**Міністерство освіти і науки України**

# ПРАЦІ
## Таврійського державного агротехнологічного університету

# Випуск 20, том 1

**Наукове фахове видання**
**Технічні науки**

**Мелітополь – 2020 р.**

**УДК [62+631.3+664]**
**Т 13**

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев.- Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 20, т. 1. - 250 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 9 від 12.05.2020 року

Представлені результати досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, харчових технологій, електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, аспірантів, інженерно–технічного персоналу і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

**Реферативні бази:** Crossref, Google Scholar, eLibrary, AGRIS, «Україніка наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

**Головний редактор**
Кюрчев В. М. – чл.–кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)
**Заступник головного редактора**
Надикто В. Т. – чл.–кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)
**Відповідальний секретар**
Діордієв В. Т. – д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo – д.т.н., проф. (Болгарія)
Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)
Jose Italo Cortez - PhD (Mexico)
Нукешев Саяхат – д.т.н., проф. (Казахстан)
Прищепов М.А. – д.т.н., доц. (Білорусь)
Постолатій В. М. – д.х.т.н. (Молдова).
Шингисов А. У. – д.т.н., проф. (Казахстан)
Волошина А.А. – д.т.н., проф.. (Україна)
Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)
Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)
Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)
Дідур В. А. – д.т.н., проф. (Україна)
Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)
Караєв О. Г. – д.т.н., с.н.с.(Україна)
Кузнєцов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)
Леженкін О. М. – д.т.н., проф. (Україна)
Лисенко В. П. – д.т.н., проф. (Україна)
Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)
Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)
Мілько Д. О. – д.т.н., в.о. проф. (Україна)
Назаренко І. П. – д.т.н., проф. (Україна)
Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)
Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)
Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)
Погребняк А. В. – д.т.н., доц. (Україна)
Прісс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)
Самойчук К. О. – д.т.н., доц. (Україна)
Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)
Соболь О. М. – д.т.н., проф. (Україна)
Тарасенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)
Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)
Гавриленко Є. А. – к.т.н., доц. (Україна)
Кашкарьов А. О. – к.т.н., доц. (Україна)
Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)
Лендєл Т. І. – к.т.н., (Україна)
Лясковська С. Є. – к.т.н., доц. (Україна)
Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)
Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)
Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)
Строкань О. В. – к.т.н., доц. (Україна)
Холодняк Ю. В. – к.т.н. (Україна)
Яковлєв В. Ф. – к.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск – д.т.н., доцент Самойчук К.О.

Адреса редакції: ТДАТУ
просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь Запорізька обл.
72312 Україна

ISSN 2078–0877

**© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020**

*ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ*

УДК 628.179.2.16.087 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-3-14

# ІМПУЛЬСНА ВИСОКОЧАСТОТНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ПІДГОТОВКА ВОДИ В СИСТЕМІ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

Кюрчев В. М., д.т.н. ORCID: 0000-0003-4377-1924
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-06-18
Мовчан С. І., к.т.н. ORCID: 0000-0001-8665-482X
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-25-85
Бережецький О. В., к.т.н.
*Директор товариства з обмеженою відповідальністю «САВ КОМПЛЕКТ»*
Тел. (067) 483-38-99
Андріанов О. А., к.т.н.
*Керівник Запорізького регіонального представництва Українського національного комітету міжнародної торгової палати (ICC UKRAINE)*
Тел. (067) 483-38-99

*Постановка проблеми.* Експлуатація систем тепловодопостачання характеризується складними умовами роботи всього технологічного обладнання, якісними характеристиками води, які змінюються в широкому діапазоні перепаду температурного режиму і сприяють відкладенню на робочих поверхнях шарів накипу, накопиченню біологічного обростання тощо. Перепад температурного режиму носіїв тепла, що в них використовується, коливається під впливом високих температурних режимів теплоносіїв, які відбуваються в технологічних процесах тощо.

Означені складні умови експлуатації технологічного обладнання й устаткування сприяють накопиченню на внутрішніх робочих поверхнях відкладень від накипу і корозії, біообростань, механічних домішок, завислих речовин тощо.

Наприклад, шар накипу товщиною 1 мм, за термічним опором, має еквівалент орієнтовно 40 мм сталевої стінки, а плівка мікроорганізмів товщиною у 0,25 мм може знизити теплопередачу до

© Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Бережецький О. В., Андріанов О. А.

25% [1, с. 3; 2, 3].

Зниження передачі тепла майже на чверть негативно впливає на роботу систем тепловодозабезпечення: зростають енергетичні показники, об'єми водних ресурсів, збільшується час підготовчих операцій в оборотних циклах використання води, зменшується тривалість роботи технологічного обладнання та ін. [1].

Постійні перепади температурного режиму води і мастила, які відбуваються всередині теплообмінного обладнання систем постачання тепла, постійне накопичення відкладень на функціональних (внутрішніх) поверхнях устаткування становить серйозну загрозу експлуатації всього технологічного обладнання. Використання води в системах тепловодопостачання висуває на перший план важливу водогосподарську проблему країни, яка полягає у розробленні ефективних способів підготовки та використання води в системах оборотного водопостачання теплотехнічної і теплоенергетичної галузей.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Очистка і очисна дія внутрішніх функціональних поверхонь обумовлена видаленням окремо, а в переважній більшості випадків, одночасною дією відкладень від накипу і корозії, біообростань, механічних домішок, завислих речовин тощо. Означені складові технологічного процесу утворюють стійкі з'єднання, які суттєво скорочують час експлуатації як всього технологічного обладнання, так і окремих його елементів. Значно ускладнюється робота теплообмінних апаратів, зростають об'єми витрат води в системах оборотного водопостачання, збільшуються об'єми скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод до водних об'єктів країни.

Відома маслоохолоджувальна система має примусову циркуляцію мастила і водяне охолодження з двома охолоджувачами мастила. У якості прототипу обрана маслоохолоджувальна система, в якій відбуваються наступні технологічні процеси: примусова циркуляція мастила, водяне охолодження мастила з двома охолоджувачами мастила і контролювання температурного режиму води і мастила для охолодження відповідних носіїв тепла [4].

Відомі інженерні рішення, які за фізичною сутністю відповідають імпульсній високочастотній електромагнітній обробці води.

Пристрій для обробки рідини в трубопроводі, що включає перший і другий основні елементи з магнітопроводного матеріалу, пристосованих для кріплення до трубопроводу для оточення однакових у віддалених положеннях поперек; і засоби для встановлення магнітних потоків радіочастот у зазначених основних елементах, для генерації відповідних електромагнітних полів у рідині,

яка підлягає обробці, що проходить від розташованих по ходу трубопроводів положень [5].

Спосіб інгібування корозії щонайменше в одній необхідній області витягнутої металевої конструкції, що включає застосування високочастотного електромагнітного сигналу до структури таким чином, щоб в структурі встановлюється хвиля стоячої напруги з потенціалом гальмування корозії на необхідну область (і) структури. Спосіб переважно застосовується до трубопроводу нафтових свердловин, щоби запобігти корозії зовнішньої поверхні трубопроводу поблизу зони видобутку нафти [6].

Апарат встановлює електроди в області електропровідної рідини, яка протікає по трубі. Апарат включає: а) серцевину з магнітопроводного матеріалу, що оточує трубу, б) енергетичну первинну котушку, яка створює електричне поле всередині рідини, в) вторинний прохід, з'єднаний в області протікання рідинного середовища, і обмеження потоку рідини у вторинному проході до створення електричного опору, уздовж якого через рідину протікає електричний струм [7].

Узагальнена схема формування відкладень на внутрішніх поверхнях теплообмінного устаткування і найбільш ефективні методи очищення робочих поверхонь наведено на блок-схемі (рис. 1).

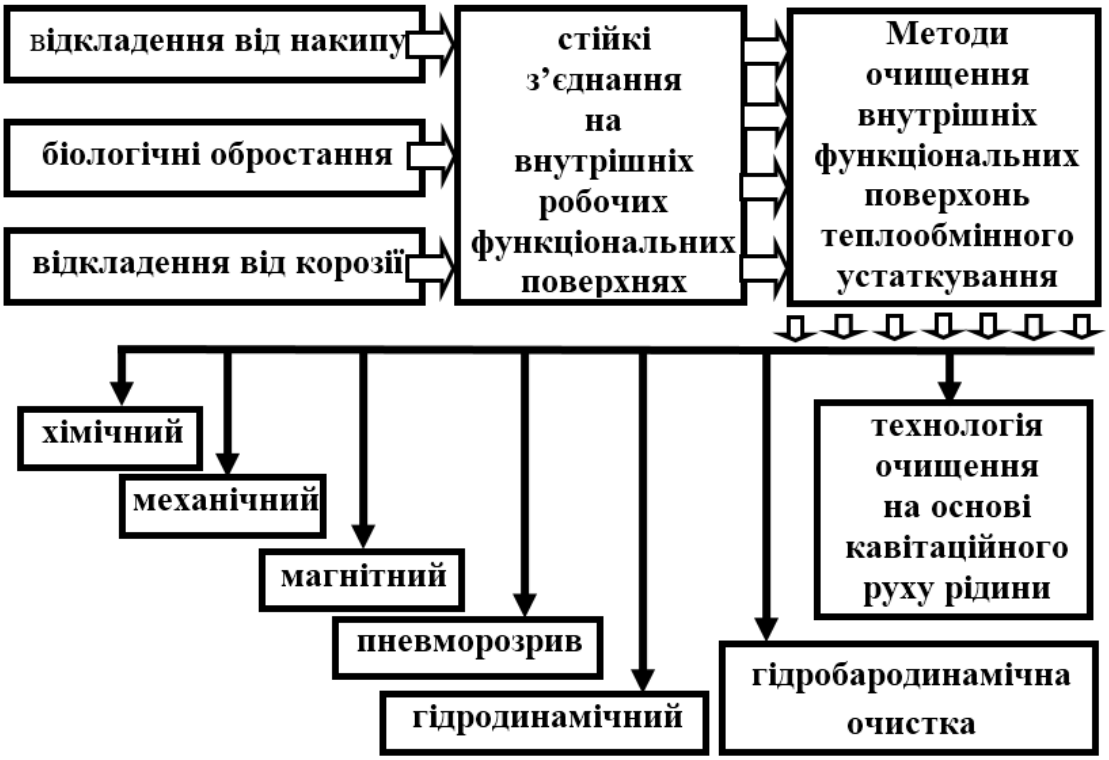



Рис. 1. Блок-схема формування відкладень на внутрішніх поверхнях теплообмінного устаткування і методи їх очищення.

Спосіб і пристрій для обробки рідини, такої як вода в трубопроводі, з метою інгібування утворення накипу корозії, де

сигнали сукцесії або радіочастоти використовуються для створення електромагнітного поля, що має, як правило, кругові потоки в співвісному зв'язку з трубопроводом , поле, яке розповсюджується вздовж осі трубопроводу. Поле створюється сердечником, встановленим у корпусі, який охоплює трубопровід [8].

Методи боротьби з корозією, накипоутворенням і біообростанням на функціональних поверхнях обладнання в теплоенергетиці наведені на рис. 1 [9, с. 73, 79].

Механічні та хімічні засоби боротьби з відкладеннями на внутрішніх трубних поверхнях ТЕС (тепло-) та АЕС (атомних енергетичних станцій) , зазвичай, недосконалі, затратні, несуть в собі негативні екологічні наслідки та ризики пошкодження обладнання. Головне – вони не вирішують питання подальшого захисту очищених поверхонь від тих же відкладень у процесі експлуатації.

Розглянемо методи очищення внутрішньої поверхні від найбільш розповсюджених відкладень на внутрішній поверхні трубопроводів, які використовуються в різних галузях виробничої діяльності. Використання імпульсної очистки (електрогідроімпульсна, пневмоімпульсна, вибухова тощо) для робочих поверхонь трубопроводів обмежено їх використанням на стадії, коли мова йде про очищення робочих поверхонь трубопроводів [10, стор. 63- 67].

Усі види забруднень поділяють на хімічні, фізичні, біологічні й теплові [11, стор. 162]. Саме останні, що утворюються на теплових і атомних станціях, становлять джерело найбільшої потенційної небезпеки для водогосподарського комплексу країни.

Теплове забруднення спричинює спускання у водойми теплих вод з різних енергетичних установок. Надходження нагрітих вод у ріки й озера істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Найбільшими тепловими забрудниками є ТЕС і АЕС. Підвищення температури води у водоймах призводить до таких негативних наслідків: до 26 $^0$С шкідливого впливу не спостерігається; в інтервалі 26-30 $^0$С відбувається пригнічення життєдіяльності риб; понад 30 $^0$С гине риба та деякі види інших організмів. У теплих водах порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби вражаються паразитами і хворобами [11, стор. 163-164].

Означені вище негативні явища – є наслідками супутніх процесів, які відбуваються в системах оборотного водопостачання ТЕС і АЕС, і які значною мірою є важливою проблемою для об’єктів теплотехнічної та енергетичної галузей в яких використовується вода в системі оборотного водопостачання.

*Формулювання цілей статті.* Загальновідомо, що головною проблемою ефективності та надійності експлуатації систем оборотного водопостачання ТЕС та АЕС є накопичування на внутрішніх трубних поверхнях теплообмінників та конденсаторів так

званих термобар'єрних відкладень, які напряму комплексно негативно впливають на ефективність роботи енергоблоку в цілому. Це позначається на зниженні потужності, що виробляється та у надійності експлуатації обладнання, збільшенні витрат електричної енергії на власні потреби у зв'язку з додатковим гідравлічним спротивом, підвищенні простоїв та вартості ремонтних робіт, активному протіканні корозійних процесів на трубних поверхнях.

Підтримання в довготривалому стані внутрішніх функціональних поверхонь теплообмінного обладнання є важливою науково-прикладною задачею щодо використання води в системах оборотного тепловодопостачання теплотехнічної і теплоенергетичної галузей, що визначає мету і задачі досліджень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішення наступних задач:

1. В промислових умовах провести випробування приладу імпульсної високочастотної обробки в системі пластинчастого теплообмінника парового котла компресорної станції.

2. Розробити технічні рекомендації, щодо використання приладу підготовки води при її використанні в системах оборотного водопостачання теплотехнічної і теплоенергетичної галузей.

Метою статті є вирішення важливої, прикладної задачі, пов'язаної з підготовкою та використанням води в системах оборотного водопостачання.

*Виклад основного матеріалу.* Відповідно до мети промислових випробувань технологічного обладнання, яка відповідає напряму наукових досліджень, розглянемо принцип дії приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води.

Характерною ознакою встановлення та експлуатації приладу є встановлення приладу безпосередньо на відстані, яка дозволяє неінтрузивно (ззовні, без порушення суцільності труби або виробу) проводити підготовлення води в системі оборотного тепловодопостачання. Прилад монтується на трубу безпосередньо перед входом охолоджуючої води до котельного обладнання або теплообмінного апарату. Принцип дії приладу базується на генеруванні та подальшій циркуляції у водяному контурі імпульсного сигналу спеціальної форми, потужності та частоті, що призводить до групування вільних іонів кальцію та магнію у неадгезивні кластери, які не в змозі прикріплюватися до внутрішніх стінок труб та обладнання. Одночасно присутні біологічні клітини досить швидко гинуть завдяки підвищеному осмотичному тиску. Прилад має невелику (1-60 Вт) потужність та підключається до електричної мережі змінного струму напругою 220В.

Вкрай актуальним є питання підбору ефективних і водночас екологічних технологій боротьби з карбонатними та біологічними

відкладеннями на котельному і теплообмінному обладнанні підприємств енергетики, важкої промисловості та житлово-комунального господарства.

На сьогодні в промисловості України не існує широко та системно впроваджених ефективних програм організації захисту водно-хімічний режим (ВХР) оборотних систем охолодження, щоб вирішували одночасно наступні чотири проблеми, які технологічно пов'язані між собою:

– знищення та запобігання виникненню карбонатних відкладень;

– зниження швидкості корозії конструкційних матеріалів;

– знищення та запобігання біологічного обростання систем охолодження;

– знищення та запобігання корозії металу.

Загальновідомо, що накопичення цих відкладень шкодить процесам тепловідведення, скорочує ресурс обладнання, не дозволяє забезпечувати теплові параметри технологічного циклу, призводить до підвищених простоїв та обсягів ремонтних робіт, збільшенню застосування хімічних реагентів.

Традиційні механічні та хімічні засоби боротьби з відкладеннями на внутрішніх поверхнях енергетичного та металургійного обладнання, як правило, недосконалі, витратні, несуть у собі негативні екологічні наслідки та ризики пошкодження обладнання. А головне – вони не вирішують питання подальшого захисту очищених поверхонь від тих же відкладень у процесі подальшої експлуатації навіть після чергового очищення.

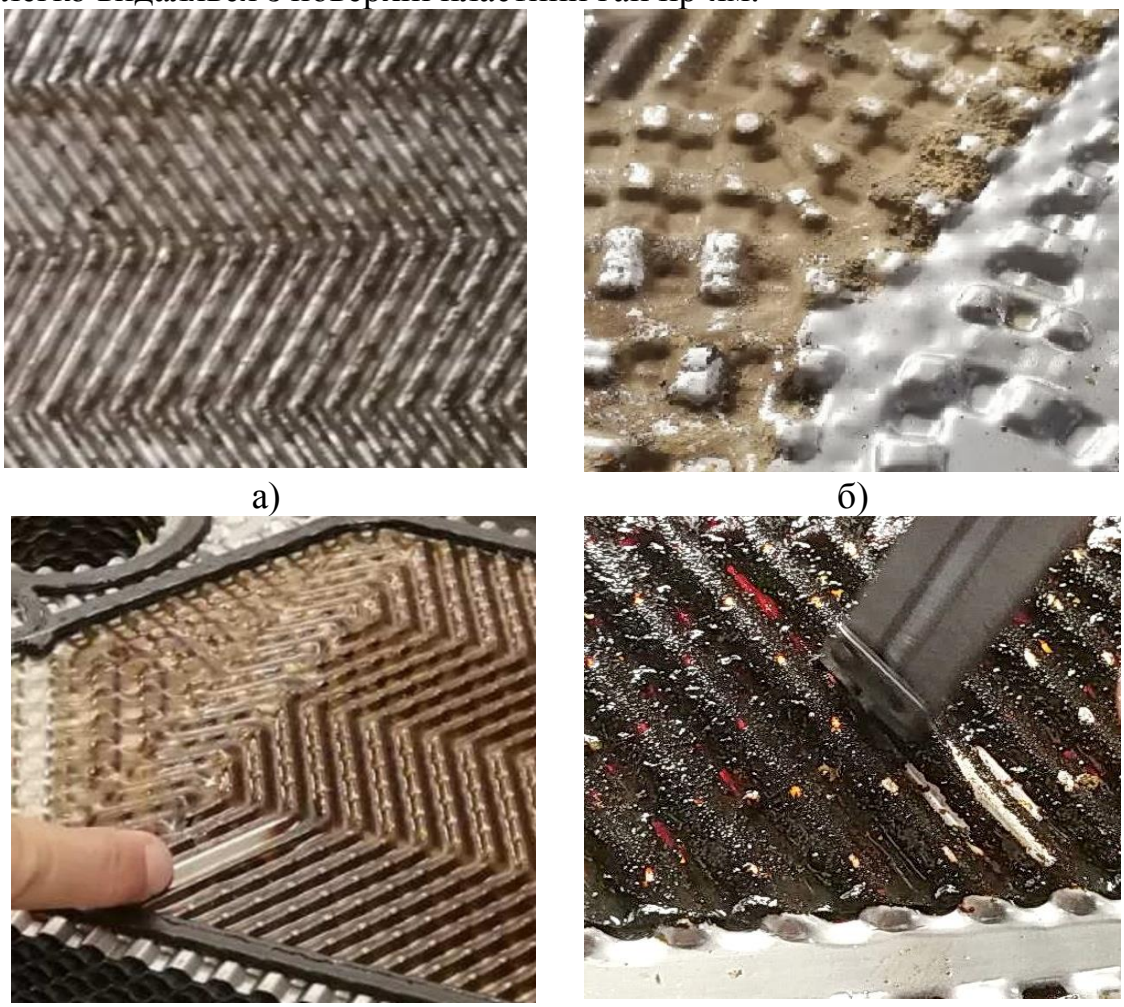
Особливо ризикованими та небезпечними є часті зупинки та хімічні кислотні обробки пластинчастих теплообмінників. Кожна з них неминуче призводить до пошкодження тонкого плакіровочного шару, що, попередньо, в умовах заводського виробництва, наноситься на кожну з пластин та до часткової деформації ізолюючих прокладок, що стає причиною деформацій та негерметичності теплообмінника в цілому.

Підсумки візуальної оцінки впливу дії тестового приладу «Hydroflow Industrial (test)» на стан поверхонь його пластин як по водному, так і по масляному контурах наведені на рис. 2, а, б, в і г.

Пошкодження гладкого плакіровочного шару, в свою чергу, призводить до підвищеної шорсткості поверхні пластини, підвищеної адгезивності, стрімкого наростання шару нових відкладень та швидкої втрати короткострокового позитивного ефекту після хіміко-механічного очищення.

Підсумки візуального спостереження свідчать, що з боку водного контуру було зафіксовано повну відсутність прикипілого шару карбонатних або біологічних відкладень, а наявна напівпрозора плівка

легко видалялася ганчір'ям. З боку масляного контуру були повністю відсутні закоксовані відкладення оливи, а присутній тонкий шар оливи легко видалявся з поверхні пластини ганчір'ям.



а) б)

в) г)

а), в) – з приладом «HYDROFLOW»; б), г) – без приладу «HYDROFLOW».

Рис. 2. Ілюстрація стану поверхонь по водному і масляному контуру до і після використання приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води.

Ці показники повністю підтвердили зроблені раніше, на базі аналітичних розрахунків та їх графічного зображення, висновки щодо ефективності дії тестового приладу «Hydroflow Industrial (test)» на забезпечення надійного захисту робочих поверхонь пластин пластинчастий теплообмінник (ПТО) від формування на них шарів накипу, біовідкладень на закоксованій оливі.

Крім того, рекомендована величина наведена для окремих показників в охолодних системах оборотного водопостачання для окремих величин має наступні значення: лужність знаходиться в межах 2,2-2,5, що не перевищує загально прийнятої норми 2-4; хлориди – 120-140 мг/л (припустиме значення до 300, 350 і 500 мг/л; сульфати мають значення 210-220 мг/л (припустиме значення значно

перевищує цей показних 350-50, і, навіть, більше 500 мг/л); зважені речовім знаходяться на рівні 10-12 мг/л (припустима величина цього показника має значення 20, 30 і, навіть, 50 мг/л [2, стор. 35].

Наведені характеристики і переваги свідчать про ефективність застосування тестового приладу «Hydroflow Industrial (test)» для захисту робочих поверхонь від шкідливих відкладень з обох боків пластин випробувального теплообміннику.

Додатковим опосередкованим доказом активного виводу неадгезивних кальцитних кластерів з контуру водоохолодження теплообміннику є чіткі та інтенсивні білі сліди кальцитів на підлозі у зоні виходу відпрацьованої охолоджувальної води у місці розриву її струменю (рис. 3).

а) б)

а) – з приладом; б) – без приладу.

Рис. 3. Ілюстрація наявності кальцитних відкладень під впливом приладу імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води.

Таким чином, отримані результати випробувань в промислових умовах довели високу ефективність цього методу при видаленні наявних і запобіганні утворення нових карбонатних та біологічних відкладень у контурі водоохолодження, а також – закоксованих відкладень у контурі оберту оливи на виробничих об’єктах абразивної промисловості, зокрема, системі водоохолодження компресору [2, 3].

*Висновки.* Прилад «Hydroflow Industrial (test)» апробовано в системах оборотного водопостачання промислових підприємств різних галузей країни: на пластинчастому теплообміннику паросилового цеху центральної компресорної станції, на паровому обладнанні котельної установки теплосилового цеху і маслоохолоджувачі маслостанції насосу пульпонасосної станції шламового цеху [1- 3].

Промислові випробування, що були проведені в широкому діапазоні температурного перепаду оливи і води, переконливо довели

надійність та ефективність процесів захисту від накипу і біообростання на робочих поверхнях трубопроводів та обладнання, а саме:

1. Високу ефективність методу при видаленні наявних і запобіганні утворенню нових карбонатних та біологічних відкладень у контурі водоохолодження, а також закоксованих відкладень у контурі оберту оливи на виробничих об’єктах абразивної промисловості, зокрема, системі охолодження компресору.

2. Суттєве поліпшення процесів водоохолодження та тепловідведення, зменшення теплового навантаження на обладнання, підвищення економічної ефективності ремонтів та експлуатації основного та допоміжного виробничого обладнання у металургії за рахунок зменшення трудовитрат та збільшення міжремонтних періодів.

3. Доцільність, дієвість та ефективність застосування паралельної системи збору, фіксації, передачі та обробки даних, а також спеціально розробленого програмного забезпечення на базі відомих формул розрахунку середнього логарифмічного температурного напору та умовної розрахункової товщини шару накипу, що дозволяє коректне відображення, у графічному вигляді, відповідні теплотехнічні процеси.

Література:

1. Андріанов О. А., Бережецьки О. В., Мовчан С. І. Узагальнений інформаційний звіт щодо підсумків виробничих випробувань тестових приладів електронної водопідготовки «Hydroflow Industrial (test)» на теплообмінниках охолодження дистиляту 0TR50W02 (ОБ'ЄКТ “0”) та 0TR70W02 (ОБ'ЄКТ “+”) СК-1 ХЦ ВП «Запорізька АЕС» ДП «НАЕК «ЕНЕРГОАТОМ». Енергодар-Запоріжжя: 2020. 57 с.

2. Відгук щодо застосування приладу електромагнітної обробки води Hydroflow Industrial (test)» під час проведення виробничих випробувань в ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат». Запоріжжя : 2019.URL: drive.google.com/file/d/1LhUVctyEeqPtWRl0ac0ATx1lqGBrle6W/ view (дата звернення 12.02.2020).

3. Затвердження Звіту щодо виконання Програми виробничих випробувань приладу Hydroflow Industrial (test)» на пластинчастому теплообміннику №1 (ПТО №1) паросилового цеху №18 центральної компресорної станції ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат : акт затвердження від 26.11.2019 р. Запоріжжя : 2020. URL : https://drive.google.com/file/d/1ws8FOJ5BRC5KtfeOYlBm1VyoYnrOAoKf/view. (дата звернення 27.02.2020).

4. Ерофеев В. Л., Пряхин А. С., Семенов П. Д. Теплотехника : в 2-х т. Москва: Юрайт, 2018. Т.1 Термодинамика и теория теплообмена. 307 с.

5. Stefanini D., Hydropath Holdings Limited. Fluid treatment method and apparatus. Patent U. S., no 2008/0185328, 2008.

6. Stefanini D. Inhibition of corrosion of structures. Patent U. S., no 2010/0101933, 2010.

7. Stefanini, D., Hydropath Holdings Limited (2015), Apparatus for establishing electrodes in a liquid, U.S., Pat. № 2015/0191373, 2015.

8. Stefanini D. Method and apparatus for treating fluid with radio frequency signals. Patent U. S., no 5667677, 1997.

9. Вітковський В. С., Гламаздін П. М., Габа К. О. Перспектива розвитку нових методів підготовки води для систем централізованого водопостачання. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки.* 2016. Вип. 27. С. 55-62.

10. Гончаренко Д. Ф., Алейников А. И. Особенности подготовки трубопроводов водоснабжения к ремонтно-восстановительным работам. *Науковий вісник будівництва*. 2014. Т. 76(2). С. 63 - 67.

11. Запольський А. К. Основи екології: підручник / за ред. К. М. Салюка. 3-тє вид., стер. К.: Вища шк., 2005. 382 с.

12. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / А. К. Запольський та ін. Київ : Лібра, 2000. 552 с.

13. Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Андріанов О. А., Бережецький О. В. Імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води в системах оборотного водопостачання. *Стратегія сталого розвитку України: сьогодення та перспективи* : мат. Всеукр. інтернет-конф., м. Рівне, 30-31 січня 2020 р. Рівне: 2020. С.100-103.

# ІМПУЛЬСНА ВИСОКОЧАСТОТНА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ПІДГОТОВКА ВОДИ В СИСТЕМІ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Бережецький О. В., Андріанов О. А.

**Анотація**

У статті розглянуто важливу роль систем теплового та енергетичного забезпечення, з використанням води та інших теплоносіїв. Раціональне використання води і водних ресурсів у системах енергозабезпечення є важливою складовою ланкою як з технічного, так і з еколого-економічного боку. При цьому зменшення використання води сприяє підвищенню термінів експлуатації технологічного обладнання, зменшенню використання води і зниженню витрат, пов’язаних з експлуатацією систем оборотного водопостачання.

Доведено, що саме комплексне вирішення означених проблем, в системах оборотного водопостачання підприємств теплотехнічної і теплоенергетичної галузей, визначає актуальність обраного напрямку досліджень, проведених в промислових умовах ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» (м. Запоріжжя). На діючому технологічному обладнанні апробовано прилад імпульсної високочастотної електромагнітної обробки води «Hydroflow Industrial (test)», який має високу надійність, ефективність та довготривалість дії в процесі захисту і боротьби з накипом та біообростанням на робочих металевих поверхнях трубопроводів та обладнання підприємств теплоенергетичних галузей.

***Ключові слова:*** система, оборотне тепловодопостачання, пластинчастий теплообмінник, накипоутворення, біологічні обростання, корозійні відкладення, імпульсна високочастотна електромагнітна обробка води.

# ИМПУЛЬСНАЯ ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПОДГОТОВКА ВОДЫ В СИСТЕМЕ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Кюрчев В. М., Мовчан С. И., Бережецький О. В., Андрианов О. А.

**Аннотация**

Подготовка воды в системах оборотного, повторного и многоразового тепловодоснабжения: пластинчатых и кожухотрубных теплообменных аппаратов, теплообменников охлаждения дистиллята и т.п., принцип действия которого базируется на использовании подобранного и установленного на соответствующем диаметре трубопровода прибора импульсной высокочастотной электромагнитной обработки воды.

Производственные исследования прибора импульсной высокочастотной электромагнитной обработки воды проведены в промышленных условиях в системах оборотного тепловодоснабжения частного акционерного общества «Запорожский абразивный комбинат».

Использование прибора импульсной высокочастотной электромагнитной обработки воды на стадии подготовки и использования воды в системах оборотного тепловодоснабжения уменьшает накопление отложений на внутренних (рабочих) поверхностях основного и дополнительного оборудования теплотехнической и теплоэнергетической отраслей. Увеличивается срок эксплуатации всего технологического оборудования, уменьшается общий объём воды, который используется в системах оборотного тепловодоснабжения. Кроме чисто технических задач и заданий, решаются проблемы эколого-экономического направления, которые заключаются в сокращении объёмов сбрасываемых сточных вод в водные объекты страны и снижении себестоимости на эксплуатацию всего технологического оборудования.

Полученные результаты свидетельствуют о преимуществах использования данного способа подготовки воды в системах оборотного тепловодоснабжения с использованием прибора. Дальнейшее развитие технологий водоподготовки и использования воды в теплотехнической и теплоэнергетической отраслях состоят в простоте, надёжности и эффективности подготовки воды в системах оборотного тепловодоснабжения.

***Ключевые слова:*** система, оборотное водоснабжение, пластинчатый теплообменник, образование накипи, биологические обрастания, коррозионные отложения

# PULSE HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC WATER PREPARATION IN THE REVERSE SYSTEM WATER HEAT SUPPLY OF COMPRESSOR STATION

V. Kiurchev, S. Movchan, O. Berezhetsky, O. Andrianov

**Summary**

Thermal and energy supply systems that use water and other heat carriers play an important role in the country's water management system, especially in district

heating systems. The rational use of water and water resources in energy supply systems is an important component not only from the technical side but also from the ecological and economic one. At the same time, reducing the use of water helps to increase the life of technological equipment, reduce the use of water and reduce the costs associated with the operation of circulating water systems.

The most comprehensive and interrelated solution of the problems identified in the system of circulating water supply to the enterprises of the heat engineering and heat power industries determines the relevance of the chosen direction of research conducted in the industrial conditions of PJSC "Zaporizhzhia Abrasive Plant" (Zaporizhzhia). Hydroflow Industrial (test) impulse high-frequency electromagnetic water treatment device, which has high reliability, efficiency and long duration in the process of protection and control of scale and biofouling on working metal surfaces of pipelines and equipment of enterprises of the enterprises of the enterprises, has been tested on the operating technological equipment.

The results obtained as a result of industrial testing of the pulse high-frequency electromagnetic water treatment device clearly demonstrate the significant advantages of using this method of preparation of water in the district heating systems using the device. Further development in the development of technology for the preparation and use of water in the thermal engineering and thermal power industries is the simplicity, reliability and efficiency of water preparation in the systems of circulating heat supply.

***Key words:*** circulating heat supply systems, plate heat exchanger, scale formation, biological fouling, corrosion deposits, impulse high-frequency electromagnetic water treatment.

УДК 637.134 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-15-25

# РОЗРОБКА ПРОМИСЛОВОГО ЗРАЗКУ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СТРУМИННО-ЩІЛИННОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

Самойчук К. О., д.т.н., ORCID: 0000-0002-3423-3510
Сєрий. І. С., к.т.н., ORCID: 0000-0001-5943-7213
Ковальов О. О., аспірант* ORCID: 0000-0002-4974-5201
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-13-06

*Постановка проблеми.* Гомогенізація належить до нормативних процесів, необхідність проведення якої обумовлена великим середнім діаметром жирових кульок в необробленому молоці, що згідно закону Стокса призводить до підйому жирових кульок до поверхні з високою швидкістю та відстоювання молочного жиру на поверхні молока у вигляді плівки з вершків [1, 2]. При проведенні гомогенізації відбувається зменшення середнього діаметра жирових кульок та відбувається їх рівномірний розподіл в об’ємі молочної плазми. Внаслідок цього продукт після гомогенізації має підвищену харчову і поживну цінність, забезпечується усунення неоднорідності кольору, відбувається покращення смакових якостей, знижуються втрати молочного жиру з тарою [2].

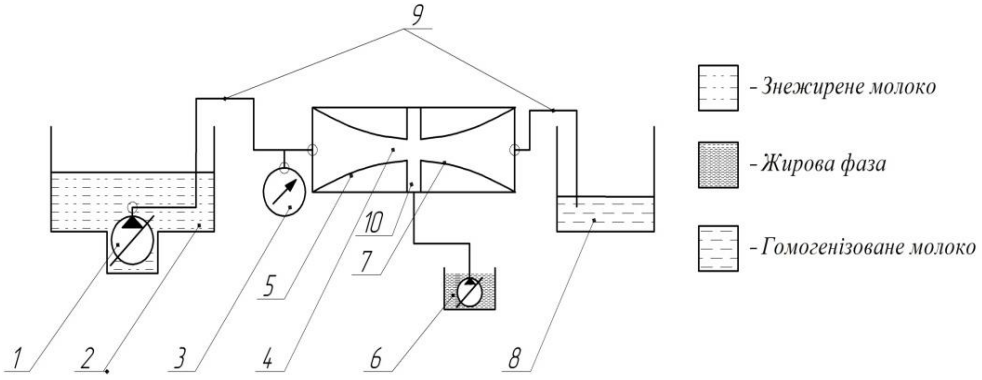
Зниження енергетичних витрат на проведення диспергування при одночасному збереженні технологічно заданої величини середнього діаметра жирових кульок є однією з пріоритетних задач для науковців молокопереробної галузі. Необхідність зниження енергетичних витрат на проведення гомогенізації пов'язана з тим, що питомі витрати енергії для найбільш поширених в промисловості клапанних гомогенізаторів складають понад 8 кВт·год/т гомогенізованої молочної емульсії [3].

*Аналіз останніх досліджень.* Протягом тривалої історії використання диспергування для переробки молочних продуктів досягти суттєвого зниження енергетичних витрат не вдалося. Це пов’язано з відсутністю єдиної теоретичної бази, яка б вичерпно пояснювала процеси, що відбуваються в зоні клапанної щілини. Існує близько 8–10 гіпотез гомогенізації, кожна з яких претендує на роль теорії, однак аналіз кожної з них, наведений у [3, 4] свідчить, що висунуті в них припущення відносно процесів, які відбуваються в зоні клапанної щілини, лише частково пояснює механізми, за якими відбувається зменшення середнього діаметра жирових кульок при

© Самойчук К. О., Сєрий. І. С., Ковальов О. О.

диспергуванні. Відсутність єдиної теоретичної бази процесу пов'язана з необхідністю дослідження мікрочасток, розмір яких наближується до десятих часток мікрометру та з високими швидкостями руху дисперсійної та дисперсної фаз продукту, чисельні значення якої сягають 100–150 м/с [4].

Дослідження перспективних напрямів підвищення енергоефективності процесу диспергування дозволили дійти висновку, що досягти суттєвого зниження енергетичних витрат на проведення гомогенізації можливо за рахунок розробки та впровадження до виробництва конструкцій, принцип дії яких заснований на створенні максимальної різниці між швидкостями руху дисперсійної та дисперсної фаз продукту. Однією з таких конструкцій є лабораторний зразок струминно–щілинного гомогенізатора молока, розроблений на базі кафедри ОПХВ імені професора Ф. Ю. Ялпачика (ТДАТУ), технологічна схема якого наведена на рис.1 [5].




1 – шестеренний насос подачі знежиреного молока; 2 – ємність для знежиреного молока; 3 – манометр; 4 – місце найбільшого звуження; 5 – внутрішні поверхні конфузору; 6 – шестеренний насос для подачі вершків; 7 – внутрішні поверхні дифузору; 8 – ємність для зливу обробленого продукту; 9 – гнучкі трубопроводи; 10 – кільцева щілина для подачі жирової фази.

Рис. 1. Схема роботи струминно–щілинного гомогенізатора молока.

При роботі струминно–щілинного гомогенізатора молока попередньо знежирене молоко з ємності 2, відповідно до рис. 1 за допомогою насосу 1 подається по гнучким трубопроводам 9 під тиском, значення якого контролюються за допомогою манометра 3 до місця найбільшого звуження 4, яке створюють профільовані внутрішні поверхні конфузору 5 та дифузору 7. В місці найбільшого звуження до знежиреного молока, яке рухається з високою швидкістю зі спеціальної ємності за допомогою насоса 6 крізь кільцеву щілину 10 подається необхідна кількість вершків. При встановленні режиму розвиненої турбулентності на жирову кульку діють значні тангенційні напруження, які виникають за рахунок дії сил опору руху жирової

кульки. Ці напруження пов'язані з критерієм Вебера, та при перевищенні їх значень над силами міжфазного натягу спричинюють руйнування жирової кульки на декілька утворень меншого розміру. Таким чином розроблений гомогенізатор дозволяє одночасно проводити нормалізацію продукту за жирністю та гомогенізацію, після обробки готовий продукт зливається до ємності 8 [6].

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Для розробки промислового зразку та оцінки ефективності впровадження струминно–щілинного гомогенізатора молока необхідно:

– обрати насоси, які будуть використовуватись для забезпечення подачі необхідної кількості знежиреного молока та вершків, види приводів, які будуть використовуватись для забезпечення роботи насосів, види передач між насосами та їх приводами;

– здійснити вибір компонування обладнання та запропонувати конструктивне рішення промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока;

– згідно прийнятої методики розрахунку оцінити економічну ефективність від впровадження струминно–щілинного гомогенізатора молока у виробництво.

*Основна частина.* За допомогою методики розрахунку промислового зразка, розроблено струминно-щілинний гомогенізатор молока (продуктивність 1,25 т/год і встановлена потужність 8 кВт) для заміни клапанного гомогенізатора К5-ОГ2А-1.25 (продуктивність 1,25 т/год і встановлена потужність 11 кВт) [4, 7].

Для забезпечення необхідної продуктивності промислового зразка на рівні 1–10 т/год максимальна подача вершків при жирності вершків 40%, жирності нормалізованого молока 3,5%, згідно до рівняння матеріального балансу має дорівнювати 870 кг/год. В якості насоса, що забезпечує подачу вершків обрано шестеренний насос, BE-G20 HP 0.6, який забезпечує продуктивність подачі жирової фази на рівні 1000 кг/год. Для його приводу використовується асинхронний електричний двигун АИРЕ 71 L-2 потужністю 0,55 кВт. Для забезпечення необхідної швидкості подачі знежиреного молока тиск подачі насосу згідно результатів аналітичних та експериментальних досліджень повинен складати для максимальної продуктивності 10 т/год 2,4 МПа. Враховуючи те, що необхідна продуктивність гомогенізатора по знежиреному молоку при жирності вершків 40%, жирності нормалізованого молока 3,5%, згідно до рівняння матеріального балансу має дорівнювати 870 кг/год, для подачі знежиреного молока до камери струминно–щілинного гомогенізатора молока рекомендовано обирати насос об'ємного принципу дії, наприклад, шестеренний насос для харчових продуктів НШП–10, який має максимальну продуктивність на рівні 10 $м^3$/год при робочому тиску до 2,5 МПа. Для приводу харчового насосу подачі знежиреного

молока використовується електричний двигун 3000 $с^{-1}$ АИРС 112 М2 потужністю 7,5 кВт. Для його з'єднання з насосом подачі знежиреного молока, між ним та двигуном встановлюється циліндричний редуктор 1ЦУ-160 з передаточним відношенням 2…2,5 [7].

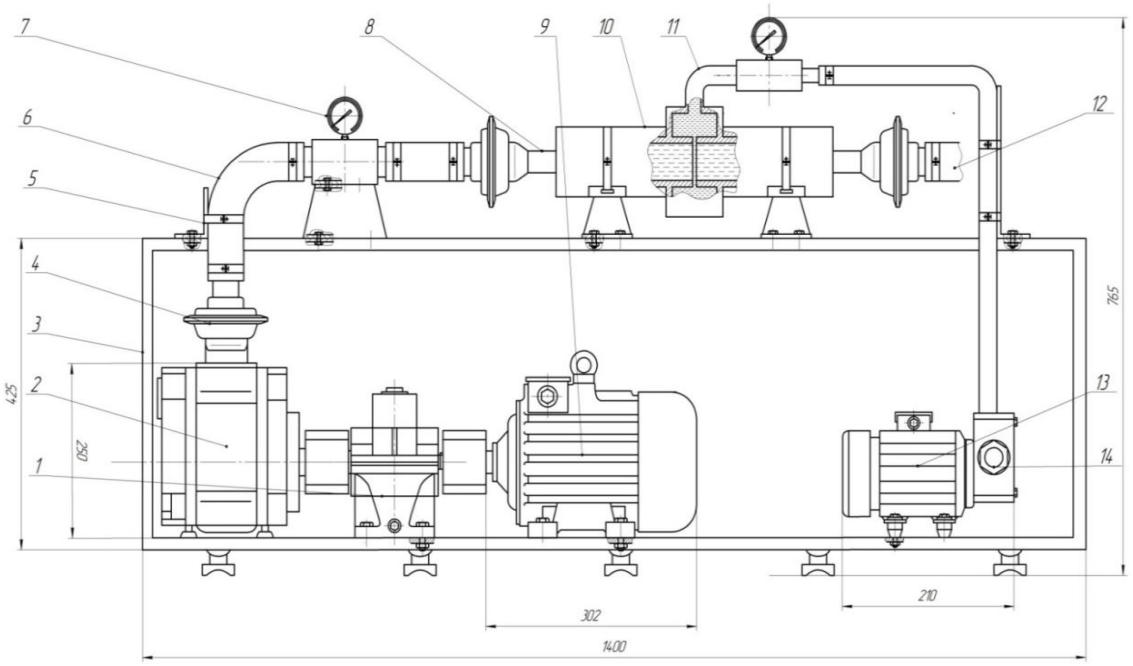
Машина являє собою зварний каркас, в верхній центральній частині якого змонтовано камеру гомогенізації. В нижній частині знаходиться електродвигун приводу обертання шестеренного насоса подачі знежиреного молока, який з'єднується з ним через редуктор. На нижній частині рами розташований і шестеренний насос з двигуном, що забезпечують подачу необхідної кількості вершків. Новизна конструктивних елементів гомогенізатора захищена патентами України [8, 9]. Оскільки розрахунок струминно–щілинного гомогенізатора ґрунтується на критеріальних залежностях класичної гідродинаміки, тому результати випробувань в умовах промислового виробництва у відношенні впливу на якість диспергування конструктивних і технологічних параметрів запропонованої машини не відрізняються від результатів, одержаних при обробці молока на лабораторному зразку струминно–щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків. Варіант конструктивного рішення струминно–щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків, наведений на рис. 2.

Технічна характеристика струминно–щілинного гомогенізатора молока, складена на основі експлуатаційних випробувань, зведена до таблиці 1.

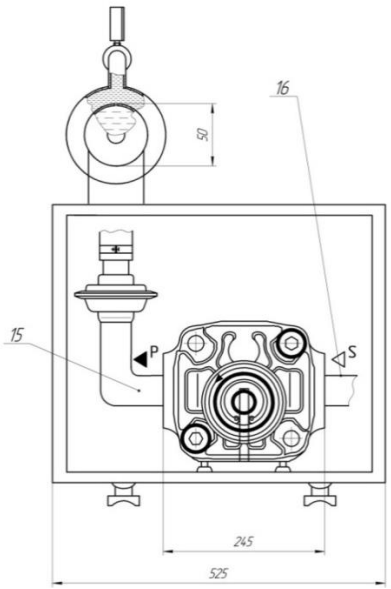
Таблиця 1 – Технічна характеристика промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока

| Показник | Значення |
|---|---|
| Продуктивність, т/год | 2,5 |
| Середній діаметр часток після обробки молока, мкм | 0,80 |
| Потужність електродвигуна приводу, кВт | 8,0 |
| Діаметр камери в місці найбільшого звуження, мм | 4,0 |
| Ширина кільцевої щілини, мм | 0,7 |
| Габаритні розміри, мм:<br>– довжина<br>– ширина<br>– висота | <br>1400<br>525<br>765 |

В таблиці 2 наведено порівняльну характеристику розробленого гомогенізатора струминно–щілинного типу з клапанним та іншими перспективними видами диспергаторів [10].




а)




б)

1 – циліндричний редуктор 1 ЦУ–160; 2 – насос для подачі знежиреного молока НШП–10; 3 – зварна рама; 4 – з’єднувальний фланець; 5 – кронштейн; 6 – металева труба; 7 – манометр; 8 – патрубок подачі знежиреного молока 9 – електродвигун АИРС 112 М2; 10 – камера гомогенізації; 11 – патрубок подачі вершків; 12 – патрубок відведення гомогенізованої емульсії – патрубок відводу гомогенізованого продукта; 13 – електродвигун АИРЕ 712 L2; 14 – насос подачі вершків BA–G 20 H0.6; 15 – подача вершків; 16 – нагнітання вершків до камери гомогенізації;

Рис. 2. Промисловий зразок струминно–щілинного гомогенізатора молока: а) головний вид, б)бічний вид (з правого боку).

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика перспективних типів гомогенізаторів

| Тип гомогенізатора | Продуктивність, т/год | Мінімальний діаметр часток після гомогенізації, мкм | Питомі енерговитрати, кВт/т |
|---|---|---|---|
| Клапанний, А1-ОГ2М-2,5 | 2,5 | 0,75 | 7,2 |
| Клапанний К5–ОГА 10 | 10 | 0,8 | 7,4 |
| Сопловий, ОГВ | 1 | 1,0 | 4,4 |
| Вихровий | 5 | 0,77 | 3,8 |
| Імпульсний | 1 | 0,7 | 4 |
| Протитечійно-струменевий | 2 | 0,75 | 2,8 |
| Струминний гомогенізатор з роздільною подачею вершків | 2,5 | 0,8 | 0,8 |
| Струминно–щілинний гомогенізатор | 2,5 | 0,8 | 0,74 |

Впровадження струминно–щілинного гомогенізатора молока в технологічних лініях виробництва молока та молочної продукції відрізняється від використання клапанних машин можливістю одночасного проведення гомогенізації та нормалізації. Недоліком такого способу є необхідність проведення попередньої сепарації молока. Однак, враховуючи те, що ця операція використовується для більшості технологій виробництва питного молока, впровадження такого рішення дозволяє досягти зниження питомих витрат енергії порівняно з енергоефективними конструкціями струминних гомогенізаторів ще на 15%.

В технологічних процесах переробки молочної продукції переважної більшості спеціалізованих підприємств України для диспергування застосовуються клапанні гомогенізатори Одеського механічного заводу типів К5-ОГА, А1-ОГ2М, К5-ОГ2А. Розроблена конструкція струминно–щілинного гомогенізатору здатна замінити такі диспергатори для виробництва питного молока в діапазоні жирності 2,5 – 3,5% та може бути використана при переробці кисломолочних продуктів та емульсій жирністю до 3,5%. Оцінити

економічну ефективність використання розробленого струминно–щілинного гомогенізатора молока для заміни диспергатора К5-ОГ2А-1.25, який використовується на приватному підприємстві "Молокозавод-ОЛКОМ" (м. Мелітополь Запорізької області). Для розрахунку скористаємось загальноприйнятою методикою [10].

Розрахунок ґрунтується на даних приватного підприємства «Молокозавод-ОЛКОМ», на якому здійснено впровадження, що підтверджує відповідний акт. Вартість та енергетичні витрати розробленої моделі ґрунтуються на даних товариства з обмеженою відповідальністю «Продмаш» (м. Мелітополь Запорізької області) та підтверджуються характеристиками акту передачі технологічно–конструкторської документації. Отримані результати зведені до таблиці 3.

Таблиця 3 – Порівняльні техніко-економічні показники струминно–щілинного гомогенізатора молока та клапанного гомогенізаторів

| Найменування показника | Значення показників техніко-економічної ефективності | |
|---|---|---|
| | Клапанний гомогенізатор К5-ОГ2А-1,25 | Розроблений гомогенізатор |
| Питомі капіталовкладення, грн/т | 141,30 | 19,50 |
| Ступінь зниження питомих витрат електроенергії, % | – | 59,00 |
| Ступінь зниження експлуатаційних витрат | – | 40,00 |
| Приведені витрати, грн/т | 73,66 | 44,26 |
| Економічний ефект на одну тонну молочної продукції, грн/т | – | 29,40 |
| Річний економічний ефект, грн | – | 238350,00 |
| Строк окупності, рік | – | 0,36 |

Струминно–щілинний гомогенізатор, згідно результатів аналізу даних, наведених в таблицях 1, 2, 3 характеризується меншими питомими витратами електроенергії, більшою зручністю в експлуатації та ремонті, нижчими масо-габаритними показниками.

Наявність таких переваг при використанні струминно–щілинного гомогенізатору для гомогенізації молока дозволяє підвищити її конкурентоспроможність, що досягається за рахунок зниження собівартості одиниці молочної продукції [11].

*Висновки.* З метою підвищення енергоефективності процесу диспергування молочних емульсій на молокопереробних підприємствах розроблено промисловий зразок струминно–щілинного гомогенізатора молока. Подачу вершків рекомендується забезпечувати за допомогою харчового шестеренного насоса BE-G20 HP 0.6 з приводом від електричного двигуна АИРЕ 71 L-2. Для забезпечення подачі необхідної кількості знежиреного молока в заданому діапазоні продуктивності 1–10 т/год рекомендується встановлювати шестеренний насос для харчових продуктів НШП–10, після якого має розташовуватись редуктор 1ЦУ-160, що приводяться до дії за допомогою електричного двигуна 3000 $с^{-1}$ АИРС 112 М2 потужністю 7,5 кВт.

Проведений економічний аналіз свідчить, що використання замість клапанного гомогенізатора К5-ОГ2А-1,25 струминно–щілинного гомогенізатора молока, та впровадження в виробництво на приватному підприємстві «Молокозавод-ОЛКОМ», довели зниження питомих енергетичних витрат процесу диспергування на 59%. Суттєве підвищення ефективності диспергування жирової фази молока та відсутність в конструкції струминно–щілинного гомогенізатору швидкозношуваних механізмів, обумовили зниження експлуатаційних витрат на 40%. Характеристики струминно–щілинного гомогенізатора молока дозволяють досягти при його використанні річного економічного ефекту на рівні 238350 грн при цьому термін його окупності не перевищує 0,36 роки.

Література:

1. Чекулаева Л. В. Сгущённые молочные консервы. Москва: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. 264 с.

2. Бредихин С. А. Технология и техника переработки молока. Москва: Колос, 2003. 400 с.

3. Фиалкова Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография–справочник. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. 392 с.

4. Walstra P. Homogenization. In: Dairy Science and Technology. London New York. 2006. P. 279.

5. Самойчук К. О. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип.19, т. 2. С. 117-129.

6. Самойчук К. О. Аналітичні дослідження енергетичних показників і параметрів якості струминно-щільового гомогенізатора молока. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 1. С. 3-18.

7. Walstra P. Dairy technology: Principles of Milk Properties and Processes. Part II: Processes. New Уогк: Marcel Dekker, Inc., 1999. 246 p.

8. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею

вершків: пат. 106522 Україна: МКИ5 А01J 11/16. № u201511244; заявл. 16.11.15; опубл. 25.04.2016. Бюл. № 8.

9. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків: пат. 131218 Україна: МПК А01J 11/16. № u201807062; заявл. 23.06.2018; опубл. 10.01.2019. Бюл. № 1.

10. Самойчук К. О. Розвиток наукових основ гідродинамічного диспергування молочних емульсій: автореф. дис ... докт. техн. наук: 05.18.12. Харків, 2018. 44 с.

11. Самойчук К. О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 3. С. 78–85.

## РОЗРОБКА ПРОМИСЛОВОГО ЗРАЗКУ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СТРУМИННО-ЩІЛИННОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

Самойчук К. О., Сєрий І. С., Ковальов О. О.

**Анотація**

У статті відображені результати розробки промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока. Обґрунтовано вибір насосів для забезпечення заданої продуктивності при одночасному забезпеченні необхідного тиску подачі знежиреного молока та вершків, вибір передач між насосами та двигунами приводу насосів для подачі знежиреного молока та вершків, вибір електричних двигунів для приводу насосів подачі дисперсійної та дисперсної фаз продукту. Наведено конструктивну схему промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока. Представлено технічні характеристики та порівняльну характеристику розробленого промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока, яка свідчить про 1,2–10 разове зниження енергетичних витрат на проведення диспергування. Проведено аналіз техніко–економічних показників клапанного диспергатора та розробленого промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока, який свідчить про те, що впровадження розробленого устаткування дозволило досягти зниження експлуатаційних витрат на 40%, зниження енергетичних витрат на проведення диспергування на 59%, при цьому річний економічний ефект від впровадження струминно–щілинного гомогенізатора молока замість клапанного гомогенізатора склав 238350 грн, при цьому термін його окупності не перевищує 0,36 роки.

***Ключові слова:*** середній діаметр, гомогенізатор, струминно-щілинний, молоко, форма камери, енергетичні витрати, промисловий зразок, жирова кулька.

## РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТРУЙНО–ЩЕЛЕВОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

Самойчук К. О., Серый И. С., Ковалев А. А.

**Аннотация**

В статье отражены результаты разработки промышленного образца струйно–щелевого гомогенизатора молока. Обоснован выбор насосов для обеспечения заданной производительности при одновременном обеспечении

необходимого давления подачи обезжиренного молока и сливок при проведении нормализации молочных продуктов по жирности. Обоснован выбор передач между насосами и двигателями привода насосов для подачи обезжиренного молока и сливок. Обоснован выбор электрических двигателей для привода насосов подачи дисперсионной и дисперсной фаз продукта. Приведена конструктивная схема промышленного образца струйно–щелевого гомогенизатора молока, техническая документация на изготовление которого передана в ООО «Продмаш» (г. Мелитополь). Представлены технические характеристики разработанного промышленного образца струйно–щелевого гомогенизатора молока с раздельной подачей жировой фазы. Представлена сравнительная характеристика разработанного промышленного образца струйно–щелевого гомогенизатора молока, которая свидетельствует о 1,2–10 разовом снижение энергетических затрат на проведение диспергирования, что объясняется снижением рабочих давлений подачи дисперсионной и дисперсной фаз продукта. Проведен анализ технико–экономических показателей клапанного диспергатора и разработанного промышленного образца струйно–щелевого гомогенизатора молока, который свидетельствует о том, что внедрение разработанного оборудования, которое проводилось на ЧП «ОЛКОМ» позволило добиться снижения эксплуатационных расходов на 40%, снижение энергетических затрат на проведение диспергирования на 59%, при этом годовой экономический эффект от внедрения струйно–щелевого гомогенизатора молока вместо клапанного гомогенизатора составил 238350 грн, при этом срок его окупаемости не превышает 0,36 года.

***Ключевые слова:*** средний диаметр, гомогенизатор, струйно-щелевой, молоко, форма камеры, энергетические затраты, промышленный образец, жировой шарик.

# DEVELOPMENT OF AN INDUSTRIAL DESIGN AND EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY FROM THE INTRODUCTION OF A JET-SLOT MILK HOMOGENIZER

K. Samoichuk, I. Seriy, A. Kovalyov

**Summary**

A study of perspective directions of increase of efficiency of the dispersion process resulted in the conclusion that to achieve a significant reduction in the energy cost of homogenization is possible due to the development and introduction into production of structures whose operation is based on creating the maximum difference between the velocity dispersion and the dispersed phase of the product. In the article reflects the results of the development of an industrial sample of a jet-slotted milk homogenizer. The choice of pumps to ensure the specified performance while simultaneously providing the necessary pressure for the supply of skimmed milk and cream during the normalization of dairy products with fat content is justified. The choice of gears between pumps and drive motors of pumps for the supply of skimmed milk and cream is justified. The choice of electric motors for the drive of pumps for the supply of the dispersion and dispersed phases of the product is justified. The design scheme of an industrial sample of a jet–slot milk homogenizer, technical documentation for the production of which was transferred to Prodmash LLC (Melitopol), is given. The technical characteristics of the developed industrial sample of a jet-slot milk homogenizer with a separate fat phase feed are presented. A comparative characteristic of the developed industrial sample of a jet–slotted milk homogenizer is presented, which indicates a 1.2-10-time reduction in energy costs for dispersion, which is

explained by a decrease in the working pressure of the dispersion and dispersed phases of the product. The analysis of technical and economic parameters of the valve of the dispersant and developed the industrial design of the jet slit homogenizer milk, which suggests that the introduction of the developed equipment, which was carried out on PE "OLKOM" has allowed reducing operating costs by 40%, reducing energy costs in the dispersion of 59%, while the annual economic effect from the introduction of the jet slit homogenizer, milk homogenizer valve is made up UAH 238350 the payback period does not exceed 0,36 year.

