напрямку вивчення реологічних властивостей емульсійних продуктів є актуальним та недостатньо висвітленим для майонезної продукції з порошками рослинної сировини. Використання отриманих результатів досліджень дає можливість для рішення технологічних питань щодо виробництва емульсійної продукції з бажаною консистенцією та стійкістю до розшарування протягом усього терміну зберігання продукції. Дуже вигідним та перспективним для виробників є можливість застосування у рецептурі порошку шкірки винограду, що має певний хімічний склад. Наприклад, харчові волокна, пектинові речовини сприятимуть створенню стійкої емульсії. Підвищення біологічної цінності продукту можливе за рахунок вмісту біологічно активних речовин. Це дозволить підвищити популярність майонезної продукції. Тобто винести її з ряду некорисних продуктів харчування.

*Weaknesses.* Слабкі сторони даного дослідження пов'язані з тим, що використання запропонованих технологічних рішень здатне привести до очікувальних результатів лише за умовою застосування обраного порошку рослинної сировини та при виробництві низькожирних емульсій. Виробник може прагнути заощадження на яєчних продуктах та молокопродуктах при виробництві майонезів запропонованим шляхом. Тобто внесенням у рецептуру майонезного продукту порошку рослинної сировини та комплексу полісахаридів. Це може негативно вплинути на фізико-хімічні показники готового продукту. Для запобігання виникнення вищезазначеної ситуації слід проводити додаткові дослідження сумісної поведінки полісахаридів та порошку винограду у високожирних емульсіях.

*Opportunities.* Додаткові можливості запропонованого технологічного рішення полягають у розширенні асортименту майонезних соусів, тобто моделюванні бажаної консистенції, підвищенні біологічної цінності за рахунок використання природних інгредієнтів (порошків рослинної сировини, некрохмальних полісахаридів). Об'єкт дослідження, а саме майонезний соус з порошком шкірки винограду, представляє собою продукт підвищеної біологічної цінності, який виготовлений з природних інгредієнтів, багатих на біологічно активні речовини. З другого боку, досліджуваний об'єкт має оптимальні фізико-хімічні показники, навіть при суттєвому зниженні концентрації комплексного загусника. Тобто виробництво низькожирних емульсій із запропонованими складовими є технологічно обґрунтованим та актуальним для виробників, що прагнуть виробляти емульсійну продукцію згідно з сучасними тенденціями здорового харчування.

Впровадження даного технологічного рішення на підприємстві дозволить знизити витрати на некрохмальні загусники для майонезної продукції. Адже вартість запропонованих загусників є досить високою у порівнянні з крохмалю. Водночас з цим, використання некрохмальних загусників та стабілізаторів є необхідною умовою для створення продукції з підвищеною біологічною цінністю.

*Threats.* Складнощі у впровадженні отриманих результатів дослідження пов'язані з двома основними факторами. По-перше, складне становище економіки України та невизначеність у майбутньому спроможності виробництв до впровадження сучасних технологічних рішень. По-друге, використання у виробництві емульсійної продукції запропонованих інгредієнтів потребує додат-

кового часу на удосконалення існуючих рецептур, тобто заміна деяких інгредієнтів на запропоновані, більш ретельний контроль готової продукції на відповідність вимогам нормативної документації. При необхідності можуть бути доцільними додаткові випробовування, а це, зазвичай, супроводжується залученням певної кількості технологів з поточного виробничого процесу та фахівців з галузі. Усі ці вимоги можуть внести деякий розлад у чіткий, налагоджений технологічний процес виробництва.

Таким чином, SWOT-аналіз результатів досліджень дає змогу визначити основні напрямки для повноцінного досягнення мети досліджень. Серед них проведення аналізу основних тенденцій у створенні харчової продукції підвищеної біологічної цінності. Потрібен раціональний та комплексний підхід до розробки рецептур з інгредієнтами рослинного походження. Необхідне проведення ряду досліджень готової продукції на предмет відповідності вимогам нормативної документації за фізико-хімічними та органолептичними показниками. Також слід приділяти увагу оцінці економічної ефективності від впровадження у виробництво емульсійної продукції запропонованих технологічних рішень.

## **8. Висновки**

1. Проаналізовано зміни фізико-хімічних показників якості майонезного соусу з порошком шкірки винограду в залежності від концентрації комплексного загусника некрохмальної природи. На основі аналізу визначена можливість зниження концентрації комплексного загусника некрохмальної природи у зразках майонезного соусу з порошком шкірки винограду до 0,4–0,5 %. Це дозволяє отримати готовий продукт з показниками в'язкості, що є оптимальними з точки зору органолептичної оцінки (не менш 10 Па·с). Показники стійкості емульсії знаходяться в діапазоні 97,0–100,0 %. Це відповідає вимогам діючої нормативної документації на майонези та майонезні соуси.