***Key words:*** average diameter, homogenizer, jet-slotted, milk, chamber shape, energy costs, industrial design, fat ball.

УДК 637.134.001.57 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-26-34

# ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДИСПЕРГУВАННЯ ЕМУЛЬСІЙ

Паляничка Н. О., к.т.н. ORCID: 0000-0001-8510-7146
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-13-06

*Постановка проблеми.* На сьогоднішній день одним з найбільш розповсюджених технологічних процесів є диспергування емульсій, шляхом гомогенізації у відповідних апаратах. Використовується в сільському господарстві, хімічній, харчовій, переробній та інших галузях промисловості [1]. В харчовій промисловості гомогенізацію використовують для виробництва молока, та молочних продуктів, сумішей для морозива, згущеного молока, кетчупів, майонезу, маргарину, яєчиних меланжів, соків та інших продуктів. Все ж найбільшого розповсюдження процес отримав в молочній промисловості [2]. Використання гомогенізації при виробництві питного молока сприяє покращенню органолептичних показників, підвищенню стабільності та в’язкості, відсутності залишків жиру на стінках апаратів, покращенню засвоюваності продукту за рахунок зменшення розміру часток молочного жиру, тощо. Однак апарати, які на сьогоднішній день використовуються для диспергування в більшості випадків не відповідають сучасним вимогам показників якості та енергозбереження [3].

Найбільш розповсюдженим обладнанням, яке сьогодні використовується на підприємствах є клапанні гомогенізатори [4]. Вони дозволяють отримати високу якість диспергування емульсій, однак при цьому відрізняються великими затратами енергії на процес ( більше ніж 7 кВт/т). В умовах сьогодення це дуже високі показники. Інші існуючі види гомогенізаторів, такі як, роторні, ультразвукові та вакуумні дозволяють значно знизити витрати енергії на процес, однак вони не дозволяють отримати високу ступінь гомогенізації молока [5]. Отже, зважаючи на все, та враховуючи сучасні тенденції до використання енергозберігаючих технологій та обладнання досить актуальним є вдосконалення існуючих або ж розробка нових видів апаратів для диспергування емульсій, які зможуть забезпечити високу ступінь гомогенізації при низьких енерговитратах.

*Аналіз останніх досліджень.* За останні роки дослідженням питання зниження енерговитрат на процес диспергування молочного жиру та підвищення ступеня гомогенізації займалося багато вчених

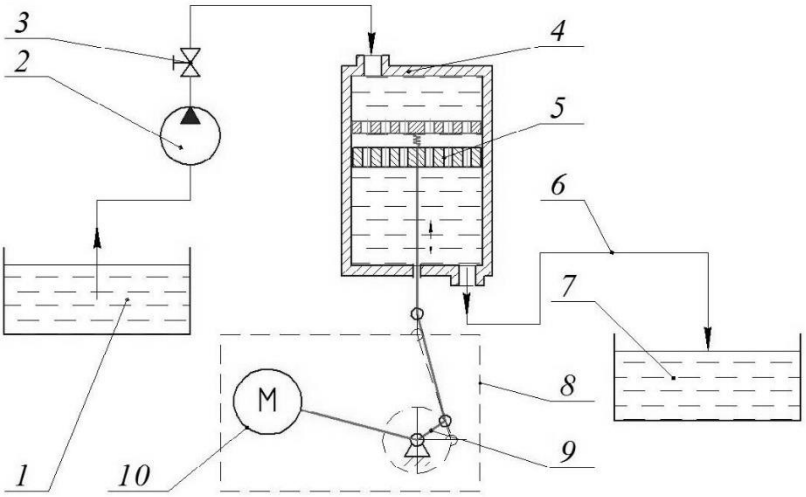
© Паляничка Н. О.

[6,7,8]. Однак, відмічається, що більшість пристроїв, все ж таки потребують подальшого вдосконалення з метою отримання найбільш оптимальних показників ступеня диспергування та енерговитрат на процес гомогенізації.

Аналіз розробки останніх років показав, що найбільш перспективним способом диспергування молочної емульсії є імпульсна гомогенізація. Пристрій дозволяє створити умови за яких виникає градієнту швидкості потоку молока, який, в свою чергу, сприяє високому ступеню диспергування молочного жиру. Особливість апарату полягає також в досить низьких витратах енергії на процес. Тому було вирішено продовжувати проводити дослідження в даному напрямку.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання)*. Метою даної статті є дослідження енергоефективного обладнання для диспергування емульсії, на прикладі молочного жиру.

*Основна частина.* Як було вище зазначено, що до енергоефективного обладнання для диспергування емульсії, на прикладі молока можна віднести імпульсний гомогенізатор. На кафедрі обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф. Ю. Ялпачика було розроблено експериментальну установку для проведення дослідження, схема якого представлена на рис. 1.




1, 7 – технологічні ємності для подачі та збору молока; 2 – насос; 3 – вентиль; 4 – робоча камера гомогенізатора; 5 – поршень; 6 – трубопровід; 8 – імпульсний привід; 9 – кривошипний механізм з регулятором амплітуди; 10 – електродвигун з регулятором частоти обертання валу.

Рис. 1. Схема імпульсного гомогенізатора молока.

Пристрій складається з робочої камери імпульсного гомогенізатора 4 з поршнями-ударниками 5, які приводяться в коливальні рухи через кривошипний механізм з регулятором амплітуди 9 імпульсним приводом 8 [9]. Основний поршень-ударник

жорстко закріплений на штоку, а додатковий з'єднується з основним за допомогою пружини. Для можливості регулювання частоти коливання поршня-ударника використовується електродвигун постійного струму. Для зміни амплітуди коливання поршня-ударника використовується регульований кривошип.

Молоко в робочу камеру гомогенізатора з технологічної ємності 1 подається насосом 2. Вентиль 2 служить для подавання молока під необхідним тиском в насос і робочу камеру гомогенізатора.

Для імпульсної гомогенізації молока процес подрібнення жирової фази доцільно характеризувати модифікованим критерієм Вебера, $We^i$, в основу якого покладено градієнт швидкості потоку молока

$$We^i = \frac{\rho_{\text{пл}} \cdot \left(\frac{dv}{dx}\right)^2 \cdot d_k}{\sigma_{\text{ж-п}}}, \quad (1)$$

де $\rho_{пл}$ – густина плазми молока, кг/м$^3$ ;
$\frac{dv}{dx}$ – градієнт швидкості потоку, м/с;
$d_k$ – критичний діаметр частки, м;
$\sigma_{ж\text{-}п}$ – поверхневий натяг краплі, Н/м.

При досягненні критичного значення критерію $We^i$ відбувається руйнування жирових кульок. Визначальна роль при цьому належить градієнту швидкості.

Ступінь гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі в загальному вигляді визначається залежністю:

$$Hm = f(h, f, Q), \quad (2)$$

де $h$ – амплітуда коливань поршня-ударника;
$f$ – частота коливань поршня-ударника;
$Q$ – подача молока в імпульсний гомогенізатор.

Рівняння апроксимації залежності ступеня гомогенізації від амплітуди коливань поршня-ударника має такий вигляд

$$Hm = -0{,}0435h^2 + 1{,}0653h - 1{,}63. \quad (3)$$

Залежність ступеня гомогенізації від частоти коливань поршня-ударника апроксимується рівнянням

$$Hm = -0{,}0085f^2 + 1{,}0869f - 29{,}724. \quad (4)$$

Рівняння апроксимації залежності ступеня гомогенізації від подачі молока в імпульсний гомогенізатор має такий вигляд

$$Hm = -10{,}012Q^2 + 38{,}363Q - 31{,}814. \quad (5)$$

Для отримання високого ступеня гомогенізації Hm = 4…5 в імпульсному гомогенізаторі необхідно створити певні умови: амплітуда коливання поршня-ударника 10…12 мм, частота коливань 55…65 Гц, подача молока в імпульсний гомогенізатор 1800…2000 кг/год.

Питомі витрати енергії на процес імпульсної гомогенізації визначаються з виразу [10]

$$E_{\text{пит}} = \frac{c \cdot \rho_c \cdot v^3 \cdot S}{2Q}, \qquad (6)$$

де $c$ – коефіцієнт опору, для круглої пластини, $c=1,1…1,15$;

$\upsilon$ – швидкість руху поршня-ударника, м/с;

$S$ – площа поршня, м$^2$.

Внаслідок проведених розрахунків було визначено, що продуктивність імпульсного гомогенізатора становить 1800…2000 кг/год, питомі енерговитрати на процес гомогенізації – 0,82 Дж/кг.

З метою підтвердження достовірності розрахунків питомої енергоємності процесу гомогенізації молока в імпульсному гомогенізаторі було проведено повнофакторний експеримент, за допомогою якого було встановлено залежність між ступенем гомогенізації (***Y***), амплітудою коливань поршня-ударника (***X₁***), частотою коливань (***X₂***) та подачею молока в імпульсний гомогенізатор (***X₃***) [9,10].

В результаті реалізації повнофакторного експерименту було отримано рівняння регресії в кодованому вигляді

$$Y = 4,88 + 0,694X_1 + 0,602X_2 - 0,588X_3 + 0,2X_1X_2 + \\ + 0,426X_1^2 - 0,663X_2^2 - 0,459X_3^2. \qquad (7)$$

Для аналізу результатів повнофакторного експерименту, представлених у вигляді рівняння регресії (7), що адекватно описує процес імпульсної гомогенізації молока, пропонується номограмний метод, який дає можливість побачити одночасно вплив на параметр оптимізації всіх змінних незалежних факторів, що беруть участь у рівнянні регресії, тобто як вони впливають на реальний технологічний процес.

За допомогою комп'ютерної програми Mathcad і розробленої методики, побудовано номограму (рис.2) для аналізу й дослідження рівняння регресії (7).

Таким чином, поєднуючи отримані інтервали варіювання факторів, одержуємо, що для імпульсного гомогенізатора з подачею молока *Q = 1800…2000 кг/год* і ступенем гомогенізації 5 необхідно забезпечувати наступні технологічні параметри процесу гомогенізації: *h= 10…13 мм* та *f = 53…62 Гц.*

Відхилення теоретичних значень *h* та *f* від експериментальних у всьому діапазоні зміни параметрів знаходиться в межах 11%, що підтверджує адекватність отриманих даних.

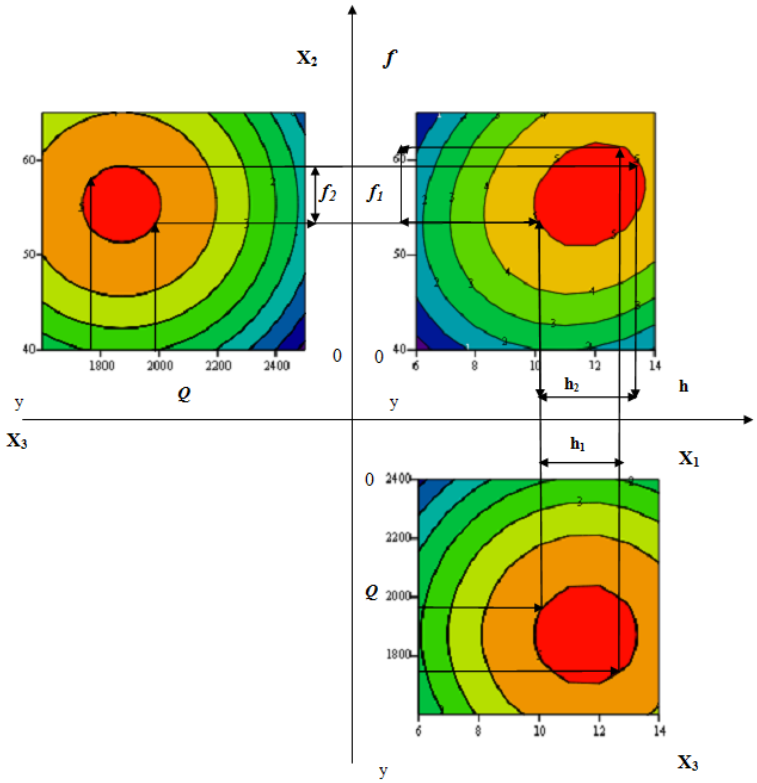



Рис. 2. Номограма для аналізу та визначення оптимальних параметрів факторів, що забезпечують ступінь гомогенізації молока в імпульсному гомогенізаторі не нижче 4.

З метою визначення питомої енергоємності процесу гомогенізації молока в імпульсному гомогенізаторі було проведено повнофакторний експеримент, за допомогою якого було встановлено залежність між енерговитратами на процес імпульсної гомогенізації (***Y***), амплітудою коливань поршня-ударника (***X₁***), частотою коливань (***X₂***) та подачею молока в імпульсний гомогенізатор.

Отримано рівняння регресії в кодованому вигляді

$$Y = 1{,}045 + 0{,}038X_1 + 0{,}032X_2 - 0{,}025X_3 + 0{,}19X_1^2 - 0{,}2X_2^2 - 0{,}2X_3^2. \quad (8)$$

За допомогою комп'ютерної програми Mathcad побудовано номограму (рис.3) для аналізу й дослідження рівняння регресії (8).

Шляхом поєднання інтервалів варіювання факторів було отримано, що для імпульсного гомогенізатора з подачею молока Q = 1800…2250 кг/год і h= 10…12 мм та f = 43…59 Гц енерговитрати на процес гомогенізації становлять 1,5 кВт, а питомі енерговитрати – 0,83 Дж/кг.

Відхилення теоретичних значень *h* та *f* від експериментальних у всьому діапазоні зміни параметрів менше 9%, що підтверджує адекватність отриманих даних.

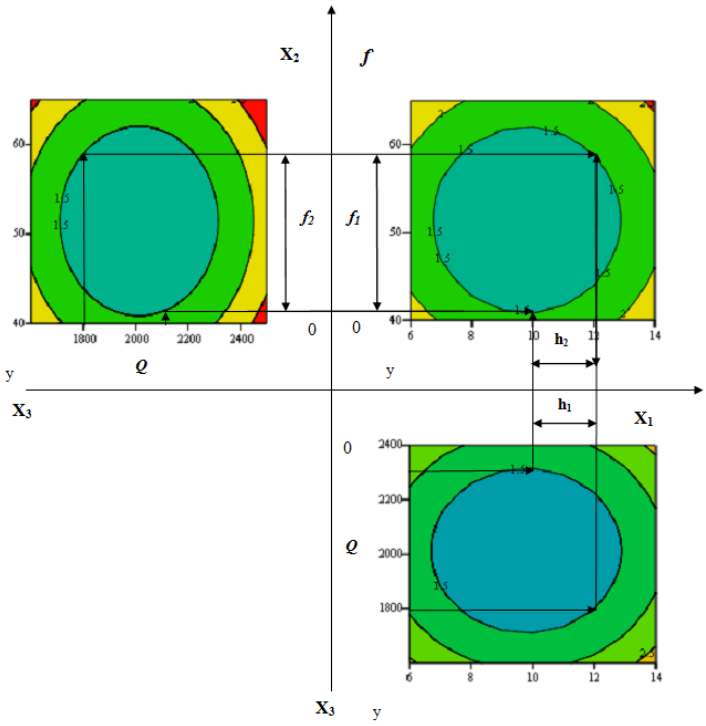
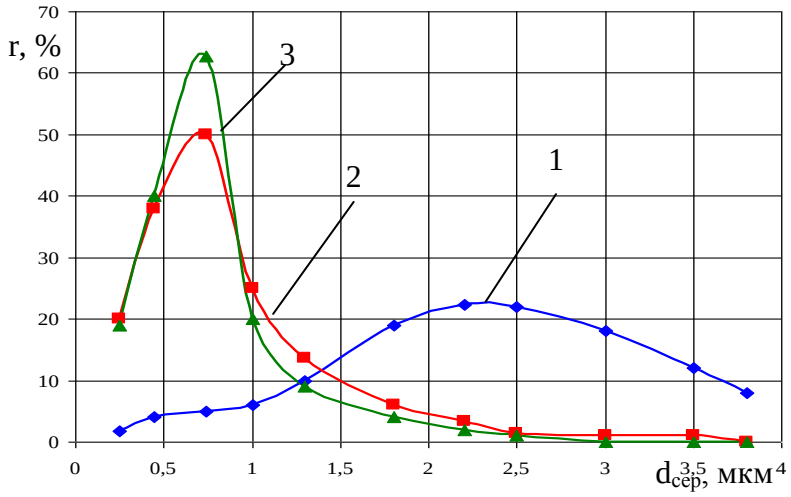



Рис. 3. Номограма для аналізу та визначення оптимальних параметрів факторів, що забезпечують мінімальні енерговитрати на процес імпульсної гомогенізації.

Крім цього було досліджено зміни у фракційному складі жирових кульок за розмірами після гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі в порівнянні з клапанною гомогенізацією, результати яких показані на рис. 4.

До гомогенізації молоко характеризується наступними параметрами: середній діаметр жирових кульок $d_{сер}$=2,48 мкм, дисперсія σ =1,66, коефіцієнт варіації (частка розсіювання признаку відносно середнього) *V*=67%. Після клапанної гомогенізації і відповідно імпульсної гомогенізації ці показники становлять: $d_{сер}$ =0,98 мкм та 0,80 мкм, σ =0,50 та 0,46, *V* =51 та 56%.

Середній діаметр жирових кульок при обробці імпульсним гомогенізатором зменшився на 19 % у порівнянні з клапанним, також зменшилося значення дисперсії, що в свою чергу свідчить про те, що обрані параметри і режими імпульсної гомогенізації забезпечують стабільність жирової фази молока після гомогенізації.




1 – необроблене молоко; 2 – після гомогенізації в клапанному гомогенізаторі при тиску 16 МПа та ***t***=65 °С; 3 – після гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі при тиску 1,5 МПа та ***t***=65 °С.

Рис. 4. Диференційні розподілення жирових кульок за розмірами.

*Висновки.* Приведені дослідження показали, що питання використання енергоефективного обладнання для диспергування молока на сьогоднішній день є дуже актуальними. Найбільш перспективним апаратом, який дозволяє отримати високу ступінь гомогенізації молока при низьких затратах енергії є імпульсний гомогенізатор. Проведені дослідження показали, що питомі енерговитрати на процес гомогенізації становлять 0,83 Дж/кг, що на 15 % нижче, ніж у відомих гомогенізаторах, при цьому ступінь диспергування становить 4…5. Отже, це все доводить доцільність використання імпульсного гомогенізатора в якості енергозберігаючого обладнання.

Література:

1. Wilbey R. A. Homogenization of milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences.* 2002. P. 1346–1349. DOI: 10.1016/ b0-12-227235-8/00202-9.

2. Michalski M.-C., Januel C. Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends in Food Science & Technology.* 2006. Vol. 17, № 8. P. 423–437. DOI: 10.1016/j.tifs.2006.02.004.

3. Huppertz T. Homogenization of Milk. Other Types of Homogenizer (High-Speed Mixing, Ultrasonics, Microfluidizers, Membrane Emulsification). *Encyclopedia of Dairy Sciences.* 2011. P. 761–764. DOI: 10.1016/b978-0-12-374407- 4.00226-0.

4. Фиалкова Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография – справочник. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. 392 с.

5. Нужин Е. В., Гладушняк А. К. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография. Одесса: Печатный дом, 2007. 264 с.

6. Ultra high pressure homogenization of almond milk: Physico-chemical and physiological effects / K. Brivibaa te al. *Food Chemistry.* 2016. Vol. 192. P. 82–89. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.06.063.

7. Cirona C. I. E., Gee V. L., Kelly A. L., Auty M. A. E. Comparison of the effects of high-pressure micro fluidization and conventional homogenization of milk on particle size, water retention and texture of non-fat and low-fat yoghurts. *International Dairy Journal.* 2010. Vol. 20, № 5. P. 314–320. DOI: 10.1016/j.idairyj.2009.11.018.

8. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Івженко А. О., Левченко Л. В. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молочної промисловості. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь, 2016. Вип. 16, т. 1. С. 9-15.

9. Паляничка Н. О. Технологічне обладнання для гомогенізації молока. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 1. С. 102-109. DOI: 10.31388/2078-0877-19-1-86-93.

10. Паляничка Н. О. Визначення шляхів зниження енерговитрат процесу гомогенізації молока. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпропетровськ, 2016. №1 (39). С. 53-56.

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДИСПЕРГУВАННЯ ЕМУЛЬСІЙ

Паляничка Н. О.

**Анотація**

Стаття присвячена розгляду проблеми зниження затрат енергії на процес гомогенізації молока. Встановлено, що дані апарати дозволяють отримати високу ступінь гомогенізації молока, однак мають значно завищені показники витрат енергії на процес. Проведений аналіз розробок останніх років показав, що найбільш перспективним способом диспергування молочної емульсії є імпульсна гомогенізація. Проведені дослідження показали, що питомі енерговитрати на процес гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі становлять 0,83 Дж/кг, при ступеню диспергування Hm = 4…5, що на 15% нижче, ніж у відомих гомогенізаторах. Це доводить доцільність використання імпульсного гомогенізатора в якості енергозберігаючого обладнання.

***Ключові слова:*** диспергування, емульсія, енергоефективний, гомогенізація, молочний жир, імпульсний гомогенізатор, ступінь гомогенізації, клапанний гомогенізатор, витрати енергії.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЭМУЛЬСИЙ

Паляничка Н. А.

**Аннотация**

Статья посвящена рассмотрению проблемы снижения расхода энергии на процесс гомогенизации молока. Установлено, что данные аппараты позволяют

получить высокую степень гомогенизации молока, однако имеют значительно завышенные показатели расхода энергии на процесс. Проведенные исследования показали, что удельные энергозатраты на процесс гомогенизации в импульсном гомогенизаторе составляют 0,83 Дж/кг, при степени гомогенизации Hm = 4…5, что на 15 % ниже, чем у известных гомогенизаторах. Это доказывает целесообразность использования импульсного гомогенизатора в качестве энергосохраняющего оборудования.

***Ключевые слова***: диспергирование, эмульсия, энергоэффективный, гомогенизация, молочный жир, импульсный гомогенизатор, степень гомогенизации, клапанный гомогенизатор, затраты энергии.

## USE OF ENERGY EFFICIENT EQUIPMENT FOR DISPERSING EMULSIONS

N. Palianychka

**Summary**

The article deals with the problem of reducing energy costs for the process of homogenization of milk. These devices allow to obtain a high degree of homogenization of milk, but have significantly inflated indicators of energy consumption for the process. And other existing types of homogenizers do not allow to obtain a high degree of homogenization of milk. Analysis of recent year's development has shown that impulsive homogenization is the most promising way of dispersing milk emulsions. The device allows to create conditions under which the gradient of the milk flow velocity occurs, which in turn contributes to a high degree of dispersion of milk fat. The peculiarity of the device is also quite low energy consumption for the process. Conducted theoretical studies of the process of impulsive homogenization of milk showed that to obtain a high degree of homogenization Hm = 4… 5 in the impulsive homogenizer it is necessary to create certain conditions: the amplitude of oscillation of the piston-impactor 10… 12 mm, the frequency of oscillations 55… 65 Hz, the supply of milk in the impulse 1800… 2000 kg / h. Calculations of energy costs for the pulse homogenization process showed that the specific energy costs for the homogenization process are 0.82 J / kg. A full-factorial experiment was conducted to verify the accuracy of the theoretical calculations. During the experiment it was found that the specific energy consumption for the process of homogenization in the impulsive homogenizer is 0.83 J / kg, with the degree of dispersion Hm = 4… 5. This in turn is 15% lower than 15% lower than in known homogenizers. The deviation of theoretical values from experimental values in the whole range of parameter changes is less than 9%, which confirms the adequacy of the obtained data. This proves the feasibility of using a pulse homogenizer as energy saving equipment.

***Key words:*** dispersion, emulsion, energy efficient, homogenization, milk fat, impulsive homogenizer, degree of homogenization, valve homogenizer, energy consumption.

УДК 621.929: 621.798. DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-35-42

# АНАЛІЗ ДОЗАТОРІВ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С. В., к.т.н., ORCID: 0000-0003-3424-5316
Олексієнко В. О., к.т.н., ORCID: 0000-0002-3438-874X
Ломейко О. П., к.т.н. ORCID: 0000-0001-7407-545X
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-13-06

*Постановка проблеми*. У багатьох галузях промисловості в технологічні процеси виготовлення продукції включена така операція, як розділення на порції або дозування вироблених продуктів. Потреба сучасних технологій і зростаючий рівень конкуренції серед виробників викликає необхідність вдосконалення машин цього виду.

*Аналіз останніх досліджень*. Виробничий процес передбачає точне дозування сипучих речовин, тому як дотримання дозування безпосередньо впливає на кінцеву якість готового продукту. Ручне дозування не використовується на сучасних виробництвах через те, що вихідні матеріали та сировина мають занадто різну субстанцію, структуру, розмір і форму, що призводить до необхідності впровадження в процес спеціалізованого обладнання.

Сипуча продукція – це складна система, що змінює свої властивості залежно від щільності укладки твердих частинок, характеру зовнішньої дії та зовнішніх умов (волога, температура) [1]. Одна й таж продукція може мати властивості як ідеально сипкої, так і зв’язаної продукції. Сипучий продукт під дією робочих органів машини може ущільнюватися, розрихляться з досягненням стану вібро- і пневмозрідження [2]. Знання нормативних показників сипучої продукції та зміни їх значень під час дії на неї робочих органів дає змогу уникнути грубих помилок при виборі і конструюванні дозувальних пристроїв.

Дозатор у пакувальній галузі, на сьогоднішній день, є найважливішим за своїм призначенням пристроєм, як в якості окремої одиниці виробництва, так і вузла пакувальної машини. Конструкція і характеристики дозатора наповнюють пакувальну машину реальними можливостями для упаковування різноманітних і різнорідних продуктів. Найчастіше, саме від дозатора обладнання залежить підтримання безперервного циклу фасування і пакування продукції, а також швидкість здійснення операцій пакувальним автоматом. Так що ж таке дозатор і для яких цілей він служить?

© Петриченко С. В., Олексієнко В. О., Ломейко О. П.

Дозатор - це мірний пристрій, що відміряє певну (задану) дозу (порцію) будь-якого продукту. Прикладів дозаторів можна навести досить багато і більшість з них ми використовуємо в побуті - мірні ложки та склянки, ваги і т. д. Дозатори, що використовуються у виробництві, як правило, є автоматичними, в іншому випадку їх застосування не має сенсу, так як не зменшує частку ручної праці.

Автоматичні дозатори є пристроями, здатними безперервно, із заданою періодичністю і точністю, відміряти і подавати в пакувальний автомат дози (порції) продукту, що підлягає упаковці.

Фасування сипкої продукції відбувається в різні види упаковки (пачки, пакети тощо), виготовленої з різних видів матеріалів для пакування [3].

Дозувальні пристрої для сипучої продукції залежно від продуктивності машини, способу дозування, структурно-механічних властивостей продукції характеризуються значно широкою номенклатурою, які згідно класифікації бувають: дискретні, безперервні, безперервно-циклічні; об’ємні, вагові, комбіновані; шнекові, стаканчикові, шиберні, маятникові, камерні, тощо [4].

*Формулювання цілей статті (постановка завдання)*. Отже, завданням цього дослідження є аналіз переваг і недоліків дозаторів сипучих матеріалів і визначення раціонального типу дозуючих пристроїв для різних видів сипких продуктів.

*Основна частина*. В даній статті ми проаналізуємо два найбільш розповсюджених види дозаторів, призначених для роботи з сипучими продуктами, які не пилять. Чому сипучими? Це пов'язано з конструктивними особливостями дозаторів, що аналізуються, - їх конструкція така, що не дозволяє із необхідною швидкістю і точністю відміряти несипучі продукти [5]. А щодо продуктів, які пилять, існує інша проблема. Справа в тому, що продукти, які пилять, забруднюють пакувальну плівку, тим самим значно погіршуючи якість її зварювання (паяння). Але навіть якщо враховувати зазначені обмеження, продуктів, з якими можуть працювати зазначені дозатори, безліч. Адже сипучими і такими, що не пилять або мало пилять, є всі крупи, горіхи, насіння, зерна кави, насіння рослин, зерно, цукор, сіль і багато іншого.

На цей час найбільш розповсюдженими видами дозаторів фасувально-пакувального обладнання для точного дозування сипучих продуктів, що не пилять, є два види автоматичних дозаторів: об'ємні та вагові [6, 7]. В чому їх принципова різниця? По-перше, у способі дозування і обмеженнях, які накладає кожен спосіб, по-друге, в конструкції і, як наслідок, в ціні.

Розглянемо більш детально об'ємний дозатор [8, 9, 10]. Об'ємним дозатором є мірний пристрій, що дозує продукт за принципом заповнення вільного простору (об'єму). Таким чином

об'ємний дозатор - це стакан, заповнення порожнини якого і є об'ємним способом дозування. Аналогічно працюють всі об'ємні дозатори - барабан, що містить у собі набір металевих "стаканів", з одного боку заповнюється сипучим продуктом з бункера дозатора, а з іншого - подає цей продукт у пакувальний автомат. Відповідно, доза упакованого продукту буде дорівнює обсягу "стакану", що знаходиться в барабані.

Даний спосіб дозування в пакувальному обладнанні має свої переваги і недоліки.

До переваг можна віднести, по-перше, простоту конструкції дозатора. Як вже згадувалося, дозатор являє собою барабан з набором "стаканів". "Стакани", у свою чергу складаються з двох частин, здатних переміщатися одна відносно іншої, збільшуючи або зменшуючи обсяг. Природно, до зазначеного набору слід додати електропривод і регулюючі механізми.

По-друге, при всій своїй простоті об'ємний дозатор здатний показувати досить високу продуктивність – до 40 доз (порцій) продукту в хвилину.

І по-третє, внаслідок простоти конструкції, дозатор має невисоку ціну. Мабуть, саме ціна і буде найважливішою перевагою об'ємного дозатора для пакувального обладнання.

Об’ємні дозатори використовується в наступному обладнанні:

– напівавтомат фасувальний з об'ємним дозатором ПАФ-20-Об;

– пневмомеханічний фасувальний автомат з об'ємним дозатором АФ-50-Об;

– фасувальний автомат з об'ємним дозатором ПАФ-120-Об;

– об'ємний дозатор карусельного типу ОД-35.

Тепер про недоліки. Недоліків у даного дозатора, як і достоїнств, теж три. І в залежності від ситуації, переважати можуть як достоїнства, так і недоліки.

Першим недоліком можна виділити сам спосіб дозування - все ж у нашому житті більш поширені вагові міри продуктів, ніж об'ємні. І покупець, купуючи крупи, цукор, чай або ті ж насіння, більше орієнтується на їх вагу, ніж на займаний обсяг. Лише деякі продукти ми звикли міряти обсягами, але вони швидше є рідинами, а не сипучими продуктами.

Різні продукти мають різну насипну щільність і таким чином, ми отримуємо ситуацію, коли при зміні дозуючого продукту, відбувається також зміна ваги розфасованого продукту. Наприклад, при фасуванні насіння дозатор мав обсяг "стакану", що дорівнює вазі насіння в межах 500 грамів. Якщо раптом, на цьому ж дозаторі почати розфасувати гречку, то, внаслідок її більшої щільності і при тому ж обсязі "стакану", упаковка буде значно перевищувати зазначені 500 грамів. Значить, або отримуємо нестандартне фасування, або змушені

міняти сам дозатор. Можна, звичайно, спробувати відрегулювати обсяги "стаканів", але тут вже з'являється недолік номер два.

Другий недолік полягає в малому діапазоні регулювання обсягу "стакану" дозатора. Як згадувалося раніше, "стакан" об'ємного дозатора складається з двох частин, і зміщуючи одну щодо іншої можна регулювати обсяг. Але справа в тому, що конструкція дозатора дозволяє регулювати обсяг "стаканів" лише в межах ± 30%. Тобто, якщо ми маємо дозатор для фасування, скажімо, 100 грамових пакетів соняшникового насіння, а значить обсяг "стакану" дозатора дорівнює 100 грамів насіння, то збільшити або зменшити його ви можете максимум на 30 грамів. Отже, розфасувати насіння в 200 грамові пакети уже не представляється можливим.

І останній, третій недолік - дозатор не призначений для дозування важкосипучих продуктів. Мається на увазі, що при зміні продукту, що дозується, необхідно враховувати відповідність його сипучості еталонній і, по можливості, використовувати рівносипучі продукти. В іншому випадку, дозатор може не забезпечити необхідну якість дозування. Приміром, розфасувавши гречку, ніщо не заважає на тому ж дозаторі розфасувати рис, але при спробі дозувати родзинки, що липнуть до стінок, або кукурудзяні палички, що насилу проявляють сипучість, не слід очікувати позитивного ефекту. Швидше за все, результат такого дозування буде дорівнює нулю.

На відміну від об’ємного ваговим дозатором є мірний пристрій, дозуючий продукт по його вазі. Тобто ваговий дозатор, по суті, являє собою ускладнені електронні ваги, що відмірюють продукт в рамках заданого вагового критерію [8, 9, 10].

Конструктивно, ваговий дозатор складається із зважувального ковша, підвішеного на тензодатчики, вібролотка та електронного керуючого блоку (ЕКБ). Принцип роботи дозатора можна описати приблизно таким чином. На ЕКБ оператор виставляє бажану вагу дозування, причому виставляє його за двома параметрами: грубе дозування і точне дозування. Після запуску дозатора, ЕКБ подає сигнал на вібролоток, який, вібруючи із заданою амплітудою, переміщує (насипає) продукт з бункера дозатора на ківш, який зважує. Наповнення ковша контролюється тензодатчиком, який передає сигнал на ЕКБ, та при досягненні порогу грубого дозування, ЕКБ зменшує амплітуду коливань вібролотка, помалу досипаючи продукт до досягнення порогу точного дозування. Як тільки заданої ваги буде досягнуто, ЕКБ різко зупиняє вібролок і відкриває ківш, висипаючи його вміст в бункер пакувального автомата. Далі, ківш закривається і процедура починається знову.

Як бачимо, конструкція дозатора, як і принцип його роботи, значно складніше ніж у об'ємного. І в цьому полягають переваги та недоліки вагового дозатора.

Почнемо, як завжди, з переваг. Переваг у цього дозатора можна виділити чотири. По-перше, використання традиційних для споживача вагових заходів значно розширює коло дозованих продуктів. Ваговому дозатору, на відміну від об'ємного, все одно, що дозувати - 100 грамів насіння або 100 грамів крупи, для нього проблема зміни дозуючого продукту просто не актуальна. Таким чином, ваговий дозатор набагато досконаліше об'ємного.

По-друге, ваговий спосіб дозування є більш точним, ніж об'ємний, а якщо врахувати можливість грубого і точного дозування, можна стверджувати, що ваговий дозатор за критерієм дотримання якості дозування набагато перевершує об'ємний. В технічній літературі зазначена точність вагового дозування 1…3 %, на відміну від об’ємного, точність дозування якого складає 5…10 %. При цьому у вагового є можливість регулювати необхідні допуски.

По-третє, діапазон регулювань вагового дозатора не йде ні в яке порівняння з об'ємним. Тут не існує ± 30%: якщо необхідно фасувати продукт в 100 грамові пакети, можна виставити на ЕКБ необхідне значення, при збільшенні фасування до 1000 грамів - достатньо знову змінити показники на ЕКБ, якщо необхідно зменшити фасування до 50 грамів - дозатор здатний відміряти і таку вагу.

До останньої, четвертої переваги, можна зарахувати відсутність проблеми важкосипучих продуктів. Для вібролотка, що подає продукт у ківш, не важлива сипучість продукту - навіть родзинки, що липнуть до стінок, під дією вібрації продовжують рухатися і зсипатися в ківш. А для ковша має значення виключно вага продукту, а не його розташування в обсязі.

Вагові дозатори використовується в наступному обладнанні:

– фасувальний автомат з ваговим дозатором ПАФ-20-В;

– механічний фасувальний автомат з ваговим дозатором АФ-45В;

– ваговий дозатор ВД-1, ВД-2, ВД-3, ВД-4;

– ваговий дозатор з віброживильником ВДВ-8.

Виходячи з описаних переваг, може скластися враження, що використовувати об'ємні дозатори просто не має сенсу, оскільки вагові перевершують їх за всіма критеріями. Та це не зовсім так, адже вагові дозатори теж мають свої недоліки. І як вже згадувалося раніше, недоліки вагового дозатора випливають зі складності його конструкції. В принципі, недоліка всього два, але вони досить серйозні.

Перший недолік - швидкість роботи дозатора. Якщо об'ємний дозатор здатний показувати продуктивність в межах до від 40 доз за хвилину, то ваговий дозатор з одним ковшем, що зважує ("струмок") може видавати не більше 10 доз за хвилину. Отже, щоб показати продуктивність на рівні об'ємного, ваговому дозатору необхідно мати

мінімум 4 "струмка". А в цьому випадку проявляється другий недолік вагового дозатора.

Другий недолік - ціна. Вартість вагового дозатора навіть з одним "струмком" перевищує вартість об'ємного дозатора приблизно на 15%, а якщо мова йде про дозатор із 4 "струмками", отримуємо різницю цін більше, ніж в 4,5 рази. І за цими двома показниками (швидкість роботи і ціна) ваговій дозатор значно поступається об'ємному.

*Висновки*. З огляду на викладене, можна зробити наступний висновок. Якщо потрібно фасувати один продукт, або хоча б продукти однакової щільності в стабільних об'ємно-вагових показниках, розумніше буде зупинити свій вибір на об'ємному дозаторі. Якщо ж планується фасування продуктів різної щільності, або істотна зміна їх вагових показників, то залишається тільки один варіант - ваговий дозатор.

Література:

1. Гавва О. М., Беспалько А. П., Волочко А. І., Кохан О. О. Пакувальне обладнання: підручник. Київ: Упаковка, 2010. 744 с.

2. Петриченко С. В., Назаренко І. П., Берека О. М. Вплив температури і вологості на структурно-механічні та електричні властивості харчових продуктів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2005. Вип. 25. С. 161-168.

3. Петриченко С. В., Гвоздєв О. В. Нові матеріали для пакування харчових продуктів. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2014. Вип. 14. С. 30-36.

4. Рогинский Г. А. Дозирование сыпучих материалов. Москва: Химия, 1978. 176 с.

5. Спосіб пакування сипучих харчових продуктів: пат. 134293 Україна: МПК (2006) B65B 1/00, B65B 1/04 (2006.01), B65D 77/00. № 201812294; заявл. 11.12.2018, опубл. 10.05.2019. Бюл. № 9 .

6. Дозатор сипучих компонент. як обрати? АСВІК ЦЕНТР: сайт. URL: https://asvik.kiev.ua/ua/articles/17 (дата звернення: 12.03.2020).

7. Як обрати фасувальне обладнання і успішно його застосовувати довгі роки? АСВІК ЦЕНТР: сайт. URL: https://asvik.kiev.ua/ua/articles/20 (дата звернення: 12.03.2020).

8. Дозування сипучих матеріалів. DAIREKS: Розробка технологій, виробництво обладнання: сайт. URL: http://daireks.ua/ua/produkc%D1%96ya/dosing-ua.html (дата звернення: 12.03.2020).

9. Дозатори. Wiki ТНТУ: сайт. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%94%D0%BE%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8 (дата звернення: 12.03.2020).

10. Основи розрахунку обладнання для дозування сипучих та рідких матеріалів: сайт. URL: http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/lekcija-4-osnovy-rozrahunku-obladnannja-dlja-dozuvannja-sypuchyh-ta-ridkyh-materialiv.pdf (дата звернення: 12.03.2020).

## АНАЛІЗ ДОЗАТОРІВ ПАКУВАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Петриченко С. В., Олексієнко В. О., Ломейко О. П.

**Анотація**

В статті розглянуто властивості сипких продуктів, які впливають на якість дозування і фасування. Приводяться основні функціональні ознаки і вимоги до дозувальних пристроїв та їх класифікація. Завданням роботи є аналіз переваг і недоліків дозаторів сипучих матеріалів і визначення раціонального типу дозуючих пристроїв для різних видів сипких продуктів. Представлено результати аналізу дозувальних пристроїв, що використовуються в пакувальних машинах для фасування сипучих матеріалів, які не виділяють пил. Виконано порівняльний аналіз об’ємного і вагового типів дозаторів, описані їх переваги і недоліки та галузь застосування. Обґрунтовано, що для фасування продуктів однакової щільності в стабільних об'ємно-вагових показниках, доцільно використовувати об'ємний дозатор. Для фасування продуктів різної щільності, або при значній зміні їх вагових показників використовують ваговий дозатор.

***Ключові слова:*** дозування, фасування, сипучі матеріали, дозатор, об'ємний дозатор, ваговий дозатор.

## АНАЛИЗ ДОЗАТОРОВ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Петриченко С. В., Алексеенко В. А., Ломейко А. П.

**Аннотация**

В статье рассмотрены свойства сыпучих продуктов, влияющих на качество дозирования и фасовки. Приводятся основные функциональные признаки и требования к дозирующим устройствам и их классификация. Задачей работы является анализ преимуществ и недостатков дозаторов сыпучих материалов и определение рационального типа дозирующих устройств для различных видов сыпучих продуктов. Представлены результаты анализа дозирующих устройств, используемых для упаковки и фасовки сыпучих материалов, которые не выделяют пыль. Выполнен сравнительный анализ объемного и весового типов дозаторов, описаны их преимущества и недостатки, а так же область применения. Обосновано, что для фасовки продуктов одинаковой плотности в стабильных объемно-весовых показателях, целесообразно использовать объемный дозатор. Для фасовки продуктов различной плотности, или при значительном изменении их весовых показателей используют весовой дозатор.

***Ключевые слова:*** дозирование, фасовка, сыпучие материалы, дозатор, объемный дозатор, весовой дозатор.

# ANALYSIS OF BATCHERS OF PACKING MACHINES FOR DISPERSED MATERIALS

S. Petrichenko, V. Oleksienko, A. Lomeiko

**Summary**

In the food industry, the operation of dividing bulk products into portions or dispensing is common. The choice of the type of dispenser depends on the properties of the product and the design and technical capabilities of the dispenser.

The article deals with the properties of bulk products that affect the quality of dosing and packaging. The basic functional characteristics and requirements for metering devices and their classification are given. The task of the work is to analyze the advantages and disadvantages of bulk materials dispensers and to determine the rational type of metering devices for different types of bulk products. The results of the analysis of the dosing devices used in packaging machines for the packaging of bulk materials that do not emit dust are presented.

Comparative analysis of volume and weight types of dispensers is described in more detail, their advantages and disadvantages and scope are described. The advantages of the bulk dispenser are its simplicity of construction, low cost and high performance. The disadvantages are the low volume range of the product, the small dose adjustment range, and the inability to work with denser or less bulk materials.

The weighing dispenser is versatile for the product being packaged, more accurate and adapted for easy adjustment of a single dose, capable of packing dense or slightly loose products. The disadvantages are the complexity of the design, the high cost and poor performance.

It is substantiated that it is advisable to use a volumetric dispenser for packing products of the same density in stable volume-weight indicators. For packing products of different density, or with a significant change in their weight indicators, use a weight dispenser.

***Keywords:*** dosing, packing, bulk materials, dispenser, bulk dispenser, weight dispenser.

УДК 664.61:001.891 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-43-49

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТІСТОЗМІШУВАЛЬНОЇ МАШИНИ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

Цвіркун Л. О., к.п.н. ORCID: 0000-0002-1879-0608
*Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган–Барановського*
Цвіркун С. Л., к.т.н. ORCID: 0000-0001-5430-3427
*Криворізький Національний університет*
Тел. (056) 409-77-90

*Постановка проблеми.* Хліб – це один з основних товарів, який присутній в споживчому кошику кожної людини. Більшість фахівців відносять його до продуктів першої необхідності, які мають постійний попит і стійкий асортимент.

Процес приготування тіста є одним з основних і найбільш тривалих етапів, який багато в чому зумовлює якість майбутньої продукції. До основних операцій, якість виконання яких значно впливає на технологічні властивості тіста, відносять дозування сировини і напівфабрикатів, їх змішування і заміс, а також бродіння.

Від властивостей тісту залежить не лише подальше його розподілення, формування та випічка, а й якість готової продукції. Залежно від встановленого на хлібозаводі обладнання та випускаємого асортимента, тісто може готуватися порційно із застосуванням тістозмішувальних машин і дозуючою апаратурою періодичної дії, а також безперервно з використанням тістозмішувальної машини, дозуючої апаратури безперервної дії. Відповідно, тістозмішувальна машина, головне завдання якої полягає в приготуванні сумішей з вихідних компонентів, що знаходяться в однаковому або різному агрегатному стані повинна відповідати сучасним вимогам висуваємих до обладнання.

*Аналіз останніх досліджень.* Світові тенденції споживання хліба і хлібобулочних виробів зростають з кожним роком. Збільшене споживання тістечок, випічки, печива, хліба та інших виробів вказує на невикористаний потенціал зростання у світовій індустрії хлібобулочних виробів. Згідно з останніми дослідженнями експертів, найбільший потенціал є в країнах, що розвиваються ринково. При цьому, споживчий попит зростає саме для розфасованих продуктів, що відбувається в результаті впливу західної культури та географічного розташування.

В Україні найбільші осередки хлібопекарської промисловості припадають на м. Київ – приблизно 11–12%, Дніпропетровську обл. –

© Цвіркун Л. О., Цвіркун С. Л.

близько 10%, Харківську – 5–6%, Одеську – 5%, Запорізьку – 4%.

Український ринок хліба і хлібобулочних виробів можна розділити на два сегменти: вироби тривалого зберігання – це вироби зі зниженою вологістю і напівфабрикати; вироби нетривалого зберігання – це хліб і пироги з пшеничного, житнього та житньо–пшеничного борошна.

За даними інформаційного агентства «AR–Group» [1] асортимент хлібобулочних виробів на ринку України розподіляється наступним чином: хліб пшеничний – 39%, хліб житній – 30%, булки – 21%, вироби здобні – 5%, булки, сухарі – 2%, пироги, пиріжки, пончики – 2%, інші вироби хлібної продукції – 1%, (відповідно до рис. 1).

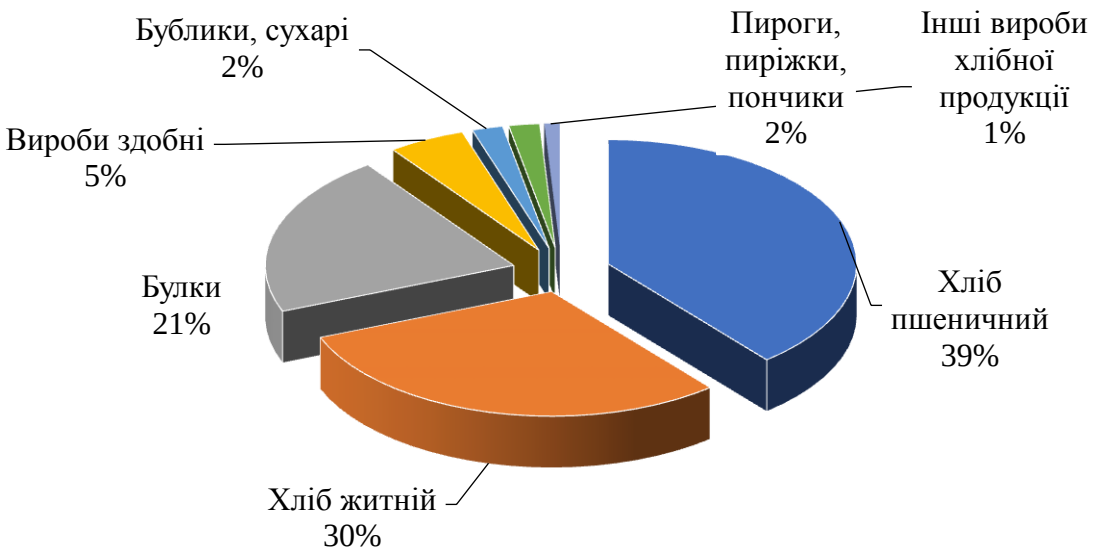



Рис. 1. Асортимент хлібобулочних виробів на ринку України.

Якщо розглядати обсяг виробництва хліба та хлібобулочних виробів в натуральному його вираженні, то можна стверджувати, що з 2008 року ринок демонструє негативну динаміку [2]. Так, в 2008 році було виготовлено 1978,2 тис. тон хліба, а в 2012 обсяг виробництва вже скоротився на 5,8%, склавши при цьому всього 1666,7 тис. тон. Тенденція зменшення виробництва хліба та хлібобулочних виробів спостерігається і надалі. Так, в 2014 році було виготовлено 1312,28 тис. тон хліба, а в 2016 обсяг виробництва вже скоротився на 4,8%, склавши при цьому всього 1242,08 тис. тон.

Великий вплив на виробництво хлібобулочних виробів в України мають зернові культури, бо основною сировиною для виготовлення хліба є борошно. За даними офіційної статистики в 2019 році пшениці зібрано – 16,9 млн. тон при врожайності 3,79 т/га, жита – 42 тис. тон при врожайності 2,57 т/га, що перевищує показники 2018 року на 10% [3].

Процес замісу тіста є однією з найскладніших операцій, від якості виконання якої залежить подальший перебіг всього

технологічного процесу випікання хліба та хлібобулочних виробів. До складу тіста входять основні складові компоненти (борошно, вода, дріжджі, сіль), кількість яких визначається виробничою рецептурою, технологією приготування в залежності від найменування одержуваної продукції.

Як відомо, існують два способи приготування тіста – порційний і безперервний. При порційному тістоприготуванні застосовують машини періодичної дії зі стаціонарно закріпленими або підкатними дежами. Тісто в цих машинах замішують окремими порціями через певні інтервали. При безперервному способі приготування тіста застосовують тістозмішувальні машини безперервної дії. У цих машинах заміс тіста відбувається одночасно на всіх стадіях та виходить з машини безперервним потоком.

*Постановка завдання.* Дослідження технічних характеристик тістозмішувальної машини в автоматизованій лінії виробництва хліба.

*Основна частина.* В умовах сьогодення на підприємствах хлібопекарської промисловості необхідне впровадження АСУ [4], що забезпечить не лише зростання продуктивності, а більш інтенсивне використання обладнання підприємств хлібопекарської промисловості.

Автоматизація безперервного процесу приготування тіста передбачає контроль температури борошна і опари, підтримку рівня борошна, контроль і регулювання вологості тіста в змішувальній машині, дистанційне керування роботою електроприводів обладнання та виконавчих механізмів в залежності від зміни вологості тіста [5, 6]. На підприємствах широко впроваджуються комплексні автоматизовані агрегати безперервної та періодичної дії різних конструкцій, які виготовляють тісто. Заміс напівфабрикатів в агрегатах безперервної дії здійснюється в тістозмішувальних машинах безперервної дії.

В даний час на ринку обладнання пропонується велике різноманіття моделей тістозмішувальних машин як імпортного, так і українського виробництва. Кожна з цих моделей повинна оптимально підходити за технічними характеристиками для певного виробництва, як за видом виготовляємого тіста, так і за асортиментом продукції.

У контексті дослідження здійснимо порівняльний аналіз технічних характеристик тістозмішувальних машин трьох марок ТММ–120, ТММ–1М, МТВК–150, задля вибору оптимальної (відповідно до рис. 2, 3). Отримані результати розрахунків зведено в таблиці 1.

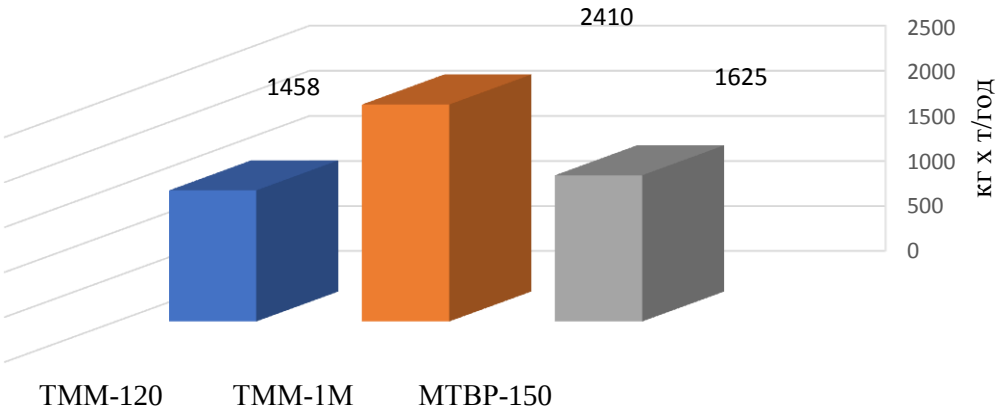



Рис. 2. Питома матеріалоємність тістозмішувальної машини (ТММ–120, ТММ–1М, МТВК–150).

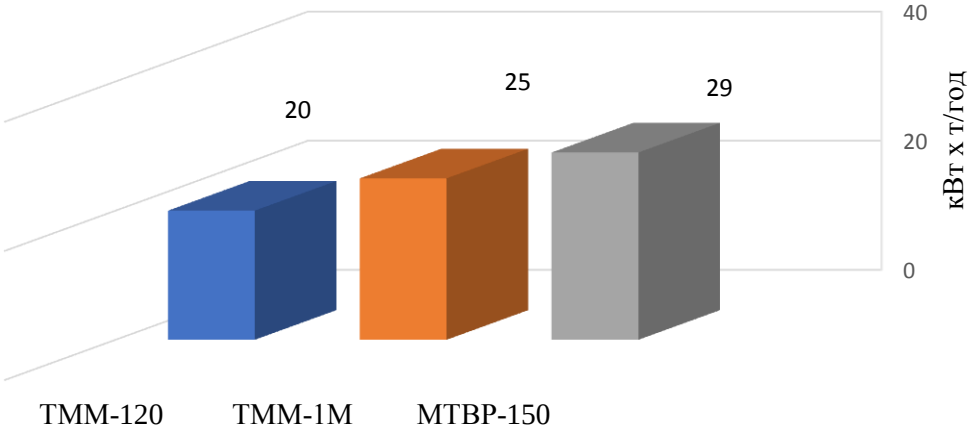



Рис. 3. Питома енергоємність тістозмішувальної машини (ТММ–120, ТММ–1М, МТВК–150).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика тістозмішувальних машин

| Технічні дані | Тістозмішувальні машини | | |
|---|---|---|---|
| | ТММ–120 | ТММ–1М | МТВК–150 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Продуктивність, т/год | 250 | 300 | 300 |
| 2. Встановлена потужність, кВт | 4 | 6 | 7 |
| 3. Габаритні розміри, м | 1005×910×1432 | 1325×795×1100 | 1228×610×1132 |
| 4. Маса, кг | 482 | 350 | 390 |

Продовження таблиці 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 5. Технічна продуктивність, т/год | 0,2 | 0,24 | 0,24 |
| 6. Питома матеріалоємність, кг × т/год | 1458 | 2410 | 1625 |
| 7. Питома енергоємність, кВт × т/год | 20 | 25 | 29 |

На основі отриманих результатів порівняльних технічних характеристик між аналізованими тістозмішувальними машинами виявлено, що найкращими показниками володіє тістозмішувальна машина ТММ–120, якою доцільно оснащувати автоматизовану лінію виробництва хліба за умов її відповідності певному типу виробництва та асортименту випускаємої готової продукції.

*Висновки.* Отже, аналіз ринку виробництва хлібобулочних виробів в Україні з 2008 по 2019 роки показав, що обсяг виробництва хліба та хлібобулочних виробів починаючи з 2008 року скоротився. Так, в 2008 році було виготовлено 1978,2 тис. тон хліба, а в 2016 обсяг виробництва вже скоротився до 1242,08 тис. тон, тенденція спаду спостерігається і нині.

Відзначено, що тістозмішувальна машина повинна не лише відповідати сучасним вимогам висуваємих до обладнання, а й оптимально підходити за технічними характеристиками для певного виробництва. Перспективою подальших досліджень вважається доцільним удосконалення тістозмішувальної машини в автоматизованій лінії виробництва хліба.

Література:

1. Офіційний сайт інформаційного агентства «Агро Перспектива»: сайт. URL: http://www.agroperspectiva.com (дата звернення: 16.03.2020).

2. Аналіз ринку хлібобулочних виробів України 2015–2016 рік з прогнозами: сайт. URL: http://pro–consulting.ua/projects/139881–issledovanie–rynka–khbi–v–ukraine–2016–od.html (дата звернення: 16.03.2020).

3. Державна служба статистики України за 2019 рік з прогнозами: сайт. URL: http://www.ukrstat.gou.ua (дата звернення: 16.03.2020).

4. Кравчук Р. К. Автоматизация предприятий хлебопекарной промышленности Украины. *Автоматичні і автоматизовані системи управління технологічними процесами*. 2014. № 6. С. 120. URL: http://journals.uran.ua › atbp › article › download (дата звернення: 12.03.2020).

5. Лісовенко О. Т., Руденко–Грицюк О. А. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв. Київ: Наукова думка, 2000. 282 с.

6. Петько В. Ф., Гапонюк О. І., Петько Є. В., Ульяницький А. В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 432 с.

7. Гришин А. С., Полторак М. И. Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов на хлебозаводах. Москва: Пищевая промышленность, 2002. 280 с.

8. Драгилев И. Г. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей. Москва: Колос, 2001. 245 с.

9. Азаров Б. М. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий. Москва: Агропромиздат, 2003. 263 с.

10. Обзор рынка хлеба и хлебобулочных изделий: сайт. URL: http://foodmarket.sp. (дата звернення: 12.03.2020).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТІСТОЗМІШУВАЛЬНОЇ МАШИНИ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

Цвіркун Л. О., Цвіркун С. Л.

**Анотація**

У статті проаналізовано виробництво хлібобулочних виробів в Україні з 2008 по 2019 роки. Зазначено, що процес приготування тіста є одним з основних і найбільш тривалих етапів, який багато в чому зумовлює якість майбутньої продукції. Акцентовано увагу на тому, що в даний час на ринку обладнання пропонується велике різноманіття моделей тістозмішувальних машин як імпортного, так і українського виробництва. Кожна з цих моделей повинна оптимально підходити за технічними характеристиками для певного виробництва, як за видом виготовляємого тіста, так і за асортиментом продукції. Задля цього було здійснено порівняльний аналіз технічних характеристик тістозмішувальних машин (ТММ–120, ТММ–1М, МТВК–150) задля вибору оптимальної в оснащенні лінії виробництва хліба; інтерпретовано результати дослідження.

***Ключові слова:*** тістозмішувальна машина, лінія виробництва хліба, система автоматизованого управління, тісто, хліб.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА

Цвиркун Л. О., Цвиркун С. Л.

**Аннотация**

В статье проанализировано производство хлебобулочных изделий в Украине с 2008 по 2019 годы. Отмечено, что процесс приготовления теста является одним из основных и наиболее длительных этапов, который предопределяет качество будущей продукции. Акцентировано внимание на том,

что в настоящее время на рынке оборудования предлагается большое разнообразие моделей тестомесильных машин как импортного, так и украинского производства. Каждая из этих моделей должна оптимально подходить по техническим характеристикам для определенного производства, как по виду выпускаемого теста, так и по ассортименту продукции. Для этого было осуществлен сравнительный анализ технических характеристик тестомесильных машин (ТММ–120, ТММ–1М, МТВК–150) для выбора оптимальной в оснащении линии производства хлеба; интерпретированы результаты исследования.

***Ключевые слова:*** тестомесильная машина, линия производства хлеба, система автоматизированного управления, тесто, хлеб.

# RESEARCH OF TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE TEST KEEPING MACHINE IN THE AUTOMATED BREAD PRODUCTION LINE

L. Tsvirkun, S. Tsvirkun

**Summary**

The article analyzes the production of bakery products in Ukraine from 2008 to 2019. An analysis of the bakery products market showed that the production of bread and bakery products has declined since 2008. So, in 2008, 1978.2 thousand tons of bread were produced, and in 2016, the volume of production has already decreased to 1242.08 thousand tons, a declining trend is observed today.

It is noted that the dough preparation process is one of the main and longest stages, which determines the quality of future products.

The attention is concentrated on the fact that at the enterprises of the baking industry it is necessary to introduce automated control systems that provide not only an increase in productivity, but also more intensive use of equipment of the baking industry enterprises. Automation of the continuous process of preparing the dough will provide for the regulation of one of the most important parameters – the humidity of the dough at the exit from the dough mixing machine.

In accordance with this dough mixing machine, the main task of which is to prepare mixtures of the starting components in the same or different aggregate state, it must not only meet modern equipment requirements, but also be optimally suited for the technical characteristics of a particular production, as the type of dough being produced and the range of products.

A comparative analysis of the technical characteristics of the dough mixing machines (TMM–120, TMM–1M, MTVK–150) was carried out to select the optimal bread production line in equipping. On the basis of the clear results of the technical specifications, the analysis of the test machines was shown, and the TMM–120 machine shows the best indicators.

***Key words:*** kneading machine, bread production line, automated control system, dough, bread.

УДК 661.175.5:697.329 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-50-58

# АНТИФРИЗ ДЛЯ КОНСЕРВУВАННЯ ТЕХНІКИ ТА ПРИМІЩЕНЬ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Ковальов С. В., к.х.н. ORCID: 0000-0002-5115-1584
*Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет»*
Тел. (067) 631-60-26

*Постановка проблеми.* Розташування України в зоні помірного клімату накладає своєрідні вимоги на експлуатацію будівель та техніки сільськогосподарського призначення. Робота машин та обігрів приміщень у зимовий період потребують спеціальних властивостей рідин, які застосовуються в цьому обладнанні. В практиці ці рідини називають антифризами.

Антифриз (від *грецької* ἀντι- – приставка, що означає проти водію, та *англ.* freeze- – заморожуватись) – рідина, яка призначена для охолодження двигунів внутрішнього згорання, радіоелектронної апаратури, теплообмінників, і других пристроїв, які працюють при температурі нижче 0°С [1, 2].

До антифризів застосовують такі вимоги: низька температура замерзання, висока теплоємність та теплопровідність, незначна в’язкість при низьких температурах, мала здатність до піноутворення, висока температура кипіння та займання. Крім того, основною вимогою є те, що антифризи не повинні викликати руйнування конструкційних матеріалів, з яких виготовлені деталі систем охолодження [1].

Загалом існує чотири види антифризів:

– суміш етилового спирту і води [3];
– суміш гліцерину і води [3];
– суміш етиленгліколю і води [3];
– сольова суміш [1].

Сільськогосподарські машини та приміщення мають деякі особливості, так сільськогосподарська техніка зимою переважно консервується, а приміщення можуть опалюватися, періодично опалюватися або зовсім не опалюватись. Тому при консервації машин на зиму необхідно зливати відпрацьований антифриз або воду та заповнювати систему охолодження новим антифризом. Для обігріву приміщення у зимовий період систему заповнюють рідиною для систем опалення, яка не заморожується і не руйнує котел та трубопроводи і дозволяє використовувати періодичне опалення

© Ковальов С. В.

приміщень сільськогосподарського призначення, що призводить до значної економії енергоносіїв у зимовий період. Крім того, економити енергоносії можливо, опалюючи приміщення за допомогою сонячних колекторів [4], та вони теж вимагають застосування антифризів взимку.

Сільське господарство, в основному, специфічне і виробляє сировину для виготовлення харчів. Це накладає додаткові умови на властивості антифризів і основна - це нетоксичність антифризу.

У зв'язку з вищезазначеним виникла вимога до розробки антифризу який не є шкідливим для навколишнього середовища.

*Аналіз останніх досліджень.* До класичного складу антифризу входять етиленгліколь, набір спеціальних присадок, барвник і вода. Завдяки цієї «гримучої» суміші температура замерзання антифризу набагато нижча за температуру кристалізації води, що дозволяє не переживати про систему охолодження автомобіля навіть за екстремально низьких температур. Його склад не змінювався з дня винаходу. Залежно від співвідношення, етиленгліколь і вода можуть витримати температуру до -36 градусів Цельсія. Але навіть при досягненні такої температури: антифриз не замерзне, а перетвориться в желеподібну рідину. Це перешкоджає розриву системи охолодження в сильні морози. Однак і це не межа. В умовах крайньої півночі використовують концентрований антифриз, який зберігає рідку форму аж до -70 °С [5].

Антифризи мають не тільки більш низьку температуру замерзання, але і значно менший коефіцієнт розширення при замерзанні. Так, якщо вода при замерзанні збільшує об'єм на 9%, то розчин 25% етиленгліколю та 75% води - на 3,5%, а розчин 40% етиленгліколю та 60% води - тільки на 1,5%, що безпечно практично для будь-яких конструкційних матеріалів [6].

В сучасних замкнутих системах опалення для приватних будинків в якості теплоносія використовуються різні антифризи. Найбільшого поширення в даній області мають антифризи на основі етиленгліколю, пропіленгліколю та гліцерину [7].

Переважна більшість антифризів містить етиленгліколь, який є токсичною рідиною, що викликає корозію металів [8, 9]. Його здатність викликати корозію зменшують шляхом додавання інгібіторів корозії (зазвичай також токсичних). Такі антифризи використовують протягом року, а потім замінюють на нові, але їх утилізація - це велика невирішена проблема.

Антифриз на основі гліцерину нешкідливий для людей і тварин, а також не забруднює навколишнє середовище. Він використовується в системах опалення житлових будинків, стадіонів, виробничих площ, також в системах кондиціонування і холодильних установках, як закритих так і відкритих типів.

Антифриз на основі гліцерину, крім останнього, містить спеціальні антикорозійні і антипінні присадки, які забезпечують корозійну та морозостійку безпеку і високоефективну роботу системи опалення.

Гліцерин набув широкого поширення в харчовій промисловості, медицині та інших галузях. Він значно безпечніший для здоров'я людини, по зрівнянню з етиленгліколевими антифризами, пари яких отруйні, викликають ураження шкіри, горючі і вибухонебезпечні.

На даний час у зв'язку з ростом виробництва біопалива у Європі додатково виробляється велика кількість гліцерину (він є побічним продуктом виробництва біопалива).

Ми розробили склад рідини для використання у системах охолодження автомобілів та опалення житлових приміщень і господарчих споруд, в яких зберігається сировина для виготовлення харчових продуктів, а на визначення властивостей цієї рідини і направлена наша робота.

*Формулювання цілей статті.* Мета роботи полягала у визначені експлуатаційних характеристик розробленої рідини (температура замерзання, гальмування антифризом корозійних процесів, зменшення корозії при температурах кипіння антифризу для міді, зміна його кольору, утворення піни, вихід з ладу та інші) для використання у системах охолодження двигунів і опалення приміщень.

*Методика експерименту.* Перевірка властивостей проведена за трьома напрямками:

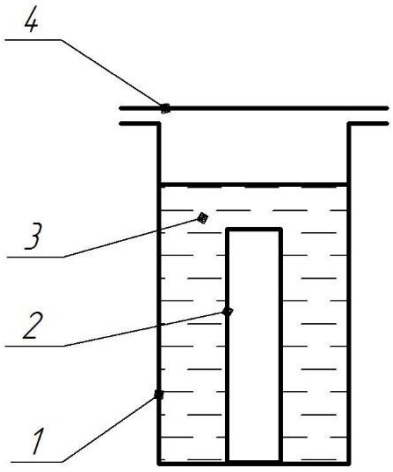
– охолодження до -20°С;

– корозійні випробування матеріалів у системах: 1) вода, 2) вода та гліцерин, 3) розроблений антифриз;

– корозійні випробування мідного зразка шляхом кип'ятіння його у розчині розробленої незамерзаючої рідині.

Склад розробленої незамерзаючої рідини: гліцерин фармакопейний 40-60% мас., антикорозійна добавка (використовується у харчовому виробництві) 0,1-10% мас., харчовий барвник зеленого кольору 0-1% мас. та піногасник 0-1% мас., залишок підготовлена вода.

Лабораторна установка для дослідження корозійних (деструкційних) властивостей (рис. 1) складається зі скляної або поліетиленової комірки 1, зразка матеріалу 3, та антифризу 2. Для запобігання випаровуванню води комірку закривали кришкою 4. Ця ж лабораторна установка використовувалась для кип'ятіння зразків міді з метою виявлення руйнування зразка або зміни якостей антифризу.




1 – скляний стакан; 2 – зразок; 3 – рідина; 4 – кришка.

Рис. 1. Експериментальна установка.

Для проведення досліджень вибрано чотири матеріали:

1 – мідь (М3),

2 – мідь (М3) з гальванічним покриттям твердою міддю за методикою описанною в [10],

3 – сталь (Сталь 20),

4 – алюміній (АД0) та

5 – полівінілхлорид.

Кожного матеріалу було взято по три зразки на випробування. Зразками слугували трубки з зазначених вище матеріалів, які розташовувались на дні комірки (рис. 1, поз. 2).

Після розрахунку середніх значень швидкості корозії матеріалів у модельних розчинах отримані сумарні данні о швидкості корозії.

*Основна частина.* Перша частина випробувань полягала у витримуванні розробленого розчину при температурі -20 °С. Для цього використовували морозильну камеру. Після витримки протягом 20 діб рідина не замерзла, не змінила кольору, проте з'явились поодинокі кристали розміром 1-2 мм в приблизній кількості 20-25 шт на 1 літр. Тобто розчин пройшов тест на заморожування і він може називатись антифризом.

Друга частина досліджень полягла у корозійних (деструкційних) випробуваннях. Випробування проводили за [11], з урахуванням рекомендацій [12, 13].

Стандартом [14] допускається корозія не більш, як 0,1 г/(добу·м$^2$).

Перша група зразків була розміщена у водопровідній воді та витримана в ній протягом 794 діб. Результати корозійних (деструкційних) випробувань наведені в ( табл. 1).

Таблиця 1 – Сумарні результати корозійних досліджень різних матеріалів у водопровідній воді

| Матеріал | Швидкість корозії, υ, г/(добу·м$^2$) |
|---|---|
| Сталь | 0,394 |
| Мідь | 0,096 |
| Мідь з шаром твердого покриття | 0,092 |
| Алюміній | -0,0269 |
| ПВХ | -0,0095 |

Результати досліджень (табл. 1) вказують, що мідні зразки виявили незначну корозію (в допустимих межах), сталеві показали значну корозію, а зразки алюмінію та полівінілхлориду збільшили масу за рахунок утворення осаду та набухання відповідно.

Друга група зразків була розміщена у суміші води з гліцерином, концентрація гліцерину у розчині 40 % мас.

Результати досліджень корозії (деструкції) матеріалів у суміші води з гліцерином протягом 794 діб наведені в (табл. 2). Вони вказують, що мідні зразки практично не кородують. Сталеві зразки мали значну корозію в середньому 0,1595 г/(добу·м$^2$), що в 1,6 разів більше допустимого значення. Зразки алюмінію та полівінілхлориду зменшили масу але у допустимих межах.

Таблиця 2 – Сумарні результати корозійних досліджень різних матеріалів у суміші води і гліцерину (40% мас.)

| Матеріал | Швидкість корозії, υ, г/(добу·м$^2$) |
|---|---|
| Сталь | 0,1595 |
| Мідь | 0,08 |
| Мідь з шаром твердого покриття | 0,078 |
| Алюміній | 0,0008 |
| ПВХ | 0,0019 |

Третя група зразків була випробувана у розробленому нами антифризі протягом 794 діб.

Результати корозійних досліджень матеріалів у антифризі (табл. 3) вказують, що мідні зразки мають корозію у допустимих межах. Сталеві зразки мають незначну корозію, в середньому 0,1 г/(добу·м$^2$), що знаходиться у допустимих межах. Зразки алюмінію та полівінілхлориду зменшили масу але не суттєво. Тобто корозія у всіх матеріалів, що досліджувались у антифризі, не перевищила допустиму межу.

Таблиця 3 – Сумарні результати корозійних досліджень різних матеріалів у антифризі

| Матеріал | Швидкість корозії, υ, г/(добу·м$^2$) |
|---|---|
| Сталь | 0,1 |
| Мідь | 0,084 |
| Мідь з шаром твердого покриття | 0,081 |
| Алюміній | 0,018 |
| ПВХ | 0,009 |

Підсумовуючи відзначимо, що корозійні дослідження вказують на значну корозію сталеві у воді, невелике зниження швидкості корозії у суміші води з гліцерином та на незначну корозію сталі у антифризі, яка знаходиться у допустимих межах [14].

Вивчення корозії мідного зразка показало відсутність руйнування у всіх модельних розчинах.

Корозію алюмінію також не виявлено, але на поверхні зразка у воді з'являється білий осад, що і призводить до збільшення маси зразка (знак мінус перед числовим значенням у таблиці).

Деструкції полівінілхлоридної трубки також практично не виявлено, але у воді вона трішки набухає, на що вказує знак мінус перед числовим значенням у таблиці.

Третя частина досліджень полягла у корозійних випробуваннях мідних зразків шляхом кип'ятіння у розчині розробленої незамерзаючої рідині. Кип'ятіння проводили протягом 40 годин, з додаванням водопровідної води при її википанні. Результати випробувань вказують на незначне накипання осаду на мідну основу. Так розрахована швидкість осадження осаду складає 0,02 г/(добу·м$^2$).

*Висновки.* Наведені вище результати випробувань вказують на можливість застосування розробленого антифризу для використання у агропромисловому комплексі України. Розроблена рідина може застосовуватись у системах охолодження автотракторної техніки, опалення приміщень та складів, а також у геліосистемах.

Застосування міді з нанесеним гальванічним шляхом шаром мідного покриття високої твердості може використовуватись у теплообмінному обладнанні, та апаратах, матеріали яких потребують високої корозійної стійкості, твердості та теплопровідності. А методика нанесення твердих покриттів міддю та оловом [15] може знайти широке застосування, як в агропромисловому комплексі, так і в харчовому машинобудуванні.

Література:

1. Химическая энциклопедия: В 5 т. Т. 1. Антифриз. Москва: Советская энциклопедия, 1998. С. 183.

2. Антифриз. *Вікіпедія: вільна енциклопедія.* URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Антифриз (дата звернення 15.03.2020).

3. Справочник химика: В 6 т. Ленинград: Химия, 1968. Т. 1.1056 с.

4. Ковальов С. В., Сустрєтова А. М, Береславська Л. С. Нова конструкція трубчатого теплообмінника для поліпшення теплообміну в геліосистемах. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 1. С. 110-117. DOI: 10.31388/2078-0877-19-1-94-101.

5. Быков Р. В. Эксплуатационные материалы: учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. 78 с.

6. Сафонов А. С., Ушаков А. И., Гришин В. В. Химмотология горюче-смазочных материалов. Москва: НПИКЦ, 2007. 488 с.

7. Смирнов А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2004. 348 с.

8. Стуканов В. А. Автомобильные эксплуатационные материалы. Лабораторный практикум: учебное пособие. Москва: Форум: ИНФРА-М., 2002. 208 с.

9. Отруєння антифризом. *Вікіпедія: вільна енциклопедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Антифриз#Отруєння_антифризом (дата звернення 15.03.2020).

10. Спосіб електрохімічного одержання покриттів в магнітному полі: пат. 119771 Україна: МПК (2006) C25D 3/00, C25D 5/00, C25D 7/00, C25D 21/12 (2006.01). № a201611847; заяв. 23.12.16 ; опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15.

11. ГОСТ 9.905-82. ЕСЗКС. Методы коррозионных испытаний. Общие требования. [Дата введения 1983-07-01]. Москва: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 31 с.

12. Фокин М. Н., Жигалова К. А. Методы коррозионных испытаний металлов. Москва: Металлургия, 1986. 80 с.

13. Стандартизированные методы коррозионных испытаний: учебное пособие / Р. А. Кайдриков и др. Казань: КГТУ, 2011. 150 с.

14. ГОСТ 28084-89. Жидкости охлаждающие низкозамерзающие. [Дата введения 1990-07-01]. Москва: ИПК Изд-во стандартов, 2007. 16 с.

15. Kovalyov S. V., Girin O. B., Debiemme-Chouvy C. Properties of Tin Films Electrodeposited Under a Weak Magnetic Field. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry.* 2018. Vol. 54, № 6. P. 593-598. DOI: 10.3103/S1068375518060066.

# АНТИФРИЗ ДЛЯ КОНСЕРВУВАННЯ ТЕХНІКИ ТА ПРИМІЩЕНЬ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Ковальов С. В.

**Анотація**

В статті розглянуто нову незамерзаючу рідину, яка може використовуватись у системах охолодження автотракторної техніки та консервування техніки, приміщень і складів агропромислового комплексу. Розроблена рідина складається з підготовленої води, гліцерину, антикорозійної добавки, барвника та піногасника. Запропонована рідина випробувалась на замерзання, корозійну агресивність та здатність утворювати накип. Матеріали обрані для корозійних досліджень це мідь, мідь із твердим гальванічним мідним шаром, алюміній та полівінілхлорид. Результати досліджень показали, що запропонована рідина не замерзає, має низьку корозійну агресивність до сталі, міді, алюмінію та не викликає деструкцію полівінілхлориду. Окремо не виявлено значну корозію, у запропонованій рідині, міді з твердим гальванічним покриттям нанесеним у слабкому магнітному полі. Приведені дослідження дозволяють застосовувати розроблену рідину в агропромисловому комплексі.

***Ключові слова***: антифриз, незамерзаюча рідина, корозійні дослідження, мідь, слабке магнітне поле, гліцерин, консервація

# АНТИФРИЗ ДЛЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ТЕХНИКИ И ПОМЕЩЕНИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Ковалёв С. В.

**Аннотация**

В статье рассмотрена новая незамерзающую жидкость, которая может использоваться в системах охлаждения автотракторной техники и консервирования техники, помещений и складов агропромышленного комплекса. Разработанная жидкость состоит из подготовленной воды, глицерина, антикоррозионной добавки, красителя и пеногасителя. Предложенная жидкость испытывалась на замерзание, коррозионную агрессивность и способность образовывать накипь. Материалы, выбранные для коррозионных исследований, это медь, медь с твердым гальваническим медным слоем, алюминий и поливинилхлорид. Результаты исследований показали, что предложенная жидкость не замерзает, имеет низкую коррозионную агрессивность к стали, меди, алюминию и не вызывает деструкцию поливинилхлорида. Отдельно не обнаружено значительную коррозию, в предложенной жидкости, меди с твердым гальваническим покрытием, нанесенным в слабом магнитном поле. Приведенные исследования позволяют применять разработанную жидкость в агропромышленном комплексе.

***Ключевые слова***: антифриз, незамерзающая жидкость, коррозионные исследования, медь, слабое магнитное поле, глицерин, консервация.

# ANTIFREEZE FOR CONSERVATION OF TECHNIQUE AND STORAGE IN AGRICULTURAL COMPLEX

S. Kovalyov

**Summary**

The article discusses the properties of new antifreeze for use in cooling systems of automotive vehicles, as well as the preservation of machinery, premises and

warehouses of the agro-industrial complex. Existing ethylene glycol-based antifreezes are very toxic, require annual replacement, and their disposal is a big problem. We developed a glycerol based fluid. A mixture of water with glycerin in a certain ratio does not freeze. The corrosion resistance of antifreeze was provided with an anti-corrosion additive. Food coloring added to antifreeze to give color. An antifoam agent has been added to antifreeze to suppress the formation of foam.

The developed liquid (antifreeze) has a composition of glycerol 40-60 wt.%, anti-corrosion additive 0.1-10 wt.%, dye 0-1 wt.%, antifoam 0-1 wt.%, the rest is prepared water.

The proposed liquid was tested for freezing at -20 ° C, corrosiveness in relation to a number of materials and the ability to form scale by boiling copper for 40 hours. Materials selected for corrosion research: copper, copper with a solid galvanic copper layer, aluminum and polyvinyl chloride. Corrosion studies of all materials were carried out 794 days.

The research results showed that the proposed liquid does not freeze at -20 ° C, has low corrosion activity to 0.1 g/(day·$m^2$), copper 0.084 g/(day·$m^2$), aluminum 0.018 g/(day·$m^2$) and does not cause the destruction of polyvinyl chloride of 0.009 g/(day·$m^2$). Separately, no significant corrosion of 0.081 g/(day·$m^2$) was found in the proposed liquid, copper with a hard coating electrodeposited in a weak magnetic field. No scale was formed when boiling copper in the developed antifreeze. The above studies allow us to recommend the developed antifreeze in agriculture for the preservation of warehouses, workshops and automotive machinery in the winter season.

***Key words***: antifreeze, non-freezing fluid, corrosion studies, copper, weak magnetic field, glycerin, preservation.

УДК 658.567 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-59-72

# КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РЕЦИКЛІНГУ АЛЮМІНІЄВИХ БАНОК ДЛЯ ФАСУВАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Зибайло С. М., к.т.н., ORCID: 0000-0001-5122-7692
Банник Н. Г., к.т.н., ORCID: 0000-0003-4504-8529
М'ячин В. Г., д.е.н. ORCID: 0000-0002-1491-5100
*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*
Тел. (066) 237-11-71

*Постановка проблеми.* В даний час у розвинених країнах збільшується частка виробництва вторинних алюмінієвих сплавів, через ріст обороту пакувальної тари та дрібних металевих відходів: алюмінієвих банок з-під напоїв, металевого посуду, віконних рам, автодеталей, які використовують для повторного виробництва відповідних виробів [1].

Одним з джерел відходів алюмінію є ливарні сплави та сплави що деформуються, вміст магнію в яких досягає 13%. При переробці магніймістких відходів алюмінієвих сплавів потрібно проводити багаторазову металургійну обробку розплаву спеціальними флюсами і реагентами для видалення магнію з розплаву в шлак до заданого рівня [2], що є ресурсовитратним виробництвом.

Значна частина відходів алюмінієвих банок припадає на скрап з нанесеними фарбами, лаками та різними органічними покриттями [1], переробка яких призводить до великих втрат та зниження якості алюмінієвого сплаву.

*Аналіз останніх досліджень.* Перевагами виробництва алюмінієвих банок з вторинної сировини є те, що при отриманні вторинного алюмінію витрачається близько 5% енергії у порівнянні з виробництвом первинного алюмінію. Наприклад, для виробництва 1 т первинного алюмінію потрібно близько 15000 кВт×год електроенергії, в той час, як для виробництва вторинного – тільки 550 кВт×год. Таким чином, заощаджується більш ніж 95% кВт×год, необхідної для виробництва алюмінію з первинної сировини [2].

Споживання енергії в процесі обробки в сучасній барабанній роторній печі становить приблизно 600 кВт×год / т завалювання. Якщо шлак містить 80% алюмінію, витрата енергії на 1 т алюмінію складе приблизно 740 кВт×год. Якщо вміст алюмінію в шлаку тільки 40%, енергоспоживання на 1 т металевого алюмінію складе вже 1500 кВт×год. Це значна різниця, тому збагачення алюмінієвого шлаку до плавлення економічно вигідно, особливо для шлаку з низьким вмістом

© Зибайло С. М., Банник Н. Г., М'ячин В. Г.

металу [3]. Все це обумовлює економічну складову переробки алюмінієвих відходів.

Виготовлення алюмінієвих банок для пакування харчової продукції з первинних джерел алюмінієвої сировини потребує 450 т нафти на 1 млн. літрів ємності банок [4]. При цьому термін розкладання алюмінієвих банок у природному середовищі складає приблизно 500 років [5].

В роботі [6] запропоновано технологічна схема утилізації та переробки алюмінієвих відходів (банок), що не призводить до зниження якості пакувального матеріалу для харчової продукції. Найбільш перспективним агрегатом для переробки відходів, що містять алюміній, є роторна похила піч (РПП). Але процес плавки в РПП з максимальним виходом придатного металу є складною технологічною операцією.

У процесі плавки в оточенні шихти, що постійно перемішується, тверді частинки алюмінію можуть переходити в різні стани та одночасно перебувати у вигляді оксиду, дрібної крупки, крапель, каші і болота, а також виноситись газами у вигляді пилу і летких сполук, що утворюються в результаті хімічної взаємодії алюмінію з флюсом. Процес плавки в РПП пов'язаний з утворенням з дрібнокускового та великокускового брухту дисперсних включень (<3 мм), що уявляють собою краплі алюмінію, покриті оксидною оболонкою, яку не можна зруйнувати механічним або термічним впливом. У міру збільшення температури краплі алюмінію об'єднуються, в перші секунди після плавлення, в конгломерати крапель, які мають розмір більше критичного. Якщо краплі алюмінію не встигають об'єднатися в перші секунди після плавлення, то їх розмір залишається, як правило, менше критичного і вони, окислюючись, формуються у вигляді окисненої шлакової крупки, а, отже, збільшуються втрати металу. Використання в плавці дисперсних алюмініймістких фракцій без належного флюсового захисту сприяє конвекційному унесенню дрібних крапель алюмінію та їх безповоротних втрат [7]. Все це обумовлює технологічну складову перероблення алюмінієвих відходів.

Окрім цього, при плавленні відходів алюмінію в плазмових печах, можлива його взаємодія з компонентами газової фази (киснем, нітрогеном, метаном, вуглекислотою та ін.), при якій до алюмінієвого шлаку потрапляють нітриди, сульфіди та карбіди алюмінію, здатні до гідролізу у вологому середовищі; присутність в шлаках $Al_2S_3$ призводить до утворення сірководню. Окрім цього, важливе значення для екологічної безпеки мають умови охолодження та зберігання гарячого шлаку. У випаду його складування на відкритих майданчиках відбувається не лише виділення шкідливих газів, але й втрата значної частини металевого алюмінію (до 22 %) з утворенням $Al_2O_3$ [8].

Оскільки гарячий алюмінієвий шлак здатний до самонагрівання внаслідок термічних реакцій, що відбуваються самостійно, то існує велика імовірність займання продуктів гідролізу.

Розглядаючи сумарний процес утворення сполук A1N, $A1_2S_3$, $Al_3C_4$ та основний внесок продуктів гідролізу даних сполук, які забруднюють атмосферу, зроблено висновок, що пріоритетне місце займають продукти хімічних перетворень AlN та $Al_3C_4$. Це обумовлено тим, що повітря на 78 % складається із азоту, а в природному газі або пічному паливі вуглець складає основну частину [9]. Тому чистоту газової фази необхідно регулювати хімічною чистотою вихідної сировини та повітря для продування.

Це реалізовано шляхом контролювання вмісту газів в алюмінієвих сплавах перед розливанням. Дуже широко використовується метод дегазації алюмінієвих сплавів - продування інертним газом (аргоном) через насадку, що обертається. Вважається, що цей метод в 5-10 разів ефективніше у порівнянні із звичайними методами продування через трубку чи пористу пробку. В результаті використання метода продування алюмінієвих сплавів за допомогою голівки, що обертається, знижуються витрати інертного газу на продування та палива на плавлення, а також зменшується час плавлення та підвищується продуктивність печі. Показано, що кількість шлакових включень при обробці розплаву через насадку, що обертається, менше, ніж в інших методах продування [10]. Все це обумовлює екологічну складову переробки алюмінієвого брухту.

Для алюмінієвого брухту характерні змішування деталей різних за складом алюмінієвих сплавів, наявність домішок чорних і кольорових металів, високий ступінь забруднення. Перероблення відходів тільки алюмінієвих банок дозволяє скоротити операцію сортування сировини, залишивши лише магнітну сепарацію, тому що при виготовленні алюмінієвих банок для пакування напоїв використовують спеціальні алюмінієві сплави зі стабільним хімічним складом відповідно до ISO 209-1: для корпусу банки – сплав алюмінію з марганцем 3004 (АМц), а для кришки – сплав алюмінію з магнієм 5083 (АМг4,5), ключ для відкривання банки – з сплаву марки 5042, який містить Mg не більше 4,0 % мас. та Mn до 0,50% мас.[6].

Отже, в сучасних умовах виробництво якісного литва визначається технологією та культурою збору, сортування і підготовки вторинної сировини до подальшої переробки. Тому технологічний цикл перероблення алюмінієвого брухту та інших відходів розділений на два основних етапи: дометалургійна підготовка сировини; металургійний цикл. Ці основні етапи пов'язані один з одним. Без якісного проведення першого етапу неминучі втрати та забруднення довкілля на другому [11].

*Формулювання цілей дослідження.* Визначення принципової можливості та основних технологічних особливостей використання алюмінійвмісних відходів зі стабільним хімічним складом в якості сировини для виготовлення тари для фасування харчової продукції.

Необхідність проведення комплексної оцінки рециклінгу алюмінієвих банок для фасування харчової продукції пов'язана з невизначеним впливом економічних, екологічних та технологічних факторів на ефективність цього процесу.

*Основна частина.* Алюмінієві банки для фасування напоїв використовуються у надзвичайно великих обсягах, здебільше мають місткість 0,33 та 0,5 л та при однаковому діаметрі - різну масу (11,6 г та 15,5 г відповідно). Зважаючи на те, що корпус алюмінієвої банки має значно більшу масу від інших її деталей (90-95 % від маси), то після перероблення відходів із алюмінієвих банок можливо отримати саме сплав алюмінію з марганцем (АМц), яки застосовується для виготовлення корпусу банки [6].

Для рециклінгу в роботі обрано подрібнений та відмагнічений брухт алюмінієвих банок з-під напоїв марки „Алюміній 32" (ДСТУ 3211:2009), який рекомендується для використання в промисловості при переробленні алюмінієвих банок з-під напоїв (марки Talgred) [12]. Орієнтований хімічний склад брухту алюмінію та вимоги до нього наведено в (табл. 1).

Таблиця 1 – Вимоги до складу металобрухту для рециклінгу використаних банок для напоїв

| Загальні вимоги | Вимоги до марки сплавів | Вимоги до хімічного складу | |
|---|---|---|---|
| Подрібнений брухт алюмінієвих банок з-під напоїв відмагнічений:<br>не містить сталі, свинцю, кришки для пляшок,<br>пластикові банки та інші пластмаси, скло, дерево, бруд,<br>жир, сміття та інші сторонні речовини.<br>Забрудненість свинцем<br>не допускається | АМц (3034, 3124),<br>АМг2 (5042, 5052, 5054),<br>АМг4,5 (5083, 5182) | Металургійний вихід металу,% мас., не менше | 93,0 |
| | | Забрудненість, % мас., не більш | 7,0 |
| | | – у тому числі залізо | 0,2 |
| | | безпечними домішками, включаючи вологу, %, не більше | 4,0 |
| | | Хімічний склад представницької проби, % мас.: | |
| | | – алюміній, не меньш | 95,00 |
| | | – силіцій, не більш | 0,40 |
| | | – залізо, не більш | 0,50 |
| | | – мідь, не більш | 0,20 |
| | | – цинк, не більш | 0,25 |
| | | – манган, не більш | 0,50 |

Для переплавляння відходів за пропонованою схемою рекомендована роторна піч зі складною системою дегазації алюмінієвих сплавів, в якій подрібнений відмагнічений металобрухт з

використаних алюмінієвих банок з-під напоїв поступовим підвищенням температури позбавляється органічних домішок за рахунок делаквінгу [6].

Мета делаквінгу – підвищити вихід регенерації алюмінію шляхом зниження втрат металу в процесі плавлення шляхом нагрівання поверхневих фарб банки і їх усунення до трохи нижче температури плавлення алюмінієвих сплавів. [13].

Температура останньої стадії – близько 620 °С, що дуже близько до температури початку плавлення алюмінієвих сплавів, з яких зазвичай виготовляють кришки та ключі для відкривання банок.

Хімічний склад переплавлених відходів алюмінієвих банок в ротаційній печі при температурі 650 °С визначали за методиками, які наведені в роботі [14]. Визначений склад елементів наведено в (табл. 2.)

Таблиця 2 – Аналіз складу сплавів алюмінію, що деформуються

| Деталь банки для напоїв | Марка сплаву | Масова частка хімічних елементів, % мас. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Al, не менше | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti |
| Корпус | АМц (3004) | 96,90 | 0,60 | 0,70 | 0,20 | 1,5 | - | - | 0,10 | - |
| Кришка | АМг4,5 (5083) | 93,50 | 0,40 | 0,50 | 0,10 | 0,7 | 4,5 | 0,25 | 0,25 | 0,15 |
| Ключ | АМг2 (5042) | 95,70 | 0,40 | 0,50 | 0,15 | 0,5 | 2,4 | 0,05 | 0,15 | 0,15 |
| Сплав відходів | розра-хунковий склад | 96,70 | 0,58 | 0,68 | 0,19 | 1,42 | 0,22 | 0,02 | 0,12 | 0,04 |
| | визна-чений склад | 97,04 | 0,30 | 0,67 | 0,20 | 1,45 | 0,03 | - | 0,11 | - |

Магній в сплаві з алюмінієм має підвищену схильність до окислення. В ротаційній печі домішки магнію більш ефективно окислюється і при розливанні алюмінію в плоскі злитки переходять в шлак у вигляді оксиду магнію. Тому вміст магнію в отриманому сплаві не перевищує допустиме значення для домішок.

Переплав відходів алюмінієвих банок дає в середньому розрахунковий склад (табл. 2). Сплав алюмінію визначеного хімічного складу цілком укладається в інтервали хімічного складу сплаву 3004, який застосовують для виготовлення корпусу алюмінієвої банки.

В процесі переплавлення відходів алюмінієвої банки утворюється 3-5 % мас. шлаків, які можуть бути додатково перероблені за відомою технологією [15], або використані при виготовленні алюмінієвих порошків субксіметалевого алюмінію – алюмінійвмісного відновника для додаткового відновлення марганцю

з високоосновних відвальних шлаків феросплавного виробництва [16], що збільшує ступінь рециклінгу.

Комплексну оцінку рециклінгу матеріалів, зокрема, матеріалів з алюмінію, нами запропоновано надати із застосуванням інструментарію нечіткої логіки як одного із сучасних методів при проведенні експертного оцінювання. Існує низка робіт [17, 18], де рециклінг матеріалів, як комплексний показник концептуально ставиться в залежність від таких вхідних факторів, як фізичні властивості матеріалів, технології відновлення матеріалів, економіки процесу рециклінгу та впливу рециклінгу на навколишнє середовище.

При визначенні функцій належності використовувався формат завдання триангулярних функцій належності та їх візуалізація саме для цього середовища. Формат завдання даних функцій належності має вигляд $\mu(x) = trimf\,(x, [a\ b\ c])$, де $x$ – вхідна змінна, $a$, $b$ та $c$ – параметри.

Моделювання інтегрального показника, що характеризує ефективність рециклінгу проводили з використанням пакету *FuzzyLogic ToolBox* у середовищі *Matlab* версії *R2015b* фірми *MathWorks*.

На наступних рис. 1-4 представлено атрибути та функції належності для трьох вхідних змінних та однієї вихідної змінної.

На рис. 1 представлено вхідну змінну *X*1 (“*економічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ECON)*”) з трьома атрибутами (функціями належності): *L (Low) – низька ефективність*, *AV (Average) – середня ефективність*, *H (High) – висока ефективність*. Дану функцію будуємо як триангулярну за формою, приймаємо її зміну в діапазоні [0;1]. Функція належності *L(Low) – низька ефективність* – має параметри [0 0 0.5], функція належності *AV (Average) – середня ефективність* – має параметри [0 0.5 1], функція належності *H (High) – висока ефективність* – має параметри [0.5 1 1].

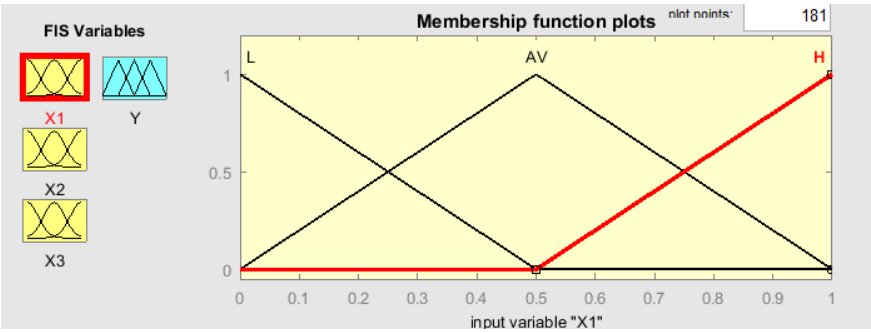



Рис. 1. Графік функцій належності для вхідної лінгвістичної змінної *X*1 (“*економічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ECON)*”).

На рис. 2 представлено вхідну змінна *X*2 (“*технологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (TECH)*”) з трьома атрибутами (функціями належності): *L (Low) – низька ефективність*, *AV (Average) – середня ефективність*, *H (High) – висока ефективність*. Дану функцію

будуємо як триангулярну за формою, приймаємо її зміну в діапазоні [0;1]. Функція належності *L(Low) – низька ефективність* – має параметри [0 0 0.5], функція належності *AV (Average) – середня ефективність* – має параметри [0 0.5 1], функція належності *H (High) – висока ефективність* – має параметри [0.5 1 1].

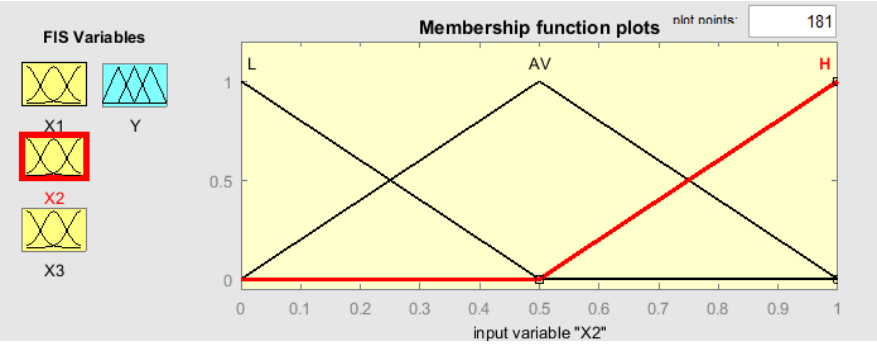



Рис. 2. Графік функцій належності для вхідної лінгвістичної змінної *X*2 (“*технологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (TECH)*”).

На рис. 3 представлено вхідну змінну *X*3 (*екологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ENVI)*”) з трьома атрибутами (функціями належності): *L (Low) – низька ефективність, AV (Average) – середня ефективність, H (High) – висока ефективність.* Дану функцію будуємо як триангулярну за формою, приймаємо її зміну в діапазоні [0;1]. Функція належності *L(Low) – низька ефективність* – має параметри [0 0 0.5], функція належності *AV (Average) – середня ефективність* – має параметри [0 0.5 1], функція належності *H (High) – висока ефективність* – має параметри [0.5 1 1].

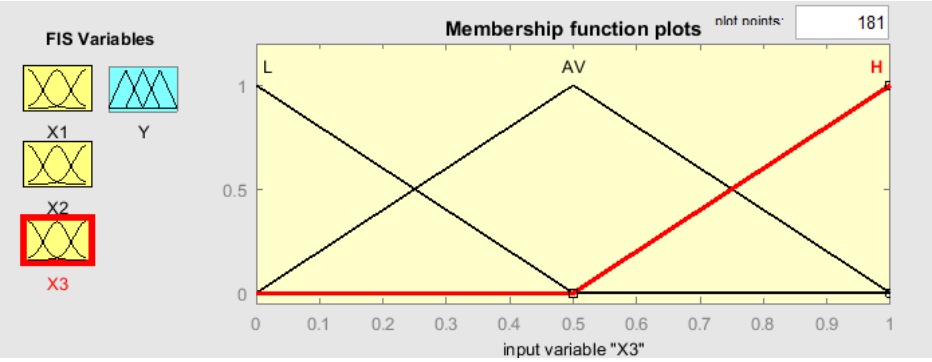



Рис. 3. Графік функцій належності для вхідної лінгвістичної змінної *X*3 (“*екологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ENVI)*”).

На рис. 4 представлено вихідну змінну *Y* (“комплексний показник ефективності рециклінгу”) з трьома атрибутами (функціями належності): *L (Low) – низька ефективність, AV (Average) – середня ефективність, H (High) – висока ефективність.* Дану функцію

будуємо як триангулярну за формою, приймаємо її зміну в діапазоні [0;1]. Функція належності *L(Low) – низька ефективність* – має параметри [0 0 0.4], функція належності *AV (Average) – середня ефективність* – має параметри [0 0.4 1], функція належності *H (High) – висока ефективність* – має параметри [0.4 1 1].

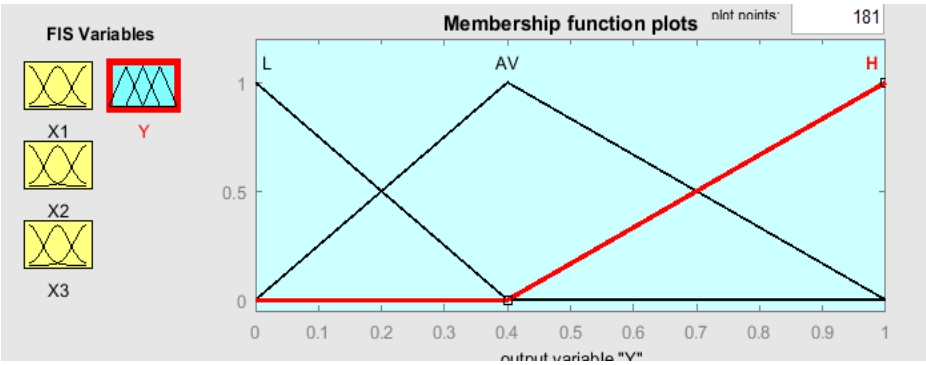



Рис. 4. Графік функцій належності для вихідної лінгвістичної змінної *Y* (“*комплексний показник ефективності рециклінгу матеріалів*”).

На підставі опису трьох вхідних та однієї вихідної змінної нами сформовано $3^3 = 27$ логічних правил висновку вихідної змінної.

Логічні правила (*Rules*) мають формат, який представлено у таблиці 3.

Візуалізацію результатів розрахунків у середовищі *Matlab* виконано за допомогою візуалізатора *Rule Viewer*. На рис. 5 у лівому стовпчику можливо спостерігати перелік усіх 27 побудованих логічних правил, у наступних трьох стовпчиках спостерігаємо для вхідних змінних значення *X*1 = 0,9; *X*2 = 0,4; *X*3 = 0,7.

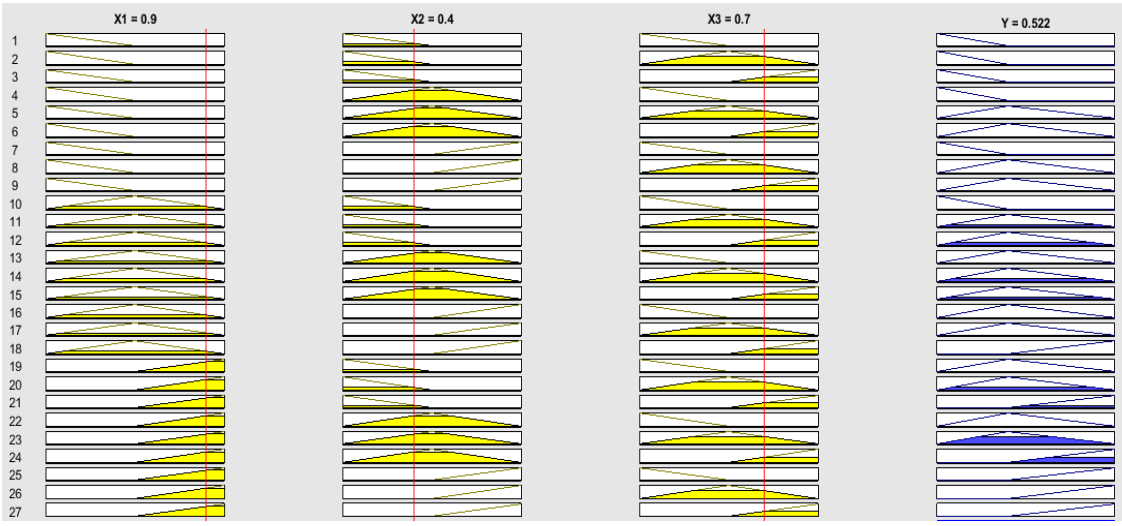
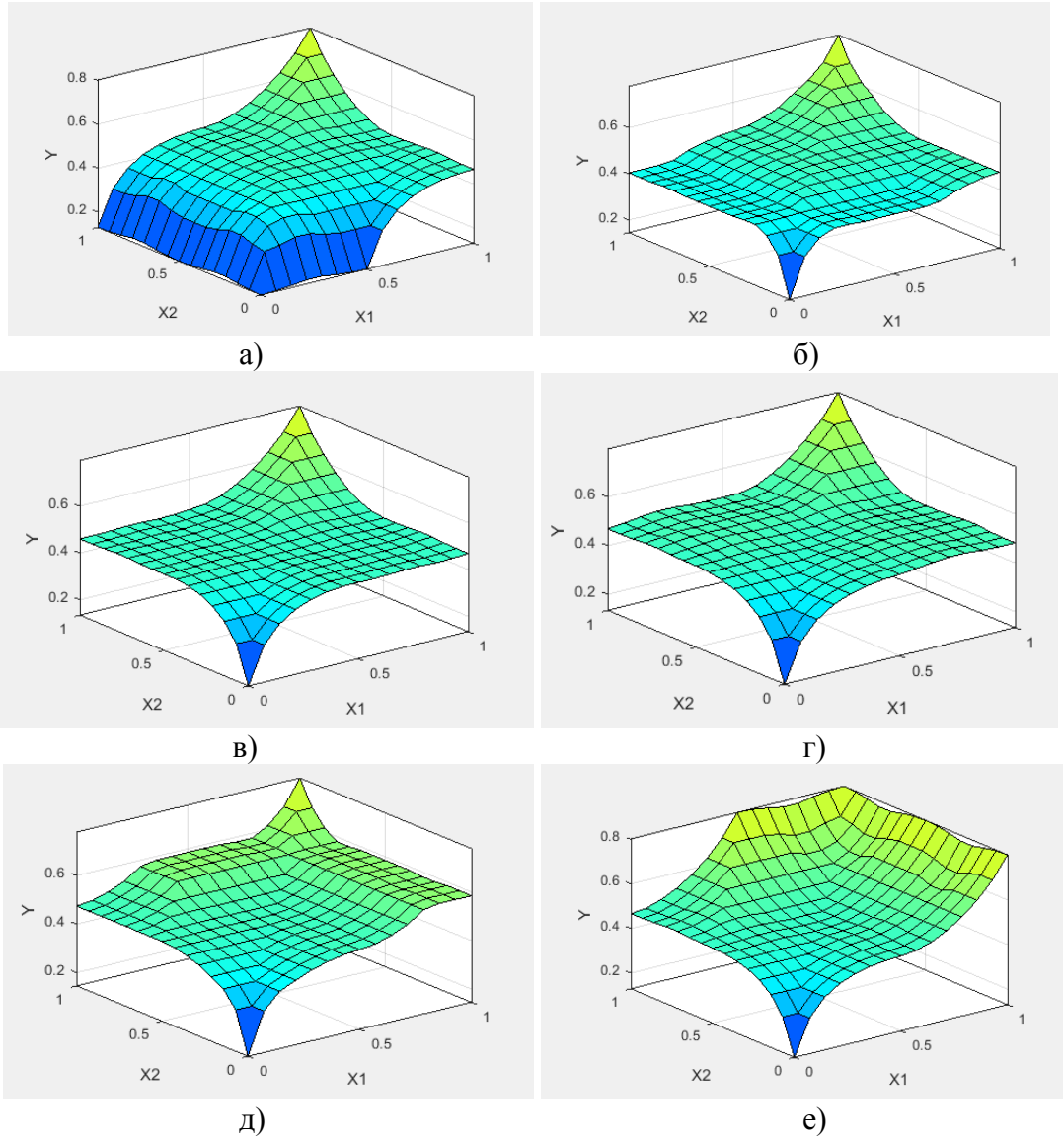



Рис. 5. Реалізація нечіткого висновку Мамдані в пакеті *FuzzyLogic Toolbox* у середовищі *Matlab* фірми *MathWorks* для оцінки *комплексного показника ефективності рециклінгу матеріалів* (*Y*).

Таблиця 3 – Логічні правила, що сформовано для побудови системи нечіткого висновку в моделі визначення комплексного показника ефективності рециклінгу

| Номер логічного правила | Вхідні змінні | | | Вихідна змінна |
|---|---|---|---|---|
| | X1 (ECON) | X2 (TECH) | X3 (ENVI) | Y (RECY) |
| 1 | L | L | L | L |
| 2 | L | L | AV | L |
| 3 | L | L | H | L |
| 4 | L | AV | L | L |
| 5 | L | AV | AV | AV |
| 6 | L | AV | H | AV |
| 7 | L | H | L | L |
| 8 | L | H | AV | AV |
| 9 | L | H | H | AV |
| 10 | AV | L | L | L |
| 11 | AV | L | AV | AV |
| 12 | AV | L | H | AV |
| 13 | AV | AV | L | AV |
| 14 | AV | AV | AV | AV |
| 15 | AV | AV | H | AV |
| 16 | AV | H | L | AV |
| 17 | AV | H | AV | AV |
| 18 | AV | H | H | H |
| 19 | H | L | L | AV |
| 20 | H | L | AV | AV |
| 21 | H | L | H | H |
| 22 | H | AV | L | AV |
| 23 | H | AV | AV | AV |
| 24 | H | AV | H | H |
| 25 | H | H | L | H |
| 26 | H | H | AV | H |
| 27 | H | H | H | H |




*а*) *X*3 = 0,0; *б*) *X*3 = 0,2; *в*) *X*3 = 0,4; *г*) *X*3 = 0,6; *д*) *X*3 = 0,8; *е*) *X*3 = 1,0

Рис. 6. Результати моделювання залежності змінної "*Комплексний показник ефективності рециклінгу матеріалів*" (*Y*) від вхідних змінних *X*1 ("*економічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ECON)*") та *X*2 ("*технологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (TECH)*") при значенні показника *X*3 ("*екологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ENVI)*").

За результатами моделювання комплексного показника ефективності рециклінгу матеріалів для досліджуваних сплавів алюмінію вдалося встановити, що при значеннях показника *X*1 ("*економічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ECON)*") в межах 0,8-0,9, значеннях показника *X*2 ("*технологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (TECH)*") в межах 0,4-0,7 та значеннях показника X3 ("*екологічна складова ефективності рециклінгу матеріалів (ENVI)*") в межах 0,2-0,5 вихідна величина Y знаходиться в межах 0,5-0,7.

*Висновки.* Запропоновано комплексне рішення з рециклінгу алюмінієвих банок для фасування харчової продукції. Наведені технології є ресурсо- та енергоощадними та рекомендуються до промислового впровадження.

Побудовано нечітко-логічну модель в рамках концептуального підходу до оцінки комплексного показника ефективності рециклінгу пакувальних матеріалів. За допомогою пакету *Fuzzy Logic Toolbox* програми *Matlab* розраховано комплексний показник ефективності рециклінгу алюмінієвих сплавів що деформуються на підставі врахування економічної, технологічної та екологічної складових.

Література:

1. Ибрагимов В. Э., Гарсиа Л. М., Бажин В. Ю. Плавка тонкостенного лома с лакокрасочными покрытиями для получения алюминиевого сплава. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2016. № 2, Ч. 2. С. 14-17.

2. Дик А. Б., Рохоцевич В. В., Фурсевич Т. М. Перспективы использования вторичного алюминиевого металлосырья и кварцсодержащих материалов для получения марочных силуминов. *Новые материалы и технологии их обработки*: сборник научных работ XV Республиканской студенческой научно-технической конференции ( г. Минск, 22–25 апреля 2014 г.). Минск: БНТУ, 2014. С. 7-8.

3. Никитин К. В. Рециклинг металлоотходов на основе алюминия: учеб. пособие. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. 67 с.

4. Науменко О. П., Банник Н. Г., Петренко М. М. Вибір рекуперуємого матеріалу пакувального виробу-трансформеру «ЗРУЧНА УПАКОВКА» за концепцією «ЗРУЧНА ЇЖА». *Праці Таврійського державного аграрнотехнічного університету.* Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 1. С. 118-123. DOI: 10.31388/2078-0877-19-1-102-108.

5. Каіка Є. Смарт-інновації в сучасній індустрії харчування. *Vivat Academia*. 2019. № 9. С. 84-87.

6. Зибайло С. М., Банник Н. Г. Обґрунтування технологічної схеми переробки відходів з алюмінієвих банок. *Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів:* матеріали III Всеукр. наук. конференції (м. Дніпро, 10 квітня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 63-64.

7. Технологические аспекты рециклинга алюминийсодержащих отходов в роторных печах / С. П. Королев и др. URL: https://lityo.com.ua/tekhnologicheskie-aspekty-retsiklinga-alyuminijsoderzhashchikh-otkhodov-v-rotornykh-pechakh (дата звернення: 19.11.2019 ).

8. Калиниченко В. А., Немененок Б. М., Довнар Г. В. Использование алюминиевых сплавов с повышенным содержанием железа. *Литье и металлургия.* 2007. № 2. С. 159-163.

9. Никитюк П. А., Свиридов С. А., Немененок Б. М. Экологические проблемы рециклинга алюминия. *Новые материалы и технологии их обработки:* сборник научных работ XV Республиканской студенческой научно-технической конференции (г. Минск, 22–25 апреля 2014 г.). Минск: БНТУ, 2014. С. 16-17.

10. Гутько А. Ю., Соболев В. Ф. Оптимальная технология дегазации алюминиевых сплавов. *Новые материалы и технологии их обработки:* сборник научных работ XV Республиканской студенческой научно-технической конференции (г. Минск, 22–25 апреля 2014 г.). Минск: БНТУ, 2014. С. 77-78.

11. Некоторые особенности технологии и организации рециклинга алюминия и его сплавов / А. М. Галушко и др. *Литьё и металлургия.* 2010. № 1-2. С. 122-127.

12. Guidelines for Nonferrous Scrap: NF-2013. Scrap specifications circular. Institute of scrap recycling industries Inc. 14 p.

13. Yoshida S., Baba H. A new used aluminum beverage can recycling system. *Proceedings of the 12th International Conference on Aluminium Alloys* (September 5-9, 2010, Yokohama, Japan). P. 206-213.

14. Технический анализ / К. И. Годовская и др. Москва: Высшая школа, 1972. 48 с.

15. Способ переработки отходов алюминиевого производства: пат. 2418080 РФ: МПК (2006.01) C22B7/04. № 2010112650/02; заявл. 01.04.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 13.

16. Забудченко Д. В., Сиваченко В. М., Толочко М. В. Определение возможности использования алюминийсодержащих шлаков при довосстановлении марганца из отвальных шлаков ферросплавного производства. *Металургія.* Запоріжжя, 2008. Вип. 19. С. 18-24.

17. Xiaomin Zhu. The phisics and economics of recycling. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Chania Greece, 2004. 105 p.

18. Metal Recycling. Opportunities, Limits, Infrastructure. Report 2b of the Global Metal Flows Working Group of the International Resource Panel of UNEP. 2013. 318 p.

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РЕЦИКЛІНГУ АЛЮМІНІЄВИХ БАНОК ДЛЯ ФАСУВАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Зибайло С. М., Банник Н. Г., М’ячин В. Г.