2. Запропоновано рецептуру майонезного соусу підвищеної біологічної цінності з порошком шкірки винограду. Обґрунтовано введення до рецептури комплексного загусника некрохмальної природи, що збагачує готовий продукт на розчинні харчові волокна та підвищує агрегативну стійкість емульсійного продукту. Вказано на необхідність вивчення взаємного впливу пектинових речовин порошоків рослинної сировини та некрохмальних загусників на фізико-хімічні показники якості емульсійного продукту.

## **Література**

1. Timchenko, V. K. Tehnologiiia maionezov, salatnyh sousov i dressingov [Text]: Tutorial / V. K. Timchenko, A. K. Ziabchenkova, A. A. Savus. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2007. – 160 p.
2. Nishinari, K. Structure and Properties of Food Hydrocolloids – Gels, Emulsions and Foams [Text] / K. Nishinari // Foods & Food Ingredients Journal of Japan. – 2008. – Vol. 213, № 5. – P. 138–141.
3. Milani, J. Hydrocolloids in Food Industry [Text] / J. Milani, G. Maleki // Food Industrial Processes – Methods and Equipment. – 2012. – Ch. 2. – P. 17–38. doi:10.5772/32358



4. Frey, J. A. The Effects of Sugar, Acidity and Pectin on Gel Strength in a Naturally Low and High Pectin Fruit Varieties [Text] / J. A. Frey. – Purdue University Dietetics Nutrition Fitness and Health Double Major, 2005. – 24 p.

5. Tabakeeva, O. V. Puti povysheniia biologicheskoi tsennosti maioneznykh sousov [Text] / O. V. Tabakeeva // Maslozhirovaia promyshlennost. – 2009. – № 5. – P. 18–19.

6. Ananieva, V. Research of technological properties of grape skin powder as an functional ingredient of mayonnaise sauce [Text] / V. Ananieva, A. Belinska, L. Krichkovska, S. Petrov, I. Petrova // Technology Audit And Production Reserves. – 2016. – № 6/2 (32). – P. 36–41. doi:10.15587/2312-8372.2016.86540

7. Liu, H. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics [Text] / H. Liu, X. M. Xu, S. D. Guo // LWT – Food Science and Technology. – 2007. – Vol. 40, № 6. – P. 946–954. doi:10.1016/j.lwt.2006.11.007

8. Ananieva, V. Features of technology food fat and oil emulsions of health improvemen [Text] / V. Ananieva, L. Krichkovska, A. Belinska, O. Varankina // Visnyk NTU «KhPI». Seria: Innovatsiini doslidzhennia u naukovykh robotakh studentiv. – 2016. – № 29 (1201). – P. 55–61.

9. Oliino-zhyrova haluz Ukrainy [Text] // Informatsiino-analitychnyi biuletен oliino-zhyrovoi haluzi Ukrainy ta Rosiiskoi Federatsii. – 2015. – № 3. – P. 49–50.

10. Dunets, E. G. Vliianie tehnologicheskikh faktorov na reologicheskie svoistva sousov funktsional'nogo naznacheniiia [Text] / E. G. Dunets, G. M. Zaiko, M. S. Bedilo // Izvestiia vuzov. Pishchevaia tehnologiia. – 2008. – № 4. – P. 50–52.

11. Smychagin, O. V. Razrabotka retseptur i issledovanie kachestva dieticheskikh maioneznykh sousov s primeneniem produktov pererabotki zarodyshei kukuruzy [Text]: Thesis of PhD: 05.18.15 / O. V. Smychagin. – Krasnodar, 2009. – 164 p.

12. Eliseeva, N. E. Razrabotka tehnologii funktsional'nykh zhirovyykh produktov emul'sionnoi prirody s pishchevymi voloknami i biologicheski aktivnymi veshchestvami [Text]: Thesis of PhD / N. E. Eliseeva. – Moscow, 2008. – 176 p.

13. Norn, V. Emulsifiers in Food Technology [Text] / ed. by V. Norn. – John Wiley & Sons, 2014. – 360 p. doi:10.1002/9781118921265

14. Abbas, K. A. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study [Text] / K. A. Abbas, S. K. Khalil, A. S. Meor Hussin // Journal of Agricultural Science. – 2010. – Vol. 2, № 2. – P. 90–100. doi:10.5539/jas.v2n2p90

15. Krichkovska, L. The use of non-starch thickeners in nature emulsifying formulation of the product functionality [Text] / L. Krichkovska, V. Ananieva // Visnyk NTU «KhPI». Seria: Innovatsiini doslidzhennia u naukovykh robotakh studentiv. – 2015. – № 7 (1116). – P. 83–88.

16. Kovalevska, Ye. I. Metodychni vkazivky do vyvchennia rozdilu «Strukturno-mekhanichni vlastyvosti dyspersnykh system» [Text] / Ye. I. Kovalevska, M. I. Serbova, L. S. Volovyk, V. V. Tymokhin. – Kyiv: UDUKht, 2001. – 282 p.