**Анотація**

Метою роботи *є* визначення принципової можливості та основних технологічних особливостей використання алюмінійвмісних відходів зі стабільним хімічним складом в якості сировини для виготовлення тари для фасування харчової продукції. Необхідність проведення комплексної оцінки рециклінгу алюмінієвих банок для фасування харчової продукції пов’язано з

деякими впливом економічних, екологічних та технологічних факторів на ефективність цього процесу.

Запропоновано комплексне рішення з рециклінгу алюмінієвих банок для фасування харчової продукції. Наведені технології є ресурсо- та енергоощадними та рекомендуються до промислового впровадження.

Побудовано нечітко-логічну модель в рамках концептуального підходу до оцінки комплексного показника ефективності рециклінгу матеріалів. За допомогою пакету *Fuzzy Logic Toolbox* програми *Matlab* розраховано комплексний показник ефективності рециклінгу алюмінієвих сплавів, що деформуються на підставі врахування економічної, технологічної та екологічної складових.

***Ключові слова:*** алюміній, алюмінійвмісні відходи, рециклінг, енергоощадні технології, показник ефективності рециклінгу, роторна піч, нечітка логіка.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕЦИКЛИНГА АЛЮМИНИЕВЫХ БАНОК ДЛЯ ФАСОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Зыбайло С. Н., Банник Н. Г., Мячин В. Г.

**Аннотация**

Целью работы является определение принципиальной возможности и основных технологических особенностей использования отходов, содержащих алюминий со стабильным химическим составом в качестве сырья для изготовления тары для фасовки пищевой продукции. Необходимость проведения комплексной оценка рециклинга алюминиевых банок для фасовки пищевой продукции связана с влиянием экономических, экологических и технологических факторов на эффективность этого процесса.

Предложено комплексное решение по рециклингу алюминиевых банок для фасовки пищевой продукции. Приведенные технологии является ресурсо- и энергосберегающим и рекомендуются к промышленному внедрению.

Построена нечётко-логическая модель в рамках концептуального подхода к оценке комплексного показателя эффективности рециклинга материалов. С помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox программы Matlab рассчитан комплексный показатель эффективности рециклинга алюминиевых деформируемых сплавов на основе учета экономической, технологической и экологической составляющих.

***Ключевые слова*:** алюминий, алюминий содержащие отходы, рециклинг, энергосберегающие технологии, показатель эффективности рециклинга, роторная печь, нечёткая логика.

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT RECYCLING ALUMINUM CANS FOR PACKING OF FOOD PRODUCTS

S. Zybaylo, N. Bannyk, V. Myachin

**Summary**

The main problem is the accumulation of aluminum containers, especially beverage cans that are recyclable. The production of recycled aluminum cans saves 95% of the cost compared to the production of primary aluminum.

The production of aluminum cans for the packaging of food raw materials from primary sources of aluminum raw material processing requires 450 tons of oil per 1 million liters of can capacity. The decomposition of aluminum cans in the natural environment is approximately 500 years.

The aim of the work is to determine the fundamental possibility and basic technological features of the use of aluminum-containing waste with a stable chemical composition as a raw material for the manufacture of containers for filling food products. The need for a comprehensive assessment of the recycling of aluminum cans for packaging food products is associated with the influence of economic, environmental and technological factors on the effectiveness of this process.

A comprehensive solution for the recycling of aluminum cans for packaging food products is proposed. The above technologies are resource- and energy-saving and are recommended for industrial implementation.

The perspective method of recycling waste from recycled aluminum is a separate sorting of aluminum cans from the rest of the scrap with subsequent grinding and annealing of organic coatings at a temperature of 200°C. Subsequent grinding and remelting in rotary kilns with an inert gas purge makes it possible to obtain an alloy of higher purity and lower slag output.

The calculations and chemical analysis of the alloy obtained from aluminum waste cans. It was found that cans for packaging food products can be made from the obtained alloy, since the magnesium content in the alloy does not exceed 0.05%.

A comprehensive solution for recycling aluminum cans for food packaging is proposed. These technologies are resource- and energy-efficient and are recommended for industrial deployment.

Melting in reflective furnaces has several significant drawbacks, in which, unlike rotary kilns, it is impossible to automate the process and to control the atmosphere of the furnace, which is necessary when melting scrap with paint and other organic coatings.

A fuzzy-logical model is constructed as part of a conceptual approach to assessing a comprehensive indicator of the effectiveness of recycling materials. Using the Matlab program's Fuzzy Logic Toolbox, a comprehensive indicator of the efficiency of recycling aluminum deformable alloys based on the consideration of economic, technological and environmental components has been calculated.

According to the results of modeling of a complex indicator of recycling efficiency of materials for the investigated aluminum alloys, it is established that at values of index X1 (“economic component of recycling of materials (ECON)”) within 0.8-0.9, values of indicator X2 (“technological component of recycling efficiency materials (TECH) ”) in the range of 0.4-0.7 and values of X3 (“ Ecological Material Recycling Efficiency Component (ENVI) ”) in the range of 0.2-0.5 output Y is in the range of 0.5- 0.7.

***Key words:*** aluminum, aluminum containing waste, recycling, energy-saving technologies, indicator of recycling efficiency, rotary kiln, fuzzy logic.

УДК 637.134 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-73-81

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ МОЛОЧНОЇ ЕМУЛЬСІЇ ЯК ОБ'ЄКТА ГОМОГЕНІЗАЦІЇ

Самойчук К.О., д.т.н. ORCID: 0000-0002-3423-3510
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Братішко В. В., д.т.н. ORCID: 0000-0001-8003-5016
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*
Ткач В. В., к.т.н. ORCID: 0000-0003-4198-8396
*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України*
Тел. (0619) 42-13-06

*Постановка проблеми.* Молочна галузь на сучасному етапі є однією із провідних у структурі харчової індустрії України, а виробництво молока стало невід’ємною складовою забезпечення національної продовольчої безпеки держави. Незважаючи на це, виробництво молочної продукції залишається на низькому рівні, а виробничі потужності молокопереробних підприємств країни задіяні лише на 30–40%, що викликано нестачею як внутрішнього так і зовнішніх ринків збуту молочної продукції. Для підвищення об’ємів продажу в сучасних умовах високої конкуренції необхідне зниження собівартості виробництва шляхом використання енергоефективних процесів і технологій.

Одним з найбільш енерговитратних процесів переважної більшості технологічних схем виробництва молока та молочних продуктів є гомогенізація. Питоме енергоспоживання найбільш поширених – клапанних гомогенізаторів – сягає 7–8 кВт·год/т, до того ж, вони є найбільшими серед обладнання для механічної обробки молока [1, 2]. Розрахунки показують, що при зниженні питомої енергоємності до 1,5–2 кВт·год/т, при об’ємах виробництва молочної продукції в Україні на рівні минулого року, економія лише електроенергії складає не менше 19 мільйонів гривень[3]. Тому, вирішення проблеми високих енерговитрат процесу гомогенізації в сучасних реаліях зростання цін на енергоносії шляхом підвищення ефективності диспергування молочного жиру набуває високої актуальності. Розробку високоефективних гомогенізаторів стримує нестача ґрунтовних досліджень механізмів диспергування молочного жиру, які базуються на механічних властивостях дисперсної фази молока, яка представлена в молоці у вигляді жирових кульок. Будова та механічні властивості жирової кульки є надзвичайно важливими

© Самойчук К. О., Братішко В. В., Ткач В. В.

для визначення механізмів руйнування жирових кульок, а отже і створення єдиної теорії гомогенізації, якої на даний момент не існує [1–4].

*Аналіз останніх досліджень.* Під гомогенізацією молока розуміють процес його обробки, який призводить до диспергування жирової (дисперсної) фази і рівномірного розподілу її по об'єму дисперсійної фази.

Внаслідок гомогенізації зменшується широта розподілу жирових кульок за розмірами та зменшується різниця між розмірами найбільших та найменших жирових кульок. Збільшення дисперсності внаслідок гомогенізації уповільнює седиментацію – молоко після гомогенізації значно довше зберігає мікроскопічну однорідність та розшаровується значно повільніше. При гомогенізації змінюється склад адсорбційних шарів жирових кульок, перерозподіляються деякі складові частини молока між жировою фазою та молочною плазмою, змінюється склад та властивості білків молока.

Молоко являє собою натуральну емульсію жиру (дисперсної фази) у молочній плазмі (дисперсійній фазі). Молочний жир знаходиться у теплому молоці у вигляді рідких крапель, у охолодженому – у вигляді твердих часток сферичної форми; їх зазвичай називають жировими кульками. Середній діаметр жирових кульок у свіжому молоці за оцінками різних авторів [4, 5] коливається у межах 2,5–3 мкм і залежить від численних факторів: породи корів, часу лактації, часу доїння тощо. Їх число складає 1,5–3,0 млрд. в 1 мл. Молочна плазма також являє собою емульсію, так як містить солі, білкові частки і інші компоненти, серед яких найбільші розміри, до 300 нм, мають глобули казеїну. Таким чином, молоко – це складна полідисперсна система.

У спокійному стані на поверхні свіжого молока через 20…30 хв. утворюється шар відстояних вершків. Відстоювання обумовлене різницею густини плазми та молочного жиру. Швидкість відстоювання залежить також від розмірів жирових кульок, в’язкості дисперсійної фази, але головним чином від утворення скупчень (агрегатів) жирових кульок при склеюванні жирових кульок одна з одною. Це склеювання викликається імуноглобулінами. При знижених температурах імуноглобуліни адсорбуються на поверхні твердих жирових кульок, при збільшенні температури до 50–55$^0$С вони денатурують і переходять у молочну плазму. Високі температури пастеризації зменшують відстоювання вершків, що обумовлюється руйнуванням імуноглобулінів (температура 55$^0$С і більше). Інтенсивне перемішування сприяє утворенню конгломератів жирових кульок [6, 7].

Дисперсійною фазою молочної емульсії є плазма молока, яка представляє собою розчин молочного цукру і солей у воді. Деякі

автори [5] виділяють ще третю фазу молока – білкову, що складається переважно з нерозчинних міцел і субміцел казеїну, а також сироваткових білків.

Рівномірності розподілу мікроскопічних жирових часток не приділяється особлива увага завдяки їх постійному (броунівському) руху, в наслідок чого концентрація жиру в мікрооб'ємі молочної емульсії вирівнюється без докладання спеціальних засобів і умов.

Жирова фаза молока представляє собою молочний жир у вигляді жирових кульок (крапель, часток), розмір яких у незбираному молоці коливається у широких межах 0,1–10 мкм [7, 8]. В процесі гомогенізації середній діаметр жирових кульок зменшується до 0,75-1,2 мкм, при цьому кількість жирових кульок зростає до 40–80 млрд. в 1 мл, а площа поверхонь жирових кульок збільшується в 13–27 разів.

В процесі гомогенізації важливо не допускати дестабілізації молочного жиру і коалесценції жирових часток. Стабільність дисперсної фази порушується при:

– будь-якій механічній обробці молока (перекачування, транспортування, очищення тощо);
– змінах кислотності молока за границі pH 6,0–7,0;
– заморожуванні та відтаюванні;
– підвищенні концентрації жиру;
– зіткненні жирових часток або їх агломератів в процесі гомогенізації.

Вірогідність зіткнення жирових кульок підвищується при використанні таких типів гомогенізаторів, як, наприклад, протитечійно-струминні [3].

Підвищити стабільність жирової фази молока можливо додаванням емульгаторів, наявність яких зменшує поверхневий натяг складових молока.

В Україні відсутні нормативні документи, якими визначається достатність гомогенізації або технологічно регламентуються необхідні дисперсні характеристики молочної емульсії в результаті гомогенізації [9]. Важливою характеристикою при розрахунку критеріальних залежностей процесу руйнування жирових кульок є поверхневий натяг оболонки жирової кульки (на границі молочний жир-плазма). Довідники не вказують цей параметр, регламентуючи лише поверхневий натяг молока [1, 4]. Це створює труднощі для розрахунку механізмів руйнування жирової кульки та проектування і розрахунок гомогенізаторів на задану ступінь дисперсності.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою даної статті є визначення дисперсних характеристик молочної емульсії, які могли б стати базовими для створення теорії та розрахунку гомогенізаторів на задану ступінь дисперсності.

Задачами статті є:

– проаналізувати відомі властивості молочної емульсії та жирової кульки молока і визначити необхідну і достатню ступінь дисперсності молочного жиру в результаті гомогенізації молока;

– визначити поверхневий натяг поверхні жирової кульки молока, необхідний для розрахунку параметрів гомогенізаторів.

*Основна частина.* Стандартів і нормативів, які регламентують ступінь дисперсності жирових часток молока після гомогенізації, не існує. Єдиним стандартом з гомогенізації є ГОСТ 27203-87 "Гомогенизаторы для молока. Основные параметры", який регламентує лише основні технічні показники плунжерних гомогенізаторів клапанного типу без урахування ступеня дисперсності молочного жиру після обробки. Для визначення достатньої дисперсності жирової фази після гомогенізації існують такі орієнтири:

– інструкція по хімічному контролю [10], в якій перевірку якості гомогенізації рекомендують проводити за відстоюванням жиру протягом 48 годин або методом центрифугування, причому зазначено, що найбільш надійним вважається метод мікроскопічного визначення розмірів жирових кульок;

– середній розмір жирових кульок в найбільш розповсюджених клапанних гомогенізаторах, який сягає 0,75–0,80 мкм при режимах роботи, спрямованих на максимальний ступінь дисперсності [1, 2, 9];

– середній розмір жирових кульок після обробки в клапанних гомогенізаторах згідно рекомендованих режимів гомогенізації (тиску) в технологічних схемах виробництва питного молока і вершків, який вважається достатнім, становить 1,0–1,2 мкм [9];

– нижня границя дисперсності жирової емульсії молока після обробки в серійних але менш розповсюджених типах гомогенізаторів (вакуумних, роторно-пульсаційних тощо) становить 1,0–1,2 мкм [1];

– у відповідності з United States Public Health Service, у добре гомогенізованому молоці протягом 48 годин не з'являється видимого відстоювання вершків;

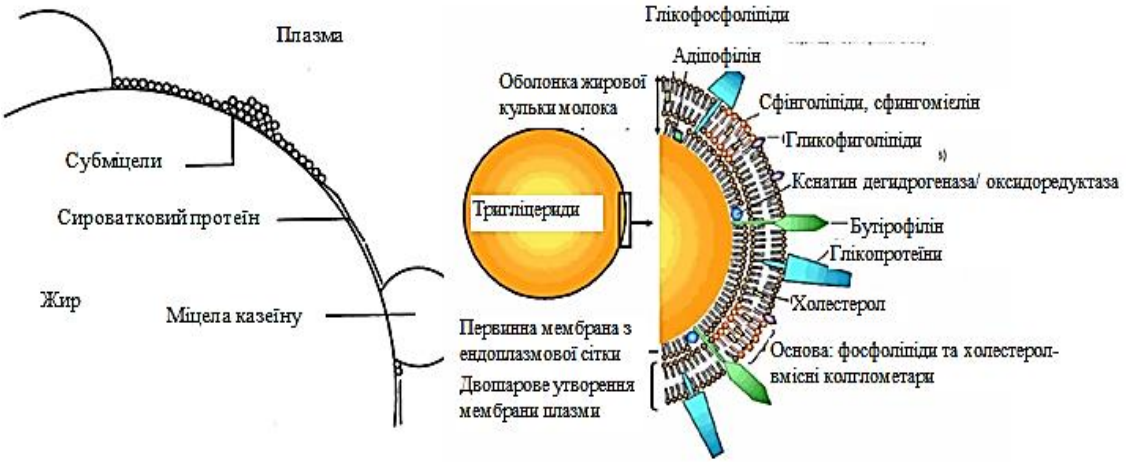
– вміст жиру у верхніх 100 мл пляшки обсягом 250 мл не повинен відрізнитись більше ніж на 10% від молока, що знаходиться у решті пляшки [11].

Таким чином, можна вважати, що дисперсність молочної емульсії є високою при середніх розмірах жирових кульок 0,75–0,8 мкм і менше, а достатньою при досягненні середнього діаметру 1,2 мкм.

Білкова фаза молока має розміри близько 0,1 мкм (від 40 до 300 нм) і при гомогенізації частково подрібнюється, але причиною є не гідродинамічні, а переважно адсорбційні сили. В необробленому молоці на поверхні жирових кульок адсорбуються близько 2–3% білка, а після гомогенізації – до 25%, тобто відбувається перерозподіл

білка між плазмою та оболонками жирових кульок. Товщина оболонок жирових кульок молока після гомогенізації зменшується, а після вистоювання збільшується і наближується до товщини оболонок жирових кульок у незбираному молоці.

Жирова кулька має складну будову, стосовно якої немає єдиного погляду [8]. Внутрішня частина жирової кульки представляє собою легкоплавкі жири, ближче до поверхні розташовані тугоплавкі жири. Оболонка, яка покриває жири, має тонку мембрану, що складається з ліпопротеїдних часток [12]. На зовнішній частині оболонки адсорбуються міцели і субміцели білків плазми (рис. 1) [13, 14].




а) б)

а) – характерні розміри мембрани жирової кульки молока, б) – будова жирової кульки.

Рис. 1. Жирова кулька молока.

Таким чином внаслідок складності будови жирової кульки і її оболонки, склад, властивості і розміри яких значно змінюються в процесі гомогенізації, не вірно визначати характеристикою міцності жирової кульки лише поверхневий натяг.

У відповідності з правилом Антонова [15], поверхневий натяг поверхні жирової кульки $\sigma_{ж-п}$ визначається як різність поверхневих натягів жиру та плазми відносно загального газу (повітря):

$$\sigma_{ж-п} = \sigma_п - \sigma_ж, \quad (1)$$

де $\sigma_п$ – поверхневий натяг на границі фаз плазма – повітря, Н/м, $\sigma_п$=0,054 Н/м [1, 4];

$\sigma_ж$ – поверхневий натяг на границі фаз жир – повітря, Н/м, $\sigma_ж$=0,030Н/м [1, 4].

$$\sigma_{ж-п} = 0{,}054 - 0{,}030 = 0{,}024 \text{ Н/м.}$$

Однак коефіцієнт поверхневого натягу на границі жирова кулька-плазма $\sigma_{ж-п}$ молока внаслідок складної структури оболонки жирової кульки може взагалі мати інший фізичний зміст. Його можна

уявляти не як силу, що прикладена до одиниці довжини контуру поверхні між жировою кулькою та плазмою, а як питому поверхню енергії, що приходиться на одиницю поверхні жирової кульки, подібно до поверхневої теорії подрібнення тіл П. Р. Ріттінгера [16]. Як відомо, поверхнева теорія руйнування добре узгоджується з експериментальними даними при великих площах утворених поверхонь – дрібнодисперсному дробленні, що відбувається при гомогенізації молока. Тому значення $\sigma_{ж-п}$ може суттєво відрізнятись від коефіцієнта поверхневого натягу на границі "молочний жир-плазма", яке використовується при розрахунках дослідників процесу гомогенізації.

*Висновки*. Незважаючи на широке розповсюдження процесу гомогенізації в молочній промисловості, існує брак стандартів і нормативів, які регламентують цей процес. На основі літературних даних і технологічної документації, які регламентують необхідний тиск найбільш розповсюджених – клапанних гомогенізаторів, визначена дисперсність молочної емульсії, достатня для існуючих технологій виробництва молочної продукції: 0,75–0,85 мкм.

Згідно значень поверхневого натягу на границі жир-повітря та плазма-повітря визначене значення поверхневого натягу поверхні жирової кульки, що складає 0,024 Н/м. Але, висунуте припущення, що внаслідок складності будови жирової кульки і її оболонки, хибним є загальноприйнятий підхід вважати основною характеристикою міцності оболонок жирової кульки лише поверхневий натяг.

Література:

1. Фиалкова Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография–справочник. Спб.: ГИОРД, 2006. 392с.

2. Walstra P. Homogenization. *Dairy Science and Technology*. 2006, chp. 9, p. 275-279.

3. Самойчук К. О. Розвиток наукових основ гідродинамічного диспергування молочних емульсій: дисертація … д-ра техн. наук, спец.: 05.18.12 / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків, 2018. 391 с.

4. Якубчак О. М. Фізичні та біохімічні властивості. *Молочное дело*. 2005. №12. С. 36–37.

5. Charpantier J.–C. The triplet «molecular processes - product - process» engineering: the futur of chemical engineering. Chemical Engineering Science. 2002. VoI. 57. P. 4667–4690. DOI: 10.1016/S0009-2509(02)00287-7.

6. Kwiatkowski M., Wurlitzer M., Krutilin A. et al. Homogenization of tissues via picosecond-infrared laser (PIRL) ablation: Giving a closer view on the in-vivo composition of protein species as compared to mechanical homogenization. *Journal of Proteomics*. 2016. Vol. 134. P. 193–202. DOI: 10.1016/j.jprot.2015.12.029.

7. Орешина М. Н., Космодемьяский Ю. В. Управление дисперсностью пищевых эмульсий и суспензий. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2007. №6. С. 65–67.

8. Просеков А. Ю., Курбанова М. Г. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности. *Техника и технология пищевых производств*. 2009. № 4. С. 68–71.

9. Нужин Е. В., Гладушняк А. К. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография. Одесса: Печатный дом, 2007. 264 с.

10. Инструкция по химическому контролю на предприятиях молочной промышленности; утв. М–вом мясн. и молоч. пром–сти СССР 30.12.88. Москва, 1988. 118 с.

11. De S. Special Milks. *Outlines of Technology*. Oxford University Press, 2001. P. 93–97.

12. Brunner J. E., Duncan C. W., Trout G. M., Mackenzie M. The fat-globule membrane op nonhomogenized and homogenized milk. *Journal of Food Science*. 2006. 18(1–6). P. 469–474. DOI: 10.1111/j.1365-2621. 1953.tb17739.x.

13. Fox P. F. Milk proteins: general and historical aspects. *Advanced Dairy Chemistry /* Ed.: Fox, P. F., McSweeney, Paul L. H. (Eds.). 2003. Vol. 1: Proteins. P. 1-41.

14. Lopez C., Madec M.-N., & Jimenez-Flores R. Lipid rafts in the bovine milk fat globule membrane revealed by the lateral segregation of phospholipids and heterogenous distributions of glycoproteins. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 120. P. 22–33. DOI:10.1016/j.foodchem. 2009.09. 065

15. Рид Р., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. Ленинград: Химия, 1971. 701 с.

16. Курманов А. К., Исинтаев Т. И., Рыспаев К. С. Теория дробления ингредиентов взвесей. *Известия ОГАУ*. 2013. № 1 (39). С. 48–51.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ МОЛОЧНОЇ ЕМУЛЬСІЇ ЯК ОБ'ЄКТА ГОМОГЕНІЗАЦІЇ

Самойчук К. О., Братішко В. В., Ткач В. В.

**Анотація**

У статті проаналізовані сучасні відомості про дисперсні характеристики молочної емульсії як об'єкта гомогенізації молока: розміри жирових кульок до та після гомогенізації; температурні параметри та їх вплив; стабільність жирової фази та методи її збереження; стан білкової фази молока та її зміни в процесі гомогенізації. Наведені дані з будови жирових кульок.

Відмічений брак стандартів і нормативної документації, які регламентують ступінь дисперсності жирових часток молока після гомогенізації. Для визначення необхідних розмірів жирових кульок в процесі гомогенізації до уваги прийняті такі дані: інструкція по хімічному контролю часів радянського союзу; середній розмір жирових кульок в найбільш розповсюджених – клапанних гомогенізаторах; середній розмір жирових кульок після обробки згідно

рекомендованих режимів гомогенізації (тиску) в технологічних схемах виробництва питного молока і вершків; границя дисперсності жирової емульсії молока після обробки в вакуумних, роторно-пульсаційних тощо гомогенізаторах; відповідність з United States Public Health Service про ступінь відстоювання жиру; вимоги щодо різниці вмісту жиру у плящці в процесі зберігання. В результаті аналізу визначена дисперсність молочної емульсії, достатня для існуючих технологій виробництва молочної продукції: 0,75–0,85 мкм.

Згідно значень поверхневого натягу на границі жир-повітря та плазма-повітря визначене значення поверхневого натягу поверхні жирової кульки, що складає 0,024 Н/м. Але, висунуте припущення, що внаслідок складності будови жирової кульки і її оболонки, хибним є загальноприйнятий підхід вважати основною характеристикою міцності оболонок жирової кульки лише поверхневий натяг.

***Ключові слова:*** гомогенізація молока, жирова кулька, дисперсні характеристики, поверхневий натяг жирової кульки.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ МОЛОЧНОЙ ЭМУЛЬСИИ КАК ОБЪЕКТА ГОМОГЕНИЗАЦИИ

Самойчук К.О., Братишко В. В., Ткач В. В.

**Аннотация**

В статье проанализированы современные сведения о дисперсных характеристики молочной эмульсии как объекта гомогенизации молока: размеры жировых шариков до и после гомогенизации; температурные параметры и их влияние; стабильность жировой фазы и методы ее сохранения; состояние белковой фазы молока и её изменения в процессе гомогенизации. Приведены данные по строению жировых шариков.

Отмечен недостаток стандартов и нормативной документации, регламентирующих степень дисперсности жировых частиц молока после гомогенизации. Для определения необходимых размеров жировых шариков в процессе гомогенизации во внимание приняты следующие данные: инструкция по химическому контролю времен Советского Союза; средний размер жировых шариков в наиболее распространенных - клапанных гомогенизаторах; средний размер жировых шариков после обработки согласно рекомендованных режимов гомогенизации (давления) в технологических схемах производства питьевого молока и сливок; граница дисперсности жировой эмульсии молока после обработки в вакуумных вакуумные пульсационных т.д. гомогенизаторах; соответствие с United States Public Health Service о степени отстаивания жира; требования относительно разницы содержания жира в бутылках в процессе хранения. В результате анализа определена дисперсность молочной эмульсии, достаточная для существующих технологий производства молочной продукции: 0,75–0,85 мкм.

Согласно значений поверхностного натяжения на границе жир-воздух и плазма-воздух определено значение поверхностного натяжения поверхности жирового шарика молока, которое составляет 0,024 Н/м. Выдвинуто предположение, что вследствие сложности строения жирового шарика и его оболочки, ложным является общепринятый подход считать основной характеристикой прочности оболочек жировой шарики только поверхностное натяжение.

***Ключевые слова:*** гомогенизация молока, жировой шарик, дисперсные характеристики, поверхностное натяжение жирового шарика.

# CHARACTERISTICS OF THE DISPERSED PHASE OF MILK EMULSION AS AN OBJECT OF HOMOGENIZATION

K. Samoichuk, V. Bratishko, V. Tkach

**Summary**

The article analyzes modern information about the dispersed characteristics of milk emulsion as an object of milk homogenization: size of fat globules before and after homogenization, temperature parameters and their influence, stability of fat phase and methods of its preservation, state of protein phase of milk and its changes in homogenization. Data on the structure of fat globules are given.

There is a lack of standards and regulations explaining the degree of dispersion of milk fat particles after homogenization. To determine the required size of fat globules in the process of homogenization, the following data are taken into account: instructions for chemical control of the Soviet Union; the average size of fat globules in the most common - valve homogenizers; the average size of fat globules after processing according to the recommended modes of homogenization (pressure) in technological schemes of production of drinking milk and cream; the limit of dispersion of milk fat emulsion after processing in vacuum, rotor-pulsation, etc. homogenizers; compliance with the United States Public Health Service on the degree of fat sedimentation; requirements for the difference in fat content in the bottle during storage. As a result of the analysis, the dispersion of the milk emulsion was determined, which is sufficient for the existing technologies of dairy production: 0.75–0.85 μm.

According to the values of surface tension at the border between fat-air and plasma-air, the value of surface tension of the surface of the globule is determined, which is 0.024 N/m. However, the assumption is made that due to the complexity of the structure of the fat globule and its shell, it is wrong to take the generally accepted approach to consider the main characteristic of the strength of the shells of the fat globule to be only surface tension.

***Key words:*** homogenization of milk, fat globule, dispersed characteristics, surface tension of fat globule.

УДК 621.225.001.4 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-82-92

# НАДІЙНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРІВ ПЛАНЕТАРНОГО ГІДРОМОТОРА

Панченко А. І., д.т.н, ORCID: 0000-0002-1230-1463
Волошина А. А., д.т.н., ORCID: 0000-0003-4052-2674
Панченко І. А., інженер ORCID: 0000-0003-2150-4278
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 42-04-42

*Постановка проблеми.* Надійність гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки, визначально залежить від надійності конструкцій виконавчих механізмів приводів активних робочих органів – гідромоторів. Аналіз показав, що в приводах мехатронних систем самохідної техніки найбільше застосування отримали орбітальні [1-3], героторні [4-7] та планетарні [8-10] гідромашини. На відміну від орбітальних та героторних гідромашин великими перевагами планетарних є високий момент страгування, стійкість роботи в низькому діапазоні частот обертання, форсування по тиску та забезпечення режимів роботи з високим ККД у всьому діапазоні регулювання, а також можливість їх установки безпосередньо в приводні механізми транспортерів, лебідок, бітерів, мотор-коліс і т.д.

Планетарний гідромотор, як і будь-яка гідравлічна машина об'ємної дії, є досить складним механізмом з деталями, що являють собою прецизійне з'єднання, утворене зовнішнім і внутрішнім роторами [9]. Переміщення робочої рідини між зонами з високим і низьким тиском визначає взаємодію внутрішнього і зовнішнього роторів планетарного гідромотора. Працездатний стан цих гідромоторів визначається надійністю конструкції їх роторів. Під надійністю конструкцій роторів в даній статті мається на увазі сукупність їх геометричних та кінематичних параметрів, які забезпечують необхідне переміщення роторів при русі робочої рідини.

Тому, підвищення працездатності планетарного гідромотора шляхом обґрунтування діапазону зміни геометричних та кінематичних параметрів його внутрішнього і зовнішнього роторів є важливою науковою проблемою.

*Аналіз останніх досліджень.* В даний час багато уваги приділяється виробництву, випробуванням та експлуатації шестеренних і аксіально-поршневих гідромашин об'ємного дії [11, 12]. Однак ці дослідження не можуть бути повною мірою використані при виробництві та експлуатації орбітальних та планетарних гідромоторів

© Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А.

у зв'язку з їх специфічними конструктивними особливостями.

Сьогодні в гідроприводах мехатронних систем самохідної техніки найбільш поширені орбітальні [1-3], героторні [6-7] та планетарні [8-10] гідромашини. При проектуванні орбітальних та героторних гідромашин враховані сили, що діють в зубчастому зачепленні [4, 5], компресійний стан робочої рідини [6], запропоновано програми для проектування зубчастих поверхонь [7], що враховують рівняння гідродинаміки руху рідини в робочих камерах. Запропоновано універсальну модель мехатронної системи з орбітальним гідромотором [2, 3], але не розглянуто вплив конструктивних особливостей планетарного гідромотора на вихідні характеристики мехатронної системи.

Розглянуто конструктивні особливості планетарних гідромашин [8, 10]. Основним вузлом, що лімітує ефективність роботи планетарних гідромоторів є розподільна система [13]. Запропоновано розрахункову модель робочих процесів, що відбуваються в розподільній системі [14], що дозволяє досліджувати впливу її конструктивних параметрів на вихідні характеристики планетарного гідромотора в процесі експлуатації. Обґрунтовано кінематичні схеми розподільних систем планетарних гідромашин [15, 16] з розподільними вікнами, виконаними у формі сегмента [17] і окружності [18], що покращують вихідні характеристики планетарних гідромашин. Але не розглянуто вплив конструктивних особливостей витискувальної системи (зовнішнього і внутрішнього роторів) на вихідні характеристики планетарних гідромашин.

Наведено математичні залежності для оцінки витрати робочої рідини в героторних гідромашинах [19], а також досліджені кавітаційні процеси, що відбуваються в героторних гідромашинах [20]. Запропоновано обчислювальну модель [21], в якій тиск в системі, комутований об'єм та частка повітря, що потрапляє в гідравлічну рідину, варіюються на декількох рівнях. Проведено експериментальні дослідження, що підтверджують результати моделювання [22]. Однак, в наведених роботах не досліджено вплив геометричних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів на технічний стан ланетарних гідромашин.

Розглянуто питання пов'язані з проектуванням роторів героторних гідромашин за допомогою модернізованого прикладного пакета Gero LAB [23]. Розроблено методику проектування та виготовлення роторів героторних машин [24]. Запропоновано рекомендації [25] для розробки роторів героторних машин. Однак, в наведених роботах не проводилося дослідження зміни технічного стану гідромотора в процесі експлуатації мехатронних систем приводів активних робочих органів самохідної техніки.

Обґрунтовано граничні відхилення похибки форми зубчастих

поверхонь роторів [26], досліджено вплив присадок і добавок в маслах на процеси тертя і зношування в рухомих сполученнях [27]. Представлені результати лабораторних досліджень впливу вуглецевих нанодобавок на протизносні та протизадирні властивості індустріального масла [28], але в наведених роботах не розглядалися питання, пов'язані з надійністю роторів.

Вивчено вплив зовнішнього магнітного поля на зміну параметрів адгезії при контакті намагнічених сталевих елементів кочення [29]. Теоретичні та експериментальні дослідження [30, 31] показали високу кореляцію характеру та величини зносу робочих поверхонь роторів орбітальних гідромоторів. Отримано коефіцієнти рівнянь регресії, що описують залежність швидкості зносу від параметрів обробки контактної поверхні в реальних умовах експлуатації [32]. Однак, питання поліпшення конструктивної надійності, що підвищує працездатність планетарних гідромоторів залишаються відкритими.

*Формулювання цілі статті (постановка завдання)*. Підвищення надійності планетарних гідромоторів шляхом обґрунтування діапазону зміни геометричних та кінематичних параметрів його зовнішнього і внутрішнього роторів.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– обґрунтувати початкові умови та розробити програму для моделювання процесу взаємодії зовнішнього і внутрішнього роторів, що забезпечують працездатність планетарного гідромотора;

– визначити діапазон зміни геометричних та кінематичних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів планетарного гідромотора, що забезпечують задану надійність в процесі експлуатації.

*Основна частина*. Дослідженнями причин втрати працездатності планетарних гідромоторів встановлено [9, 26, 27, 33], що основними елементами, що лімітують їх надійну і ефективну роботу, є зовнішній і внутрішній ротора.

Аналіз кінематики руху зовнішнього ротора та особливостей його контактної взаємодії з внутрішнім ротором дозволив виявити основні шляхи модернізації зовнішнього ротора планетарного гідромотора [33], спрямовані на підвищення надійності його конструкції. На підставі цього запропоновано модернізовану конструкцію зовнішнього ротора, утвореного обоймою (корпусом зовнішнього ротора) та вставленими в неї роликами (зубами). Головною відмінною рисою запропонованої конструкції є розташування роликів таким чином, що вони встановлені беззазорно, стикаючись між собою, в обоймі. Таке розташування роликів забезпечується геометричним взаємозв'язком між радіусом

розташування центрів роликів $R_2$ і радіусом ролика $r_2$. Отримана зубчаста пара представляє собою роликове зачеплення.

Для моделювання процесу взаємодії зовнішнього і внутрішнього роторів розроблена програма, яка реалізує алгоритм послідовності розрахунку параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів [33]. Запропонована програма дозволяє отримати тривимірне зображення зон допустимих сполучень, що забезпечують ефективну і надійну роботу роторів планетарних гідромоторів.

При моделювання прийняті наступні початкові умови [33]:

– в якості параметрів варіації прийняті параметри, що впливають на габаритні розміри планетарного гідромотора: радіус розташування центрів зубів (роликів) $R_2$ або радіус роликів $r_2$;

– кількість зубів $z_2$ зовнішнього ротора постійно;

– радіус розташування центрів зубів $R_1$ і радіус зуба $r_1$ внутрішнього ротора постійні.

Для побудови зон допустимих сполучень роторів в координатах (по осях) $i$, $r_1$, $G$ визначався радіус розташування центрів зубів R1 внутрішнього ротора з рівняння: $R_1 = R_2 - r_1$.

Масив значень зазорів $G$ визначався з рівняння:

$$G_i = \sqrt{\left(x_{1i} - x_{2i}\right)^2 + \left(y_{1i} - y_{2i}\right)^2} - r_1 - r_2 - G_t . \qquad (1)$$

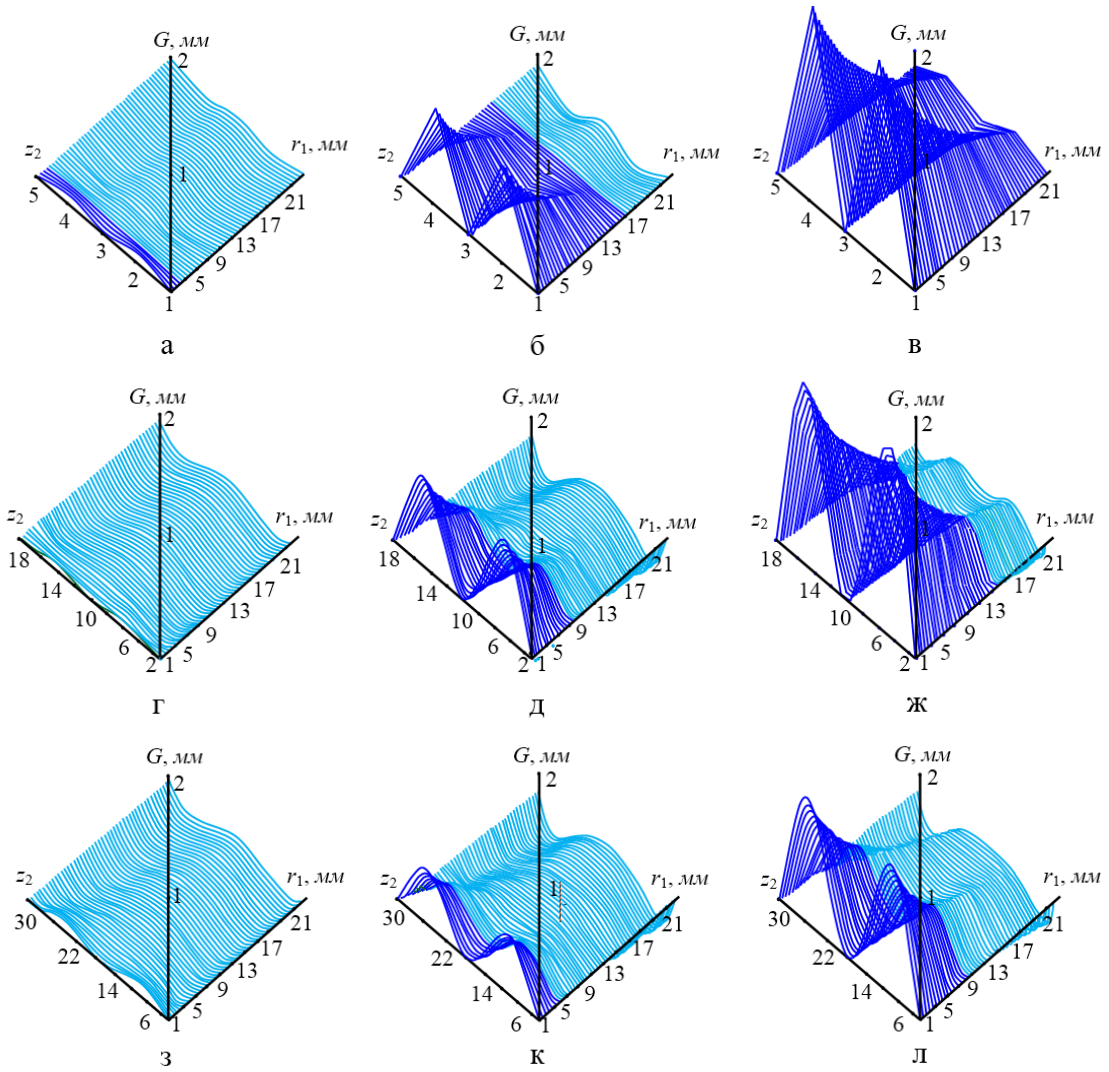
Зміни радіусу зуба $r_1$ вироблялося поступово в інтервалі значень 0,5...5,0 мм з кроком 0,1 мм.

На стадії проектування планетарних гідромоторів проведені дослідження працездатності роликового зачеплення в координатах $r_1$, $R_{20}$, $e$. Для цього визначався радіус розташування центрів зубів $R_1$ внутрішнього ротора та ексцентриситет $e$ з рівняння:

$$e = R_2 \cdot \cos\left(\pi / z_2\right) - R_1 - \sqrt{\left(r_1 + r_2\right)^2 - R_2 \cdot \sin\left(\pi / z_2\right)} . \qquad (2)$$

Для визначення поточного значення $R_2$, задається внутрішній радіус обойми $R_{20}$ під ролики. Зміни радіусу $R_{20}$ вироблялося в діапазоні від 30 до 200 мм з кроком 5мм, а радіус $r_1$ змінювався дискретно в діапазоні від 0,5 до 5 мм з кроком 0,5 мм.

Моделюванням процесу взаємодії зовнішнього і внутрішнього роторів планетарного гідромотора встановлено (рис. 1), що зі збільшенням радіуса обойми в діапазоні $R_{20}$ = 41...200 мм мінімальне значення радіуса зуба $r_1$ внутрішнього ротора зростає в 11,5...16 разів. При цьому, збільшення кількості роликів $z_2$ зовнішнього ротора від 5 до 30 супроводжується зменшенням радіуса $r_1$ в 2,8...4 рази. Зона працездатності роликового зачеплення зображена більш темним кольором, а зона непрацездатного стану роторів (гідромотора) – більш світлим кольором.




$z_2$ = 5 (а, б, в), $z_2$ = 18 (г, д, ж), $z_2$ = 30 (з, к, л); $R_{20}$ = 41 (а, г, з); $R_{20}$ = 118 (б, д, к); $R_{20}$ = 200 (в, ж, л).

Рис. 1. Зміна діаметрального зазору $G$ між роторами в залежності від їх геометричних та кінематичних параметрів.

Основні дані результатів досліджень, необхідних для проектування планетарних гідромоторів представлені в таблиці 1.

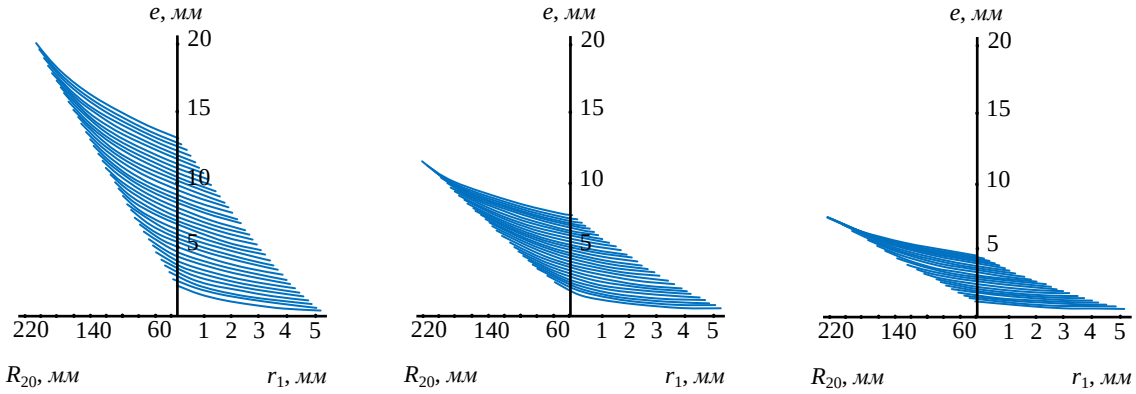
Таблиця 1 – Результати обчислень геометричних параметрів модернізованого гідромотора

| $z_2$ | $R_{20}$ = 41мм | | $R_{20}$ = 118 мм | | $R_{20}$ = 200 мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r_1$,мм | $G$, мм | $r_1$, мм | $G$, мм | $r_1$, мм | $G$, мм |
| 5 | 2,0 | 0,076 | 15,0 | 0,911 | 23,0 | 1,838 |
| 18 | 1,0 | 0,084 | 7,0 | 0,751 | 14,0 | 1,761 |
| 30 | 0,5 | 0,094 | 3,5 | 0,525 | 8,0 | 1,141 |

Аналіз отриманих результатів показує, що працездатність роликового зачеплення планетарного гідромотора, забезпечується у всьому інтервалі зміни кількості роликів (зубів) зовнішнього ротора $z_2$

= 5...30 при зміні габаритних розмірів обойми $R_{20}$ від 41 до 200 мм. Отже, запропонована конструкція зовнішнього ротора може бути використана при проектуванні планетарних гідромашин.

Кінематика взаємодії зовнішнього і внутрішнього роторів характеризується змінами ексцентриситету *e* в координатах $R_{20}$, *e*, $r_1$ (рис.2).




а) б) в)

а) – $z_2$ = 5; б) – $z_2$ = 18; в) – $z_2$ = 30.

Рис. 2. Зміна ексцентриситету е між зовнішнім і внутрішнім роторами.

Аналіз результатів моделювання показує, що при зміні габаритних параметрів обойми зовнішнього ротора в діапазоні $R_{20}$ = 41...200 мм мінімальне значення радіуса зуба внутренннего ротора зростає в 11,5...16 разів, а ексцентриситет *e* практично не змінюється.

В результаті виконаних досліджень встановлено, що збільшення кількості роликів (зубів) зовнішнього ротора від 5 до 30 супроводжується зменшенням мінімального значення радіуса $r_1$ в 2,8...4 рази та має суттєвий вплив на зміну ексцентриситету *e* від 7 до 20 мм (в 3 рази).

Таким чином, можна констатувати, що ексцентриситет планетарного гідромотора визначається кінематикою зачеплення та кількістю зубів зовнішнього і внутрішнього роторів.

*Висновки.* В результаті проведених досліджень обґрунтовані початкові умови та розроблена програма для моделювання процесу взаємодії зовнішнього і внутрішнього роторів, що забезпечують працездатність планетарного гідромотора.

Дослідження працездатності планетарного гідромотора здійснювалося шляхом моделювання процесу зміни геометричних та кінематичних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів. Встановлено, що зі збільшенням радіуса обойми зовнішнього ротора, в діапазоні 41...200 мм мінімальне значення радіуса зуба внутрішнього ротора зростає в 11,5...16 разів, а ексцентриситет між роторами практично не змінюється. Збільшення кількості роликів (зубів)

зовнішнього ротора в діапазоні 5...30 супроводжується зменшенням мінімального значення радіуса зубів внутрішнього ротора – в 2,8...4 рази та збільшенням ексцентриситету в 3 рази. Таким чином, можливо констатувати, що ексцентриситет планетарного гідромотора визначається кінематикою зачеплення та кількістю зубів зовнішнього і внутрішнього роторів.

Виконані дослідження дозволяють визначити діапазон зміни геометричних і кінематичних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів, що забезпечують задану надійність планетарного гідромотора в процесі експлуатації, а також відкривають можливість розробки типорозмірних рядів планетарних гідромоторів, що працюють в мехатронних системах приводів активних робочих органів самохідної техніки.

Література:

1. Захаров А. С., Сабельников В. И. Авиационное гидравлическое оборудование: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. 406 с.

2. Development of the universal model of mechatronic system with a hydraulic drive / A. Panchenko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2018. Vol. 4, № 7(94). P. 51–60. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.139577.

3. Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А. Модель гідравлічного приводу мехатронної системи. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 18, т. 2. С. 59–83. DOI: 10.31388/2078-0877-18-2-58-82.

4. Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K. Strength analysis of the polyoxymethylene cycloidal gears of the gerotor pump. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2014. Vol. 14, № 4. P. 647–660. DOI: 10.1016/j.acme.2013.12.005.

5. Ivanovi L., Blagojevi M., Devedži G., Assoul Y. Analitycal and Numerical Analysis of Load Gerotor Pumps. *Scientific Technical Review*, 2010. Vol. 60, № 1. P. 30-38.

6. Ivanovic L., Miric N., Devedzic G., Ćuković S. Analysis of forces and moments in gerotor pumps. *Journal of Mechanical Engineering Science*. 2010. Vol. 224, № 10. P. 2257-2269. DOI: 10.1243/09544062JMES2041.

7. Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K. Gerotor pump with POM gears: Design, production technology, research. *Archives of Civil and Mechanical Engineerin*. 2014. Vol. 14, № 3. P. 391–397. DOI:10.1016/j.acme.2013.12.008.

8. Панченко А. І. Гідромашини для приводу активних робочих органів та ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки. *Техніка АПК.* 2006. № 3. С. 11–13.

9. Панченко А. И., Волошина А. А. Планетарно-роторные гидромоторы. Расчет и проектирование: монография. Мелитополь: Люкс, 2016. 236 с.

10. Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А. Конструктивные особенности планетарных гидромоторов серии PRG. *Вісник НТУ «ХПІ». Сер. Гідравлічні машини та гідроагрегати*. Харків, 2018. № 17 (1293). С. 88-95.

11. Lisowski E., Fabiś J. Prediction of potential failures in hydraulic gear pumps. *Archives of Foundry Engineering.* 2010. Vol. 10, № 3. P. 73–76.

12. Nikolenko V., Ryzhakov A. Modelling of Operational Cycle in a Hydraulic Drive Based on Adjustable Axial Piston Hydraulic Machines. *Nauka i Obrazovanie*. 2015. № 10(9). P. 17-31. DOI: 10.7463/0915.0812337.

13. Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А. Способы распределения рабочей жидкости в планетарных гидромашинах. *Вісник НТУ «ХПІ». Сер. Гідравлічні машини та гідроагрегати*. Харків, 2016. № 20 (1192). С. 46–52.

14. Designing the flow-through parts of distribution systems for the PRG series planetary hydraulic motors / A. Panchenko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2018. Vol. 3, № 1(93). P.67–77. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.132504.

15. Voloshina A., Panchenko A., Boltyansky O., Panchenko I., Titova O. Justification of the Kinematic Diagrams for the Distribution System of a Planetary Hydraulic Motor. *International Journal of Engineering and Technology.* 2018. № 7 (4.3). P. 6–11. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19544.

16. Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А. Обґрунтування кінематичних схем розподільних систем гідромашин планетарного типу. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 18, т. 2. С. 30–49. DOI: 10.31388/2078-0877-18-2-29-48.

17. Панченко А. І., Волошина А. А., Засядько А. І. Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на функціональні параметри планетарного гідромотора. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2017. Вип. 17, т. 3. С. 33–50.

18. Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Засядько А. І. Поліпшення вихідних характеристик планетарних гідромашин. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 68–85. DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-68-85.

19. Yang D., Yan J., Tong S. Flowrate Formulation of Deviation Function Based Gerotor Pumps. *Journal of Mechanical Design*. 2010. Vol. 132, № 6. P. 064503-5. DOI:10.1115/1.4001595.

20. Velev E. Study Cavitation Gerotor Motors. *Using Computer Simulatio. XV International Scientific Conference:* Renewable Energies and Innovative Technologies, Smolyan, Bulgaria, 2016. P. 64–66.

21. Van de Ven J. D. On Fluid Compressibility in Switch-Mode Hydraulic Circuits. Part I: Modeling and Analysis. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control.* 2012. Vol. 135, № 2. 021013-021013-13. DOI: 10.1115/1.4023062.

22. Van de Ven J. D. On Fluid Compressibility in Switch-Mode Hydraulic Circuits. Part II: Modeling and Analysis. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control.* 2012. Vol. 135, № 2. 021014-021014-7. DOI: 10.1115/1.4023063.

23. Pop I. I., Marcu I. L. Interconnection possibilities for the working volumes of the alternating hydraulic motors. *Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timisoara Transactions on Mechanics. Special issue: Transactions on Mechanics:* The 6th International Conference on Hydraulic Machinery and Hydrodynamics, 2004. P. 365-370.

24. A two scale mixed lubrication wearing-in model, applied to hydraulic motors / J. Furustig et al. *Tribology International*. 2015. Vol. 90. P. 248–256. DOI: 10.1016/j.triboint.2015.04.033.

25. Development of an Integrated System for the Automated Design of a Gerotor Oil Pump / Y. J. Chang et al. *Journal of Mechanical Design.* 2006. Vol. 129, № 10. P. 1099-1105. DOI:10.1115/1.2757629.

26. Panchenko A., Voloshina A., Milaeva I., Panchenko I., Titova O. The Influence of the form Error after Rotor Manufacturing on the Output Characteristics of an Orbital Hydraulic Motor. *International Journal of Engineering and Technology.* 2018. Vol. 7, № (4.3). P. 1–5. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.3.19542.

27. Voronin S., Dunaev A. Effects of electric and magnetic fields on the behavior of oil additives. *Journal of Friction and Wear*. 2015. Vol. 36, № 1. P. 33-39.

28. Voronin S., Suranov A., Suranov A. The effect of carbon nanoadditives on the tribological properties of industrial oils. *Journal of Friction and Wear.* 2017. Vol. 38, № 5. P. 359-363.

29. Research into frictional interaction between the magnetized rolling elements / S. Voronin et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2017. Vol. 5, № 89. P. 11-16.

30. Design of Rotor for Internal Gear Pump Using Cycloid and Circular-Arc Curves T. Choi et al. *Journal of Mechanical Design*. 2012. Vol. 134, № 1. P. 011005-12. DOI:10.1115/1.4004423.

31. Teeth Clearance and Relief Grooves Effects in a Trochoidal-Gear Pump Using New Modules of GeroLAB / P. J. Gamez-Montero et al.

*Journal of Mechanical Design.* 2012. Vol. 134, № 5. P. 054502-7. DOI: 10.1115/1.4006440.

32. Study of the predominant defect development in rails of underground systems after preventive grinding and lubrication / S. Voronin et al. *MATEC Web of Conferences.* 2017. Vol. 116. 03005.

33. Panchenko A., Voloshina A., Panchenko I., Titova O., Pastushenko A. Reliability design of rotors for orbital hydraulic motors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019. Vol. 708, № 1. 012017. DOI: 10.1088/1757-899X/708/1/012017.

## НАДІЙНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРІВ ПЛАНЕТАРНОГО ГІДРОМОТОРА

Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А.

**Анотація**

Працездатний стан планетарних гідромоторів, визначається надійністю конструкцій зовнішнього і внутрішнього роторів. Під надійністю конструкцій роторів мається на увазі сукупність їх геометричних і кінематичних параметрів, які забезпечують необхідне переміщення роторів при русі робочої рідини. В роботі обгрунтовані початкові умови і розроблена програма для моделювання процесу взаємодії роторів, що забезпечують працездатність планетарного гідромотора. Дослідження працездатності планетарного гідромотора здійснювалося шляхом моделювання процесу зміни геометричних і кінематичних параметрів зовнішнього і внутрішнього роторів. Виконані дослідження дозволяють визначити діапазони зміни геометричних та кінематичних параметрів роторів, що забезпечують задану надійність планетарного гідромотора в процесі експлуатації, а також відкривають можливість розробки типорозмірних рядів планетарних гідромоторів, що працюють в мехатронних системах приводів активних робочих органів самохідної техніки.

***Ключові слова*:** мехатронна система, планетарний гідромотор, надійність конструкції, зовнішній ротор, внутрішній ротор.

## НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ РОТОРОВ ПЛАНЕТАРНОГО ГИДРОМОТОРА

Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.

**Аннотация**

Работоспособное состояние планетарных гидромоторів, определяется надежностью конструкций внешнего и внутреннего роторов. Под надежностью конструкций роторов подразумевается совокупность их геометрических и кинематических параметров, обеспечивающих необходимое перемещение роторов при движении рабочей жидкости. В работе обоснованы начальные условия и разработана программа для моделирования процесса взаимодействия роторов, обеспечивающих работоспособность планетарного гидромотора. Исследования работоспособности планетарного гидромотора осуществлялось путем моделирования процесса изменения геометрических и кинематических параметров роторов. Выполненные исследования позволяют определить диапазон изменения геометрических и кинематических параметров внешнего и внутреннего роторов, обеспечивающих заданную надежность планетарного

гидромотора в процессе эксплуатации, а также открывают возможность разработки типоразмерных рядов планетарных гидромоторов, работающих в мехатронных системах приводов активных рабочих органов самоходной техники.

***Ключевые слова*:** мехатронная система, планетарный гидромотор, надежность конструкции, внешний ротор, внутренний ротор.

## RELIABILITY DESIGN OF ROTORS IN PLANETARY HYDRAULIC MOTOR

A. Panchenko, A. Voloshina, I. Panchenko

**Summary**

The reliability of the hydraulic drives of mechatronic systems of self-propelled equipment depends on the reliability of the designs of the hydraulic motors used in them. The greatest application in mechatronic systems drives is received by planetary hydraulic motors, since their main advantage is the ability to install them directly in the drive mechanisms of conveyors, winches, motor- wheels, etc. The operational state of planetary hydraulic motors is determined by the reliability of the structures of the external and internal rotors. Reliability of rotor designs means the totality of their geometric and kinematic parameters, providing the necessary movement of the rotors during the movement of the working fluid. The initial conditions are substantiated in the work and a program is developed for modeling the process of interaction between the external and internal rotors, ensuring the operability of the planetary hydraulic motor. The planetary hydraulic motor operability studies were carried out by modeling the process of changing the geometric and kinematic parameters of the external and internal rotors. It is established that with an increase in the radius of the cage of the outer rotor, the minimum radius of the tooth of the inner rotor increases, and the eccentricity between the rotors practically does not change. An increase in the number of rollers (teeth) of the outer rotor is accompanied by a decrease in the minimum radius of the inner teeth and an increase in eccentricity. Thus, it can be stated that the eccentricity of the planetary hydraulic motor is determined by the kinematics of gearing and the number of teeth of the external and internal rotors. The studies performed allow us to determine the range of geometric and kinematic parameters of the external and internal rotors that provide the given reliability of the planetary hydraulic motor during operation, and also open the possibility of developing standard-sized series of planetary hydraulic motors working in mechatronic drive systems of active working bodies of self-propelled vehicles.

***Key words*:** mechatronic system, planetary hydraulic motor, structural reliability, external rotor, internal rotor.

УДК 631.36:664.72 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-93-107

# АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙОМУ, ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ЗАКЛАДАННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Чурсінов Ю. О., д.т.н., ORCID: 0000-0001-4251-6375
Ковальова О. С., к.т.н., ORCID: 0000-0001-9113-8926
Калина В. С., к.т.н., ORCID: 0000-0002-3061-3313
Пилипенко Г. О., магістр*
*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*
Хомик Н. І., к.т.н.
*Тернопільський технічний університет*
Lehmann Ch.
*GmbH INOGET Germany*
Тел. (056) 713-51-46

*Постановка проблеми.* Поширення засобів і схем автоматизації технологічних процесів, таких як управління і контроль маршрутів переміщення зернових продуктів по виробничим дільницям, контроль терміну роботи кожної технологічної зв'язки машин і обладнання, отримання відгуку по реальним параметрам, що відбуваються всередині технологічного комплексу, змушує розглядати актуальні проблемні питання оптимізації.

*Аналіз останніх досліджень.* На прикладі крупних зернопереробних підприємств України, переважно олієекстракційних заводів, постійно спостерігається велика кількість вантажівок, які очікують на термін розвантаження насіння олійних культур, а на зернових елеваторах – будь-яке насіння [1, 2]. Причин багато. Це і не чітка організація транспортних ланок, застаріла або недосконала схема відбору проб і проведення аналізу зерна на якісні характеристики, що спричиняє затримку транспортних засобів, це і відсутність технічних пристроїв швидкого розвантаження транспорту, зокрема автомобілів з причепами, це і схеми заїзду, розвороту на існуючих ділянках і виїзду великовантажних транспортних засобів, це і об'єми приймальних бункерів і продуктивності прийому зерна з них на технологічні операції переробки або складування на резервні запаси в силоси [3–5].

За даними Мінагрополітики в Україні у 2018 році отримано 70,1 млн тон зернових культур [6–8], зокрема – 24,5 млн тон пшениці, 7,3 млн ячменю, 407 тис. тон жита, 35,5 млн тон кукурудзи,

© Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Калина В. С., Пилипенко Г. О., Хомик Н. І., Lehmann Ch.
* *Науковий керівник* – д.т.н., професор Чурсінов Ю.О.

130 тис. тон гречихи. Крім того – 13,7 млн тон соняшнику і 4,4 млн тон сої, 2,6 млн тон рапсу.

Усі вищеперераховані зернові об'єми необхідно завантажити, транспортувати, перевірити на якість, направити на переробні лінії або на складування, що включає колосальний об'єм робот і наявність у такій логістичній системі вузьких місць, утворює «затори», які порушують складний технологічний цикл, у якому повинна бути присутня синхронність та безперервність.

Концептуально це може виглядати як оптимізована система, в якій необхідно мати безперервний збір даних, включаючи транспортні супроводжуючі документи, реєстрацію водіїв, вибірку, аналіз зразків, зважання, відстеження та інше, управління в режимі реального часу.

У рамках встановлення об'єктів також необхідно спростити потік транспортних засобів на території підприємства.

Щоб уникнути існуючого протилежного руху, вихід рекомендується перенести на інший бік підприємства, як наслідок, на більшості підприємств існує тільки один напрямок руху транспортних засобів.

*Формулювання цілей статті.* З метою зменшення вузьких місць пропонується інноваційна система автоматичного відбору проб зерна з транспортних засобів, яка в значній мірі сприяє вирівнюванню і прискоренню потоку зерна, яке повинно бути направлено на подальшу переробку або зберігання.

*Основна частина*. Проект концепції INOGET передбачає ці вимоги програмно-логістичного комплексу, який складається з реєстрації водія, автоматизованого відбору проб та аналізу, контролю справжності та контролю процесу прийому, враховуючи обмін контактами з існуючою системою управління процесом. Необхідною умовою для цього було автоматизація всіх відповідних етапів процесу, це єдиний спосіб оптимізувати логістичний процес у значній мірі.

Для впровадження системи керування водієм враховують реєстрацію /зняття з обліку/, автоматизований аналіз зерна та інтеграцію балансу, що запропоновано компанією GmbH Bitzer.

В цьому випадку рекомендується наявність таких компонентів, як: модернізація існуючих вантажних дуплексних зернових ваг; обов'язкова наявність поздовжньо-автоматичного пробовідбірника, який забезпечує відбір проб по схемі повної довжини транспортного засобу; автоматичне пневмотранспортування зразків і підготовка проб до лабораторії; програма Bitzer, що враховує спеціальне програмування; самообслуговування водія на території підприємства. Загальна концепція зображена на рис. 1.

Більшість зернових підприємств при лабораторіях відбору проб мають, як правило, пробовідбірники точкові Racoraf з радіусом дії від

4,4 до 6 м або чотирьох секційні шнекові типу А1-УП2-А [9–12], технічні характеристики яких не дозволяють відібрати проби зерна з транспортних засобів збільшеної довжини, або з причепами.

Водій може заїхати до зони відбору проб і припаркуватись. Після парковки транспортного засобу проїжджає під пробовідбірник, обов'язково рейковий, автоматичний довжиною до 24 м, а водій реєструється в терміналі зі штрих-кодом.

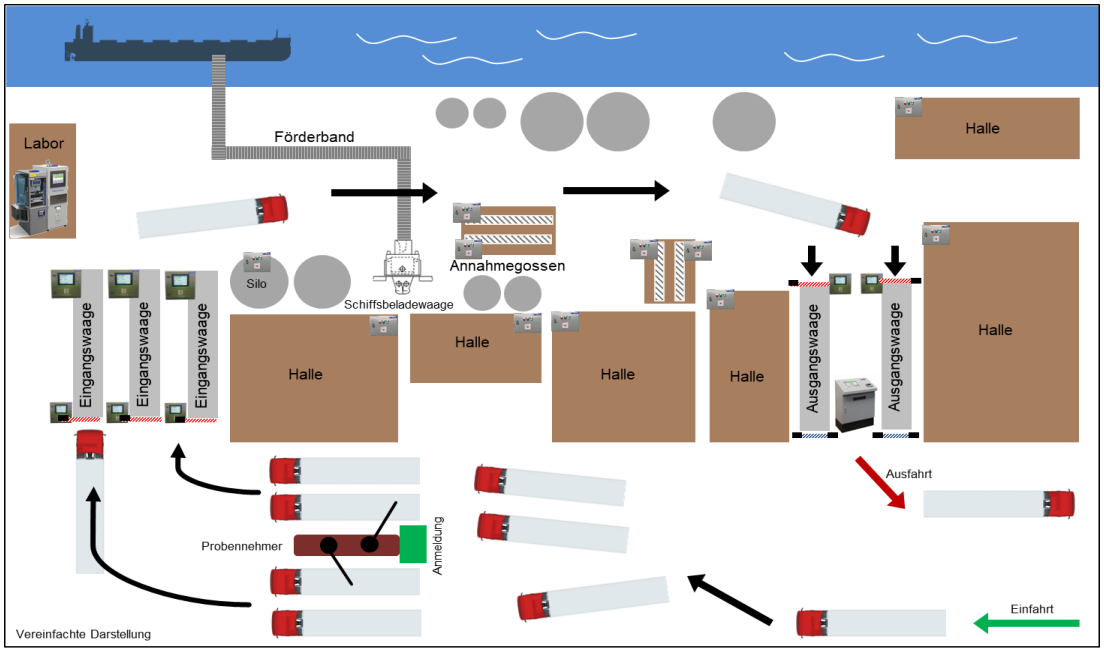



Рис. 1. Загальний вигляд процесу логістики на території підприємства.

За допомогою реєстрації штрих-кодів програмне забезпечення розпізнає транспортний засіб та його вміст відповідно до груп олійних або зернових продуктів і направляє його відповідно до груп продуктів.

Оператор бере пробу в автоматичному режимі і всі переміщення пробовідбірника до кількох точок відбору проб, включаючи підйом і опускання зонда, і повернення до стояночного положення повністю автоматичні. Зонд переміщується до підлоги автомобіля, а потім знову повертається. Точність приводів без ковзання забезпечує абсолютно точне позиціонування.

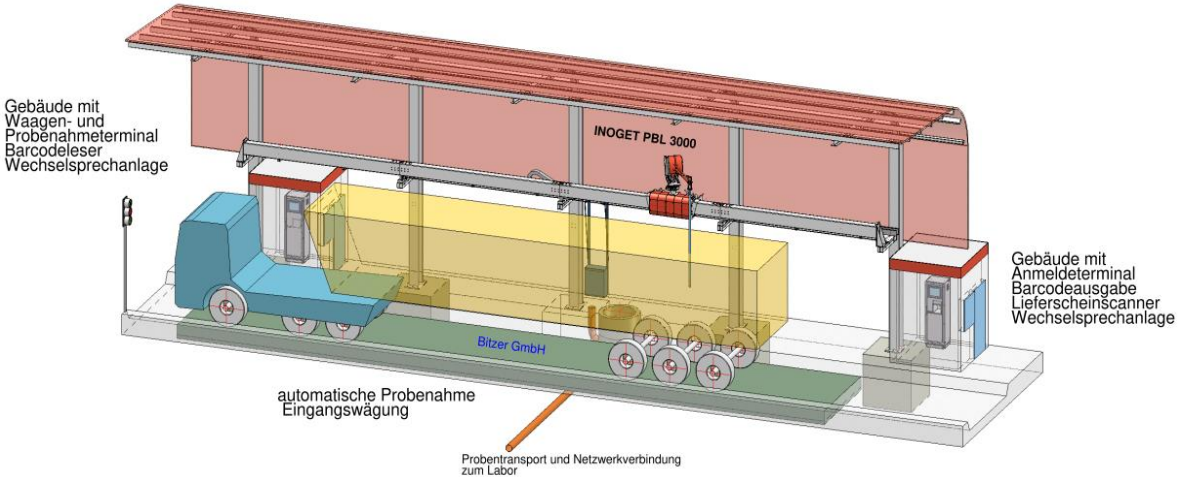



Рис. 2. Зразкове представлення структури надходження товарів з реєстрацією водія, взяття проби та зважування вхідних даних.

Рис. 3. Реалізація надходження товарів з реєстрацією водія та взяття проби.

Якщо можлива пряма вибірка (взяття проби) з транспортного засобу, то це економить час. Транспортний засіб виходить з зони відбору проб, в той час пробовідбірник знаходиться вже в початковому положенні, а транспортування зразка вже здійснюється в лабораторії, розташованій на відстані.

В приміщенні перед лабораторією матеріал зразка поділяють відповідно до групи продуктів шляхом гомогенізації та оптимального об'ємного дозування і знову автоматично готуються до лабораторної обробки. Об'ємна доза забезпечує те, що не надто багато матеріалу зразка надходить у лабораторію. Надлишковий матеріал збирають у двох надлишкових контейнерах для олійного зерна і зерна, зерно додатково пропускають через електричне сито.

Рис. 4. Лабораторне приміщення з контейнерами для залишків зерна з відібраних проб.

Проба повинна бути запитана тільки персоналом лабораторії шляхом натискання кнопки з підсвічуванням. Весь цей процес знову повністю автоматичний. Паралельно з виходом зразка роздруковується відповідний штрих-код відповідно до аналізу.

Рис. 5. Підготовка зразків у лабораторії.

Зернова виробнича лабораторія вже паралельно аналізує продукт раніше взятого зразка. Ще до аналізу співробітники лабораторії здійснюють ручний візуальний контроль і органолептичний контроль з урахуванням зараження жуком тощо. Якщо тут виявлені дефекти, доставка може бути відхилена до початку аналізу зерна.

Традиційно для аналізу якості зерна послідовно експлуатується декілька приладів, таких як лабораторні ваги, машини для відбору, машини для цільного зерна та лічильники корпусів. Реалізація окремих кроків займає багато часу. Значна економія часу і автоматизація тут досягаються за рахунок використання машини для відбору проб, яка об'єднує окремі компоненти для визначення значень якості зернових в одному пристрої. Операція виконується централізовано на сенсорному екрані.

На першому етапі визначають загальну масу зразка. Після цього пробу очищають, а окремі компоненти, хороші зерна, сортовані товари та невідповідні частини визначають за допомогою каліброваних ваг. Згодом всі відповідні значення якості зернових культур визначаються в інтегрованому цілому зерні. Крім того, автомат зразків перевіряє безпосередньо в цільовому/фактичному порівнянні, чи відповідає поставлена якість узгодженої цільової якості з системи управління товарами. Якщо це не так, доставка автоматично відхиляється, і водій отримує відповідну квитанцію про відхилення на балансовому терміналі.

Рис. 6. Лабораторія зерна з автоматичними аналізаторами проб.

Завдяки автоматичному пробовідбірнику значення якості доступні протягом двох хвилин і автоматично присвоюються процесу в системі Bitzer Agrar. Після завершення процесу етикетка автоматично друкується для забезпечення відстеження та ідентифікації зразка зерна. Крім того, в процес інтегруються пристрої підрахунку випадків. Значення якості можна побачити безпосередньо оператором у сусідньому офісі, а транспортний засіб може бути відправлений на жолоб або інший пункт розвантаження (наприклад, ангар) відповідно до поставленої якості.

Процес зважування виконується на вагах, де водій спочатку повинен сканувати його карту у нульовій точці термінал, де автоматичне обнульовується автомобільна шкала. Потім відкривається шлагбаум і водій може заїхати на шкалу. У цьому терміналі карта знову сканується і спрацьовує першезважування. Після цього водій буде роздрукована друга карта, яка містить інформацію щодо розвантаження, до якої необхідно підіїхати (яка раніше була визначена оператором сілоса). Якщо аналіз якості та призначення до пункту розвантаження ще не були визначені після проведення початкового зважування, водій на ваговому терміналі повідомляється, що він повинен чекати результату на місці.

Прибувши на вивантаження водій може ідентифікувати себе на терміналі. Перевірка правдоподібності виконується у фоновому режимі. Якщо призначення правильне, затвор відкривається, і розвантаження може розпочатися.

Після вивантаження водій йде до виходу. Перед автомобільними вагами знаходиться також нульовий термінал. Після сканування картки, відповідна шкала скидається і шлагбаум відкривається. Бічні бетонні опори та додаткові світлові бар'єри також контролюють правильне положення вантажного автомобіля на ваговій шкалі. Тепер водієві на самообслуговуванні доводиться ідентифікувати себе з карткою, щоб викликати зважування. Після другого зважування водій отримує попередній перегляд накладної, яку він підписує на вбудованому блокноті. Потім він отримує роздруківку накладної. Процес успішно завершується в системі BITZER AGRAR, автоматично передається в систему управління товарами, а двері ролетів на виході відкриваються.

Рис. 7. Вихідні ваги з нульовими граничними терміналами та бар'єрними системами.

Виробнича лабораторія згідно отриманих проб зерна відібраних рейковим автоматичним пробовідбірником типу INOGET «LUCHS» PBL 3000 (описано в джерелі 3), перевіряє якість зерна, а залишки проб транспортує в резервний контейнер. Загальні схеми відбору,

транспортування та обробки проб в лабораторію, наведені на рис. 8, 9 і 10.

Рис. 8. Транспортування / підготовка проби.

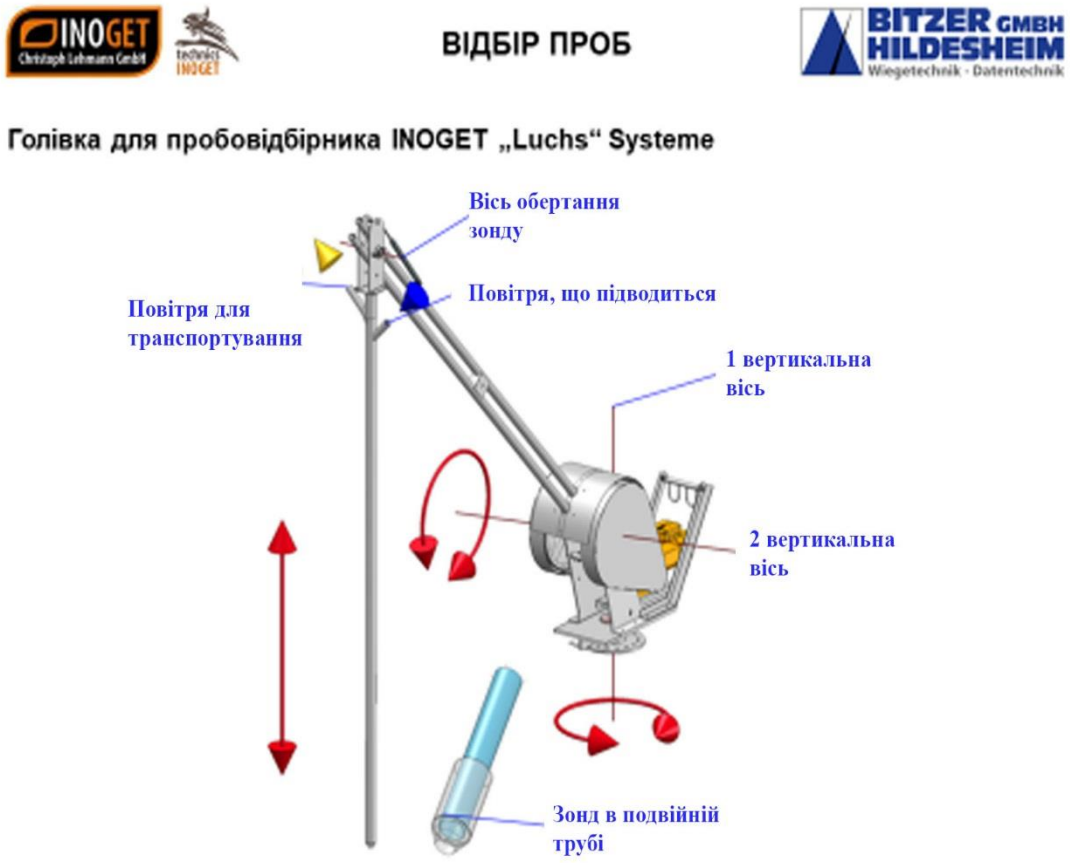



Рис. 9. Відбір проб.

Рис. 10. Транспортування / підготовка проби.

Аналіз проб зерна здійснюється на автоматичному лабораторному обладнанні по визначенню засміченості, на предмет вмісту чистого зерна, дрібного зерна та сумішей. Повна оцінка забрудненості обладнанням системи Bitzer здійснюється згідно схеми (рис. 11) і аналізаторів (рис. 12 та 13).

Рис. 11. Аналіз зернових.

Рис. 12. Автоматичний аналізатор якості зерна BITZER.

Аналізатор якості зерна забезпечує отримання якісних характеристик зернової проби впродовж 2 хв. (рис. 13).

Рис. 13. Обладнання для визначення засміченості.

*Висновки.* Використання запропонованих в аналітичному дослідженні логістичних схем руху вантажного транспорту на зважування зерна, відбір проб, розвантаження та виїзд з території підприємства, схем відбору і обробки зернових проб з отримання результатів забезпечує безперервний технологічний процес руху зернового потоку на складування або переробку.

Прискорення процесу прийому стало можливим завдяки тому, що всі окремі процеси від реєстрації транспортного засобу, відбору проб, процесів зважування та аналізу зерна до підготовки накладних для різних транспортних засобів можуть працювати паралельно через

послідовну автоматизацію. Як результат, термін відстою транспортних засобів може бути мінімізований шляхом автоматизації окремих процесів.

Пропускна здатність від першого до другого зважування транспортного засобу, таким чином, зазвичай становить лише близько 15 хвилин. Якщо, наприклад, конвеєрні шляхи перемикаються з одного виду зерна на інший, виникають додаткові часи очікування.

Якщо орієнтуватись на довгострокову перспективу, замовник зацікавлений у забезпеченні системи, може вносити корегування в ході виконання проекту. Обмінюючись контактами з системою управління технологічними процесами, можна керувати підключеними системами і забезпечувати послідовне зберігання і пропускну здатність матеріалу. Створення сканера документів для транспортних супровідних документів може забезпечити до переходу до безпаперового офісу.

Література:

1. Эффективный элеватор или как сделать бизнес прибыльным / А. Купченко и др. *Хранение и переработка зерна*: електрон. версія жур. URL: http://hipzmag.com/sobytiya/effektivnyj-elevator-ili-kak-sdelat-biznes-pribylnym/ (дата звернення: 21.03.2020).

2. Васильєва К. О. Особливості технологічної схеми шляху зерна для прийому, зберігання та відгрузки по елеваторному підприємству ТОВ «ОЙЛТРАНСТЕРМІНАЛ». *Вісник МНАУ*. 2017. Вип. 2(10). С. 39-45.

3. Домбровська, Н. О. Особливості формування логістичних ланцюгів з експорту рослинних олій в Україні. *Економіка харчової промисловості*. 2015. Т. 7, № 3. С. 8-14.

4. Захарченко О. Г. Енергетичний менеджмент логістичної системи виробництва і збуту насіння соняшника в сільськогосподарських підприємствах : дис. ... канд. економ. наук: 08.00. 04. Мелітополь, 2017. 216 с.

5. Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Кюрчева Л. М. Перспективний підхід у зберіганні зернових культур. *Machinery & Energetics*. 2019. Vol. 10, № 1. P. 195-201.

6. Приходько Д. С., Прокопенко Е. А., Сикачина А. В. Прогнозная модель зернового баланса. *Економіка АПК*. 2014. № 3. С. 36-41.

7. Набок, І. І., Григор'єва І. О. Україна на світовому ринку зернової продукції. *Стратегія розвитку України*. 2019. № 2. С. 124-128.

8. Побоченко Л. М., Циганков Е. В. Місце України на світовому продовольчому ринку. *Стратегія розвитку України*. 2015. № 2. С. 98-104.

9. Чурсінов Ю. О., Анзенко Д. С., Столярчук Є. О. Аналітичний огляд процесу та обладнання для взяття проб. *Журнал хранения и переработки зерна*. 2018. № 8. С. 36-38.

10. Глеваський В. І. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів агробіотехнологічного факультету за кредитно-модульною системою навчання. Біла Церква, 2014. 133 с.

11. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский и др.; под. ред. Л. А. Трисвятского. 4-е изд. Москва: Агропромиздат, 1991. 415 с.

12. Машини і обладнання для зберігання та комплексноі обробки зерна : навч. посібник / А. С. Кобець та ін. Дніпропетровськ, 2014. 766 с.

# АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙОМУ, ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ЗАКЛАДАННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Калина В. С., Пилипенко Г. О., Хомик Н. І., Lehmann Ch.

**Анотація**

Розглянуто питання обґрунтування використання сучасних логістичних схем прийому, перерозподілу, вивантаження, оперативного визначення якості та направлення потоків зернових мас по призначенню на елеваторах, зернопереробних підприємствах, які переробляють насіння злакових і олійних культур.

В нашому конкретному випадку досліджено цілеспрямованість виконання комплексного процесу логістики – прийому, відбору проб, якісного та швидкого автоматизованого аналізу зернових продуктів, рішенням щодо усунення вузьких місць загальної зернопереробної системи.

Запропоновано проект концепції INOGET, що передбачає вимоги програмно-логістичного комплексу, який складається з реєстрації водія, автоматизованого відбору проб та аналізу, контролю справжності та контролю процесу прийому, враховуючи обмін контактами з існуючою системою управління процесом. Необхідною умовою для цього є автоматизація всіх відповідних етапів процесу – це єдиний спосіб оптимізувати логістичний процес у значній мірі.

У рамках встановлення об’єктів спрощено потік транспортних засобів на території підприємства. Для уникнення існуючого протилежного руху, вихід рекомендовано перенести на інший бік підприємства.

***Ключові слова:*** технологічний комплекс, автоматизація, логістика, оцінка якості, система, процеси, зернові потоки, зважування, транспортні засоби.

# АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА, ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ЗАКЛАДЫВАНИЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПЕРЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Чурсинов Ю. А., Ковалева Е. С., Калина В. С., Пилипенко Г. А., Хомик Н. И., Lehmann Ch.

**Аннотация**

Рассмотрены вопросы обоснования использования современных логистических схем приема, перераспределения, выгрузки, оперативного определения качества и направления потоков зерновых масс по назначению на элеваторах, зерноперерабатывающих предприятиях, которые перерабатывают семена злаковых и масличных культур.

В нашем конкретном случае исследовано целеустремленность выполнения комплексного процесса логистики - приема, отбора проб, качественного и быстрого автоматизированного анализа зерновых продуктов, решением по устранению узких мест общего зерноперерабатывающей системы.

Предложен проект концепции INOGET, предусматривающий требования программно-логистического комплекса, который состоит из регистрации водителя, автоматизированного отбора проб и анализа, контроля подлинности и контроля процесса приема, учитывая обмен контактами с существующей системой управления процессом. Необходимым условием для этого является автоматизация всех соответствующих этапов процесса – это единственный способ оптимизировать логистический процесс в значительной степени.

В рамках установления объектов упрощен поток транспортных средств на территории предприятия. Во избежание существующего противоположного движения, выход рекомендуется перенести на другую сторону предприятия.

***Ключевые слова:*** технологический комплекс, автоматизация, логистика, оценка качества, система, процессы, зерновые потоки, взвешивание, транспортные средства.

# PERSPECTIVE ANALYTICAL STUDY RECEPTION AUTOMATION PROCESSES, QUALITY ASSESSMENT AND GRAIN LAYING AT GRAIN PROCESSING PRODUCTION

Yu. Tchoursinov, O. Kovaliova, V. Kalyna, G. Pylypenko, N. Khomyk, Ch. Lehmann

**Summary**

The questions of the rationale for the use of modern logistic schemes for receiving, redistributing, unloading, operational determination of the quality and direction of the flows of grain masses for their intended purpose at elevators, grain processing enterprises that process seeds of cereal and oilseeds are considered.

In our particular case, the purposefulness of the implementation of the integrated logistics process was studied – receiving, sampling, high-quality and fast automated analysis of grain products, the decision to eliminate bottlenecks in the overall grain processing system.

The project of the INOGET concept has been republished, transferring the vimogs to the program-logic complex, storing it from the registration water, automated sample collection and analysis, reference monitoring and monitoring the process of reception, and the possibility of exchanging the contacts with the necessary information.

A neces – sary mind for the whole є automation of all of these processes is the process of optimizing the logistic process of a significant world.

Components such as upgrading existing freight duplex grain scales are recommended; mandatory is the presence of a longitudinally automatic sampler that provides sampling according to the scheme of the full length of the vehicle; automatic pneumatic transportation of samples and sample preparation to the laboratory; program Bitzer, taking into account special programming; driver self-service on the territory of the enterprise.

Acceptance process is accelerated due to the fact that all separate processes from vehicle registration, sampling, weighing and grain analysis processes to preparation of invoices for various vehicles can work in parallel through sequential automation.

***Key words:*** technological complex, automation, logistics, quality estimation, system, processes, grain flows, weighing, transport vehicles.

УДК 664.002.5 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-108-114

# ЗНИЖЕННЯ ПІНОУТВОРЕННЯ ПРИ РОЗЛИВІ ХАРЧОВИХ РІДИН

Змєєва І. М., к.т.н. ORCID: 0000-0002-0053-1501
*Подільський державний аграрно-технічний університет*
Ялпачик В. Ф., д.т.н. ORCID: 0000-0002-0349-2448
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (03849) 6-83-97

*Постановка проблеми.* Технологічна ефективність процесу розливу у значній мірі визначає показники роботи всієї лінії розливу. Вона залежить від багатьох факторів, які можуть бути розбиті на дві групи: фактори, що обумовлені технологічними властивостями харчової рідини, а також фактори, що залежать від режиму роботи та параметрів розливального пристрою та умов його експлуатації.

Фактори, що обумовлені технологічними властивостями харчової рідини мають значний вплив, оскільки розлив різних харчових рідин, що відрізняються властивостями, на одній й тій самій установці при однаковому режимі роботи може дати різні результати [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Для досягнення високої технологічної ефективності процесу розливу, необхідно встановити режим процесу розливу з урахуванням властивостей харчової рідини. Основними технологічними показниками процесу розливу, що впливають на продуктивність та точність дозування, є час наповнення одиниці тари, швидкість витікання харчової рідини з дозуючого пристрою, які в свою чергу залежать від фізико - хімічних властивостей харчових рідин. Суттєвий вплив на вихідний продукт мають й конструктивні параметри дозуючого обладнання, а саме висота стовпа рідини в розливному пристрої, геометрія направляючої (кут нахилу), висота підйому манжети відносно направляючої.

*Аналіз останніхї досліджень.* Піноутворення - процес створення дисперсної системи, яка складається із рідини та розподілених у ній бульбашок газу. Явище піноутворення часто трапляється в різних технологічних процесах, пов'язаних з багатофазними (дисперсними) системами. Інколи піноутворення корисне, в інших випадках доводиться вживати спеціальні заходи для боротьби з ним. Піноутворення, яке використовується в технологічних процесах, наприклад, при виготовленні різноманітних газонаповнених коктейлів, слід віднести до категорії корисних. А піноутворення, яке має місце при аерації в дріжджовому виробництві, при розливанні деяких видів овочевих і

© Змєєва І. М., Ялпачик В. Ф.

фруктових соків, слід віднести до категорії шкідливих явищ, які ускладнюють проведення основного процесу. Утворення піни при цьому веде до зменшення коефіцієнта заповнення тари, збільшує втрати продукту і може стати причиною виходу з ладу технологічного обладнання [7, 8, 10].

Піни, комірчасті дисперсні системи, що є сукупністю бульбашок газу (пари), розділених тонкими прошарками рідини. Піни за розміром бульбашок відносяться до грубодисперсних систем; загальний об'єм укладеного в них газу може в сотні разів перевершувати об'єм дисперсійного середовища – рідини, що знаходиться в прошарках. При формуванні високократних пін, бульбашки перетворюються на багатогранні (поліедричні) вічка, а рідкі прошарки – в плівки завтовшки декілька сотень, інколи декілька десятків *нм.* Такі плівки утворюють просторовий каркас, що володіє деякою пружністю і міцністю. Тому піни мають властивості структурованих систем. Піни найчастіше одержують пропусканням бульбашок газу (повітря) через розчин піноутворювача, або шляхом інтенсивного перемішування розчину піноутворювача. Бульбашки газу оточуються адсорбційним шаром піноутворювача, спливають на поверхню де розтягують адсорбційний поверхневий шар, утворюючи таким чином двошарові плівки. Якщо ці плівки достатньо міцні, то утворюється піна.

Піни, як і всі дисперсні системи, отримують методами диспергування і конденсації. Методом диспергування піни отримують шляхом перемішування або барботування газів у рідину. Конденсаційний метод заснований на зміні фізичного стану розчину (при підвищенні температури розчину або зменшення зовнішнього тиску), що призводить до пересиченості його газом.

Існують два типи пін: нестійкі піни з невеликим часом життя і стабільні піни. Ці типи пін досліджують різними методами. Нестійкі піни, як правило, характеризують методом Бікерман. Стабільні піни характеризуються піноутворюючою здатністю і стійкістю. Мірою здатності піноутворення є обсяг піни відразу після її утворення, а мірою стійкості – час життя піни. Розчини багатьох білків мають дуже низьку піноутворювальну здатність, але утворюють високостійкі піни, в той час як розчини деяких поверхнево-активних речовин (ПАР) виявляють високу піноутворюючю здатність, але погану стійкість пін.

Першою стадією процесу піноутворення є утворення газової емульсії (емульсії газ – розчин поверхнево активних речовин). На міжфазній поверхні бульбашок утворюється адсорбційний шар поверхнево-активних речовин (ПАР). При утворенні бульбашок на поверхні розчинів формується плівчастий каркас піни, який характеризується тим, що прошарки рідини між адсорбційними шарами ПАР на бульбашках піни взаємопов’язані, за рахунок чого утворюється

єдина структура. Структура піни визначається співвідношенням об’ємів газової і рідкої фаз.

Утворення піни, або спінювання, відбувається при диспергуванні газу в рідкому середовищі і під час виділення нової газової фази в об'ємі рідини. Виникнення стійких високодисперсних пін обумовлено присутністю в рідині стабілізаторів піни, або піноутворювачів. Ці речовини полегшують спінювання і утрудняють відтік рідини (дренаж) з пінних плівок, перешкоджаючи коалесценції (злиттю) бульбашок. Діють вони так само, як стабілізатори емульсій і ліофобних колоїдних систем, знижують поверхневе натягнення і створюють адсорбційно-сільватний шар з позитивним розклинюючим тиском. У водних середовищах особливо ефективні мила, милоподібні поверхнево-активні речовини і деякі розчинні полімери, створюючі на кордоні рідини з газом шари з явно вираженими структурно-механічними властивостями. Збільшення в'язкості дисперсійного середовища підвищує стійкість пін. Чисті рідини з низькою в'язкістю не утворюють піну.

Ряд технологічних процесів, особливо в хімічній, текстильній і харчовій промисловості, супроводжується небажаним піноутворенням. Для руйнування піни (піногасіння) або її запобігання в світі використовують протипінні речовини, або піногасники. Ефективні піногасники – поверхнево-активні речовини, що витісняють з поверхні рідини піноутворювачі, але не самі здатні забезпечити стабілізацію піни. До їх числа відносяться різні спирти, ефіри, алкиламіни, інколи піни руйнують дією високих температур, механічною дією або просто «відстоюванням».

*Постановка завдання*. Метою статті є вивчення піноутворення під час технологічної операції – розливі харчових рідин, як негативного явища та боротьби з ним.

*Основна частина.* Інтенсивне піноутворення в більшості технологічних процесів має негативні наслідки, які виражаються в зниженні використання корисного об’єму технологічного обладнання, в збільшенні втрат продукту та зниження продуктивності обладнання.

Піна – дисперсна система, що складається з бульбашок газу, розділених рідкою (або твердою) фазою, її можна отримати, наступними методами [8, 9, 10]:

– метод струшування – за цим методом піну можна отримати, як вручну, так і з використанням вібраційних апаратів, при цьому піна утворюється за рахунок інтенсивного перемішування рідини та повітря, яке знаходиться над нею;

– метод взбивання – піна утворюється при багаторазових ударах по поверхні рідини пластини з отворами, яка прикріплена до штоку;

– метод продування повітря – за цим методом через рідину продувають повітря, за рахунок чого утворюється піна;

– метод перемішування – піна утворюється за рахунок

перемішування рідини робочим органом, в результаті чого рідина захвачує повітря;

– метод виливання – піна утворюється в результаті виливання рідини з визначеної висоти на поверхню рідини, яка знаходиться в ємності;

– метод тертя – за цим методом, рушійною силою, що призводить до утворення піни є спеціальний пристрій, який сприяє тертю рідини об рідину, та сприяє захвачуванню повітря.

Із всіх перерахованих методів при розливі харчових рідин можемо розглядати метод виливання, як метод, за якого на поверхні розливаємої рідини утвориться піна, яка характеризується такими показниками:

Стабільність (стійкість) піни – це час існування елементу піни (окремої бульбашки, плівки) або окремого її об’єму.

Дисперсність піни – може бути задана середнім розміром бульбашки, розподіленням бульбашок за розмірами або поверхнею розділення розчин – газ в одиниці об’єму піни.

В харчовій промисловості утворення піни при наповненні тари харчовою рідиною, має негативні наслідки. Тому ряд робіт [8, 10] направлені на боротьбу з нею, використовують такі методи: хімічний та механічний. Оскільки харчова промисловість працює з продуктами харчування, то доцільним до застосування є механічний метод, який одним з традиційних та широко розповсюджених прийомів розділення та розрушення піни, яка відбувається за рахунок утворення в піні перепаду гідростатичного тиску або впливаючи на піну робочих тіл у вигляді твердих поверхонь, рідин, газів, пари при їх відносному русі та взаємному змішуванні.

Стабілізація пін досягається за допомогою ПАР. Руйнування піни відбувається по трьом механізмам; витікання рідини із піни (синерезис), внаслідок чого відбувається потоншання плівок без зміни об’єму піни; зміцнення великих чарунок піни і зникнення маленьких із-за дифузії газу крізь плівки; розрив плівок, що призводить до руйнування піни. Який з цих механізмів буде переважати при руйнуванні піни, залежить від багатьох факторів.

Для оцінки дисперсності піни використовують:

– середній радіус бульбашки – радіус сфери, еквівалентної за об’ємом бульбашки поліедричної піни;

– максимальна відстань між протилежними "стінками" бульбашки (умовний діаметр);

– питома поверхня розділу "рідина-газ".

Зазвичай розміри бульбашок піни, яка утворилася мають широкий діапазон – від сотих часток міліметра до декількох сантиметрів. Лише в особливих випадках можна отримати монодисперсну піну, використовуючи спеціальні пристрої. Тому застосовувати середній діаметр бульбашок для оцінки дисперсності пін не досить правильно.

На дисперсність пін суттєвий вплив надають фізико-хімічні властивості розчину (поверхневий натяг, в'язкість, концентрація ПАР та ін.), спосіб змішування фаз, конструкція генератора піни або технологічного апарату, а також режими ведення технологічного процесу.

Всі машини і автомати для розливу харчових рідин в'язкістю до 10 Па·с працюють по одному з трьох відомих методів розливу: гравітаційному, ізобарному, вакуумному. Вакуумний метод має два різновиди: перший – вакуум утворюють в пляшці та в резервуарі; другий – вакуум утворюють лише в пляшці. За першого різновиду витікання рідини відбувається самопливно, аналогічно гравітаційному та ізобаричному методам; за другого різновиду – в умовах різниці тисків, отримують більшу швидкість витікання.

Для запобігання піноутворення при відомих методах розливу доцільно застосовувати:

Газовані рідини (ізобарний метод розливу)

1. Запобігання піноутворення, за рахунок, заповнення пляшки вуглекислим газом перед розливом і розлив в атмосфері $CO_2$; постійно підтримувати, в резервуарі з продуктом, донасичення рідина-газ.

2. Забезпечення стабільності рівня наливу, за рахунок, зкидання і вирівнювання тиску перед від'єднанням від головки розливу одиниці тари.

3. Використання об'ємного дозатора для напоїв з сиропом.

Негазовані рідини (низьковакуумний розлив). Низьковакуумний розлив ідеальний для спокійних рідин, рідких продуктів, таких як: вино, спиртовмістні напої, чисті фруктові соки, оцет, молоко, хімічні та харчові продукти. При низьковакуумному розливі спеціальна помпа створює вакуум в резервуарі. Коли відкривається наповнювальний клапан, низький вакуум утворюється в пляшці за рахунок повітрянно – зворотнього отвору. Наповнювальні клапани зконструйовано так, що виключається будь-який обмін газу між резервуаром і навколишнім повітрям.

Негазовані рідини (переливний метод розливу). Використання переливного методу дозволяє отримати максимальну продуктивність і забезпечує однаковий рівень наповнення пляшок.

*Висновок.* Утворення піни при розливі харчових рідин веде до зменшення коефіцієнта заповнення тари та збільшує втрати продукту, що в свою чергу знижує продуктивність фасувального обладнання. Проаналізувавши відомі способи та методи утворення піни, що в нашому випадку є негативним явищем, доцільно застосовувати при гравітаційному методі розливу механічні способи боротьби, оскільки введення ПАР до харчових рідин, таких як, соки, суттєво вплине на їх смакові властивості.

Література:

1. Драгилев А. И. Технологические машины и аппараты пищевых производств. Москва: Колос, 1999. 376 с.

2. Зайчик Ц. Р., Трунов В. А. Упаковывание тихих напитков в бутылки. Москва: ДеЛи, 2000. 206 с.

3. Змєєва І. М. Обґрунтування впливу основних факторів на процес розливу харчових рідин. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2004. Вип. 18. С. 119-123.

4. Кюрчев С. В., Змєєва І. М. Математичне обґрунтування факторів, які впливають на процес розливу харчових рідин. *Сборник научных трудов Sworid.* Иваново, 2014. Вип. 1, т. 8. С. 84-88.

5. Кюрчев С. В., Змєєва І. М. Моделювання гідродинамічної поведінки струменя при паданні його на дно банки. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. Вип. 30. С. 281-288.

6. Ялпачик Ф. Ю., Змєєва І. М. Обґрунтування впливу основних факторів на дозуючі пристрої. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Донецьк, 2011. Вип. 26. С. 281-288.

7. Поперечний А. М., Черевко О. І. Процеси та апарти харчових виробництв. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 304 с.

8. Кругляков П. М., Ексерова Д. Р. Пена и пенные пленки. Москва: Химия, 1990. 432 с.

9. Остроумов Л. А., Просеков А. Ю. Классификация пен в пищевой промышленности. *Хранение и переработка с-х сырья.* 2001. № 1. С. 53-54.

10. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. Москва: Химия, 1975. 266 с.

## ЗНИЖЕННЯ ПІНОУТВОРЕННЯ ПРИ РОЗЛИВІ ХАРЧОВИХ РІДИН

Змєєва І. М., Ялпачик В. Ф.

**Анотація**

Робота присвячена теоретичним дослідженням методів піноутворення під час технологічної операції – розливі харчових рідин, як негативного явища та боротьби з ним. Інтенсивне піноутворення в технологічному процесів має негативні наслідки, які виражаються в зниженні використання корисного об’єму технологічного обладнання, в збільшенні втрат продукту та зниження продуктивності обладнання.

В харчовій промисловості утворення піни при наповненні тари харчовою рідиною, має негативні наслідки. Оскільки харчова промисловість працює з продуктами харчування, то доцільним до застосування є механічний метод, який одним з традиційних та широко розповсюджених прийомів розділення та розрушення піни, яка відбувається за рахунок утворення в піні перепаду гідростатичного тиску або впливаючи на піну робочих тіл у вигляді твердих поверхонь, рідин, газів, пари при їх відносному русі та взаємному змішуванні.

***Ключові слова:*** піна, піноутворення, продуктивність, розлив харчових рідин, поверхнево-активна речовина.

# СНИЖЕНИЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ ПИЩЕВЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Змеева И. Н., Ялпачик В. Ф.

**Аннотация**

Работа посвящена теоретическим исследованиям методов пенообразования при технологической операции - разливе пищевых жидкостей, как отрицательного явления и борьбы с ним. Интенсивное пенообразование в технологическом процессе имеет отрицательные последствия, которые выражаются в снижении использования полезного объема технологического оборудования, в увеличении потерь продукта и снижении производительности оборудования.

В пищевой промышленности образование пены при наполнении тары пищевой жидкостью, имеет отрицательные последствия. Поскольку пищевая промышленность работает с продуктами питания, то целесообразным к применению является механический метод, который один из традиционных и широко распространенных приемов разделения и разрушения пены, происходит за счет образования в пене перепада гидростатического давления или влияя на пену рабочих тел в виде твердых поверхностей, жидкостей, газов, паров при их относительном движении и взаимном смешевании.

***Ключевые слова***: пена, пенообразование, производительность, разлив пищевых жидкостей, поверхностно-активное вещество.

# DECLINE OF FOAM FORMATION DURING THE SPILLING FOOD LIQUIDS

I. Zmeyeva, V. Yalpachyk

**Summary**

The work is devoted to theoretical studies of the methods of foaming during a technological operation - spilling food liquids as a negative phenomenon and combating it. Intensive foaming in the process has negative consequences, which are expressed in a decrease in the use of the useful volume of technological equipment, in an increase in product losses and a decrease in equipment productivity.

Foaming is the process of creating a dispersed system consisting of liquid and gas bubbles distributed in it. The phenomenon of foaming often occurs in various technological processes associated with multiphase (dispersed) systems. Sometimes foaming is useful, in other cases it is necessary to take special measures to combat it.

A number of technological processes, especially in the chemical, textile and food industries, are accompanied by undesirable foaming. To destroy the foam (defoaming) or to prevent them, anti-foam substances, or defoamers, are used in the world. Effective antifoam agents are surfactants that displace foaming agents from the surface of the liquid, but are not capable of stabilizing the foam themselves. These include various alcohols, esters, alkyl amines, sometimes foams are destroyed by exposure to high temperatures, mechanical stress, or simply “settling”.

In the food industry, the formation of foam when filling containers with food liquid has negative consequences. Since the food industry works with food products, the mechanical method is expedient for use, which is one of the traditional and widespread methods for the separation and destruction of foam, occurs due to the formation of a drop in hydrostatic pressure in the foam or affecting the foam of working bodies in the form of solid surfaces, liquids , gases, vapors during their relative motion and mutual mixing.

***Key words***: foam, foaming, productivity, spill of food liquids, surfactant.

*ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ*

УДК: 635.713 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-115-123

# ФОНД СУХИХ РЕЧОВИН ЗЕЛЕНІ ВАСИЛЬКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ

Прісс О. П., д.т.н., ORCID: 0000-0002-6395-4202
Коротка І. О., к.с.-г.н., ORCID: 0000-0002-5991-0186
Клепакова Ю. О., к.с-г.н., ORCID: 0000-0002-7054-9707
Білоусова З. В., к.с.-г.н. ORCID: 0000-0001-9787-7920
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (096) 321-52-91

*Постановка проблеми.* Зеленні та пряносмакові овочі відіграють важливу роль у харчуванні людини та її повсякденному житті як важливі смакові компоненти в продуктах харчування та напоях, а також як цінні інгредієнти в фармацевтичних препаратах, парфумерії та косметиці [1-3]. В останні десятиліття зростає зацікавленість традиційними і малопоширеними зеленними і пряносмаковими культурами з огляду на широкий спектр і високий вміст біоактивних сполук, що зустрічаються в цих травах [4-6]. Антиоксидантними, антимікробними та лікувальними властивостями володіють і васильки справжні [7-11], які широко застосовуються в європейській та азійській кухні.

Кількість сухих речовин вважають одним з факторів, що впливають на рівень урожайності та якості зелені. Зеленні овочеві рослини відзначаються високим вмістом сухих речовин – до 20 %. Дослідження показують, що накопичення сухих речовин зеленними та пряносмаковими культурами суттєво залежить від виду, сорту та умов вирощування [12-14]. За різними даними фонд сухих речовин у зелені васильків коливається в межах 12,5 – 25,7% [15,16]. Проте, за даними польських науковців, васильки сорту Вала містять 32,0 % сухих речовин [17]. Тож вміст сухих речовин у васильках може суттєво залежати від сорту та умов вирощування. У відкритому ґрунті васильки накопичують сухих речовин більше порівняно з рослинами вирощеними у закритому ґрунті [16, 18].

За різними літературними джерелами, рівень сухих речовин у зелені васильків вирощених в умовах захищеного ґрунту коливається в межах 9,6 – 20,9 % [11, 16, 19, 20]. Відомо, що на формування фонду сухих речовин васильків зі захищеного ґрунту впливають такі фактори вирощування як період висіву насіння [21], доза внесення елементів живлення [17], густота рослин і ємність контейнерів [11].

© Прісс О. П., Коротка І. О., Клепакова Ю. О., Білоусова З. В.

На хімічний склад зелені васильків матиме вплив і склад субстрату. Однак досліджень щодо можливого впливу складу субстрату вирощування на рівень сухих речовин у зелені васильків недостатньо.

*Мета досліджень:* встановити вплив компонентного складу субстрату на формування фонду сухих речовин у зелені васильків у закритому ґрунті.

*Матеріали та методи досліджень.* Для проведення досліджень були використані сорти васильків справжніх (*Ocimum basilicum L.*) Бадьорий (зелений) та Філософ (фіолетовий) вітчизняної селекції, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Рослини вирощували розсадним способом в умовах плівкових теплиць з технічним опаленням. При вирощуванні температуру повітря підтримували на рівні 27 °С вдень та 22 °С вночі. Відносна вологість повітря коливалась у межах 92,0 - 96,0 %. Площа облікової ділянки 2 м$^2$, повторення п'ятиразове.

Торфомінеральні субстрати готували з верхового торфу (Т) виробництва ТМ «Флоріо» та агроперліту (П) з розміром фракції 2 – 5 мм у різних співвідношеннях. За контроль приймали чистий торф. Досліджували вплив наступних субстратів: 1 – 100 % Т (контроль); 2 – 80 % Т, 20 % П; 3 – 60 % Т,40% П; 4 – 40 % Т, 60 % П; 5 – 20 % Т, 80 % П.

Визначали частку сухих речовин (СР) термогравіметричним методом за ДСТУ ISO 751:2004, сухих розчинних речовин (СРР) - рефрактометричним методом за ДСТУ ISO 2173:2007, масову частку цукрів - ферицианідним методом за ДСТУ 4954:2008 та титровану кислотність - за ДСТУ 4957:2008.

*Результати та їх обговорення.* Кількість СР в обох сортах васильків при вирощуванні на чистому торфі статистично не відрізнялась (табл. 1, 2).

Проте, у кількості СРР сортова специфіка вже є достовірною. Сорт Бадьорий містить на 9,4 % більше СРР. Як видно з табл. 1, 2, вміст СР та СРР зростає зі збільшенням відсотку перліту в субстраті для зелені обох сортів. Найбільший фонд СР та СРР спостерігається у субстраті 60 % Т +40 % П. Подальше насичення субстрату перлітом провокує зниження СР та СРР в зелені обох сортів. Тобто фактору субстрату належить визначальна роль у формуванні фонду СР та СРР речовин. Таку залежність фонду СР та СРР від складу субстрату підтверджує двофакторний дисперсійний аналіз (рис. 1.).

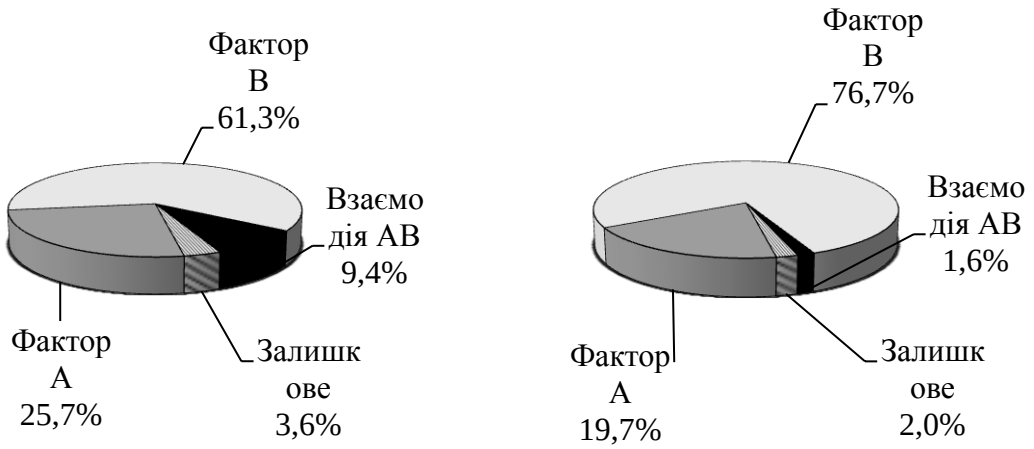
Здебільшого переважна частина СР у рослинах представлена складними та простими вуглеводами. Вуглеводи є джерелом енергії, але рослинні продукти з низьким вмістом вуглеводів є цінним компонентом здорової низькокалорійної дієти, і важливим фактором для регулювання рівня глюкози в крові у хворих на діабет другого типу. На думку K. Dzida, васильки – одна з таких рослин [17].

Таблиця 1 – Фонд сухих речовин у зелені васильків сорту Бадьорий, M±m, n=15

| Показники | Склад субстрату | | | | | $НІР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100% Т | 80% Т + 20 % П | 60% Т + 40 % П | 40% Т + 60% П | 20% Т + 80% П | |
| Сухі речовини, % | 10,83±0,14 | 12,08±0,07 | 13,76±0,06 | 13,02±0,12 | 9,59±0,12 | 0,27 |
| Сухі розчинні речовини, % | 3,58±0,03 | 3,89±0,03 | 4,15±0,01 | 3,76±0,03 | 2,98±0,03 | 0,05 |
| Загальний вміст цукрів, г/100г | 0,67±0,01 | 0,83±0,01 | 0,92±0,03 | 0,78±0,02 | 0,62±0,04 | 0,01 |
| Титрована кислотність, % | 0,99±0,05 | 1,27±0,03 | 1,42±0,07 | 1,04±0,03 | 0,88±0,02 | 0,04 |
| Цукрово-кислотний індекс | 0,69 | 0,67 | 0,64 | 0,75 | 0,70 | - |

Таблиця 2 – Фонд сухих речовин у зелені васильків сорту Філософ, M±m, n=15

| Показники | Склад субстрату | | | | | $НІР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100% Т | 80% Т + 20 % П | 60% Т + 40 % П | 40% Т + 60% П | 20% Т + 80% П | |
| Сухі речовини, % | 10,48±0,33 | 10,83±0,07 | 11,28±0,10 | 10,57±0,03 | 8,89±0,06 | 0,24 |
| Сухі розчинні речовини, % | 3,27±0,02 | 3,48±0,04 | 3,59±0,02 | 3,51±0,02 | 2,65±0,04 | 0,04 |
| Загальний вміст цукрів, г/100г | 0,71±0,01 | 0,67±0,01 | 0,70±0,01 | 0,67±0,02 | 0,52±0,04 | 0,01 |
| Титрована кислотність, % | 1,70±0,04 | 1,90±0,05 | 1,13±0,03 | 1,31±0,06 | 1,46±0,04 | 0,03 |
| Цукрово-кислотний індекс | 0,45 | 0,37 | 1,15 | 0,58 | 0,38 | - |




а) б)

▩ – сорт (А); □ – склад субстрату (В); ■ – взаємодія АВ; ▧ – залишкове.

Рис. 1. Частка впливу факторів на формування вмісту сухих (а) та сухих розчинних речовин (б) у зелені васильків.

У васильках виявлено лише три розчинних сахариди – глюкозу, фруктозу та сахарозу. Переважає фруктоза [10].

При аналізуванні вмісту цукрів помітні сортові особливості васильків (див. табл. 1, 2). Рослини сорту Бадьорий, що має зелене забарвлення, містили на 10 % більше простих цукрів, ніж у зелені фіолетового сорту Філософ. Така специфіка може пояснюватись суттєво вищою кількістю антиоксидантних фенольних сполук у рослинах сорту Філософ [22]. А оскільки розчинні сахариди також діють як вакуолярні антиоксиданти [23], то їх збільшена кількість важлива для балансу потужності антиоксидантної системи рослин сорту Бадьорий [24].

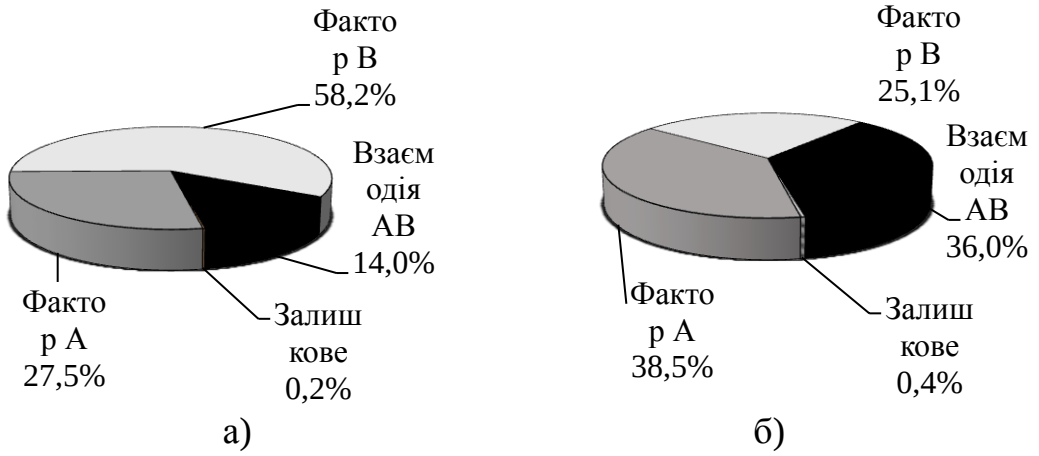
Аналізуючи накопичення загального вмісту цукрів зеленню васильків справжніх залежно від компонентного складу субстрату видно, що обидва сорти накопичували достовірно більшу кількість цукрів за вирощування їх на субстраті з 40-відсотковим вмістом перліту – на 37,3 % більше ніж на чистому торфі.

Невід'ємною частиною метаболізму рослин є органічні кислоти. У зелені васильків присутні щавлева, хінна, яблучна, шикимова та лимонна кислоти [10]. Примітно, що за кількістю щавлевої, хінної, шикимової, лимонної кислоти васильки випереджають мелісу та деякі інші рослини [10].

У наших дослідженнях достовірно більша титрована кислотність під час вирощування на чистому торфі була у фіолетового сорту Філософ – 1,70 %, у той час, як у сорту Бадьорий цей показник був на рівні 0,99 % (див. табл. 1, 2). Сортова специфіка спостерігалась і в реакції на компонентний склад субстрату. У рослин сорту Бадьорий при введенні у субстрат перліту до 40 % спостерігали

зростання титрованої кислотності з подальшим її зниженням до мінімального значення (0,88 %) на субстраті з вмістом 80 % перліту. Васильки ж фіолетового кольору при вирощуванні на субстраті з 20-відсотковим вмістом перліту мали максимальне значення титрованої кислотності (1,90 %), з 40-відсотковим вмістом перліту мінімальне значення (1,13 %), а далі з насиченням субстрату перлітом відбувається поступове нарощення титрованої кислотності.

Як показав проведений двофакторний дисперсійний аналіз, накопичення загальних цукрів та рівень титрованої кислотності залежить як від фактору субстрату так і від фактору сорту (рис. 2.).




▩ – сорт (А); □ – склад субстрату (В); ■ – взаємодія АВ; ▧ – залишкове.

Рис. 2. Частка впливу факторів на формування суми цукрів (а) та титрованої кислотності (б) у зелені васильків справжніх.

Об’єктивним показником, що визначає гармонійність смаку є цукрово-кислотний індекс. Визначається він як відсоткове відношення вмісту цукрів до вмісту кислот. Цукрово-кислотний індекс зеленого сорту Бадьорий вищий ніж у фіолетового сорту Філософ на 15,9 %.

За вирощування васильків на торфоперлітних субстратах з різним співвідношенням складових, цукрово-кислотний індекс зелені коливався в межах 0,54 – 0,89 і був більшим у варіанті, субстрат якого містив 40 % перліту.

*Висновки.* Встановлено, що під час вирощування васильків справжніх в умовах захищеного ґрунту фонд сухих речовин у зелені обох сортів вирощеної на чистому торфі сягає близько 10,5 %.

Вміст сухих речовин та сухих розчинних речовин зростає зі збільшенням відсотку перліту в субстраті для зелені обох сортів. Найбільший фонд сухих речовин та сухих розчинних речовин формується рослинами вирощеними на субстраті з вмістом 60 % торфу та 40 % перліту.

Рослини сорту Бадьорий, що має зелене забарвлення, містили на 10% більше простих цукрів, ніж у зелені фіолетового сорту Філософ.

Обидва сорти накопичували достовірно більшу кількість цукрів за вирощування їх на субстраті з 40-відсотковим вмістом перліту – на 37,3 % більше ніж на чистому торфі.

У наших дослідженнях достовірно більша титрована кислотність під час вирощування на чистому торфі була у фіолетового сорту Філософ – 1,70 %, у той час, як у сорту Бадьорий цей показник був на рівні 0,99 %. Сортова специфіка спостерігалась і в реакції на компонентний склад субстрату. Проведений двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив, що вміст загальних цукрів та рівень титрованої кислотності залежить як від фактору субстрату так і від фактору сорту.

Література:

1. Bower A., Marquez S., de Mejia E. G. The health benefits of selected culinary herbs and spices found in the traditional Mediterranean diet. *Critical reviews in food science and nutrition.* 2016. Vol. 56 (16). P. 2728-2746. DOI: 10.1080/10408398.2013.805713.

2. Peter K. V., Shylaja M. R. Introduction to herbs and spices: definitions, trade and applications. *Handbook of herbs and spices*. Woodhead Publishing, 2012. P. 1–24. DOI: 10.1533/9780857095671.1.

3. Some Latin American plants promising for the cosmetic, perfume and flavor industries / A. Muñoz-Acevedo et al. Therapeutic Medicinal Plants: From Lab to the Market; Duarte, MCT, Rai, M., Eds, 2015. P. 279-330.

4. Opara E. I., Chohan M. Culinary herbs and spices: their bioactive properties, the contribution of polyphenols and the challenges in deducing their true health benefits. *International journal of molecular sciences.* 2014. Vol. 15, № 10. P. 19183-19202. DOI:10.3390/ijms151019183.

5. Use of herbs and spices for food preservation: advantages and limitations / C. Martínez-Graciá et al. *Current opinion in food science.* 2015. T. 6. P. 38-43. DOI:10.1016/j.cofs.2015.11.011.

6. Guiné R. P. F., Gonçalves F. J. Chemistry and health effects of bioactive compounds in selected culinary aromatic herbs. *Current Nutrition & Food Science*. 2015. Vol. 11, № 2. P. 145-164.

7. *Ocimum basilicum L.*: presence, influence and evolution in human concerns ever / V. Onofrei et al. *Agronomy Series of Scientific Research / Lucrari Stiintifice Seria Agronomie*. 2015. Vol. 58, № 1. P. 161-166.

8. Antimicrobial, antioxidant and anticancer screening of *Ocimum Basilicum* seeds / A. Gajendiran et al. *Bulletin of Pharmaceutical Research*. 2016. Vol. 6, № 3. P. 114-119. DOI: 10.21276/bpr.2016.6.3.5.

9. Aparna M., Gayathri V. Formulation of Culinary Plant Medicine against Bacterial Skin Infections Caused by Staphylococcus sps. and Streptococcus sps. *Journal of Pure and Applied Microbiology.* 2018. № 12(3). P. 1607-1616. DOI: 10.22207/JPAM.12.3.67.

10. Basil as functional and preserving ingredient in “Serra da Estrela” cheese / M. Carocho et al. *Food chemistry*. 2016. № 207. P. 51-59. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.03.085.

11. Majkowska-Gadomska J., Kulczycka A., Dobrowolski A., Mikulewicz E. Yield and nutritional value of basil grown in a greenhouse // *Acta Agrophysica*. 2017. № 24(3). P. 455-464.

12. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления / Е. В. Пинчук и др. *Овощи России*. 2019. № 3. С. 45-53. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-3-45-53.

13. Dou H., Niu G., Gu M., Masabni J. G. Effects of light quality on growth and phytonutrient accumulation of herbs under controlled environments. *Horticulturae.* 2017. Т. 3, № 2. P. 36. DOI: 10.3390/ horticulturae3020036.

14. *Appling S. M.* Colored Shade Cloth Affects the Growth of Basil, Cilantro, and Parsley. Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia Tech, 2012. 177 p.

15. Кормош С. М., Базелюк М. В. Селекція васильків справжніх в умовах низинної зони Закарпаття. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2012. № 3. С. 69-71.

16. Сенин В. В. Влияние на урожайность базилика сроков выращивания в условиях открытого грунта и пленочной теплицы на солнечном обогреве: автореф. дис. ... к.с.-х.н.: 06.01.06. Москва, 2009. 20 с.

17. Dzida K. Biological value and essential oil content in sweet basil (Ocimum basilicum L.) depending on calcium fertilization and cultivar. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus.* 2010. Т. 9, № 4. P. 153-161.

18. Значення екологічної статусметрії у селекції овочевої рослини виду Васильки справжні (Ocimum basilicum) / О. В. Хареба та ін. *Наукові доповіді НУБіП України.* Київ, 2018. № 6 (76). DOI:10.31548/dopovidi2018.06.017.

19. Saha S., Monroe A., Day M. R. Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum L.*) under soilless agricultural systems. *Annals of Agricultural Sciences.* 2016. № 61 (2). P. 181-186. DOI: 10.1016/ j.aoas.2016.10.001.

20. Прісс О. П., Коротка І. О., Сердюк М. Є., Сухаренко О. І. Фітонутрієнти базиліку вирощеного в умовах захищеного ґрунту. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* 2019. Вип. 19, т. 1. С. 188-195.

21. Прісс О. П., Бурдіна І. О. Вплив строків висіву насіння на вміст сухих речовин у зелені базиліку в умовах плівкових теплиць. *Агробіологія.* 2017. Вип. 2. С. 102-108.

22. Priss O., Burdina I., Kiurchev S., Verkholantseva V., Stepanenko D. Effect of seed sowing period on polyphenolic compounds content in basil (*Ocimum basilicum L.*) under greenhouse conditions. *Technology audit and*

*production reserves.* 2017. Vol. 4, № 3(36). P. 42-45. DOI: 10.15587/2312-8372.2017.109329.

23. Towards understanding vacuolar antioxidant mechanisms: a role for fructans? / D. Peshev et al. *Journal of Experimental Botany*. 2013. Vol. 64, № 4. P. 1025-1038. DOI: 10.1093/jxb/ers377.

24. Priss O., Korotka I., Simakhina, G., Koliadenco V., Kolisnychenko T. Effect of Seed Sowing Period on Antioxidant Protection of Basil (*Ocimum basilicum L.)* Under Greenhouse Conditions. *Modern Development Paths of Agricultural Production.* Springer, Cham, 2019. P. 769-775. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5_75.

## ФОНД СУХИХ РЕЧОВИН ЗЕЛЕНІ ВАСИЛЬКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ СУБСТРАТУ

Прісс О. П., Коротка І. О., Клепакова Ю. О., Золотухіна З. В.

**Анотація**

Накопичення сухих речовин зеленними та пряносмаковими культурами суттєво залежить від виду, сорту та умов вирощування. Метою роботи є встановлення впливу компонентного складу субстрату на формування фонду сухих речовин у зелені васильків (*Ocimum basilicum L.*) у закритому ґрунті Торфомінеральні субстрати готували з верхового торфу та агроперліту у різних співвідношеннях. Вміст сухих речовин зростає зі збільшенням відсотку перліту в субстраті. Найбільший фонд сухих речовин формується рослинами вирощеними на субстраті з вмістом 60 % торфу та 40 % перліту. Вміст загальних цукрів та рівень титрованої кислотності залежить як від фактору субстрату так і від фактору сорту.

***Ключові слова:*** васильки**,** сухі речовини, розчинні речовини, загальний вміст цукрів, титрована кислотність, субстрат.

## ФОНД СУХИХ ВЕЩЕСТВ ЗЕЛЕНИ БАЗИЛИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СУБСТРАТА

Присс О. П., Короткая И. А., Клепакова Ю. А., Белоусова З. В.

**Аннотация**

Накопление сухих веществ зеленными и пряновкусовыми культурами существенно зависит от вида, сорта и условий выращивания. Целью работы стало установление влияния компонентного состава субстрата на формирование фонда сухих веществ в зелени базилика (Ocimum basilicum L.) в закрытом грунте Торфоминеральные субстраты готовили из верхового торфа и агроперлита в различных соотношениях. Содержание сухих веществ возрастает с увеличением процента перлита в субстрата. Наибольший фонд сухих веществ формируется растениями выращенными на субстрате содержащем 60% торфа и 40% перлитаСодержание общих сахаров и уровень титруемой кислотности зависит как от фактора субстрата так и от фактора сорта.

***Ключевые слова:*** базилик, сухие вещества, растворимые вещества, общее содержание сахаров, титруемая кислотность, субстрат.

# DRY MATTER CONTENT IN BASIL GREENERY DEPENDING ON THE COMPONENT COMPOSITION OF THE SUBSTRATE

O. Priss, I. Korotka, Y. Klipakova, Z. Bilousova

**Summary**

Basil (Ocimum basilicum L.) has antioxidant, antimicrobial and therapeutic properties and is widely used in European and Asian cuisine. The accumulation of dry matter by leafy and spice plants depends significantly on the type, breed, and growing conditions. The aim of the work is to determine the influence of the blend composition of the growing medium on the formation of a dry matter reserve in the greenery of basil in the protected soil. Breeds Badioryi (green) and Philosopher (purple) were used for the research. Plants were grown by the seedling method in conditions of film greenhouses with technical heating. Peat-perlite blends were prepared from peat and agro-perlite in different ratios. Pure peat was accepted as a control growing medium. It was established that during the cultivation of basil under the conditions of protected soil, the dry matter stocks about 10.5% in the greenery of both breeds grown on pure peat.

It is shown that the content of dry matter and soluble dry matter increases with the increasing percentage of perlite in the substrate for the greenery of both breeds. The largest reserve of dry matter and soluble dry matter is formed by the plants grown on a substrate containing 60% peat and 40% perlite. Plants of Badioryi breed, coloured green, contained 10% more simple sugars than the leaves of the purple breed Philosopher. Both varieties accumulated significantly more sugars for the period of growth on the growing blend with 40% perlite content - 37.3% more than for pure peat growth.

Our studies demonstrated a significantly higher titrated acidity during the cultivation on pure peat for the leaves of the purple breed Philosopher - 1.70%, while this indication for Badioryi breed was at the level of 0.99%. Breed specificity was also observed in reaction to the blend composition of the growing medium. The two-factor analysis of variance confirmed that the total sugars content and the level of titrated acidity depend on both the growing medium factor and the breed factor.

***Key words:*** basil, substrates, dry matter, sugars, titrated acidity.

UDK 664.761.1:663.885 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-124-132

# COMPARATIVE EVALUATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF VARIOUS TYPES OF GLUTEN-FREE FLOUR FOR PRODUCING BEVERAGES

Nataliia Kondratiuk, Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor ORCID: 0000-0002-0919-8979
Kateryna Suprunenko, Assistant, ORCID: 0000-0002-8741-5449
Kateryna Sytnyk, Student ORCID: 0000-0003-2681-0303
*Oles Honchar Dnipro National University*
Tel. (097) 472-76-20

*Formulation of the problem.* Any food product is a complex of chemical components that exhibits a general and specific biological activity, which is the sufficient consumption of products with high biological value. However, during its existence a living organisms such an acute problem as protein-energy malnutrition (PEM). This is a common disease among children, primarily caused by a lack of energy, protein and trace elements. At the same time, in the adult body, very often there is a negative nitrogen balance, associated with a large loss of nitrogenous substances and their low level of synthesis. At the same time, a person's working capacity and his resistance to infectious diseases are reduced, pathologies appear [1].

A common source of protein for humans is raw materials of animal origin: meat, milk, eggs, fish, seafood and offal. But, based on the general trends of protein deficiency of animal origin, scientists in most countries are searching for new sources of protein, or rather amino acids to maintain human homeostasis [2]. The importance of consuming amino acids is that the human body requires 22 amino acids, 13 of which are capable of being synthesized independently. The remaining 9 should be came from food. It should be taken into account the important problem that when there is a deficiency in food of at least one essential amino acid, incomplete assimilation of the entire series of amino acids occurs.

Based on the problem of PEM, it can be stated with confidence that plant-based proteins can be a worthy alternative to animal proteins. Raw materials can be rice, coconut, amaranth, oats, etc. We consider the production of beverages with high biological value based on finely ground flour, from which it is quite easy to obtain colloidal solutions and transfer proteins to a dissolved (hydrated) state. At the same time, their degree of assimilation increases. The model of "ideal protein" became the model for creating beverages. In the course of preliminary studies, it was found that

© Kondratiuk N., Suprunenko K., Sytnyk K.

such a perfect composition can be achieved only by combining various types of gluten-free flour.

For the successful implementation of the strategy for creating the proposed systems, it is necessary to attract the mathematical apparatus of research - mathematical modeling, which will create predictive models of food products with high biological value.

*Analysis of recent research.* According to the results of monitoring the chemical composition of various types of gluten-free flour, it became known that in rice, oats, coconut, amaranth, buckwheat oat and oatmeal there is a sufficient spectrum and amount of amino acids to create beverages with high biological value. Next, it was necessary to analyze the experience of using these components as part of food technology with increased biological value.

The authors of [3] investigated the baking properties of amaranth flour, buckwheat [4], rice [5] and assessed the quality of the finished product. The article [5] analyzes the influence of the composition of the flour composition based on rice and buckwheat flour on the quality of biscuit dough products. Buckwheat flour is analyzed from the standpoint of participation in the composition of the mixture for the preparation of pasta [6]. It was noted that its replacement in an amount of up to 25% of wheat flour improves the organoleptic properties and micronutrient composition of finished products.

In [7], the technology of gluten-free cookies based on a mixture of rice and buckwheat flour was described.

As can be seen from the above sources, the direction of combining gluten-free types of flour from cereals allows to obtain products with higher nutritional and biological value than analogues from is the one type of flour or based on wheat flour.

This served as the basis for monitoring the situation on the market for drinking forms of cereal-based products.

Grain components are widely used in the production of yoghurts, fermented beverages [8-11].

The article [12] analyzed the effect of rice flour on the properties of bio-yogurt. In the 3 proposed variants of the product, the rate of the limiting amino acid methionine increased from 0.94 to 1.05-1.06. This suggests that the combination of milk proteins in yogurt from the rice flour (10%) and dry curd whey brings the product closer to the formula of a balanced healthy diet.

In [13], the technology of a fermented milk product based on a multicomponent mixture of buckwheat, rice and corn flour is described. According to the authors, it is such a composition that shall allow create a product with the most harmonious flavor characteristics. The color of the samples was slightly beige. The taste is sour-milk, sweetish.

In the article [14], samples of milk mixtures with oat flour were studied in order to select the optimal production parameters and adjust technological regimes. The sample with the introduction of oat flour 5% had high organoleptic characteristics, so it was chosen for further studies, and in [15] it was used as an addition to almond milk smoothie.

From the analysis we can conclude that all samples have high nutritional and biological value, but in most cases are used as the basis for the preparation of fermented beverages, which is certainly a breakthrough in the technology of creating a non-dairy base for the production of products containing probiotic microorganisms, but does not solve the main problems of creating beverages with longer shelf life, having a neutral pH and amino acid composition as close to perfect protein.

*Formulation of the objectives of the article (statement of the task)*. Thus, the description of the created model (beverage bases) from gluten-free types of flour, which have a neutral taste and high nutritional and biological value, was the aim of this article.

One of the tasks in creating such a composition was to increase the degree of assimilation of plant proteins due to their swelling in the aqueous phase of a hydrocolloid solution. It is known that plant crop proteins are absorbed by an average of 62-80%. The reason is the presence of anti-nutritional substances in plant materials. Phytic acid or tannins, which are found in very large quantities in plants, can bind proteins, forming insoluble complexes that make digestion difficult, but in the form of a colloidal solution or emulsion, assimilation is faster and more complete, since the protein is already presented in the hydrated molecules form..

Another factor that reduces the assimilation of plant proteins is the presence of cellulose, which envelops plant proteins and does not allow pepsin to penetrate them. That is why the modeling of systems based on plant dry components of fine grinding, in which cellulose molecules are reduced in size and become more mobile for the release of proteins and their subsequent participation in pepsin fermentolysis.

*Main part.* Adhering to the proposition that the closer the amino acid composition of the food protein taken to the ideal protein, the higher its biological value, we calculated the amino acid score. Its amount was calculated as a percentage of the content of the same amino acid in the composition of an ideal protein. For the qualitative composition of the ideal protein, the FAO/WHO amino acid scale was adopted. The amino acid rate of each irreplaceable amino acid in an ideal protein (FAO/WHO scale) was taken as 100%.

The calculation of score was carried out according to the formula:

$$a = \frac{\mathrm{AAexpl}}{\mathrm{AAstand}} \bullet 100\ \%, \qquad (1)$$

where $AA_{expl}$ – essential amino acid content in 1 g of the studied protein, mg;

$AA_{stand}$ – the content of the same essential amino acid in 1 g of the “ideal protein”, mg.

The limiting of biological value of an amino acid is the one whose score is the smallest.

The coefficient of difference of amino acid scores (CDAAS, %) shows the average excess amino acid scores of essential amino acids compared to the lowest scores of any essential amino acids (excessive amounts of essential amino acids not used for plastic properties):

$$\text{CDAAS} = \frac{\Sigma \Delta \text{D}AAS}{\text{n}}, \quad (2)$$

where $\Delta$DAAS – the difference in amino acid scores of an amino acid, which was calculated by the formula:

$$\Delta\text{DAAS} = Ci + Cmin, \quad (3)$$

where $Ci$ – excess amino acid;

$Cmin$ – the minimum of the scores of the essential amino acids of the studied protein in relation to the "ideal protein"; %;

n – essential amino acids.

Biological value (BV) food protein (%) is determined by the formula:

$$\text{BV} = 100 - \text{CDAAS} \quad (4)$$

The lower the CDAAS value, the higher the quality of the protein [16].

Using the above methodology, was calculated the amino acid rate of essential amino acids in samples of such types of flour as coconut, amaranth, rice, buckwheat, oat and oatmeal (table 1). The listed types of flour were selected as an object of research based on the content of both essential amino acids and substances with antiviral, antibacterial activity (coconut, amaranth, buckwheat) that contribute to lowering blood cholesterol (oat, oatmeal), supporting the liver and cardiovascular systems (oat, rice).

As can be seen from table 1, the indicators AAS coconut and oat flour have a most different from those of the other samples. The limiting amino acid for most of the gluten-free flour types studied is lysine.

Table 1 – Calculation of the AAS in various types of gluten-free flour

| Amino acid | AAS test samples of flour , % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Coconut | Amaranth | Rice | Buckwheat | Oat | Oatmeal |
| Isoleucine | 57 | 84 | 102 | 94 | 73 | 116 |
| Leucine | 61 | 90 | 116 | 90 | 76 | 125 |
| Lysine | 46 | 109 | 63 | 92 | 43 | 71 |
| Methionine + cysteine | 63 | 122 | 120 | 86 | 90 | 130 |
| Phenylalanine + tyrosine | 79 | 126 | 88 | 96 | 53 | 155 |
| Threonine | 53 | 105 | 88 | 95 | 60 | 78 |
| Tryptophan | 68 | 61 | 120 | 145 | 77 | 208 |
| Valine | 70 | 86 | 116 | 102 | 71 | 125 |
| Limiting | Lysine | Tryptophan | Lysine | Methionine + cysteine | Lysine | Lysine |

The values of the CDAAS and BV indices given in table 2 indicate their inverse relationship: the lower CDAAS, the higher the protein quality.

Table 2 – Difference ratio of AAS and the BV of gluten-free flour samples

| Name | CDAAS, % | BV, % |
|---|---|---|
| Coconut | 6,83 | 93,17 |
| Amaranth | 47,37 | 52,63 |
| Rice | 51 | 48,65 |
| Buckwheat | 69 | 30,73 |
| Oat | 9 | 91,09 |
| Oatmeal | 78 | 22,22 |

Analysis of the results of the calculation of biological value indicates the feasibility of proposing the combination of different types of gluten-free flour in order to develop a recipe for beverages with high nutritional and biological value. It is proposed to use raw materials only fine grinding, in the amount no most 5%.

The basis of recipe development was the use of two types of flour: coconut (for the production of Premium-group beverages) and oat (for the production of products of the middle price segment). Addition of up to 2% amaranth flour and up to 1% buckwheat flour to both in coconut and oat bases was suggested as additional components.

Due to the combination of coconut and amaranth types of flour, the amino acid composition of the final product will be closest to the "ideal protein". Buckwheat flour will enrich the mineral-vitamin composition of the beverages and improve its organoleptic properties. This composition in

organoleptic properties goes well with berry and fruit powders: pumpkin, chokeberry, sea buckthorn, bilberry, cocoa, etc.

In order to obtain beverages with a high biological value of a more neutral taste (soft cream), the following composition was proposed: oat flour (2%), rice flour (2%), oatmeal (1%). Due to the latter component, due to its slow assimilation, it is assumed to achieve a taste of kokumi (filling) for a longer time, which is indispensable in the fight against excess weight.

*Conclusions.* The presented formulations open up new prospects for solving the global problem of protein deficiency and allow providing an extended cycle of processing plants that do not contain gluten with the subsequent expansion of the production cycle of beverage production for a wide range of people. Beverages based on gluten-free types of fine finely ground can be attributed to the dietary functional group of products, as they are characterized by a high content of vitamins, mineral compounds, as well as balanced amino acids. The developed beverages can protect against stress, increase the body's resistance and performance. In addition, during the creation of primary samples of such beverages, it was determined that vegetable proteins positively affect the organoleptic characteristics of the finished product: appearance, color, taste and texture.

The combination of the product allows us to solve the problems of rational use of animal raw materials and to effectively use the high biological and nutritional value of vegetable proteins and their functional properties. Increasing the biological value of beverages allows you to make human nutrition more rational and healthy.

Reerences:

1. Protein energy malnutrition alters mucosal IgA responses and reduces mucosal vaccine efficacy in mice / S. Rho et al. *Immunology Letters.* 2017. Vol. 190. P. 247-256. DOI: 10.1016/j.imlet.2017.08.025.

2. Альтернативы мясному белку / Б. Байнович и др. *Все о мясе.* 2012. № 6. С. 34-37.

3. Исследование хлебопекарных свойств амарантовой муки / Е. В. Вознюк и др. *Вестник технологического университета.* 2016. Т. 19, № 22. С. 150-153.

4. Тхазеплова Ф. Х., Иванова З. А. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с применением добавок. *Новые технологии*. 2018. № 3. С. 39-43.

5. Влияние кукурузной и рисовой муки на качество изделий из бисквитного теста / Т. В. Матвеева и др. *Известия Вузов. Пищевая технология*. 2008. № 4. С. 32-34.

6. Федорова Р. А., Волков В. С., Новикова В. Ю. Разработка рецептуры и технологии макаронных изделий с добавлением гречневой муки. *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2017. № 1(46). С. 91-95.

7. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С., Вишняк М. Н. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2010. № 7 (69). С. 62-65.

8. Rathore S., Salmerón I., Pandiella S. S. Production of potentially probiotic beverages using single and mixed cereal substrates fermented with lactic acid bacteria cultures. *Elsevier.* 2012. Vol. 30. P. 239-244. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002011002218. (Дата звернення: 28.03.20).

9. Gupta M., Bajaj B. K. Development of fermented oat flour beverage as a potential probiotic vehicle. *Food Bioscience.* 2017. Vol. 20. P. 104-109. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429216300839 (Дата звернення: 28.03.20).

10. Yogurt-like beverages made of a mixture of cereals, soy and grape must: Microbiology, texture, nutritional and sensory properties Rossana Coda. *International Journal of Food Microbiology*. 2012. Vol. 155. P. 120-127. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160512000451 (Дата звернення: 28.03.20).

11. Freire A. L., Ramos C. L., Schwan R. F. Effect of symbiotic interaction between a fructooligosaccharide and probiotic on the kinetic fermentation and chemical profile of maize blended rice beverages *Food Research International.* 2017. Vol. 100. P. 698-707. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917304118. (Дата звернення: 28.03.20).

12. Полянская И. С., Шигина Е. С., Аксёнова Л. Л. Разработка технологии высокобелкового биойогурта. *Пищевая индустрия.* 2019. № 2(40). С. 15-17.

13. Разработка и исследования пищевой и биологической ценности и потребительских свойств кисломолочного продукта с мукой, не содержащего глютен / О. Б. Федотова и др. *Вопросы питания.* 2019. № 2. С. 101-110.

14. Вплив вівсяного борошна на технологічні властивості йогурту / Ю. В. Назаренко та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Сер. Харчові технології.* 2017. Т. 19, № 75. С. 120-123.

15. Николаева Т. А., Головачева О. В. Инновационное использование миндального молока в современной кухне. *Московский экономический журнал.* 2019. № 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnoe-ispolzovanie-mindalnogo-moloka-v-sovremennoi-kuhne/viewer. (Дата обращения: 30.03.20).

16. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва: Колос, 2001. 376 с.

# COMPARATIVE EVALUATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF VARIOUS TYPES OF GLUTEN-FREE FLOUR FOR PRODUCING BEVERAGES

N. Kondratiuk, K. Suprunenko, K. Sytnyk

**Summary**

The article examined the amino acid composition of some types of gluten-free flour (coconut, amaranth, buckwheat, rice, oat and oatmeal). The principle of modeling these types of flour with each other with the aim of creating beverages with high nutritional and biological value, the amino acid composition of which is as close as possible to the "ideal protein" model, is proposed. It was found that coconut and oat flour have high biological value (93.17 and 91.09% from the “ideal protein”, respectively), which were recommended as the basis. Amaranth and rice have average indicators of biological value (52.63 and 48.65%) and can serve as a good complement to these basics. Oat flour and buckwheat flour (30.73 and 22.22%) are of low biological value, but at the same time they have high nutritional value.

According to the organoleptic characteristics, the bases have a neutral taste and can be enriched in fruit and berry dry extracts.

***Key words:*** amino acid, protein, amino acid score, biological value, gluten-free flour, beverages.

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БЕЗГЛЮТЕНОВО МУКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ

Кондратюк Н. В., Супруненко Е. Е., Сытник Е. И.

**Аннотация**

В статье были рассмотрены аминокислотный состав некоторых видов безглютеновой муки (кокосовой, амарантовой, гречневой, рисовой, овсяной и овсяного толокна). Предложен принцип моделирования таких видов муки между собой с целью создания напитков с высокой пищевой и биологической ценностью, аминокислотный состав которых максимально приближен к модели «идеального белка». Установлено, что наибольшую биологическую ценность имеют кокосовая и овсяная мука (93,17 и 91,09% к «идеальному белка» соответственно), которые были рекомендованы в качестве основы. Амарантовая и рисовая имеют средние показатели биологической ценности (52,63 и 48,65%) и могут служить хорошим дополнением к указанным основам. Низкую биологическую ценность имеют овсяное толокно и гречневая мука (30,73 и 22,22%), но при этом обладают высокой пищевой ценностью.

По органолептическим показателям основы имеют нейтральный вкус и могут быть обогащены на плодово-ягодные сухие экстракты.

***Ключевые слова:*** аминокислота, белок, аминокислотный скор, биологическая ценность, безглютеновая мука, напитки.

# ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО БОРОШНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ

Кондратюк Н. В., Супруненко К. Є., Ситник К. І.

**Анотація**

В ході свого існування живий організм стикається з такою гострою проблемою, як білково-енергетичне недоїдання, викликане дефіцитом енергії, білка і мікроелементів. За таких умов виникає негативний азотистий баланс, пов'язаний з великою втратою азотистих речовин та їх низьким рівнем синтезу в організмі. При цьому знижується працездатність людини і його опірність до інфекційних захворювань, з'являються патології.

У статті було розглянуто амінокислотний склад деяких видів безглютенового борошна (кокосового, амарантового, гречаного, рисового, вівсяного і вівсяного толокна). Запропоновано принцип моделювання таких видів борошна між собою з метою створення напоїв з високою харчовою та біологічною цінністю, амінокислотний склад яких є максимально наближеним до моделі «ідеального білка». Встановлено, що найбільшу біологічну цінність мають кокосове і вівсяне борошно (93,17 та 91,09 % до «ідеального білка» відповідно), які були рекомендовані в якості основи для питних композицій. Такі види борошна як амарантове і рисове мають середні показники біологічної цінності (52,63 та 48,65 % до «ідеального білка» відповідно) і є гарним доповненням означених основ як з метою підвищення органолептичних показників, так і з метою максимального балансу амінокислот. Отримані дані свідчать про досить низьку біологічну цінність вівсяного толокна та гречаного борошна (30,73 та 22,22 % до «ідеального білка» відповідно), але високу харчову цінність.

З огляду на розраховану біологічну цінність кожного з видів борошна в статті запропоновано два варіанти їх комбінації за видами основ: кокосового та вівсяного. Кожна комбінація має доповнюючий та збагачувальний компоненти, за рахунок чого досягається оптимальне співвідношення складових, максимально наближене до «ідеального» білку. За органолептичними показниками основи мають нейтральний смак і можуть бути збагачені на плодово-ягідні сухі екстракти.

***Ключові слова***: амінокислота, білок, амінокислотний скор, біологічна цінність, безглютенове борошно, напої.

УДК 664.8.036-047.37:664.849 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-133-141

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ

Дейниченко Г. В., д.т.н., ORCID: 0000-0003-3615-8339
Дмитревський Д. В., к.т.н., ORCID: 0000-0003-1330-7514
*Харківський державний університет харчування та торгівлі*
Тел. (057) 349-45-56
Перекрест В. В., асистент ORCID: 0000-0003-1753-0721
*Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського*
Тел. (098) 07-17-294

*Постановка проблеми*. Плодоовочева промисловість – важливий сектор агропромислового комплексу. В останні роки особлива увага приділяється вдосконаленню технології виробництва, впровадженню більш продуктивного обладнання, розширенню асортименту переробленої сировини. Швидко розвивається виробництво різноманітних високоякісних продуктів дієтичного харчування, харчових концентратів, свіжоморожених фруктів і овочів, напівфабрикатів, консервованих продуктів [1-3].

У кондитерському виробництві в якості сировини застосовуються напівфабрикати, що готуються зі свіжих фруктів і ягід. Ці напівфабрикати виробляють підприємства кондитерської чи консервної промисловості. До основних фруктово-ягідних напівфабрикатів відносяться: пульпи різних плодів, фруктово-ягідне пюре та ін. [4-6].

Фруктово-ягідне пюре представляє собою протерту плодову м’якоть. Одним із найбільш поширених в кондитерській промисловості є яблучне пюре, яке в більшості фруктово-ягідних виробів є основною сировиною, а пюре інших видів вводяться, як правило, в якості смакових додавань [7].

Переробка фруктів є досить трудомістким процесом, вимагає зберігання та переробки, наявності спеціальних цехів та персоналу. З метою збереження вітамінного складу та вироблення якісного продукту виникає необхідність розробки та удосконалення обладнання для переробки плодової сировини, яке при цьому буде енергетично ефективним та екологічно безпечним. Для того, щоб інтенсифікувати розробку нового обладнання та удосконалити існуюче необхідно здійснити низку теоретичних та експериментальних досліджень, під час проведення яких будуть визначатися вплив сортових характеристик яблук та параметрів

© Дейниченко Г. В., Дмитревський Д. В., Перекрест В. В.

процесу бланшування на ефективність переробки продукту.

*Аналіз останніх досліджень*. Під час виробництва продуктів харчування з яблук значна частина сировини, яка переробляється йде у відходи і здебільшого під час процесу протирання. Виходячи з цього, спосіб протирання відіграє суттєву роль в економіці промислового виробництва продуктів харчування яблук, оскільки вартість сировини складає 75% собівартості продуктів, що виробляються. Також слід звернути увагу на обладнання, що використовується для проведення процесу протирання.

Багато видів плодів і овочів перед консервуванням піддають попередній тепловій обробці [8].

На сьогоднішній день досліджено вплив температури та тривалості термічної обробки на структуруючу здатність яблучного пюре. Встановлено, що зміна режимів теплової обробки призводить до суттєвої зміни його структуруючої здатності. Тривалий вплив температури знижує здатність яблучного пюре до структурування за рахунок часткової деградації макромолекул пектину [9].

Залежно від виду плодів і ступеня їх зрілості тривалість і температуру теплової обробки підбираються індивідуально, так щоб м’якоть плодів розм’якшилася по всій глибині. При недостатній тепловій обробці утворюються значні відходи під час протирання.

При надмірній термічній обробці плоди сильно розварюються, відбувається глибокий розпад пектинових речовин. В результаті пюре виходить рідким, знижуються його желюючі властивості.

Інактивація ферментів під час термічної обробки запобігає окисленню дубильних речовин киснем повітря. Тому недостатня теплова обробка може викликати потемніння пюре при протиранні.

Крім того, під час теплової обробки плодів і ягід відбуваються видалення повітря з тканин і часткова карамелизация цукрів, що приводить до появи жовтуватого забарвлення у плодів зі світлою м’якоттю [10].

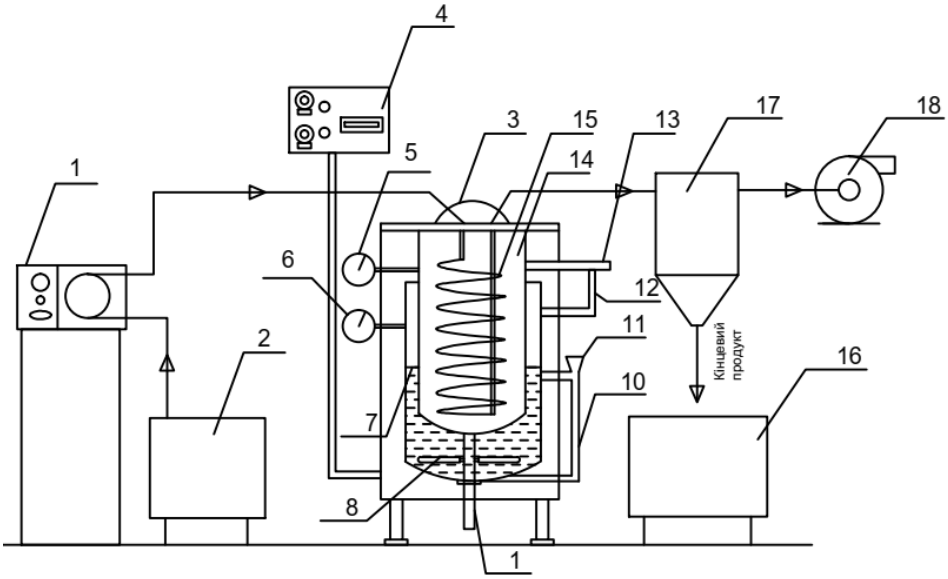
*Формулювання цілей статті (постановка завдання)*. Мета і завдання статті полягають у досліджені впливу фізико-хімічних та механічних процесів, що відбуваються у фруктах та овочах під час термічної обробки в процесі приготування напівфабрикатів з метою отримання раціональних параметрів процесу.

*Основна частина*. Розроблений комбінований спосіб виготовлення яблучного пюре складається з процесу термічної обробки плодів парою та їх подальшого механічного подрібнення.

Основним завданням під час проведення досліджень комбінованого процесу виготовлення яблучного пюре було визначення раціональної тривалості термічної обробки, оскільки теплова обробка яблук є одним із основних етапів у процесі отримання яблучного пюре. Сировину піддають термічній обробці,

яку проводять у водяній парі, в гарячій воді, водних розчинах кислотних, лужних, сольових, гарячих тваринних або рослинних жирів, а також при контакті з поверхнею нагрівання, перед різанням, подрібненням і протиранням.

Для дослідження впливу термічної обробки на сировину було спроектовано та виготовлено експериментальну установку, яка представлена на рис. 1.




1 – насос, 2 – термостатична ємність, 3 – випарний апарат, 4 – щит управління, 5 – манометр, 6 – електроконтактний манометр, 7 – водопарова камера, 8 – електронагрівачі, 9 – вентиль, 10 – водовказівне скло, 11 – воронка, 12, 13 – вентилі, 14 – парова камера, 15 – мідний змійовик, 16 – приймальня ємність, 17 – паровідвод–дозатор, 18 – витяжний вентилятор.

Рис. 1. Експериментальна установка для отримання пюре.

Для забезпечення бажаної глибини термічної обробки необхідно встановити раціональну тривалість обробки яблук парою або водою.

В ході досліджень встановлено залежність глибини термічної обробки яблук від тривалості обробки водою, парою, тиском. Одним із завдань досліджень було визначення раціональної тривалості термічної обробки яблук під час виробництва яблучного пюре. Бланшування яблук проводили у киплячій воді протягом 70…90 хв при атмосферному тиску та гарячій парі при температурі 115…125ºС протягом 30 хв. Для об’єктивної оцінки ступеня розм’якшення структури яблук при термічній обробці було введено показник питомого зусилля проникнення. Цей показник характеризує зміни механічної міцності структури сировини під час переробки та дозволяє судити про її готовність до подальшої технологічної стадії (подрібнення). Процес зміни механічної міцності яблучної тканини можна розділити на два періоди. Перший період характеризується

порівняно інтенсивним зниженням механічної міцності тканини до готовності до подальшої технологічної стадії.

Другий період характеризується різким уповільненням швидкості зниження механічної міцності тканини після її розм'якшення до ступеня готовності до подальшого технологічного етапу. Для яблук міцність тканини в період термічної обробки в гарячій воді протягом 70-90 хвилин і на пару 20-35 хвилин зменшилася лише в 1,5 рази. Експериментально встановлено необхідну міцність рослинної тканини для подальшої обробки на протиральних машинах, де питома сила проникнення дорівнювала 70-100 Н/м$^2$.

За експериментальними даними можна зробити висновок, що найменша втрата масової частки твердих речовин відбувається під час термічної обробки яблук гострою парою. Тому під час приготування яблучного пюре до наступного технологічного етапу раціонально використовувати метод термічної обробки парою протягом 20-25 хвилин.

Основними факторами були обрані надлишковий тиск пари та температура. Початковим параметром була питома сила проникнення індентора. Експерименти проводилися на різних сортах яблук з різним вмістом твердих речовин, які показані на рис. 2.

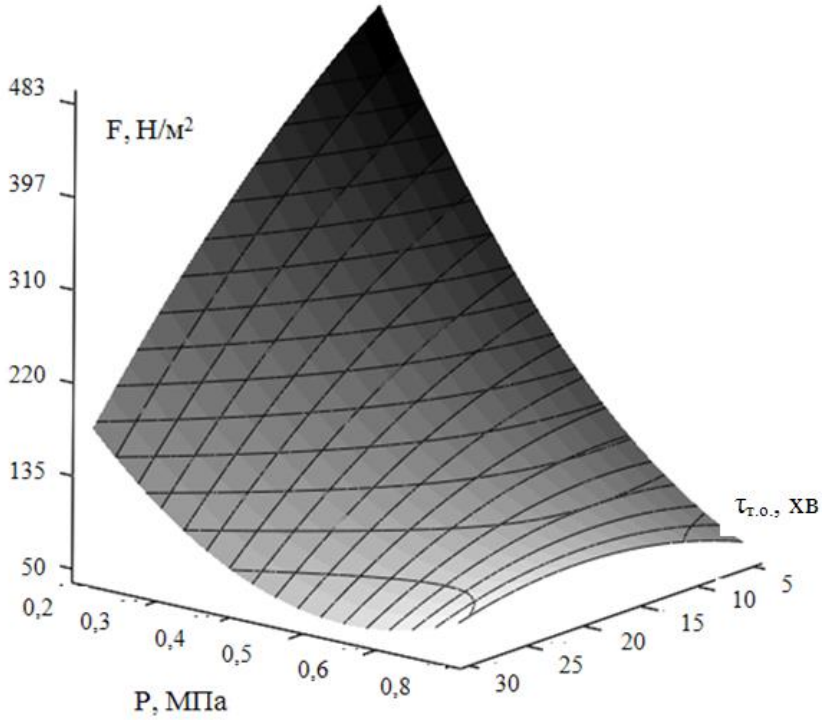



Рис. 2. Залежність питомої сили проникнення індентора яблук від надлишкового тиску пари Р, МПа та тривалості термічної обробки гострою парою $\tau_{т.о.}$, хв.

Загальна технологічна вимога до пюрепродуктів, отриманих після подрібнення, полягає в тому, що яблучне пюре має бути однорідною масою, розмір окремих частинок якої не повинен перевищувати 0,5…2 мм.

Подрібнення сировини здійснюється для надання їй певної форми та полегшення подальших процесів (протирання, гомогенізація, упаковка) після отримання пюрепродуктів.

На рис. 3 показана графічна залежність глибини відступу індентора (ножа) від питомої сили різання у різних сортів яблук та тривалості термічної обробки (бланшування). Зі збільшенням часу бланшування значення питомої сили різання зменшується.

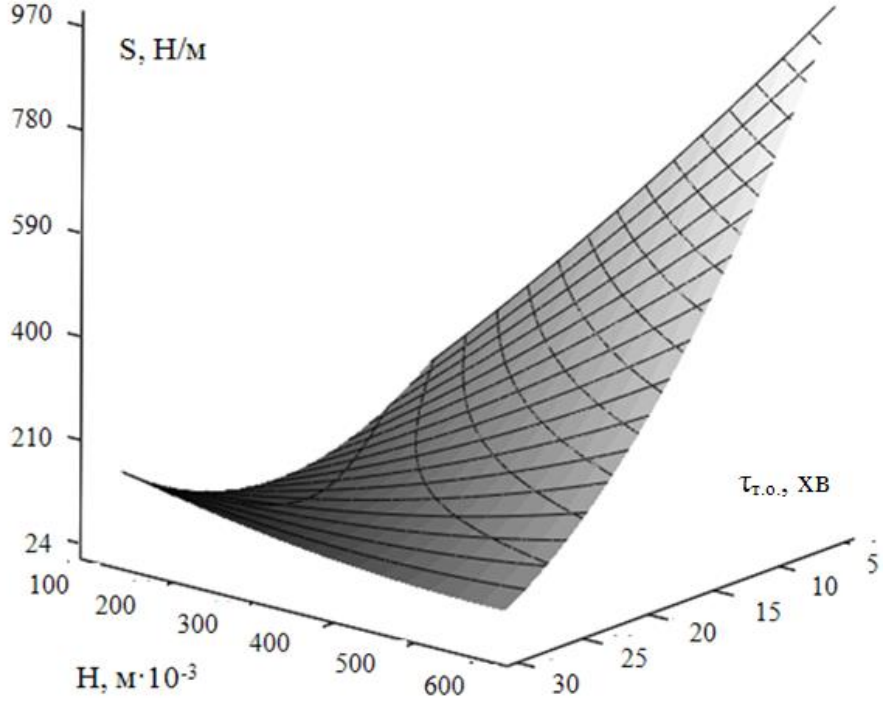



Рис. 3. Залежність питомого зусилля різання яблук від глибини занурення індентора (ножа) Н, м $10^{-3}$ та тривалості термічної обробки гострої пари $\tau_{т.о.}$, хв.

Механічна міцність рослинної тканини в процесі термічної обробки знижується, внаслідок чого плоди розм’якшуються, коли зв’язки між клітинами слабшають. Оболонки клітин розпушуються, але цілісність залишається, і руйнування серединних пластинок, що з’єднують сусідні клітини, відбувається більшою мірою. В результаті відбувається значне зниження стійкості тканини до механічних впливів (різання, протирання). Клітини тканини легко відокремлюються одна від одної.

Ослаблення зв’язків між клітинами в процесі термічної обробки плодів пов’язане зі зміною вуглеводів клітинних стінок, переважно протопектину. Потім продукт протирають через сито розміром сітки 0,5 мм, в результаті чого м’якоть подрібнюється до однорідного стану.

За експериментальними даними, завдяки використанню термічної обробки пюре отримує високу якість. Відомо, що механічні властивості продуктів відіграють важливу роль у їх виробництві та споживанні, а також характеризують міцність механічних зв'язків, що діють між окремими молекулами та їх ланками, що входять до складу структури. Тому характеристика структурно-механічних властивостей їжі та маси є одним із найважливіших та об'єктивних показників їх технологічних властивостей.

Також були проведені експериментадльні дослідження стосовно визначення залежності ефективної в'язкості від температури. Експериментальні дані представлені на рис. 4.

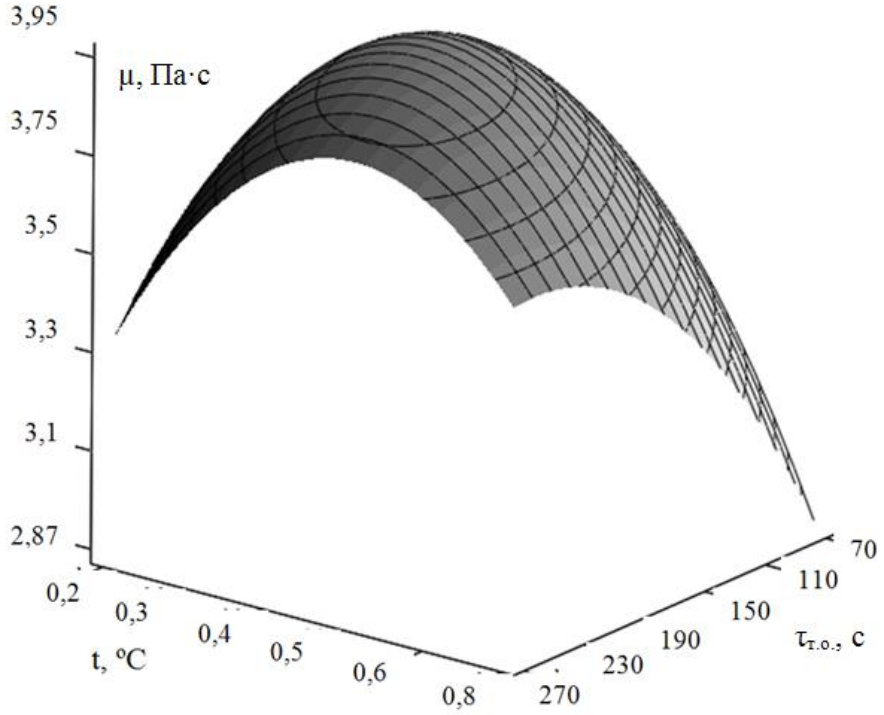



Рис. 4. Залежність ефективної в'язкості μ, Па с яблучного пюре від температури t, °C та тривалості термічної обробки $\tau_{т.о.}$, с.

В результаті проведених досліджень встановлено найбільш раціональні параметри отримання концентрованих паст із масовою часткою твердих речовин 40…60 %: тиск пари становить 0,3…0,4 МПа; тривалість обробки 200…260 с. Короткий час перебування пюре в випарнику дозволяє отримувати продукти з максимальним збереженням усіх корисних речовин, що містяться в сировині.

*Висновки*. Під час проведення експериментальних досліджень отримано залежність питомої сили проникнення індентора до плоду яблук від надлишкового тиску пари та тривалості термічної обробки гарячою парою. Встановлено, що глибина термічної обробки яблук під час бланшування збільшується зі збільшенням тиску. Також встановлено, що різні сорти плодів і термін зберігання впливають на

глибину термічної обробки поверхневого шару яблук. Визначені раціональні параметри проведення процесу термічної обробки під час виготовлення яблучного пюре.

Література:

1. Бакулина О. Н. Комплексная переработка овощей и фруктов в ингредиенты для современных пищевых технологий. *Пищевая промышленность*. 2005. № 5. С. 32.

2. Макаров В. Н., Влазьева Л. Н. Продукты питания функционального назначения на плодоовощной основе. *Пищевая промышленность*. 2007. № 1. С. 20-21.

3. Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2007. Vol. 6, № 3. P. 60-75. DOI:10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x.

4. Design and Development of an Apparatus for Grating and Peeling Fruits and Vegetables / M. Siti Mazli et al. *American Journal of Food Technology*. 2010. Vol. 5, № 6. 385-393.

5. Терешкін О. Г., Горєлков Д. В., Дмитревський Д. В. Теоретичне моделювання процесу термічної обробки овочів під час їх очищення. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. № 1/1(27). С. 57-65.

6. Modeling of the prozess of peeling jerusalen artichoke in order to determine parameters for conducting production process / G. Deynichenko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 3, № 11 (87). P. 52-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.86472.

7. Кравченко С. Н., Попов А. М., Ветрова Н. Т. Исследование ингибирующих свойств продуктов переработки плодово-ягодного сырья. *Известия вузов. Пищевая технология*. 2007. № 4. С. 59-61.

8. Caldwell E., Kobayashi M., Dubow W., Wytinck S. Perceived access to fruits and vegetables associated with increased consumption. *Public Health Nutrition*. 2008. Vol. 6, № 10. P. 1743-1750. DOI: 10.1017/S1368980008004308.

9. Ломачинский В. А. Система контроля качества и безопасности плодоовощной продукции. *Продукты длительного хранения*. 2007. № 2. С. 12-13.

10. Pereira R., Vicente A. Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Research International*. 2009. Vol. 43, № 7. P. 1936-1943.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ

Дейниченко Г. В., Дмитревський Д. В., Перекрест В. В.

**Анотація**

У статті проаналізовано існуючі технології виготовлення яблучного пюре. Доведено необхідність удосконалення процесу виготовлення яблучного пюре та обладнання для його реалізації. Обґрунтовано актуальність проведення експериментальних досліджень стосовно визначення раціональних параметрів проведення стадії термічної обробки. Представлена експериментальна установка для проведення процесу термічної обробки під час виробництва яблучного пюре. Отримано залежності впливу параметрів термообробки на структурно-механічні властивості сировини. Було виявлено, що збільшення тиску пари і тривалості процесу термічної обробки збільшують глибину термічної обробки яблука і зменшують зусилля пенетрації продукту. Визначено раціональні параметри проведення процесу термообробки плодової сировини.

***Ключові слова:*** яблучне пюре, термічна обробка, протирання, зусилля різання, подрібнення

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ ВО ВРЕМЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО ПЮРЕ

Дейниченко Г. В., Дмитревский Д. В., Перекрест В. В.

**Аннотация**

В статье проанализированы существующие технологии изготовления яблочного пюре. Доказана необходимость усовершенствования процесса производства яблочного пюре и оборудование для его реализации. Обоснована актуальность проведения экспериментальных исследований по определению рациональных параметров проведения стадии термической обработки. Представлена экспериментальная установка для проведения процесса термической обработки при производстве яблочного пюре. Получены зависимости влияния параметров термообработки на структурно-механические свойства сырья. Было выявлено, что увеличение давления пара и продолжительности процесса термической обработки увеличивают глубину термической обработки яблок и уменьшают усилие пенетрации продукта. Определены рациональные параметры проведения процесса термообработки плодового сырья.

***Ключевые слова:*** яблочное пюре, термическая обработка, протирания, усилие резания, измельчения.

# RESEARCH OF THE PROCESS OF HEAT PROCESSING OF FRUITS DURING PREPARATION OF APPLE PURE

G. Deynichenko, D. Dmytrevskyi, V. Perekrest

**Summary**

The article analyzes the existing technologies for making apple puree. The necessity to improve the process of making apple puree and equipment for its realization has been proved. The urgency of conducting experimental studies to determine the rational parameters of the heat treatment stage is substantiated. An experimental installation for the process of heat treatment in the production of apple

puree is presented. Dependences of influence of parameters of heat treatment on structural and mechanical properties of raw materials were obtained. It was found that increasing the steam pressure and the duration of the heat treatment process increases the depth of heat treatment of the apple and reduce the effort of penetration of the product.

The dependence of the specific effort of penetration of apples on the excess steam pressure and the duration of heat treatment of hot steam for different varieties of apples were obtained. It was found that the depth of heat treatment of the surface layer of apples is affected by different fruit varieties and shelf life. The depth of heat treatment of apples during blanching increases with increasing pressure.

It is determined that after the process of heat treatment of apples the amount of pressure cutting force will be different. It is found that the cutting force is influenced by the steam pressure, the duration of the heat treatment process, the shelf life, and also such an indicator as the variety of apples. It is determined that after the process of heat treatment, the effort of cutting apples with the summer variety is less than the effort of cutting the apples with the winter variety. With increasing the shelf life of apples, the value of cutting after its heat treatment increases.

It is experimentally proved that with the same parameters of heat treatment, the depth of heat treatment of apples will be greater for apples that have smaller geometric dimensions. But it is found that the difference in depth of heat treatment of apples does not differ significantly depending on the geometric dimensions. These data indicate that the difference in the influence of the process of heat treatment with steam of excess pressure on the apple, which differs in geometric dimensions, is not significant and allows for a combined processing process, which, in turn, will significantly reduce the complexity and energy consumption of the processing process.

The rational parameters of the process of heat treatment of fruit raw materials are determined.

***Key words:*** apple puree, heat treatment, wiping, cutting force, grinding.

УДК 664.8.037.5:635.72 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-142-150

# ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕЛЕНІ М'ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

Зарецька Д. К., аспірант ORCID: 0000-0003-3083-5191
Сердюк М. Є., д.т.н ORCID: 0000-0002-6504-4093
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (098) 413-24-37

*Постановка проблеми*. Забезпечення населення пряно-ароматичною рослинною сировиною протягом року здійснюються нерівномірно. Більша частина споживається в серпні-жовтні і тільки 15% припадає на решту частину року. Пов'язано це з тим, що свіжа зелень за традиційного холодильного зберігання може зберігатися не більше 15 діб.

Отже, найважливішою проблемою, яка лімітує регулярне використання пряних трав є проблематичність їх зберігання. Найчастіше м'ята зберігається у сушеному вигляді. Недоліком такого способу зберігання є істотні втрати вітамінів та ароматичних речовин. Найбільш ефективним способом консервування м'яти вважається заморожування.

З погляду на це, виникає необхідність у проведенні досліджень, що присвячені виявленню впливу процесу заморожування та подальшого кріоскопічного зберігання на зміни хімічного складу зелені м'яти перцевої.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Споживання і виробництво функціональних харчових продуктів сьогодні набуває все більшої актуальності і попиту. Для створення продуктів здорового харчування застосовують широкий спектр фізіологічно функціональних інгредієнтів: вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, пробіотики, тощо [1].

Особливе місце серед рослинної сировини з функціональними властивостями займає м'ята перцева - Mentha piperita L. Ця рослина є природним гібридом м'яти водяної Mentha aquatica L. та м'яти колоскової (м. зелена) - Mentha spicata Gilib (M. viridis L.) [2, 3, 4].

М'ята перцева характеризується високим вмістом функціональних макро- і мікронутрієнтів. В її складі виявлено велику кількістю дубильних речовин та флавоноїдів (еріоцітрин, нарірутин, гесперидин, лютеолін, ізохоіфолін, діосмин, ментозид та ін.), які в свою чергу мають дезінфікуючу, протизапальну дію та сприяють

© Зарецька Д. К., Сердюк М. Є.
* *Науковий керівник* – д.т.н., проф. Сердюк М. Є.

накопиченню вітаміну С в організмі [2, 5, 6]. Саме такий хімічний склад рослини і визначає перспективність її використання у складі функціональних харчових продуктів [7].

В умовах сьогодення м’яту, як і іншу пряно-ароматичну сировину зберігають у холодильних камерах за температури 0…2°С і відносній вологості повітря 95-97 % впродовж 15 діб [8]. Короткий термін зберігання пов'язаний із інтенсивною втратою маси і, як наслідок, погіршенням товарного вигляду, а також істотними втратами поживних та біологічно-активних речовини [9].

Високоефективним є зберігання рослинної сировини у сховищах з регульованим складом газового середовища. Регульоване газове середовище (РГС), як метод консервування, полягає у зберіганні сировини в атмосфері зі зниженою концентрацією кисню та більш високою, ніж у повітрі, концентрацією карбон (IV) оксиду. Зниження концентрації кисню та підвищення вуглекислого газу сповільнюють процес газовиділення і знижують інтенсивність дихання до 3…5%, внаслідок чого знижується виділення етилену, гальмуються втрати хлорофілу та затримується гідроліз біологічно активних речовин . Однак, такий спосіб зберігання вимагає значних капіталовкладень та дозволяє зберігати м’яту та іншу пряно-ароматичну сировину лише протягом 1…2 місяців [10, 11].

Зберігання в умовах модифікованого газового середовища (МГС) здійснюють у плівчастих контейнерах із газообмінними вставками, у поліетиленових укриттях, пакетах, у тому числі з термозбіжних плівок та в умовах «біологічного вакууму» [12, 13]. Недоліком таких способів є невисокий термін зберігання зелених культур. Сировина зберігаються 7 діб за температури 10°С, після чого спостерігається зниження товарної якості продукції [13].

Найпоширенішим способом консервування зелені м’яти вважається сушіння.

Сушать м’яту наступними способами: в режимі низькотемпературного зневоднення [14], механічним сушінням, тепловою сушкою та сублімацією [15]. Попри широке застосування перелічених способів сушіння, у літературі відзначаються і їх недоліки. Так, за низькотемпературного зневоднення підвищення температури теплоносія від 40 до 60°С призводить до втрати ароматичних речовин м’яти на 20 %, а подальше підвищення температури сушильного агенту до 80°С супроводжується ще більшими втратами – до 50 %, потемнінням м’яти та погіршенням її смакових властивостей [14]. Механічне сушіння не забезпечує достатньо повного зневоднення і збереження якості сировини, адже разом із вологою значних втрат зазнають такі водорозчинні речовини, як цукри, вітаміни, амінокислоти, тощо [15]. Сублімаційне сушіння ґрунтується на використанні низьких температур із застосуванням в

якості холодильного агенту рідкого азоту, головним недоліком якого вважається дуже висока вартість [15].

Останнім часом з'являються нові дослідження, впровадження яких дозволяють максимально зберігати якість зелені м'яти перцевої, використовуючи інноваційні способи кріогенного зберігання [16].

Деякі автори констатують, що найкраще збереження зовнішнього вигляду та смакових властивостей м'яти перцевої можна досягти, зберігаючи зібраний рослинний матеріал за температури мінус 10 °С [16,17]. Під час зберігання рослинна сировина зазнає незначних втрат біологічно активних компонентів.

Інші автори пропонують зберігати пряно-ароматичну сировину за температури мінус 36 С. Хімічні показники замороженої рослинної сировини показують високу харчову та біологічну цінність. Заморожування дозволяє знизити втрати вітаміну С, цукрів та кислот [18].

Отже, за результатами огляду літератури можна стверджувати, що заморожування та наступне кріогенне зберігання вважається одним з найкращих способів консервування. Заморожування допомагає зберегти врожай та переробити його у більш пізніший термін, і тим самим, подовжити період його споживання. Не дивлячись на великий об'єм існуючої інформації, багато питань залишається не вирішеними. З погляду на це, наведені результати роботи є своєчасними та актуальними.

*Формулювання цілей статті.* Метою проведених досліджень було вивчення впливу процесу заморожування та подальшого кріогенного зберігання на зміни хімічного складу м'яти перцевої.

*Виклад основного матеріалу.* Для низькотемпературного зберігання використовували сировину м'яти перцевої, заготовлену у фазу повного розгортання листкової пластинки.

Процес заморожування зелені м'яти складався з наступних технологічних операцій: миття, сортування, відділення листя від стебел, фасування, заморожування за температури -30 °С. Заморожену зелень зберігали за температури -18 °С.

Під час експерименту був визначений вплив кріогенного зберігання на зміни масової частки цукрів та титрованих кислот, вітаміну С, хлорофілів та фенольних речовин зелені м'яти протягом тривалого зберігання. Усі визначення виконували за стандартними методиками [19, 20, 21, 22].

Наведені результати свідчать, що зміни хімічного складу замороженої зелені починаються вже під час заморожування та продовжуються протягом кріогенного зберігання.

Цукри, разом з титрованими кислотами обумовлюють смакові якості рослинних продуктів. Зміни вмісту цукрів у зелені м'яти перцевої за кріогенного зберігання наведені на рис.1. Відразу після

заморожування м’яти відзначалося зниження вмісту цукрів внаслідок витрати їх на дихання, яке посилюється як відповідна реакція рослинної клітини на зниження температури. Під час подальшого кріогенного зберігання втрати цукрів продовжувались і після 3 місяців становили 42,7% (рис.1).

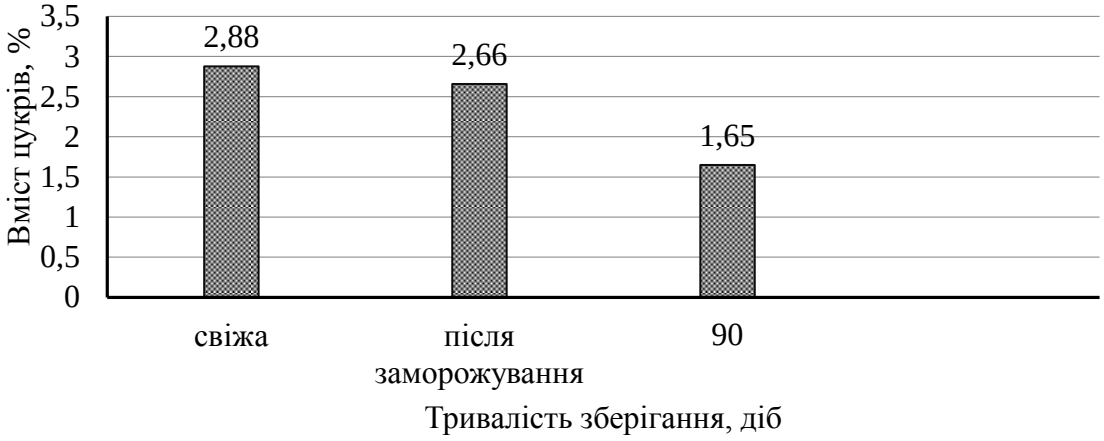



Рис. 1. Вміст цукрів у зелені м’яти перцевої після заморожування та протягом кріогенного зберігання, %.

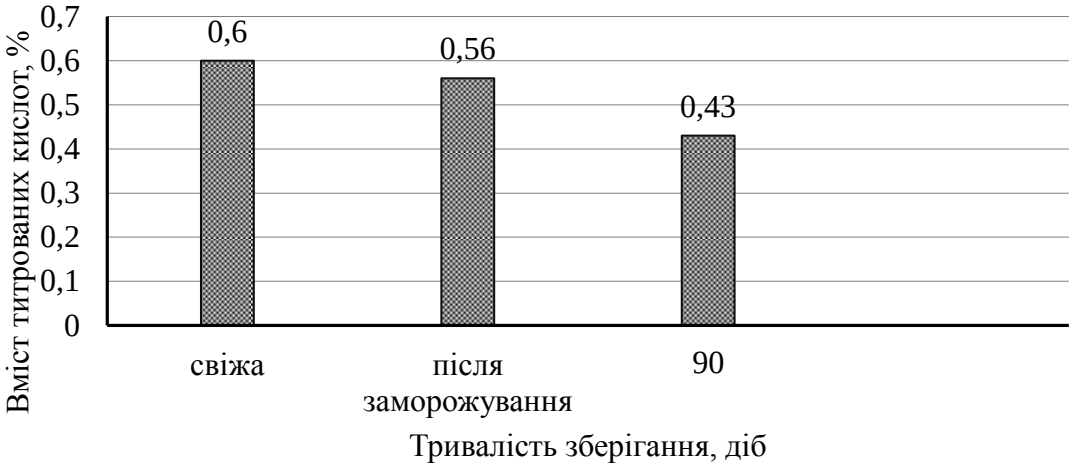



Рис. 2. Вміст титрованих кислот зелені м’яти перцевої після заморожування та протягом кріогенного зберігання, %.

Титрована кислотність характеризує загальний вміст органічних кислот та їх кислих солей і виступає важливим показником харчової та біологічної цінності рослинної сировини. Крім того, вміст органічних кислот також тісно прямо корелює зі збереженням біологічно активної форми аскорбінової кислоти у сировині [21, 23].

Після заморожування спостерігалося зменшення вмісту титрованих кислот на 6,7%. Протягом подальшого низькотемпературного зберігання втрати титрованих кислот становили 28,3 % (рис.2).

Вітамін С підвищує стійкість організму до негативних зовнішніх впливів та інфекцій, підтримує міцність кровоносних судин,

позитивно впливає на функції нервової та ендокринної систем, регулює обмін холестерину, сприяє засвоєнню заліза. Вітамін С повинен надходити до нашого організму щодня, тому що запаси його малі, а витрати на важливі процеси життєдіяльності безперервні. Фізіологічна потреба вітаміну С для дорослої людини - 90 мг/добу, для дітей – від 30 до 90 мг/добу в залежності від віку [19].

Експериментальні дані свідчать, що низькотемпературний шок (-30°) та подальше кріогенне зберігання (-18 °С) супроводжується деструкцією аскорбінової кислоти. Вміст вітаміну С знизився на 2,3% після заморожування та на 15,9% після тримісячного кріогенного зберігання (рис.3).

Таке зниження аскорбінової кислоти у замороженій рослинній сировині може бути пов'язане з порушенням ферментативних окисно-відновних процесів. Заморожування різко знижує активність ферментів. Під час дефростації окислювальні ферменти відновлюють активність значно швидше, ніж відновлювальні [20].

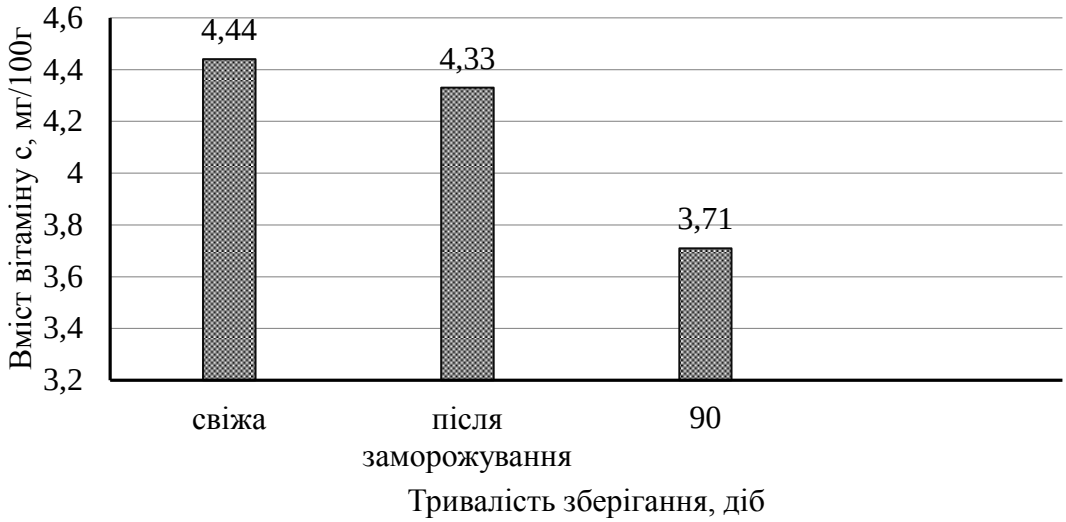



Рис. 3. Вміст вітаміну С в зелені м’яти перцевої після заморожування та протягом кріогенного зберігання, мг/100г.

Вміст фенольних речовин та хлорофілів у дослідженій рослинній сировині протягом тривалого кріоскопічного зберігання також зазнавав кількісних змін. Безпосередньо після заморожування кількість фенольних речовин знизилась на 4,7 %, протягом подальшого зберігання – на 14,8%. Вміст хлорофілів зменшився на 2,5 % одразу після заморожування, а через 3 місяці низькотемпературного зберігання втрати становили всього 3,9 % (рис. 4, 5).

Рис. 4. Вміст фенольних речовин у зелені м’яти перцевої після заморожування та протягом кріогенного зберігання, мг/100г.

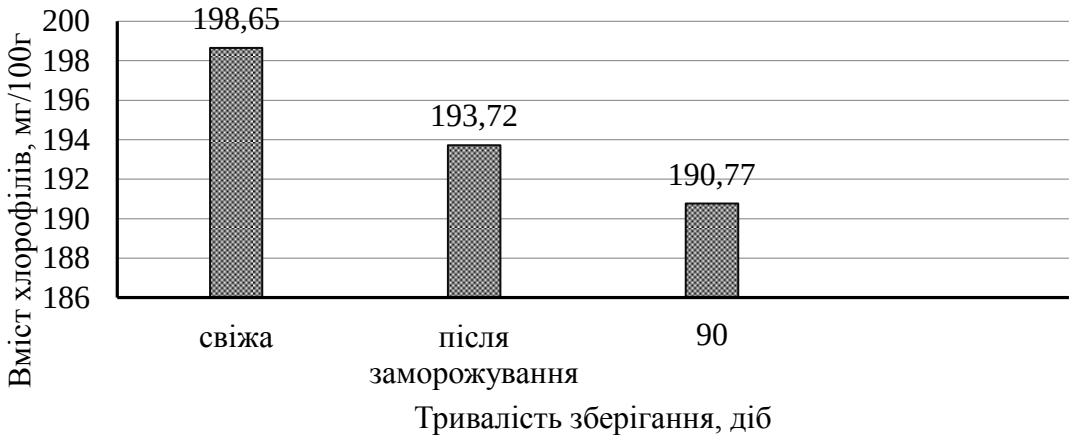



Рис. 5. Вміст хлорофілів у зелені м’яти перцевої після заморожування та протягом кріогенного зберігання, мг/100г.

Таким чином, під час заморожування та подальшого зберігання зелені м’яти найбільшими були втрати цукрів (42,7 %), а мінімальними – хлорофілів (лише 3,9 %). Заморожування позитивно вплинуло на збереження аскорбінової кислоти, вміст якої знизився лише на 15,9 %. За літературними джерелами відомо, що втрати поживних речовин у сушеній м’яті знаходяться на рівні: цукрів – 45…50%, аскорбінової кислоти 40…55%, хлорофілів – 20…25% [9]. Отже, у порівнянні зі сушеною м’ятою втрати функціональних речовин під час кріогенного зберігання були майже в 2 рази меншими. З погляду на це, заморожування є більш ефективним методом консервування зелені м’яти, ніж сушіння.

*Висновки.* 1. Встановлено, що після низькотемпературного зберігання втрати цукрів та титрованих кислот були на рівні 42,7 % та 28,3 % відповідно проти 45-50 % у сушеній м’яті.

2. Визначено, що після довготривалого кріоскопічного зберігання втрати аскорбінової кислоти у зелені м'яти становили 15,9 % проти 40-55 % у сушеній.

3. За результатами досліджень втрати хлорофілів у сушеній м'яті становили 20-25 %, а в замороженій лише 3,9 %.

Література:

1. Шемета О. О., Дожук К. М. Функціональне харчування - новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. № 1. С. 24-27.

2. Попова Н. В., Литвиненко В. И. Лекарственные растения мировой флоры. Харьков, 2008. 510 с.

3. Wwhtl M., Bisset N. G. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals. Stuttgart: Medpharm Sdentific PubUshers, 1994. 566 p.

4. World Health Organization. WHO monographs on selected medicinal plants. 2002. Vol. 2. 356 p.

5. Аннамухаммедова О. О., Аннамухаммедов А. О. Лікарські рослини: навч. посібник. Житомир, 2014. 202 с.

6. Стандартизация флавоноидного состава водно-спиртовых экстрактов листьев мяты перечной / В. А. Бовтенко и др. Фармаком. 2005. № 1. С. 67-71.

7. Непорожная Е. Растения – защитники. *Овощеводство*. 2012. № 10. С. 54-55.

8. Lisiewska Z., Kmiecik W., Budnik A. Effect of conditions and time of storage on technological quality changes of parsley leaves. *Folia Horticulturae.* 1997. Vol. 9, № 2 P. 21-29.

9. Кочергина Е. М., Карлина А. В. Сушка и замораживания зелени мяты. *Агропромышленный комплекс: контуры будущего:* материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Курск, 6-8 декабря 2017 г.). Курск, 2018. Ч. 1. С. 87-90.

10. Thompson A. K. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. GAB International, Wallingford, UK, 1998. 288 p.

11. Refrigeraten and controlled modified atmosphere storage / G. S. V. Raghavan et al. *Processing fruits: science and technology, Biology, principles and applications.* 1996. Vol. 1. P. 135-167.

12. Завгородняя В. М. Товарные свойства и лежкоспособность петрушки и сельдерея открытого и закрытого грунта: автореф. дис… канд. техн. наук: 05.18.15. Москва, 1986. 23 с.

13. Коробкина З. В. Прогресивные методы хранения плодов и овощей. Киев: Урожай, 1989. 168 с.

14. Снєжкін Ю. Ф., Шапар Р. О. Вибір режимів і обладнання для сушіння рослинної сировини. *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*. 2011. № 40 (2). С. 358-361.

15. Теоретичне дослідження способів сушіння овочів та фруктів / Т. А. Тарасенко та ін. *Науковий вісник Львівського національного*

*університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького.* 2015. Вип. 17, № 4. С. 148-158.

16. Changes in post-harvest quality of peppermint (Mentha× piperita L.) under refrigeration / O. Cruz-Álvarez et al. *Revista Chapingo. Serie Horticultura.* 2013. Vol. 19, № 3. P. 287-299.

17. Bottcher H., Gunther I., Franke R. Physiological postharvest response of peppermint (Mentha x piperita L.) Herbs. *Gartenbauwissenschaft.* 2002. Vol. 67, № 6. P. 243-254.

18. Прокофьев П. А., Степанова Н. Ю. Пищевая ценность мяты и мелиссы в свежем и замороженном состоянии. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия Процессы и аппараты пищевых производств.* 2014. № 4 (2). С. 189-194.

19. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів. [Чинний від 2008-03-26]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 18 с.

20. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний від 2009–07–01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.

21. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Москва: Наука, 1993. 272 с.

22. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. [Дата введения 1990-01-01]. Москва, 2003. 10 с

23. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

## ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕЛЕНІ М’ЯТИ ПЕРЦЕВОЇ

Зарецька Д. К., Сердюк М. Є.

**Анотація**

У статті наведено результати визначення впливу заморожування та кріогенного зберігання на хімічний склад м’яти перцевої. Процес заморожування складався з наступних технологічних операцій: миття, сортування, відділення листя від стебел, фасування, заморожування за температури -30 °С та зберігання при -18 °С. Під час заморожування та подальшого зберігання найбільшими були втрати цукрів, а мінімальними – хлорофілів. Встановлено, що після низькотемпературного зберігання втрати цукрів та титрованих кислот були на рівні 42,7 % та 28,3 % відповідно проти 45…50 % у сушеній м’яті. Визначено, що після кріоскопічного зберігання втрати вітаміну С у м’яті становили 15,9 % проти 40…55 % у сушеній. Втрати хлорофілів у сушеній м’яті становили 20…25 %, а в замороженій лише 3,9 %. З погляду на це, заморожування є більш ефективним методом консервування зелені м’яти, ніж сушіння.

***Ключові слова:*** м’ята перцева, кріогенне зберігання, заморожування, вітамін С, титрована кислотність, цукри.

# ВЛИЯНИЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕЛЕНИ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ

Зарецкая Д. К., Сердюк М. Е.

**Аннотация**

В статье приведены результаты определения влияния замораживания и криогенного хранения на химический состав мяты перечной. Процесс замораживания состоял из следующих технологических операций: мойка, сортировка, отделение листья от стеблей, фасовки, замораживания при температуре -30 °С и хранения при -18 °С. Во время замораживания и последующего хранения крупнейшими были потери сахаров, а минимальными - хлорофиллов. Установлено, что после низкотемпературного хранения потери сахаров и титруемых кислот были на уровне 42,7% и 28,3% соответственно против 45…50% в сушеной мяте. Определено, что после криоскопического хранения потери витамина С в мяте составляли 15,9 % против 40…55% в сушеной. Потери хлорофиллов в сушеной мяте составляли 20…25%, а в замороженной только 3,9%. Учитывая это, замораживание является более эффективным методом консервирования зелени мяты, чем сушка.

***Ключевые слова***: мята перечная, криогенное хранение, замораживание, витамин С, титруемая кислотность, сахара.

# THE EFFECT OF FREEZING ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF PEPPERMINT GREENS

D. Zaretska, M. Serdyuk

**Summary**

The article presents the results of the impact of freezing and cryogenic preservation on the modification of the peppermint chemical composition. Peppermint leaves were used for low-temperature storage. The experiment was carried out in the phase when the peppermint leaves fully bloomed. The freezing process consisted of the following technology-based operations: washing, sorting, separating leaves from stems, packing and freezing at -30 ° C. The frozen peppermint greens were stored at -18 ° C. It has been established that changes of the chemical composition of frozen greens begin during the freezing and continue within cryogenic preservation.

It is shown that flavoring and bioactive substances are better preserved after the low-temperature storage. During the freezing and further storage of mint greens the loss of sugars was the largest. At the same time, there was a minimum loss of chlorophylls.

Immediately after the freezing, the content of sugars in mint greens was decreasing as sugars were used for plant respiration. The intensified respiration is a plant cell response to a temperature decrease. It has been found out that after low-temperature storage the loss of sugars and titratable acidity was equal to 42.7% and 28.3% accordingly. However, the loss of dried mint amounted to 45… 50%. It was defined that after the long-term cryoscopic preservation, the loss of ascorbic acid in mint greens was at 15.9% against 40… 55% in dried ones. There is a similar dynamics in changes of phenolic substances.

The total loss of phenolic substances after 3 months of low- temperature storage was at 14.8%. The loss of chlorophylls in dried mint was equal to 20… 25% and in frozen mint only to 3.9%. Therefore, in comparison with the dried mint, the loss of functional substances during the cryogenic preservation was almost half. From this point of view, freezing is a more effective method of preservation of mint greens rather than drying.

***Key words:*** peppermint, aromatic raw materials, cryogenic preservation, freezing, ascorbic acid, titratable acidity, sugars, storage.

УДК 637.33:637.07 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-151-158

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЕНОГО УЛЬТРАЗВУКОМ МОЛОКА ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

Червоний В. М., к.т.н., ORCID: 0000-0002-9085-2260
Горєлков Д. В., к.т.н., ORCID: 0000-0002-9315-9322
*Харківський державний університет харчування та торгівлі*
Постнов Г. М., к.т.н., ORCID: 0000-0003-4200-1258
Постнова О. М., к.т.н. ORCID: 0000-0001-6617-8643
*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка*
Самойчук К. О., д.т.н. ORCID: 0000-0002-3423-3510
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (057) 349-45-56

*Постановка проблеми*. У складі молока міститься 87,3% води, 12,5% сухих речовин, у тому числі 3,8% молочного жиру, 3,3% білків, 4,7% молочного цукру, 0,7 мінеральних речовин. Особливість багатьох компонентів молока в тому, що природа не повторює їх ні в якому іншому продукті харчування [1-2].

У молоці жир розподілений у вигляді жирових кульок, оточених складними білковими оболонками, тобто являє собою емульсію молочного жиру у воді. Розмір жирових кульок коливається від 1 до 5 мкм. Причому, кількість жирових кульок, що мають розмір більше 2 мкм, складає більше 50% і залежить від породи та індивідуальних особливостей корови [3-4].

Поживна цінність молока в значній мірі визначається розмірами частинок жиру в молоці. Надтонке дроблення жиру в емульсіях дуже сильно змінює властивості вихідного продукту. У проведених дослідженнях австралійськими вченими доведено, що дроблення жирових кульок молока до менших, ніж в початковому стані, розмірів майже на третину підвищує поживну цінність молока [5].

Одним з технологічних рішень у виробництві молочних продуктів є організація попередньої обробки молочної суміші ультразвуком для його відновлення.

*Аналіз останніх досліджень*. За даними досліджень американських вчених, під час ультразвукової обробки молока не відбувається руйнування найбільш лабільної частини вітаміну С і його вміст практично дорівнює вихідному. Як відомо, пастеризація паром знижує концентрацію вітаміну С на 20...30%, інфрачервоним

© Червоний В. М., Горєлков Д. В., Постнов Г. М., Постнова О. М., Самойчук К. О.

випромінюванням на 10...15%, кип'ятіння – практично повністю руйнує вітамін С. Австралійські вчені стверджують, що ультразвукова обробка забезпечує не тільки підвищення поживної цінності молока, але і його стерилізацію, а оброблене ультразвуком і заморожене для тривалого зберігання молоко, після розморожування повністю зберігає свої поживні і смакові якості [6-9].

Отримані дані свідчать про широкі можливості використання ультразвукової обробки для виробництва молочних продуктів, проте відсутні дані щодо впливу ультразвукової обробки на процеси отримання сиру кисломолочного.

На ринку молочного устаткування ультразвукові гомогенізатори представлені одиничними моделями. Зокрема, ТОВ «Юнітерм» (Росія) пропонує ультразвукове обладнання – гомогенізатори проточного типу УЗК 05 та УЗК 07. Установка являє собою кільцевий ультразвуковий перетворювач оригінальної конструкції, який виконаний на сучасних п'єзоелементах. Однак, в даних конструкціях не реалізована можливість зміни частоти коливань ультразвукових хвиль.

*Формулювання цілей статті*. Мета та завдання статті полягає у формулюванні основних технологічних, експлуатаційних та екологічних вимог для ефективного проведення процесу відновлення сухого молока, а також дослідження ефективності використання гомогенізованого ультразвуком молока під час виробництва сиру кисломолочного.

*Основна частина*. В ході проведення експериментальних робіт було визначено розподіл розмірів жирової фази в молоці від тривалості ультразвукової обробки. Частота ультразвукової обробки була обрана зі стандартного ряду магнітострикційних випромінювачів, що випускаються промисловістю, і дорівнює 15, 22 та 35 кГц. Тривалість була обрана 45, 90, 135, 180 с, з розрахунку того, що збільшення тривалості обробки понад 200 с призводить до різкого збільшення температури суміші, внаслідок чого стає неможливим отримання емульсії з високими показниками якості (стійкість, дисперсність) або емульсії взагалі. Кількість оброблюваної речовини складає 500 мл.

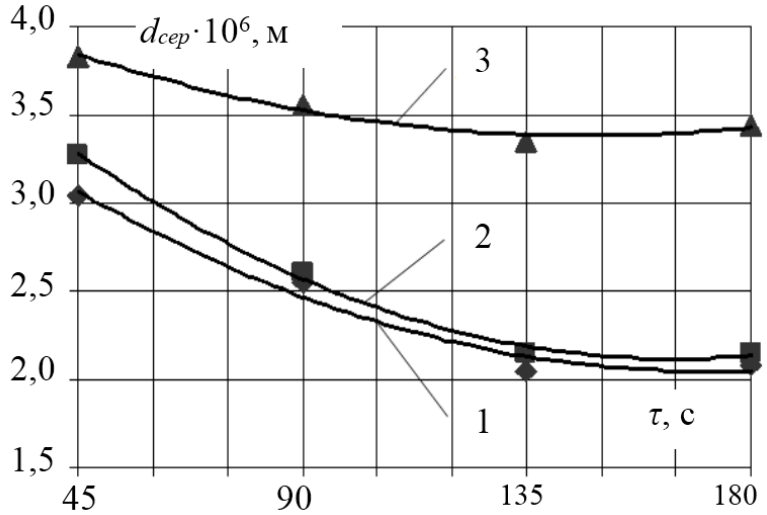
Для проведення обробки молока була підготовлена спеціальна ємність з нержавіючої сталі Ст25 діаметром 65 мм, висотою 150 мм, товщина стінок ємності 2 мм, яка володіє високими відбивальними властивостями ультразвукових хвиль.

Отримана проба піддавалась мікроскопіюванню та фотофіксацією результатів. На наступному етапі фотоматеріали завантажували до ПК та за допомогою програми «UTHSCSA ImageTool» проводився процес отримання результатів вимірювання. Статистична обробка результатів проводилась з використанням

програми «Microsoft Office Excel».

Необхідна кількість інтервалів розбивки визначено за умов допустимості похибки апроксимації кривої розподілу для випадку квантування половини кривої нормального закону розподілу.

В ході проведення досліджень була виявлена залежність зміни діаметра дисперсної фази від тривалості обробки при частоті ультразвукових хвиль 15, 22, 35 кГц. На рис. 1 представлені результати автоматичних розрахунків середнього діаметра жирових кульок.




1 – 15; 2 – 22; 3 – 35.

Рис. 1. Динаміка середнього діаметра $d_{сер}$ часточок дисперсної фази від тривалості τ ультразвукової обробки гомогенізованого молока та частоти ультразвуку, кГц.

Збільшення значення середнього діаметра при всіх частотах ультразвукової обробки пояснюється наступним. В системі змінюються білкові молекули, які б могли утворити поляризаційний шар на поверхні жирового шарика. Тому при збільшенні тривалості обробки, що відповідно призводить до збільшення температури суміші, термічно нестійкі жирові частки поєднуються, тобто відбувається процес коагуляції та коалесценції.

Аналіз результатів досліджень дисперсності жирової фази гомогенізованого молока підтвердив істотний вплив зміни рівня інтенсивності ультразвукової обробки на розміри жирових часток. Для виявлення впливу ультразвукових коливань різної інтенсивності і тривалості на величину середнього діаметра отриманих часток дисперсної фази d було розраховано питому енергію ультразвукової обробки N, під дією якої відбувається процес гомогенізації молока. Цю величину було отримано з формули (1)

$$N = P \cdot \tau, \qquad (1)$$

де $N$ – питома енергія ультразвукової обробки, Дж/дм$^3$;
$P$ – питома потужність ультразвукової обробки $P$, Вт/дм$^3$;
$\tau$ – тривалість обробки, с.

Величину питомої потужності ультразвукової обробки було отримано з формули (2)

$$P = W / V, \quad (2)$$

де $W$ – потужність ультразвукової обробки, Вт;
$V$ – об'єм середовища, що обробляється, дм$^3$.

Значення потужності ультразвукової обробки визначено за формулою

$$P = I \cdot S, \quad (3)$$

де $I$ – інтенсивність випромінювання ультразвукових коливань в середовище, Вт/м$^2$;
$S$ – площина випромінюючої поверхні, м$^2$.

Показник інтенсивності випромінювання ультразвукових коливань випромінювання в рідке середовище для магнітострикційного диспергатора УЗДН було розраховано в роботі [7].

Дослідження довели, що показник інтенсивності випромінювання ультразвукових коливань у рідке середовище для магнітострикційного диспергатора УЗДН з діаметром випромінювача 15 мм знаходиться у межах 2,5…5 Вт/см$^2$.

На рис. 2 наведені результати визначення середнього діаметру часток дисперсної фази гомогенізованого молока в залежності від тривалості ультразвукової обробки з питомою потужністю ультразвукової обробки 10, 15, 30 Вт/дм$^3$.

Отримані дані свідчать про те, що збільшення показника питомої потужності ультразвукової обробки в три рази з 10 Вт/дм$^3$ до 30 Вт/дм$^3$ призводить до зменшення мінімального середнього розміру часток дисперсної фази на 25…39%, тобто з показника мінімального діаметра кульок жирової фази 3,37 мкм і 2,05 мкм відповідно.

В результаті були отримані залежності зміни $d$ від кількості питомої енергії ультразвукової обробки $A$ в оброблювальних системах з питомою потужністю ультразвукової обробки 10, 15 та 30 Вт/дм$^3$:

– для питомої потужності ультразвукової обробки 10 Вт/дм$^3$

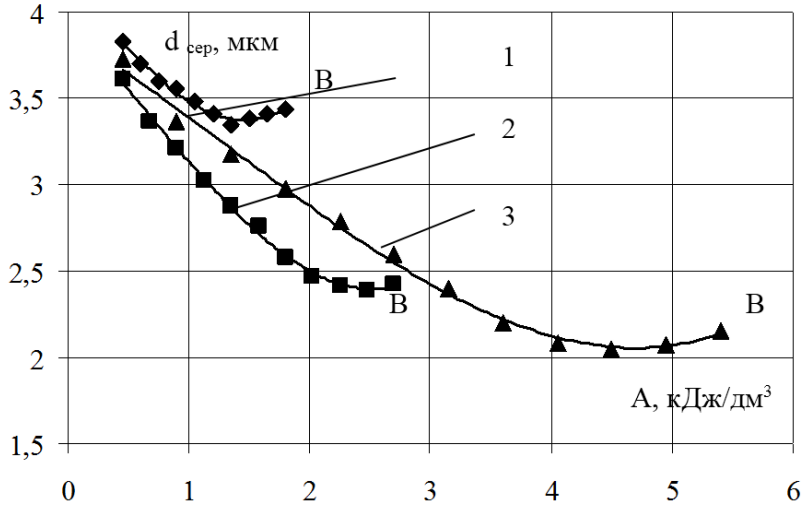
$$d = 0{,}1571\, A^3 - 0{,}0976\, A^2 - 0{,}7253\, A + 4{,}1515; \quad (4)$$

– для питомої потужності ультразвукової обробки 15 Вт/дм$^3$

$$d = 0{,}0763\, A^3 - 0{,}1374\, A^2 - 0{,}7555\, A + 3{,}9494; \quad (5)$$

– для питомої потужності ультразвукової обробки 30 Вт/дм$^3$

$$d = 0{,}0151\,A^3 - 0{,}0597\,A^2 - 0{,}441\,A + 3{,}875. \qquad (6)$$




1 – 10; 2 – 15; 3 – 30; (В – закінчення технологічного процесу).

Рис. 2. Зміна значень середнього діаметру часточок $d_{сер}$ дисперсної фази від питомої енергії ультразвукової обробки за різних значень питомої потужності Вт/дм$^3$.

З використанням отриманих регресійних рівнянь та регресійного аналізу результатів були розраховані показники $N$ та $\tau$, які відповідають локальним екстремумам функцій, в котрих $d_{min}$ приймає найменші значення. Результати розрахунків наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри ультразвукової обробки, за яких діаметр часточок дисперсної фази емульсії (d) гомогенізованого молока приймає мінімальні значення

| № з/п | Питома потужність ультразвукової обробки $P$, Вт/дм$^3$ | Мінімальний середній розмір часточок дисперсної фази $d_{min}$, мкм | Питома енергія ультразвукової обробки $A$, Дж/дм$^3$ | Тривалість обробки $\tau$, с |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 3,37 | 1465 | 146 |
| 2 | 15 | 2,38 | 2394 | 159 |
| 3 | 30 | 2,05 | 4705 | 157 |

Таким чином, можна відзначити, що максимальною дисперсністю володіють емульсії, що були оброблені з питомою потужністю ультразвукової обробки 30 Вт/дм$^3$. Проте, зменшення показника питомої потужності до 15 Вт/дм$^3$ дає збільшення мінімального середнього розміру часток дисперсної фази на 18...20% за умови збільшення продуктивності в два рази. Тобто, використання питомої потужності ультразвукової обробки на рівні 15 Вт/дм$^3$ є раціональним та обґрунтованим.

Для підтвердження ефективності використання відновленого та гомогенізованого ультразвуком молока у процесі виробництва сиру кисломолочного були проведені відповідні дослідження (рис. 3).

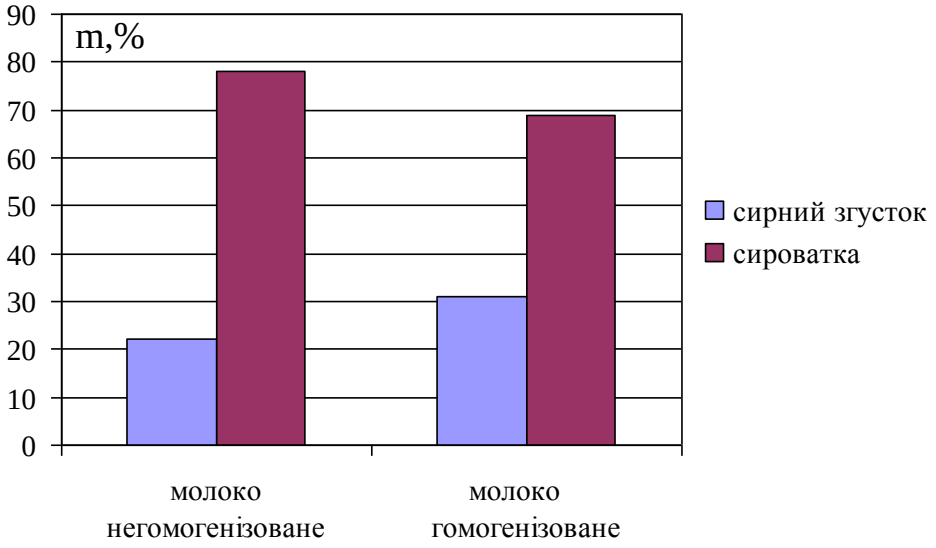



Рис. 3. Експериментальні дослідження зміни виходу сирного згустку.

Під час використання в якості сировини відновленого та гомогенізованого ультразвуком молока було виявлено, що відбуваються зміни у процесі синерезису, що впливає на збільшення кількості сирного згустку майже на 10%. За органолептичними показниками готовий продукт відповідав показникам ДСТУ 4554:2006 «Сир кисломолочний. Технічні умови», що свідчить про перспективність запропонованої технології.

*Висновки*. В ході проведення експериментів було виявлено, що обробка ультразвуковими хвилями частотою 22 кГц молока жирністю 3,2% дозволяє домогтися підвищення коефіцієнта дисперсності на 27...64%. Доведено перспективність використання відновленого молока в технологіях кисломолочних сирів, що дає можливість збільшення сирного згустку майже на 10%.

Література:

1. Шалыгина А. М., Калинина Л. В. Общая технология молока и молочных продуктов: учебник. Москва: КолосС, 2006. 199 с.

2. Твердохлеб Г. В., Раманаускас Р. И. Химия и физика молока и молочных продуктов. Москва: ДеЛи принт, 2006. 306 с.

3. Кузнецов В. В., Липатов Н. Н. Справочник технолога молочного производства: Технология и рецептуры. Т. 6: Технология детских молочных продуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. 512 с.

4. Шидловская В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник. Москва: КолосС, 2004. 360 с.

5. Feng H., Barbosa-Canovas G. V., Weiss J. Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. New York, Springer, 2010. 678 p.

6. Wu H., Hulbert G. J., Mount J. R. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2000. Vol. 1. P. 211-218. DOI: 10.1016/S1466-8564(00)00020-5.

7. Deynichenko G., Samoichuk K., Yudina T., Levchenko L., Palianychka N., Verkholantseva V., Dmytrevskyi D., Chervonyi V. Parameter optimization of milk pulsation homogenizer. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2018. Vol. 24. P. 63-67. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.86974.

8. Moiseev N., Suchkova E., Iakovchenko N. Possibility of using reconstituted milk in manufacture of cheese with cheddaring and cheese curd stretching. *Agronomy Research*. 2017. Vol. 15. P. 1358-1368.

9. Rivas I. K., Chavez-Martinez A. Effect of ultrasound applied to dairy whey prior to warming in the development of curd cheese. *Interciencia*. 2017. Vol. 42. P. 828-833.

10. Отримання водно-жирових емульсій за допомогою ультразвуку: монографія / Г. В. Дейниченко та ін. Харків: Факт, 2013. 192 с.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЕНОГО УЛЬТРАЗВУКОМ МОЛОКА ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СИРУ КИСЛОМОЛОЧНОГО

Червоний В. М., Горєлков Д. В., Постнов Г. М., Постнова О. М., Самойчук К. О.

**Анотація**

Робота присвячена технології відновлення сухого молока з використанням ультразвуку та подальшого використання у виробництві сиру кисломолочного. Розглянуто технологічні аспекти відновлення сухого молока та подальшої гомогенізації. Досліджено динаміку середнього діаметра часточок дисперсної фази від тривалості ультразвукової обробки гомогенізованого молока та частоти ультразвуку. Визначено зміну значень середнього діаметру часточок дисперсної фази від питомої енергії ультразвукової обробки за різних значень питомої потужності. Отримано параметри ультразвукової обробки, за яких діаметр часточок дисперсної фази емульсії гомогенізованого молока приймає мінімальні значення. Проведені дослідження для підтвердження ефективності використання відновленого та гомогенізованого ультразвуком молока у процесі виробництва сиру кисломолочного.

***Ключові слова***: молоко сухе, ультразвук, частота, відновлення, гомогенізація, сир кисломолочний.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННОГО УЛЬТРАЗВУКОМ МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОГА

Червоный В. Н., Горелков Д. В., Постнов Г. М., Постнова О. М., Самойчук К. О.

**Аннотация**

Работа посвящена технологии восстановления сухого молока с использованием ультразвука и дальнейшего использования в производстве творога. Рассмотрены технологические аспекты восстановления сухого молока и последующей гомогенизации. Исследована динамика среднего диаметра частиц дисперсной фазы от продолжительности ультразвуковой обработки гомогенизированого молока и частоты ультразвука. Определены изменение значений среднего диаметра частиц дисперсной фазы от удельной энергии ультразвуковой обработки при различных значениях мощности. Получены параметры ультразвуковой обработки, при которых диаметр частиц дисперсной фазы эмульсии гомогенизированого молока принимает минимальные значения. Проведенные исследования для подтверждения эффективности использования восстановленного и гомогенизированаг ультразвуком молока в процессе производства творога.

***Ключевые слова:*** молоко сухое, ультразвук, частота, восстановление, гомогенизация, творог.

# STUDY OF THE EFFICIENCY OF RECOVERED ULTRASOUND IN MILK PRODUCTION OF COTTAGE CHEESE

V. Chervonyi, D. Horielkov, G. Postnov, O. Postnova, K. Samoichuk

**Summary**

The work is devoted to the technology of restoring milk powder using ultrasound and further use in the production of cottage cheese. The technological aspects of the recovery of milk powder and subsequent homogenization are considered.

During the experimental work, the size distribution of the fat phase in milk was determined from the duration of the ultrasonic treatment. The frequency of ultrasonic treatment was selected from the standard series of magnetostrictive emitters manufactured by the industry and is equal to 15, 22 and 35 kHz. The duration was selected 45, 90, 135, 180 s, on the basis that the increase in the processing time over 200 s leads to a sharp increase in the temperature of the mixture, which makes it impossible to obtain an emulsion with high quality (stability, dispersion) or emulsion in general. The amount of substance to be treated is 500 ml. The necessary number of intervals of the breakdown is determined under the conditions of the admissibility of the error of approximation of the distribution curve for the quantization of half of the curve of the normal distribution law.

The dynamics of the average particle diameter of the dispersed phase on the duration of ultrasonic treatment of homogenized milk and the frequency of ultrasound is studied. The change in the values of the average particle diameter of the dispersed phase from the specific energy of ultrasonic treatment at various power values is determined. The ultrasonic processing parameters are obtained at which the particle diameter of the dispersed phase of the emulsion of homogenized milk assumes minimal values. Studies conducted to confirm the effectiveness of the use of reconstituted and ultrasonically homogenized milk in the production of cottage cheese.

***Key words:*** milk powder, ultrasound, frequency, restoration, homogenization, cottage cheese.

УДК 637.524 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-159-169

# ЯКІСНІ ТА КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМАЖЕНИХ КОВБАС У СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ ОБОЛОНКАХ

Онищенко В. М., к.т.н., ORCID: 0000-0002-8357-2201
Большакова В. А., к.т.н., ORCID: 0000-0002-0181-7130
Дроменко О. Б., к.т.н., ORCID: 0000-0002-3135-9732
Інжиянц С. Т., аспірант* ORCID: 0000-0001-8784-262X
*Харківський державний університет харчування та торгівлі*
Тел. (057) 34-94-590
Шубіна Л. Ю., к.т.н. ORCID: 0000-0002-0829-1979
*Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету*
Тел. (067) 998-27-26

*Постановка проблеми.* Оскільки більшість ковбасних виробів виготовляються в оболонках, значна увага приділяється їх захисним властивостям, адже саме завдяки зменшенню втрат маси в процесі виробництва та зберігання досягаються не лише економічно ефективні характеристики технології, а й висока якість готових виробів [1; 2]. З огляду на це, слід відмітити, що на сьогодні науково обґрунтовано низку техніко-технологічних рішень зі створення та запровадження штучних оболонок з високими захисними (бар'єрними) властивостями. Це дозволяє суттєво підвищити вихід готової продукції, корегувати проникність та механічні характеристики таких оболонок залежно від виду ковбасних виробів у досить у широкому діапазоні [3; 4]. Поряд з цим, використання виключно натуральних (кишкових) оболонок, що характеризуються значною проникністю, залишається безальтернативним у технології смажених ковбас, основним визначальним процесом якої є смаження на поверхні за високої температури (180–220 ºС). В результаті недостатнього захисту оболонки інтенсивність тепло- та масообміну спричиняє високі технологічні втрати, підвищуючи собівартість та погіршуючи якість смажених ковбас. Отже, підвищення захисних властивостей кишкових оболонок як чинник зменшення втрат під час теплової обробки та формування якості смажених ковбас є актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* Морфологічні особливості структури кишкових оболонок, їх хімічний склад, властивості колагену та еластину як основних складових визначають наступні шляхи підвищення їх захисних характеристик: ущільнення компонентів мікроструктури (колагенових, еластинових волокон),

© Онищенко В. М., Большакова В. А., Дроменко О. Б., Інжиянц С. Т., Шубіна Л. Ю.
* *Науковий керівник* – к.т.н., доцент Онищенко В. М.

наповнення порової мікроструктури, наявність додаткового поверхневого покриття [5]. Так, встановлено, що обробка свинячих черев на етапі їх підготовки водними розчинами метилцелюлози дозволяє підвищити вихід ковбаси смаженої Української, зменшити вихід збірного жиру, покращити споживні властивості порівняно з виробами в натуральних оболонках без додаткової обробки [6]; при цьому властивість утворювати стійку малопроникну плівку характерна для метилцелюлози в умовах вологого середовища за температури виключно вище 56 ºС, до того ж, в'язкість розчинів метилцелюлози є причиною технологічних ускладнень, зокрема під час наповнення оболонок. Вивчено вплив модифікації кишкових оболонок водними витяжками шавлії, деревини та шипшини на сенсорні характеристики смажених ковбас з їх використанням, доведено позитивний вплив запропонованого способу [7]; при цьому заготівля рослинної сировини, підготовка водних витяжок відчутно підвищує собівартість технології, а вміст фенольних речовин рослин у водних розчинах залишається складно контрольованим. Заслуговують на увагу щадні теплові режими обробки, зокрема ІЧ-випромінюванням, які дозволяють знизити втрати в технологічному процесі м'ясних продуктів [8], проте, їх використання не забезпечує ідентифікаційних ознак смаженої продукції.

На наш погляд, особливий інтерес може представляти використання у технології смажених ковбас склеєних кишкових оболонок. Таку доцільність зумовлено низкою чинників: виключенням їх заміни штучними аналогами; створенням найбільш раціонального напрямку використання відходів кишкової сировини; зменшенням дефіциту та вартості вітчизняних натуральних оболонок; багатошаровістю склеєних кишкових оболонок; вираженими тепловими коагуляційними процесами, пов'язаними зі смаженням фаршу в оболонках. У науково-практичній літературі дані щодо кількісних та якісних характеристик смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках відсутні.

Склеєні кишкові оболонки виготовляють із залишків кишкової сировини, намотуючи їх на різні форми; в процесі сушіння намотані смуги міцно зчеплюються, в результаті чого утворена форма придатна до наповнення фаршем і володіє всіма властивостями натуральних оболонок [9; 10]. Пропонуються технічні рішення з урізноманітнення форм склеєних кишкових оболонок, підвищення їх міцності завдяки нарощуванню шарів, досягнення стабільності упродовж зберігання шляхом внесення антимікробних речовин [11–13]. Проте, одним з недоліків як універсальної натуральної оболонки залишається можливість розшаровування цих оболонок в умовах тривалого контакту з водою та дії зусиль, які виникають всередині батону. Це є характерним для технологій вологовмісних фаршів варених та

напівкопчених ковбасних виробів. З метою зниження ступеня водопоглинання та оберненості процесу склеювання-розшарування склеєних кишкових оболонок запропоновано їх дублення рослинним дубителем таніном. На підставі одержаних результатів встановлено підвищення загальних міцнісних характеристик та міцності зв'язку між шарами кишкових плівок [14]. Крім цього, визначено закономірності змін фізико-механічних властивостей під час виготовлення й зберігання смажених ковбас. Одержані результати стали підґрунтям обґрунтування можливості ефективного використання склеєних кишкових оболонок у технології смажених ковбас із урахуванням посилення захисних властивостей завдяки їх дво- та тришаровості, а також формування стійкого зчеплення завдяки тепловій коагуляції та денатурації, що дозволить зменшити кількісні втрати під час виробництва продукції [15].

Таким чином, дослідження закономірностей змін якісних та кількісних характеристик смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках є актуальними.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Дослідження якісних та кількісних характеристик смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках як фактора їх впливу на вихід та формування споживних властивостей готової продукції.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі завдання:

– визначити кількісні характеристики технології (вихід готової продукції та збірного жиру) ковбаси смаженої Українська вищого сорту для зразків, виготовлених у одно-, дво- та тришарових склеєних кишкових оболонках, в тому числі підданих рослинному дубленню;

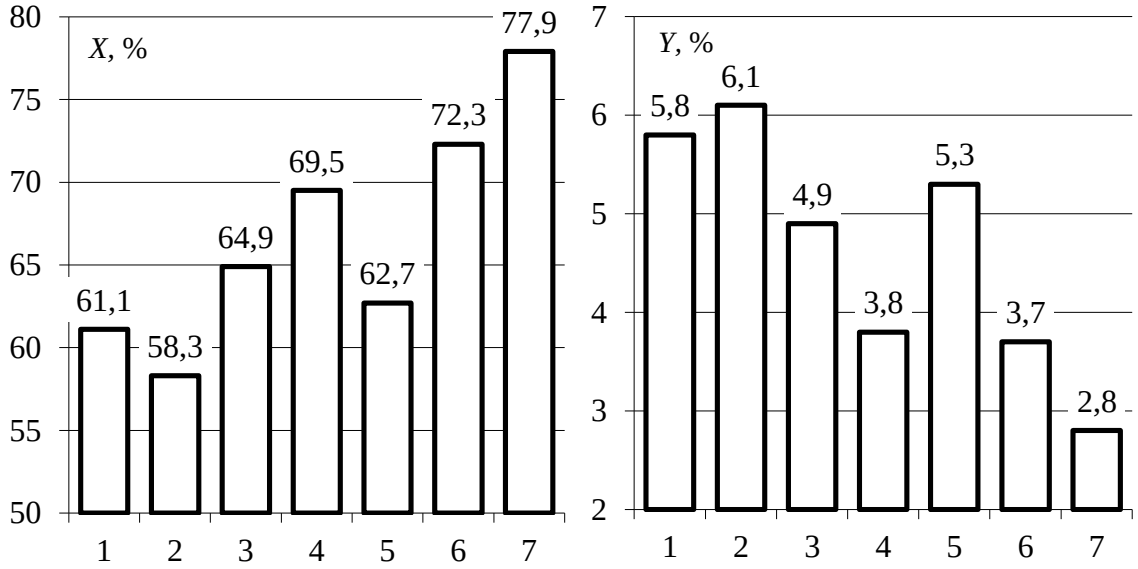
– встановити якісні характеристики (структурно-механічні, фізико-хімічні та органолептичні) готової ковбаси смаженої Українська вищого сорту в склеєних кишкових оболонках;

– визначити та проаналізувати закономірності впливу склеєних кишкових оболонок на вихід та формування споживних властивостей ковбаси смаженої Українська вищого сорту.

Смажену ковбасу Українська вищого сорту виготовляли за ДСТУ 4433:2005, згідно із чинними технологічними інструкціями. Як оболонки використано: контрольні – череви свинячі дослідні: одно-, дво- та тришарові склеєні кишкові оболонки, у тому числі піддані додатковому рослинному дубленню таніном.

Напругу зрізу фаршу готових смажених ковбас визначали на пристрої ПМ-3 конструкції А. С. Большакова, А. К. Фоміна. Органолептичні показники якості смажених ковбас – за ДСТУ 4823.1:2007 та ДСТУ 4823.2:2007, бальну оцінку – за дев'ятибальною шкалою, масову частку вологи – за ДСТУ ISO 1442:2005, кухонної солі – за ДСТУ ISO 1841-2:2004, білку – ДСТУ ISO 937:2005), жиру – ДСТУ ISO 1443:2005.

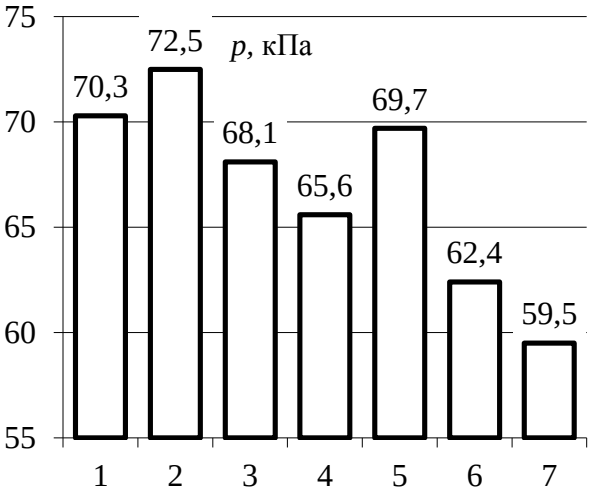
*Основна частина.* Матеріали здійсненого дослідження дають підстави вважати, що зміни виходу готової продукції, збірного жиру, органолептичних та фізико-хімічних показників якості смажених ковбас залежно від використаних кишкових оболонок пов'язані з інтенсивністю масообмінних процесів, а саме – різними втратами їх маси, під час термічної обробки, які, у свою чергу, визначаються ступенем захисних властивостей цих оболонок. Високі втрати маси відбуваються переважно внаслідок випаровування вологи та призводять до зменшення виходу готової продукції (рис. 1), погіршення зовнішнього вигляду та консистенції (рис. 2, табл. 1), перерозподілу співвідношення вологи та сухих речовин (кухонної солі, білку, жиру убік останніх (табл. 2).




а) б)

1 – череви свинячі (контроль); 2, 3, 4 – склеєні одно-, дво- та тришарові, відповідно; 5, 6, 7 – склеєні та піддані дубленню одно-, дво- та тришарові, відповідно.

Рис. 1. Вихід готової продукції *X* (а) та збірного жиру *Y* (б) у технології смажених ковбас залежно від використаних кишкових оболонок.




1 – череви свинячі (контроль); 2, 3, 4 – склеєні одно-, дво- та тришарові, відповідно; 5, 6, 7 – склеєні та піддані дубленню одно-, дво- та тришарові, відповідно.

Рис. 2. Напруга зрізу фаршу готових смажених ковбас *p* залежно від використаних кишкових оболонок.

Таблиця 1 – Результати бальної оцінки органолептичних показників якості смажених ковбас (n=3, P≥0,95, ε≤5)

| Органолептичний показник | Бальна оцінка зразків смажених ковбас* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Зовнішній вигляд | 8,0 | 5,6 | 7,6 | 7,8 | 7,0 | 8,4 | 8,4 |
| Консистенція | 7,8 | 6,4 | 7,6 | 8,0 | 7,0 | 8,4 | 8,8 |
| Вигляд фаршу на розрізі | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| Смак та запах | 8,0 | 6,8 | 7,8 | 8,0 | 7,6 | 8,6 | 8,8 |
| Загальна оцінка | 8,1 | 6,8 | 7,9 | 8,1 | 7,5 | 8,5 | 8,6 |

Примітка: 1–7 зразки смажених ковбас у кишкових оболонках, де: 1 – череви свинячі (контроль); 2, 3, 4 – склеєні одно-, дво- та тришарові, відповідно; 5, 6, 7 – склеєні та піддані дубленню одно-, дво- та тришарові, відповідно

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники якості смажених ковбас (n=3, P≥0,95, ε≤5)

| Фізико-хімічний показник | Зразки смажених ковбас у кишкових оболонках* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Масова частка вологи, % | 44,83 | 43,52 | 45,87 | 47,27 | 45,19 | 48,51 | 50,22 |
| Масова частка кухонної солі, % | 2,49 | 2,55 | 2,45 | 2,39 | 2,47 | 2,33 | 2,21 |
| Масова частка білка, % | 17,28 | 17,72 | 16,95 | 16,51 | 17,16 | 16,12 | 15,61 |
| Масова частка жиру, % | 35,10 | 35,96 | 34,43 | 33,53 | 34,88 | 32,74 | 31,66 |

Примітка: 1 – череви свинячі (контроль); 2, 3, 4 – склеєні одно-, дво- та тришарові, відповідно; 5, 6, 7 – склеєні та піддані дубленню одно-, дво- та тришарові, відповідно

Використання дво- та тришарових склеєних кишкових оболонок дозволяє збільшити вихід готової продукції (у відносному вираженні) на 6,2–13,7%, а в разі їх дублення – на 18,3–27,5% (відповідно) порівняно зі смаженими ковбасами, що виготовлені у черевах свинячих. При цьому масова частка вологи у фарші готовій продукції закономірно підвищується як за зростання до двох-трьох шарів (на 2,3–5,4%), так і в разі додаткового дублення таніном використаних склеєних кишкових оболонок (на 8,2–12,0%). В результаті виявлених змін вологісного стану денатурованих білків фаршу смажених ковбас встановлено зменшення напруги його зрізу (з 70,3 кПа до 59,3 кПа, що у відносному вираженні складає 15,6%) та покращення оцінки консистенції (з 7,8 до 8,8 балів, що у відносному вираженні складає 12,8%). Отримані результати корелюють з відомими даними щодо динаміки стану денатурованих білків м’ясних продуктів у процесі термічної обробки, які підкреслюють роль внутрішнього вологовмісту, поряд з іншими чинниками (ступінь коагуляції, глибина первинного автолізу, м’яса, pH, ступінь подрібнення та ін.), у

формуванні структурно-механічних властивостей [16–19]. Очевидним є також те, що напруга зрізу фаршу смажених ковбас зменшується (а консистенція покращується) зі збільшенням шарів склеєних кишкових оболонок та обробкою дубителем (рис. 2). Збільшення масової частки вологи є основним чинником, який зумовлює відносне зменшення кількості кухонної солі, білку та жиру (табл. 2), що так само більшою мірою спостерігається за нарощування шарів та дублення склеєних кишкових оболонок.

Проведений порівняльний аналіз якісних та кількісних характеристик смажених ковбас свідчить про нижчий загальний рівень виробів у склеєних одношарових оболонках. Слід відмітити виявлений недопустимий характерний дефект у даної продукції – пошкодження цілісності оболонки у місцях перекривання шарів (склеювання), що суттєво знизило захисні функції оболонки як такої та підвищило масові втрати. Пошкоджень оболонки у інших виробів не виявлено.

Виходячи з наведених вище даних, є підстави вважати, що масові зміни смажених ковбас у процесі термічної обробки визначаються рівнем захисних властивостей склеєних кишкових оболонок. Фіксація отриманих закономірностей впливу склеєних кишкових оболонок на якісні та кількісні характеристики смажених ковбас дозволяє припустити конкретизацію їх основних визначальних чинників – кількість шарів, наявність операції додаткового дублення, специфіка термічної обробки та її фізико-хімічна дія на колагеново-еластинову структуру плівок, виготовлених з фабрикату свинячих кишок.

Технологія підготовки та виготовлення досліджених склеєних кишкових оболонок визначає первинні стани їх білків як нативний обводнений (контроль), близький до нативного обводнений (без дублення), дублений частково зневоднений (з дубленням). В процесі термічної обробки смажених ковбас (бланшування, смаження та охолодження) відбуваються теплова коагуляція та денатурація білків оболонок. З огляду на це, фізико-хімічні аспекти взаємодії колагеново-еластинової структури з водою, її дублення та, головним чином, зварювання є переконливими поясненнями встановлених у даному дослідженні закономірностей. Відомим є той факт, що вологий колаген та еластин у разі нагрівання за певних умов зморщуються та скорочуються до 1/3 первинної довжини. Це спричиняє ущільнення плівкової структури [20; 21] і є фактором зменшення проміжків для проникнення внутрішнього вмісту. Що ж стосується дублення, воно є необоротним процесом, знижує ступінь гідратації та набрякання колагеново-еластинових волокон [22], його позитивний вплив у формуванні захисних властивостей склеєних оболонок, якісних та кількісних характеристик смажених ковбас з їх

використанням може бути пояснено підвищенням термічної стабільності після дублення, пов'язаним зі зменшенням можливості відкладення води на некристалічних ділянках [23; 24]. Посилення захисних властивостей склеєних кишкових оболонок завдяки збільшенню їх шарів відбувається, очевидно, внаслідок збільшення фактичної товщини.

*Висновки.* 1. Установлено кількісні технологічні (вихід готової продукції та збірного жиру) та якісні (структурно-механічні, фізико-хімічні та органолептичні) характеристики ковбаси смаженої Українська вищого сорту в одно-, дво- та тришарових склеєних кишкових оболонках, в тому числі підданих рослинному дубленню таніном. Визначено закономірності змін якісних та кількісних характеристик смажених ковбас під впливом склеєних кишкових оболонок, які полягають у зниженні інтенсивності масообміну в процесі термічної обробки та, як наслідок, збереженні внутрішнього вологовмісту готового фаршу. Доведено, що посилення рівня захисних властивостей склеєних кишкових оболонок як чинника інтенсивності масових втрат та збереження внутрішнього вологовмісту смажених ковбас залежить від кількості їх шарів, наявності операції додаткового дублення таніном.

2. Проведений порівняльний аналіз якісних та кількісних характеристик смажених ковбас свідчить про низький загальний рівень виробів у склеєних одношарових оболонках.

Використання дво- та тришарових склеєних кишкових оболонок у технології смажених ковбас дозволяє збільшити вихід готової продукції до 64,9–69,5%, а в разі їх дублення – до 72,3–77,9%, порівняно з продукцією, виготовленою у черевах свинячих, вихід якої становить 61,1%. Зміни виходу збірного жиру, як показника технологічних втрат, залежно від використаних кишкових оболонок визначаються в оберненому вигляді. Вихід збірного жиру вдається знизити до 4,9–3,8%, за умов дублення – до 3,7–2,8% (проти контрольного значення 5,8%).

3. Визначене дослідженням збільшення масової частки вологи у фарші смажених ковбас у дво- та тришарових склеєних кишкових оболонках до 45,87–47,27%, за їх дублення – до 48,51–50,22%, порівняно з контрольним значенням (44,83%), свідчить про послаблення інтенсивності втрат вологи, збереження внутрішнього вологовмісту та відбивається зменшенням напруги зрізу до 68,1–65,6 кПа та 65,4–59,3 кПа (з 70,3 кПа у контролю), покращенням загальної органолептичної оцінки (з 8,1 до 8,6 балів), в основному, за рахунок поліпшення консистенції (з 7,8 до 8,8 балів). Збільшення масової частки вологи призводить до перерозподілу сухих речовин та вологи у смажених ковбасах, в результаті чого встановлено відносне зменшення кількості кухонної солі, білку та жиру.

4. Одержані результати дають підстави ефективного використання дво- та тришарових склеєних кишкових оболонок, у тому числі підданих рослинному дубленню таніном, в технології смажених ковбас, що дозволяє суттєво зменшити кількісні втрати, забезпечити високу якість в процесі виробництва готової продукції та раціонально використати відходи кишкового виробництва для виготовлення ковбасних оболонок із високими функціонально-технологічними властивостями.

5. Залишаються невизначеними закономірності формування необоротного склеювання-фіксації в результаті теплової коагуляції та денатурації колагеново-еластинової структури. Дослідження та обґрунтування техніко-технологічних новацій з вирішення завдання теплової коагуляції склеєних кишкових оболонок, як способу підвищення фізико-механічних властивостей, дозволить суттєво розширити їх застосування у технології ковбасних виробів.

Література:

1. Cummins E. J., Lyng J. G. Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology. Chichester: John Wiley & Sons, 2017. 448 p.

2. Galanakis Ch. M. Sustainable Meat Production and Processing. New York: Academic Press, 2019. 274 p.

3. Насонова В. В., Голованова П. М., Ревуцкая Н. М. Колбасные оболочки: разнообразие и конкуренция видов. *Все о мясе.* 2012. № 1. С. 4-6.

4. Ланг Б.-А., Эффенбергер Г. Колбасные оболочки. Натуральные, искусственные, синтетические / пер. с нем. Е. А. Семеновой; ред. В. Ю. Смурыгин. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 294 с.

5. Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Янчева М. О. Наукові та практичні аспекти виробництва і застосування натуральних ковбасних оболонок: монографія. Харків: ХДУХТ, 2009. 149 с.

6. Шубіна Л. Ю., Онищенко В. М., Карпенко З. П. Формування захисних властивостей натуральних оболонок у технології виробництва смажених ковбас. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Харків, 2006. Вип. 2 (4). С. 352-356.

7. Шубіна Л. Ю., Доманова О. В., Дзигар В. С. Динаміка якісних характеристик смажених ковбас у модифікованих оболонках під час зберігання. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі.* Харків, 2015. Вип. 2 (22). С. 197-204.

8. Development of the plant for low-temperature treatment of meat products using ir-radiation / A. Zahorulko et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2019. Vol. 1, № 11 (97). P. 17-22.

9. Сидорова Е. В., Сусь И. В. Кишечное производство. Наука и практика. Москва: Эдиториал сервис, 2011. 228

10. Wijnker J. J. Aspects of quality assurance in processing natural sausage casings. Ridderkerk: Ridderprint, 2009. 114 p.

11. Способ производства оболочек из свиных черев: пат. 2326540 Российская Федерация: МПК A22C 13/00, A22C 17/14, A22C 17/16. № 2005120659/13; заявл. 4.07.2005; опубл. 20.01.2007, Бюл. № 7.

12. Способ производства декоративных кишечных оболочек: пат. 2411733 Российская Федерация: МПК A22C 13/00, A22C 17/14, A22C 17/16. № 2009138128/13; заявл. 16.10.2009; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5.

13. Пат. 16888822 СССР, МПК A22C 13/00. Способ подготовки черев животных для изготовления оболочек колбасных изделий / Ш. Я Бабаев, К. А. Ахмедов, А. Гусейнов. № 4745209/13; заявл. 03.10.1989; опубл. 07.11.1991, Бюл. № 41.

14. Михайлов В. М., Онищенко В. М. Визначення міцності зв'язку між шарами та еластичності склеєних кишкових плівок. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Сер. Нові рішення в сучасних технологіях.* Харків, 2018. № 9 (1285). С. 212-217.

15. Михайлов В. М., Онищенко В. М., Большакова В. А., Інжиянц С. Т. Зміни структурно-механічних властивостей склеєних кишкових оболонок смажених ковбас. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі* / ХДУХТ. Харків: 2019. Вип. 2 (30). С. 156-167.

16. Изменение качества мясных фаршей для колбасных изделий в процессе измельчения / Ю. Г. Сухенко и др. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2017. № 4/11 (88). С. 56-63.

17. Research into mechanical properties of minced meat and finished products / Y. Suchenko et al. *EUREKA: Life Sciences.* 2017. № 4. P. 43-51.

18. Ahmed J., Ramaswamy H. S. Dynamic rheology and thermal transitions in meat-based strained baby foods. *Journal of Food Engineering.* 2007. Vol. 78, № 4. P. 1274-1284.

19. Нестеренко А. А., Кенийз Н. В., Нагарокова Д. К. Прогнозирование реологических характеристик колбас. *Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* Краснодар, 2015. № 3(107). С. 289-301.

20. Fratzl P. Collagen: Structure and Mechanics. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2008. 506 p.

21. Covington A. D., Covington. T. Tanning Chemistry: The Science of Leather. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2009. 483 p.

22. Уруджев Р. С. Демирова А. Ф., Гаджиева А. М. О механизме влияния дубления на термостойкость коллагена. *Кожевенно-обувная промышленность.* 2005. № 2. С. 47-51.

23. Schropfer M., Meyer M. Investigations Towards the Binding Mechanisms of Vegetable Tanning Agents to Collagen. *Research Journal of Phytochemistry.* 2016. Vol. 10, № 2. P. 58-66.

24. Modification of collagen with a natural cross-linker, procyanidin / L. He et al. International Journal of Biological Macromolecules. 2011. Vol. 48, № 2. P. 354–359.

## ЯКІСНІ ТА КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМАЖЕНИХ КОВБАС У СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ ОБОЛОНКАХ

Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Большакова В. А.,
Дроменко О. Б., Інжиянц С. Т.

**Анотація**

Встановлено переваги якісних та кількісних характеристик смажених ковбас у дво- та тришарових склеєних кишкових оболонках, у тому числі підданих дубленню таніном, порівняно з використанням одношарових та контрольною продукцією у черевах свинячих: збільшення виходу готової продукції (з 61,1% до 64,9–77,9%); зменшення втрат збірного жиру (з 5,8% до 4,9–2,8%); збільшення масової частки вологи у фарші готових смажених ковбас (з 44,83% до 45,87–50,22%) як свідчення про послаблення інтенсивності втрат вологи й збереження внутрішнього вологовмісту; зменшення напруги зрізу (з 70,3 кПа до 68,1–59,3 кПа) та покращення загальної органолептичної оцінки (з 8,1 до 8,6 балів). Наведено аналіз одержаних закономірностей впливу склеєних кишкових оболонок на вихід та якість смажених ковбас.

***Ключові слова:*** склеєні кишкові оболонки, смажені ковбаси, дублення, танін, захисні властивості.

## КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖАРЕНЫХ КОЛБАС В СКЛЕЕННЫХ КИШЕЧНЫХ ОБОЛОЧКАХ

Онищенко В. Н., Шубина Л. Ю., Большакова В. А.,
Дроменко Е. Б., Инжиянц С. Т.

**Аннотация**

Установлены преимущества качественных и количественных характеристик жареных колбас в двух- и трехслойных склеенных кишечных оболочках, в том числе подвергнутых дублению танином, по сравнению с использованием однослойных и контрольной продукцией в черевах свиных: увеличение выхода готовой продукции (с 61,1% до 64,9–77,9%); уменьшение потерь сборного жира (с 5,8% до 4,9–2,8%); увеличение массовой доли влаги в фарше готовых жареных колбас (с 44,83% до 45,87–50,22%) как свидетельство об ослаблении интенсивности потерь влаги и сохранении внутреннего влагосодержания; уменьшение напряжения среза (с 70,3 кПа до 68,1–59,3 кПа) и улучшение общей органолептической оценки (с 8,1 до 8,6 баллов). Приведен анализ полученных закономерностей влияния склеенных кишечных оболочек на выход и качество жареных колбас.

***Ключевые слова:*** склеенные кишечные оболочки, жареные колбасы, дубление, танин, защитные свойства.

# QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF FRIED SAUSAGES IN LUED INTESTINAL CASINGS

V. Onyshchenko, L. Shubina, V. Bolshakova,
O. Dromenko, S. Inzhyyants

**Summary**

The relevance of the use of glued intestinal casings in the technology of fried sausages has been theoretically grounded, which is caused by the exclusion of the possibility of their replacement by artificial analogues, creation of a rational direction of use of intestinal waste, reduction of the deficiency and cost of natural casings, their multilayer, thermal coagulation processes related to frying.

Quantitative (output of finished products and collective fat) and qualitative (structural-mechanical, physicochemical and organoleptic) characteristics of fried sausage “Ukrainian” top grade in one-, two- and three-layer glued intestinal casings, including subjected to vegetable tannin, were determined. The regularities of their changes under the influence of glued intestinal casings have been determined, which is caused by the degree of intensity of mass transfer in the process of heat treatment and, as a consequence, the preservation of the internal moisture content of the minced meat. It has been proved that the enhancement of the level of protective properties of the glued intestinal casings, as a factor of the intensity of mass losses and the preservation of the internal moisture content of fried sausages, depends on the number of their layers, the presence of the operation of additional tannin tanning.

On the basis of the analysis of the obtained results, the advantages of qualitative and quantitative characteristics of fried sausages in two- and three-layer glued intestinal casings, including tannin-tanned, have been compared with the use of single-layer and control products in pig bellies: increase of output (from 61% of finished products to 64.9-77.9%); reduction of losses of collective fat (from 5,8% to 4,9-2,8%); an increase in the mass fraction of moisture in minced meat of the ready fried sausages (from 44.83% to 45.87-50.22%) as evidence of a decrease in the intensity of moisture loss and the preservation of internal moisture content; reducing the cutoff voltage (from 70.3 kPa to 68.1-59.3 kPa) and improving the overall organoleptic score (from 8.1 to 8.6 points). The analysis of the obtained regularities of the influence of glued intestinal casings on the output and quality of fried sausages has been given.

***Key words:*** glued intestinal casings, fried sausages, tanning, tannin, protective properties.

УДК [663.258:535-211.4]:663.221
DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-170-177

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ БІЛИХ СТОЛОВИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ ПРОТИ ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ PINKING

Олійник А. І., магістр,*
Мельник І. В., к.т.н. ORCID: 0000-0003-1292-078X
*Одеська національна академія харчових технологій*
Тарасова В. В., мол. наук. співроб.*
*ННЦ: Інститут виноградарства і виноробства ім. Таїрова В.Є., хіміко-аналітична лабораторія відділу виноробства*
Тел. (048) 712-40-88

*Постановка проблеми у загальному вигляді.* Pinking сприймається як небажане явище для виноробів. Незважаючи на сезонні та регіональні відмінності, порожевіння білих вин, що вироблені з сортів винограду (лоза Sp. Vitis vinifera) Шардоне, Шенін Блан, Крушен, Мускат Гордо Бланко, Паломіно, Рислінг, Совіньон Блан, Семільон спостерігається у всьому світі. Незважаючи на те, що одні з перших досліджень були проведені ще в 1977 році [1], проблема залишається актуальною і на сьогоднішній день.

Згідно дослідження Cojocaru G.A pinking – це явище, яке виникає в деяких білих винах, вироблених в умовах високої відновної здатності, яке іноді несподівано з'являється через кисень у вигляді рожевого забарвлення [2]. Явище pinking, як правило, з'являється у білих винах після розливу та зберігання, або після спиртового бродіння, хоча періодично це трапляється, як тільки внесли ЧКД [3]. Відомо, що кількість виноматеріалу, в якому утворився pinking, зросла в роки врожаю, у яких було збільшено використання методики холодного бродіння та інертного газу для захисту від окислення.

За деякими даними, аеробна обробка сусла зменшує pinking у готових винах, але може викликати небажані зміни аромату. Дана зміна в кольорі зазвичай не зачіпає інші сенсорні особливості, такі як аромат. Якщо процес окислення продовжиться, то колір вина буде ставати коричневим. Фенольне з'єднання, яке відповідає за виникнення pinking, – це перший компонент, який окислюється, і реагує перш ніж відбувається покоричневіння [4]. Коричневий колір пов'язаний з сильним і грубим окисленням і небажаними змінами в ароматі і смаку. Однак вино може отримати коричневий колір, минаючи стадію виникнення pinking. Існують тільки припущення з

© Олійник А. І., Мельник І. В., Тарасова В. В.
* *Науковий керівник* – к.т.н., доцент Мельнік І. В.

приводу причини виникнення pinking. Фізико-хімічні властивості рожевого виноматеріалу вказують на те, що попередники цього явища – фенольного характеру.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Мало хто з вчених займались цією проблемою, зокрема австралійські вчені-енологи [5]. Сама хімічна сполука, яка дає рожевий відтінок, невідома [6]. У роботах [7] доведено, що деякі сполуки, відповідальні за рожеве забарвлення, насправді є антоціанами (пігментами, типовими для червоних вин) і їх похідними. Тобто походження явища pinking у білих винах від Vitis vinifera L. сорту винограду SıSria є антоціани (переважно мальвідин-3-О-глюкозид), що антоціани розташовувалися як в м'якоті, так і в шкірці. Проведені дослідження поліфенолів вина [8] показали, що явище pinking може відбуватися через повільне зневоднення лейкоантоціанідинів (флавани-3,4-діол) до їх відповідних флавенов (flav-3-ен-3-ол) в середовищі з високим ступенем відновлення і потім швидке окислення до відповідних їм забарвлених катіонів флавілія (ціанідину) при впливі кисню.

Передбачається, що додавання аскорбінової кислоти може допомогти захистити вино від окислювального рожевого кольору під час розливу. Існує декілька профілактичних або лікувальних енологічних методів усунення дефекту pinking, таких як застосування полівінілполіпірролідону (PVPP), PVPP+бентоніту, або шляхом збільшення окислювально-відновного потенціалу шляхом застосування аскорбінової кислоти на етапі попереднього розливу [9]. Однак ці способи усунення pinking збільшують витрати на виробництві і можуть впливати на органолептичні властивості вина [10]. Додавання катехінових танінів у вина, які чутливі до рожевого кольору, може запобігти утворенню pinking через їх здатність швидше окислюватися або змінювати хімічну рівновагу між задіяними поліфенолами.

Також були проведені дослідження на кафедрі технології вина та сенсорного аналізу (ТВ та СА) щодо запобігання появи pinking в шампанських виноматеріалах. Метод дозволяє зробити краще порівняння з винами, що мають неоднакову колірну композицію і здатний вимірювати інтенсивність рожевого кольору в білому вині. Всі види обробок показали зниження рожевого відтінку, але кращий результат спостерігався при обробці PVPP + Аскорбінова кислота. Найбільш чутливим до pinking виявився шампанський виноматеріал сорту Трамінер [11].

*Постановкою завдання* є розробка науково обґрунтованих технологічних рішень щодо режимів обробки оклеюючими препаратами для зниження pinking в білих столових виноматеріалах.

*Предметом дослідження* є сучасні технології обробки виноматеріалу проти утворення pinking.

*Матеріали і методи.* Дослідження за даним напрямком проведено на прикладі двох сортів винограду: Рислінг та Шардоне врожаю 2019 року, вироблених на ПрАТ «Ізмаїльський винзавод» Одеської області. Для порівняльної характеристики в експерименті також задіяні виноматеріали тих самих сортів винограду, виготовлених на заводах Одеського регіону, а саме ТОВ «Вінтрест» пгт. Великодолинське та ТОВ «Саратський винзавод».

*Основна частина.* З метою спрощення ідентифікації зразків виноматеріалів, використовували короткі позначення (табл. 1).

Таблиця 1 – Скорочені позначення експериментальних виноматеріалів

| Зразки | 1. ПрАТ «Ізмаїльський винзавод» | | 2. ТОВ «Вінтрест» | | 3.ТОВ «Саратський завод» | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Шардоне | Рислінг | Шардоне | Рислінг | Шардоне | Рислінг |
| Необроб-лений | 1,1 | 1,2 | 2,1 | 2,2 | 3,1 | 3,2 |
| Окисле-ний | 1.1* | 1.2* | 2.1* | 2.2* | 3.1* | 3.2* |

У 1972 Singleton [12] зазначив, що pinking міг бути викликаний використанням агентів окислення. У 1974, Wildenradt і Singleton [13] продемонстрували, що перекис водню природним шляхом виробляється в винах після окиснення, таким чином перекис водню могла бути «відповідальною» за pinking. У 1977 Simpson [4] використовував перекис водню, щоб оцінити pinking в білих винах і зробив висновок, що 75 мг/дм$^3$ – найкраща концентрація, щоб викликати реакцію. Після реакції колір зразків виноматеріалів був приблизно такий саме, як і при реакції pinking у звичайних умовах, а тобто світло-рожевим. З метою створення рівних умов для всіх експериментальних зразків в лабораторії кафедри технології вина та сенсорного аналізу для штучного утворення pinking до кожного із зразків додавали перекис водню ($H_2O_2$) концентрацією [C] = 3 %, V = 0,75 см$^3$.

Отже, було визначено оптимальне дозування $H_2O_2$ для 10 см$^3$ виноматеріалу – 0,75 см$^3$. Для кращого спостереження утворення pinking у виноматеріалах, в кожну з 24 колб по 50 см$^3$ вносили зразок виноматеріалу V = 40 см$^3$ та додавали 3,0 см$^3$ $H_2O_2$ , із перерахунку з попередніх даних.

Для оклеювання виноматеріалів було використано 4 препарати для обробки, а саме: COMBISTAB AF, PLANTIS AF–Q, PLANTIS AF–P, PVPP STABIL TM «Enogroup». Використовували їх відповідно діючим інструкціям по застосуванню кожного. У складі COMBISTAB AF є ПВПП, рослинний білок, діоксид кремнію. Це новий освітлюючий і стабілізуючий препарат виробництва Enartis, що входить в серію

неалергенних продуктів (AF). Препарат PLANTIS AF–Q – комплексний освітлюючий агент, виготовлений з чистого рослинного білка і хітозану, активованого органічними кислотами. Це новий освітлюючий препарат в лінійці Enartis «Allergen Free» для освітлення і стабілізації сусла і вина. Склад препарату PLANTIS AF–P – чистий картопляний білок, стабілізуючий $SO_2$. PVPP STABIL**:** каталітично очищений полівінілполіпірролідон, який володіє поперечним ланцюгом утворення полімеру. Не розчиняється у воді та інших загальних розчинниках.

Результати. Фізико-хімічні показники виноматеріалів визначали на кожному етапі експерименту для порівняльної характеристики (табл. 2-4). Дозування освітлюючих матеріалів визначали відповідно діючим інструкціям по застосуванню у максимальній кількості.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники необроблених виноматеріалів

| № | Показники | 1,1 | 1,2 | 3,1 | 3,2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Об’ємна доля спирту, % | 11,5 | 12 | 12,2 | 12,4 |
| 2. | Масова концентрація титрованих кислот, г/дм$^3$ | 5,2 | 5,5 | 6 | 6,4 |
| 3. | Масова концентрація $SO_2$ | 9,6/64 | 9,6/44,8 | 19,2/115,2 | 6,0/147,2 |
| 4. | Визначення pH | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,2 |
| 5. | Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм$^3$ | 135 | 90,8 | 148,6 | 138,2 |

Для пробного окиснення виноматеріалу використовували 12 пробірок V= 10 см$^3$. У кожну пробірку вносили 10 см$^3$ зразка кожного із виноматеріалів та додавали 0,06 см$^3$ $H_2O_2$ концентрацією [C] = 3 %. Потім виноматеріали залишали на 72 години на відкритому повітрі для так званого природнього окислення. На початок досліду температура зразків становила 12 °С. В усіх зразках спостерігалось утворення pinking, що свідчить про збільшення масової концентрації фенольних речовин. Результати наведені у табл. 3.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники виноматеріалів з утворенням pinking

| № | Показники | 1.1* | 1.2* | 3.1* | 3.2* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | + $H_2O_2$ | + $H_2O_2$ | + $H_2O_2$ | + $H_2O_2$ |
| 1. | Об’ємна доля спирту, % | 11,5 | 12 | 12,2 | 12,4 |
| 2. | Масова концентрація титрованих кислот, г/дм$^3$ | 5,2 | 5,5 | 6 | 6,4 |
| 3. | Масова концентрація $SO_2$ | 6,5/11,9 | 7,1/12,4 | 6,8/12,0 | 6,0/12,0 |
| 4. | Визначення pH | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,2 |
| 5. | Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм$^3$ | 161,1 | 109 | 232,3 | 212,6 |

Зразки з Ізмаїльського заводу показали світло-рожевий відтінок. Зразок Шардоне з заводу Вінтрест показав найінтенсивніший відтінок

рожевого кольору, а Рислінг мав менш рожевий відтінок. Зразки виноматеріалів Саратського заводу показали достатньо інтенсивний рожевий колір, але менший, ніж у зразка Шардоне з заводу Вінтрест.

Таблиця 4 – Фізико-хімічні показники виноматеріалів після обробки

| № | Показники | 1.1* + PVPP STABIL | 1.1* + COMBISTAB AF | 1.2* + PVPP STABIL | 1.2* + COMBISTAB AF |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Об'ємна доля спирту, % | 11,5 | 11,5 | 12 | 12 |
| 2. | Масова концентрація титрованих кислот, г/дм$^3$ | 5,3 | 5,2 | 5,4 | 5,5 |
| 3. | Масова концентрація $SO_2$ | 8,4/15,6 | 9,0/17,1 | 7,5/12,4 | 6,6/12,1 |
| 4. | Визначення pH | 3,6 | 3,5 | 3,8 | 3,6 |
| 5. | Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм$^3$ | 140,5 | 102,3 | 76,9 | 72,7 |
| № | Показники | 3.1* + PVPP STABIL | 3.1* + PLANTIS AF-P | 3.2* + PVPP STABIL | 3.2* + PLANTIS AF-P |
| 1. | Об'ємна доля спирту, % | 12,2 | 12,2 | 12,4 | 12,4 |
| 2. | Масова концентрація титрованих кислот, г/дм$^3$ | 6,1 | 6,1 | 6,3 | 6,2 |
| 3. | Масова концентрація $SO_2$ | 6,9/13,5 | 8,2/14,5 | 6,6/13,6 | 6,5/10,9 |
| 4. | Визначення pH | 3,8 | 3,7 | 3,4 | 3,3 |
| 5. | Масова концентрація фенольних речовин, мг/дм$^3$ | 190,4 | 199,7 | 187,3 | 196,4 |

З наведених результатів у табл. 4 спостерігалось майже повне усунення pinking у зразках 1.1* та 1.2* при обробці PVPP STABIL.

При обробці матеріалами PLANTIS AF– P та PLANTIS AF–Q жоден зі зразків не показав усунення pinking. Обробка COMBISTAB AF по результативності посіла друге місце.

*Висновки.* Із результатів експерименту можна зробити висновок, що утворення pinking не впливає на фізико-хімічні показники виноматеріалів, окрім показника м.к. фенольних речовин, який відповідає за вміст барвних речовин у вині.

Після проведення обробок PVPP Stabil, COMBISTAB AF, PLANTIS AF–P у зразках 1.1 та 1.2 вміст фенольних речовин

зменшився приблизно на 20 одиниць, а у зразках 3.1 та 3.2 знизився майже вдвічі. У зразках 1.1 та 1.2 найкращий результат показала обробка PVPP Stabil.

М. к. фенольних речовин в експериментальних зразках показала, що найбільш сприятливими до pinking є виноматеріали ТОВ «Саратський винзавод», а найменш сприятливими – виноматеріали, що вироблені на ПРАТ «Ізмаїльський винзавод».

Література:

1. Агєєва І. М. Дослідження сучасного стану та напрямів побудови стратегії відновлення виноградарства та виноробства в Україні. *Економіка харчової промисловості*. 2016. Т. 8, Вип. 4. С. 82.

2. Cojocaru G. A., Antoce A. O. Effect of certain treatments to prevent or partially reverse the pinking phenomenon in susceptible white wines. *BIO Web of Conferences.* 2019. Vol. 15. P. 1-10.

3. Simpson R. F., Miller G. Microbiological solution to visible wine defects: pinking and protein haze formation Orr. *Food Technol.* 2014. Vol. 34. P. 46.

4. Simpson R. F. Oxidative pinking in white wines. *Vitis.* 1977. Vol. 16. P. 286-294.

5. Oxidative pinking of white wines: recent observations / R. F. Simpson et al. *Vitis.* 2014. Vol. 22. P. 51-63.

6. The origin of pinking phenomena in white wines: An update / J. Andrea-Silva et al. *Food Chem*. 2019. Vol. 62. P. 231-233.

7. Origin of the pinking phenomenon of white wines / J. Andrea-Silva et al. *Food Chem*. 2014. Vol. 62. P. 541-543.

8. Zoecklein B. W., Jackson R. Wine Analysis and Productions. The Wine Appreciation Guild Ltd, San Francisco, CA, USA, 2014. P. 255.

9. Lamuela-Raventós R. M., Huix-Blanquera M., Waterhouse A. Treatments for pinking alteration in white wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001. Vol 52, № 2, P. 156-158.

10. Sanborn M., Edwards C. G., Ross C. Impact of Fining on Chemical and Sensory Properties of Washington State Chardonnay and Gewürztraminer Wines. *American Journal of Enology and Viticulture.* 2010. Vol. 61, № 1. P. 31-41.

11. Мельник И., Кучухидзе А. Влияние обработок против розового оттенка «pinking» на улучшение качества шампанских виноматериалов. *Виноградарство і виноробство*. 2016. Вип. 53. С. 138-142.

12. Singleton V. L. Common plant phenols other than anthocyanins, contributions to coloration and discoloration. The Chemistry of Plant Pigments. Food Res. 1972. P. 143-191.

13. Wildenradt H. L., Singleton V. L. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine

aging. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1974. Vol. 25, № 2. P. 119-126.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ БІЛИХ СТОЛОВИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ ПРОТИ ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ PINKING

Олійник А. І., Мельник І. В., Тарасова В. В.

**Анотація**

У статті наведені розробки науково обґрунтованих технологічних рішень щодо режимів обробки оклеюючими препаратами виноматеріалів для зниження pinking в білих столових виноматеріалах.

У процесі експерименту було досліджено сприйнятливість 2 сортів білих столових виноматеріалів: Шардоне та Рислінг, до появи pinking, врожаю 2019 року, вироблених на ПрАТ «Ізмаїльський винзавод» Одеської області. Для порівняльної характеристики в експерименті також задіяні виноматеріали тих самих сортів винограду, виготовлених на заводах Одеського регіону, а саме ТОВ «Вінтрест» пгт. Великодолинське та ТОВ «Саратський винзавод».

Суттєва увага при цьому зосереджена на дослідженнях щодо стабілізації та виправлення виноматеріалів, які вже отримали небажаний відтінок, матеріалами для обробки закордонного виробництва торгової марки «Enogroup», а саме: Combistab AF, Plantis AF–Q, Plantis AF–P, PVPP Stabil.

***Ключові слова:*** pinking, білі столові виноматеріали, обробка.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ БЕЛЫХ СТОЛОВЫХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ ПРОТИВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА PINKING

Олейник А. И., Мельник И. В., Тарасова В. В.

**Аннотация**

В статье приведены разработки научно обоснованных технологических решений относительно режимов обработки препаратами для оклеивания, виноматериалов для снижения pinking в белых столовых виноматериалах.

В процессе эксперимента была исследована восприимчивость 2 сортов белых столовых виноматериалов: Шардоне и Рислинг, к появлению pinking, урожая 2019 года, произведенных на ЗАО «Измаильский винзавод» Одесской области. Для сравнительной характеристики в эксперименте также задействованы виноматериалы тех же сортов винограда, изготовленных на заводах Одесского региона, а именно ООО «Винтрест» пгт. Великодолинское и ООО «Саратский винзавод».

Существенное внимание при этом сосредоточено на исследованиях по стабилизации и исправлению виноматериалов, которые уже получили нежелательный оттенок, материалами для оклейки зарубежного производства торговой марки «Enogroup», а именно: Combistab AF, Plantis AF–Q, Plantis AF–P, PVPP Stabil.

***Ключевые слова:*** pinking, белые столовые виноматериалы, обработка.

# RESEARCH OF TECHNOLOGICAL MODES FOR THE PROCESSING OF WHITE TABLE WINE MATERIALS AGAINST THE PINKING OXIDATION PROCESS

A. Oliinyk, I. Melnik, V. Tarasova

**Summary**

The article presents the development of scientifically based technological solutions regarding processing modes for gluing preparations, wine materials to reduce pinking in white table wine materials. As well as recommendations on the use of materials for gluing against the phenomenon of pinking.

In the course of the experiment, the susceptibility was investigated of 2 varieties of white wine materials: Chardonnay and Riesling, to the appearance of pinking, of the 2019 year produced at PJSC "Izmail Winery" in Odessa Region. For comparative characterization, the experiment also involved wine materials of the same grape varieties produced at the plants of the Odessa region, namely LLC "Vintrest" and LLC "Saratov Winery". The most favorable to pinking was the wine from LLC "Saratov Winery". In order to create a level playing field for all experimental samples, pinking was obtained for all wine materials in the laboratory by the addition of $H_2O_2$.

At the same time, significant attention is focused on studies on the stabilization and correction of wine materials, which have already received an undesirable shade, with materials for gluing foreign production of the Enogroup trademark, namely: Combistab AF, Plantis AF – Q, Plantis AF – P, PVPP Stabil. The gluing materials were chosen exactly by those who had PVPP. The dosage of materials was chosen according to the instructions. This was done in order to create a level playing field for all the experimental specimens and for further equalization. The main criterion for evaluating the result was the complete or partial removal of the pink tint in the wine. From the physicochemical parameters of wine, more attention was paid to the determination of the mass concentration of phenolic substances in wine materials.

***Key words:*** pinking, white table wine, processing.

УДК 640.43:338.48 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-178-186

# СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Сухаренко О. І., к.с.г.н. ORCID: 0000-0002-7875-1766
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (0619) 44-81-02

*Постановка проблеми.* Система ресторанного господарства є однією з основних і важливих послуг у системі туристичного обслуговування. Без впровадження інноваційних технологій складно підвищити конкурентоспроможність підприємства. Стаття спрямована на розгляд новітніх технологій та інновацій, що використовуються у системі ресторанного господарства. Представлено класифікацію інновацій. Розглянуто позитивні та негативні сторони розвитку галузі.

*Аналіз останніх досліджень.* Ресторанний ринок - один з найбільш динамічних ринків в Україні. Він надзвичайно чутливий до економічної ситуації, коливання курсу валют та соціальних чинників. За 2016-2017 роки він намагався активно відновитися після політичної та економічної кризи 2014-2015 рр. Загально за цей період зникло близько 5 600 підприємств громадського харчування.

У нинішній час у сфері громадського харчування були досягнуті позитивні результати, які позначилися в збільшенні числа об'єктів громадського харчування, кількості посадкових місць, у розвитку товарообігу. За даними компанії «Ресторанний консалтинг» загальний обсяг ринку закладів громадського харчування в Україні за останні шість років збільшився з 12,3 млрд. до 28,4 млрд. грн. Наприклад, ємність ринку за 2017 рік зросла на 46,9%. Також у 2017-му році кількість закладів перевищило показники докризового 2014-го року. У 2018 році ринок продовжував зростати, однак спостерігається деяке скорочення темпів зростання сегмента [11].

За даними дослідницької компанії Nielsen, на вересень 2018 р. у шести найбільших містах України (Києві, Харкові, Одесі, Запоріжжі, Дніпрі та Львові) функціонувало 10 994 підприємства у сфері харчування. З них найбільша частка припадала на заклади типу кафе і ресторанів – 46% (5 009 од.). Закладів у категорії Fast Food дещо менше – 40% (4 427 од.), частка барів, пабів та нічних клубів найнижча – 14% (1 558 од.), відповідно до рис.1. [7].

© Сухаренко О. І.

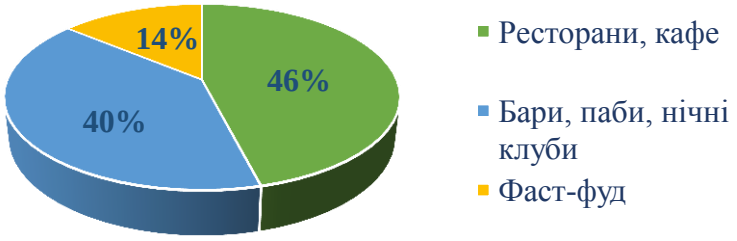



Рис. 1. Структура закладів харчування, що функціонують у шести найбільших містах України за видами,% .

Дещо іншу динаміку демонструють статистичні дані Державної служби статистики України. За її даними, у 2018 р. в Україні налічувалося 7 535 активно діючих підприємств тимчасового розміщення й організації харчування, відповідно до рис. 2. [10].

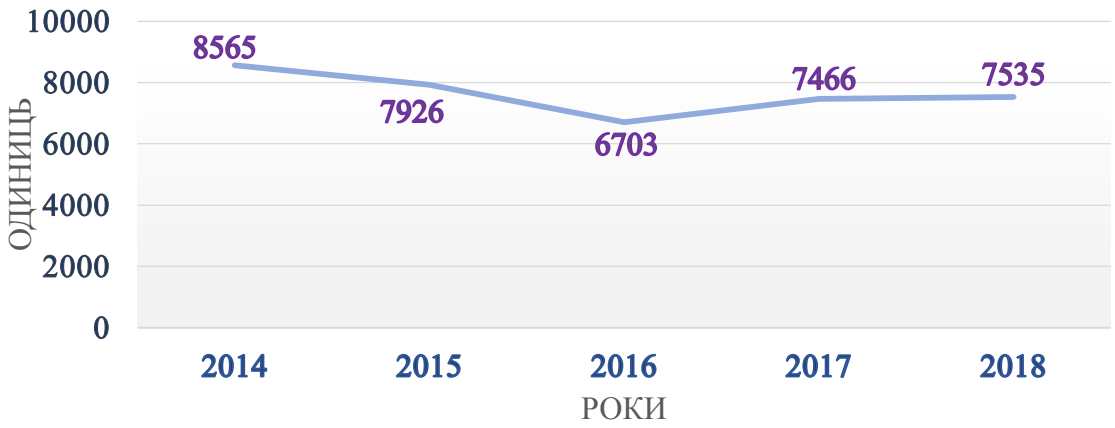



Рис. 2. Динаміка кількості діючих підприємств тимчасового розміщення і організації харчування.

Необхідно відзначити, що з ростом кількості підприємств громадського харчування, відзначено і збільшення числа відвідувачів. Так за останні кілька років чисельність відвідувачів ресторанів і кафе в Україні збільшилася на 10-15%, але кількість закладів в Україні поки що недостатня - на одне місце в ресторані припадає 35 чол. (у країнах Європи та США - 7-8 чол.). Середній чек відвідування ресторанів і кафе збільшився також на 15% і склав 300 грн.

Очікується, що нових ресторанів у 2019 році відкриється на 20% менше, так як не вистачає приміщень в популярних місцях (центр міста, в місцях з великою прохідністю) та із-за підвищеної плати за оренду.

У розрізі міст найбільшу кількість об’єктів громадського харчування представлено в Києві, який за цим показником майже в 2,5 рази випереджає Харків та Одесу, більш ніж у чотири рази – Дніпро і майже в 10 разів – Запоріжжя, відповідно до рис. 3 [7].

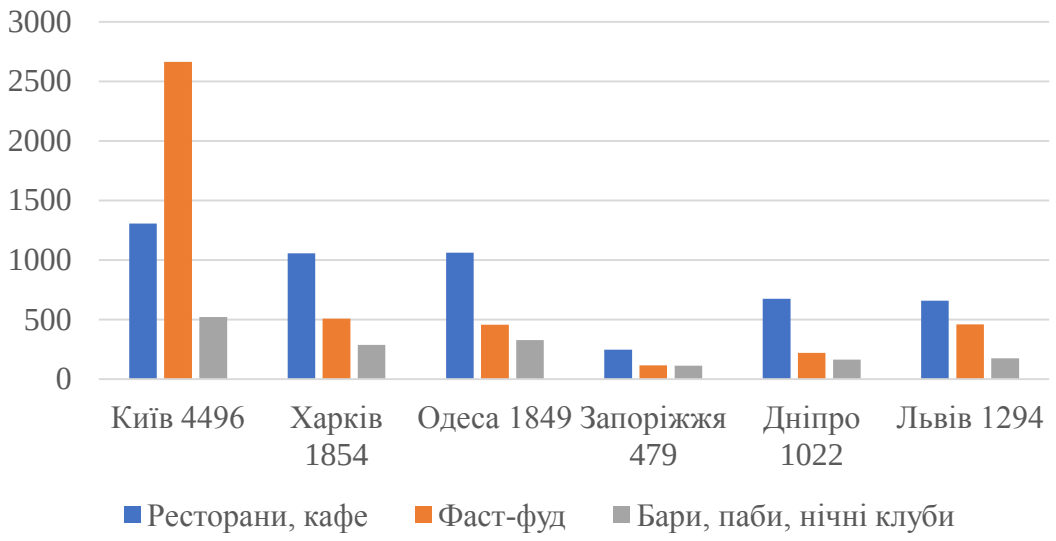



Рис. 3. Кількість підприємств харчування різних видів у шести найбільших містах України, од.

Але, незважаючи на велику кількість закладів у столиці і туристичних містах в Україні, загальний ринок громадського харчування залишається ненасиченим.

*Формулювання цілей статті.* Стаття направлена на визначення сучасних типів підприємств ресторанного господарства України в умовах розвитку сфери послуг, зростання конкуренції, а також стрімкого ритму життя і усвідомлення цінності вільного часу, що привело до пошуку і формуванню нових демократичних форм та форматів обслуговування в системі громадського харчування.

*Основна частина.* Система ресторанного господарства є однією з основних і важливих послуг у системі обслуговування. Досліджувана галузь економіки постійно розвивається і вдосконалюється. Кожен власник ресторану знає, що 20% постійних відвідувачів здатні забезпечити підприємству 80% прибутку. Відкриваються нові заклади, які залучають до себе клієнтів наявністю неординарного дизайну, унікальних сервісів, вдосконаленими системами обслуговування, дивовижними технологіями приготування страв. Проте, щоб утримати постійних відвідувачів і залучити нових, багатого і заманливого інтер'єру, а також якісної смачної їжі може бути недостатньо. І в інформаційному суспільстві приходять на допомогу інновації в ресторанному бізнесі.

Інновації в перекладі з латинської мови позначають спрямовані зміни.

Найбільш популярні інновації представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Популярні концепції та сучасні новітні технології у закладах ресторанного господарства України

| Класифікаційна ознака | Характеристика концепції | Заклади ресторанного господарства |
|---|---|---|
| Концепція | Стіни і стеля покриті 10 тонами справжньої солі | «Соляна печера» |
| | Обслуговування в темряві | «Дарк Сайд» |
| | Надання котів на час трапези | «TofyCatSpace» |
| | Відвідувач оплачує певну кількість хвилин перебування в кафе | «БеседниZza», «Циферблат», «BIBLIOTECH», «Work-and-Roll» |
| | Заклади з меню, заснованому на принципах здорового харчування | FreshLine, Salateira Salatnik |
| | Засновані на популярних фільмах | «Шарикофф» «Тарас Бульба» |
| Способи обслуговування | Кейтерінг<br>Мережа кав'ярень, Стріт-фуд, Фреш-бар<br>Таблет-харчування<br>«Відкрита кухня» Free-flow<br>«Ресторанні дворики»<br>Коворкінг | «Aroma Kava», «Франс.уа», «Супкультура», «KOFEIN», «La Pizza Espresso» |
| Сервіси | Електронне меню<br>Наявність сайту ресторану та мобільного додатку<br>Система web-моніторингу<br>Використання QR-кодів<br>Муляжі страв<br>Їстівний посуд | «TransForse Cafe» , «Yoshi» , «Pasta project&Umami» |
| Технології, які використовуються для приготування страв | Карвінг, Фудпейрінг<br>Молекулярна кухня<br>Кулінарний візаж<br>ФЬЮЖН-кулінарія<br>Система Cook & Chill | Ресторан «DK» , «Канапа» |
| Технології, які використовуються при обробці продуктів | Технологія Sous Vide<br>Теплова, механічна<br>CapKold<br>Аль-денте | «Толстый и Тонкий», «Одесса» |

Умовно підприємства громадського харчування можна класифікувати за ознаками, які характеризують ступінь використання інновацій.

За класифікацією закладів ресторанного господарства [9] ресторан за спеціальними замовленнями (catering) розглядається як заклад

ресторанного господарства, призначений готувати і постачати готову їжу та організовувати обслуговування споживачів в інших місцях за спеціальними замовленнями. Найбільш характерними прикладами такого обслуговування є організація пікніків, банкетів, фуршетів, весіль і т.п. заходів, коли для їх організації та проведення запрошуються професійні менеджери.

В даний час активно розвинені мережі кав'ярень, що пропонують великий асортимент кофеїновмісних напоїв, закусок, десертів. Деякі підприємства пропонують комплексні обіди та сніданки. Відрізняються швидким обслуговуванням, затишною обстановкою, наявністю найбільш популярних страв у меню. Популярні кав'ярні - «Aroma Kava», «Франс.уа», «Чашка», «KOFEIN».

Фреш-бар - формат бару, меню якого засноване виключно на безалкогольних, легких напоях. В асортименті бару можуть бути присутніми свіжовичавлені і охолоджені соки [6].

Таблет-харчування - це принцип роздачі страв, що дозволяє проводити всі необхідні маніпуляції з їжею на кухні заздалегідь, а не під час роздачі. Температура підтримується для кожного блюда індивідуально завдяки вбудованому акумулятору і термопластинам, які реагують на температуру тарілки і зберігають її незмінною. Дане нововведення особливо популярно закордоном, застосовується у лікарнях і дитячих садках.

Приготування страви у присутності гостя або у нього на очах гарантує високу якість і свіжість приготовленої їжі, виступає в якості розваги для відвідувачів. Обслуговування за принципом «вільне переміщення» або free-flow стає все більш популярним, дозволяє вибрати гостю страви, які його зацікавили. У залі розставлені спеціальні викладки, персонал присутній, та бере участь мінімально. Трапеза з даного принципу не займає багато часу, дозволяє клієнту за 20-30 хвилин пообідати або поснідати.

Ресторанний дворик - підприємство громадського харчування, розташоване на території торгового комплексу (центру), який об'єднує операторів мережі швидкого обслуговування.

Останнім часом в Україні з’явилися так звані вільні або креативні простори, які часто називають себе «коворкінгами», «некафе» або «smart cafe». Вони можуть розташовуватися в центрі міста, або в офісних центрах. Основна концепція таких закладів - безкоштовно все, крім часу. Ці заклади працюють за системою «все включено» (відвідувач платить не за їжу та напої, а за час) і являють собою місця нового формату, які спеціально пристосовані для фрілансерів, стартаперів, IT-підприємців та маркетологів. Коворкінг – це модель роботи, коли працівники залишаються вільними і незалежними, і використовують вільний простір для своєї діяльності. Займатися своїми справами вони можуть у коворкінг-центрах або у креативних просторах, винайнявши робоче

місце на місяць, день або декілька хвилин.

Поява нових форматів в громадському харчуванні нерозривно пов'язана з розробкою нових технологій обробки сировини і напівфабрикатів та використанням інноваційного обладнання, наприклад такого, що дозволяє при підвищенні тиску, в процесі приготування їжі, скоротити час приготування страв. Ця технологія дозволяє зберегти максимальну кількість вітамінів і поживних речовин, що містяться у вихідних продуктах.

До інноваційних технологій приготування страв, також можна віднести карвінг - це різьблення, орнамент по овочах і фруктах, створення з них прикрас для сервірування столів; фудпейрінг-методику, яка заснована на поєднанні різних продуктів, що мають спільний смаковий компонент; молекулярну кухню, особливість якої полягає в поєднанні продуктів, новітньої технології та молекулярної хімії; фьюжн-кулінарію - система, заснована на з'єднанні стилів традиційних кулінарних уподобань.

Ефективний і швидкий процес приготування їжі забезпечить система Cook & Chill. Вона дозволяє готувати одночасно велику кількість не тільки однорідної, але і різнорідної продукції. Потім ця продукція швидко охолоджується (з 65 до 10ºС) і зберігається в холодильнику, поки не настане пора її розігрівати перед подачею.

Одним з останніх нововведень є АРТ-ВІЗАЖ страв або кулінарний візаж. АРТ-ВІЗАЖ - кулінарне мистецтво професійно прикрашати страви. Широко поширені і новітні технології в системі обробки продуктів. Наприклад, технологія Sous Vide дозволяє приготувати страви без повітря, тобто під вакуумом. Дана технологія сприяє отриманню продукції високої якості, скороченню втрат при тепловій обробці і збільшенню терміну зберігання продукції. Сьогодні, вона є однією з головних інновацій в технології приготуванні страв.

До теплової обробки харчових продуктів відносять варіння, смаження, тушкування. Аль-денте - варіння овочів або макаронних виробів не до кінця, а з невеликим відчуттям хрускоту. Механічна обробка харчових продуктів здійснюється фізичними або гідромеханічними способами обробки харчових продуктів.

Новинки з'явилися і серед технологій збереження продуктів. Одна з них - CapKold, розроблена в США. Суть способу у варінні на пару великого обсягу їжі і її швидкого охолодження в барабанах з крижаною водою. Багато сервісів, які маловідомі та недооцінені. До них можна віднести: on-line бронювання столиків, створення мобільного додатку, впровадження системи web-моніторингу, яка допомагає реєструвати будь-яке недотримання санітарних норм і правил безпеки. Використання QR-кодів. Їх можна розміщувати на будь-яких носіях, починаючи від касових чеків і меню та закінчуючи вивісками і столиками. Сканувати QR-код можна мобільним телефоном або відеокамерою ноутбука і

зберегти у закладках свого гаджета. Використання QR-кодів відкриває нові необмежені можливості для on-line взаємодії компаній із своїми споживачами.

Популярним нововведенням стає автоматизація замовлень - замість традиційного меню, на кожному столі встановлено електронне меню на основі планшетного комп'ютера. Електронне меню є каналом зв’язку між адміністрацією та відвідувачами і дозволяє рестораторам швидко редагувати меню і вносити до нього нові страви. Ще одна з інновацій - це муляжі страв, що дозволяє показати своє меню людям безпосередньо на вітрині ресторану. Завдяки високій якості використовуваних матеріалів муляжі виглядають як справжні [8].

В даний час підприємства поступово впроваджують різні новітні технології, послуги ресторану складаються з великого числа параметрів. Асортимент, ціни, імідж, смакові якості страв, дизайн, місце розташування важливі, але вони завжди можуть набриднути і стати банальними, а люди завжди прагнуть до чогось нового, тому рестораторам постійно впроваджувати певні інновації для підтримки конкурентоспроможності та залучення гостей. Це дозволить підприємствам і галузі в цілому забезпечити стабільне і стійке положення на ринку і в економіці. Клієнт повинен мати можливість задовольнити свої потреби незалежно від його територіального розташування, це стосується і міського, і сільського населення. Необхідно відзначити, що багато підприємств, особливо які розташовані на околицях регіону, не використовують ніякі нововведення. Це пояснюється тим, що рівень конкуренції в даній місцевості мінімальний і немає необхідності залучати клієнтів [2].

*Висновки.* Підводячи підсумки, необхідно відзначити, що найважливішою умовою зростання попиту на товар, обслуговування, послуги підприємств ресторанного бізнесу є впровадження в систему інноваційних технологій обслуговування.

Необхідно регулярне проведення даних заходів в організаціях ресторанного бізнесу, що обумовлено посиленням конкуренції, високими темпами зростання ринку послуг, зміною переваг споживачів, швидким розвитком науки, змінами на цій основі технологій в різних сферах діяльності. Перспективи інноваційного оновлення пов'язані з цілеспрямованими діями органів державного управління по створенню необхідних умов для активізації процесу шляхом розробки необхідних нормативних документів (концепцій, програм), створення навчальних програм, тренінгів для інноваційного оновлення мислення власників, споживачів, персоналу.

Література:

1. Rodgers S. Innovation in Food Service Technology and its Strategic Role. *International Journal of Hospitality Management*. 2007. Vol. 26, № 4. P. 899-912. DOI: 10.1016/j.ijhm.2006.10.001.

2. Kotler P., Bowen J. T., Makens J. C. Marketing for hospitality and tourism. Boston: Pearson International Edition, 2014. 6th edition. 704 p.

3. Hjalager A.-M. A Review of Innovation Research in Tourism. *Tourism Management*. 2010. Vol. 31, № 1. P. 1–12. DOI: 10.1016/j.tourman.2009.08.012

4. Инновации в ресторане. URL: https://viafuture.ru/katalogidej/innovatsii-v-restorannom-biznese (дата звернення: 12.03.2020).

5. Шарохина С. В., Гороховицкая Т. Н. Инновации в сфере общественного питания, как фактор стратегического управления. *Науковедение*. 2017. Т. 9, № 3. URL: http://naukovedenie.ru/PDF/86EVN317.pdf (дата звернення: 12.03.2020).

6. Комплекс услуг предприятий питания и его роль в туризме. URL: http://tourlib.net/books_tourism/zorin10.htm (дата звернення: 12.03.2020).

7. Нагорський В. Експерти підрахували кількість магазинів, ресторанів і кафе у найбільших містах України. URL: https://informator.news/eksperty-pidrahuvalykilkist-mahazyniv-restoraniv-kafe-u-najbilshyh-mistahukrajiny.htm (дата звернення: 12.03.2020).

8. Інновації в ресторанному бізнесі. URL: http://nippondom.com/innovatsii-v-restorannom-biznese (дата звернення: 12.03.2020).

9. Класифікація закладів ресторанного господарства. URL: http://document.ua/zakladi-restorannogo-gospodarst-va.-klasifikacija-nor2728.html (дата звернення: 12.03.2020).

10. Статистичний щорічник України за 2017 рік : стат. збірник / ред. І. Є. Вернер. Київ: Державна служба статистики України, 2018. 541 с.

11. Количество ресторанов растет. URL: http://www.kievrus.org/?p=944 (дата звернення: 12.03.2020).

## СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Сухаренко О. І.

**Анотація**

У статті розглядаються останні інновації та новітні технології, використовувані в системі ресторанного господарства. Розглянуто позитивні та негативні тенденції розвитку галузі. Представлено класифікацію інновацій підприємств ресторанного господарства.

У сучасних умовах ресторaторам необхідно розробляти і впроваджувати в діяльність інновації, як в технологіях, так і в управлінні, які б залучали нових потенційних споживачів широкого кола цільових груп.

Розглянуті в статті нововведення, дають підприємствам досить стабільні конкурентні переваги і сприяють їх сталому розвитку.

***Ключові слова:*** інновація, новітні технології, ресторанна справа.

# СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

Сухаренко Е. И.

**Аннотация**

В статье рассматриваются последние инновации и новейших технологии, используемые в системе ресторанного хозяйства. Рассмотрены положительные и отрицательные тенденции развития отрасли. Представлена классификация инноваций предприятий ресторанного хозяйства.

В современных условиях, рестораторам необходимо разрабатывать и внедрять в деятельность инновации, как в технологиях, так и в управлении, которые бы привлекали новых потенциальных потребителей широкого круга целевых групп.

Рассмотренные в статье нововведения, дают предприятиям достаточно стабильные конкурентные преимущества и способствуют их устойчивому развитию.

***Ключевые слова:*** инновация, новейшие технологии, ресторанное дело.

# MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF RESTAURANT BUSINESS

O. Sukharenko

**Summary**

The restaurant business is popular, but very difficult to implement with many unknowns and problems at every step from the concept to the quality of service. Currently, the restaurant business operates in a highly competitive environment. It is necessary to pay special attention to the introduction of innovations at enterprises in the period

This paper tends to identify the latest innovations and technologies used in the restaurant industry and also perceptions of what might become the prospective course in the restaurant industry.

The positive and negative trends in the development of the industry are determined. The classification of innovations of restaurant enterprises is presented.

Studying, directly, the Ukrainian restaurant business, we can argue that it definitely has great potential for tangible growth, but only if the population's solvency grows. It should be remembered that in the west, gastronomic enthusiasts prepare houses, and most people regularly visit restaurants. In this regard, the Ukrainian market is practically not covered, because restaurants are visited by a small number of people.

Considering the main innovations in the modern restaurant business, it can be argued that their importance at different levels of the industry, in the components of the objects and processes of the enterprise is necessary. Under these conditions, restaurateurs need to develop and innovate, both in technology and in management, to attract new potential consumers to a wide range of target groups. It should also be noted that the perspectives of innovative renewal are related to the purposeful actions of public authorities to create the necessary conditions for the activation of the process by developing the necessary normative documents (concepts, programs), creating training programs, trainings for innovative updating of the thinking of owners, consumers, staff, etc.

All mentioned innovations, as evidenced by the results of our research, give the establishments of the restaurant industry sufficiently stable competitive advantages and contribute to their sustainable development.

***Key words:*** innovation, newest technologies, restaurant business.

УДК 664.6:664.59 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-187-193

# ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО – АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ В ХЛІБОПЕЧІННІ

Новікова Н. В., к.с.г.н., ORCID: 0000-0002-3324-965X
Драга А. Ю., магістрант* ORCID: 0000-0002-4603-9352
*Херсонський державний аграрний університет*
Тел. (066) 03-04-101

*Постановка проблеми.* Хлібобулочні вироби (ХБВ) за рахунок постійності споживання всіма верствами населення, особливостей технології, хімічного складу, біохімічних характеристик сировини є продуктами з високим природним потенціалом у коректуванні харчового статусу українців. Тому зусилля вітчизняних науковців та виробників, як і у всьому світі, спрямовуються на удосконалення асортиментної політики підприємств галузі, розробку і впровадження технологій ХБВ покращеної харчової цінності, зі скоригованими фізіологічними властивостями. Зростають вимоги й до безпечності продукції, вмісту синтетичних добавок та алергенів, пріоритети споживачів зміщуються до смачних й ароматних виробів, отриманих за класичними технологіями без застосування поліпшувачів. Більш того, для вітчизняних підприємств, приготування хліба на яких характеризується високими витратами енергії, матеріальних, трудових ресурсів, при диспаритеті зростання цін на складові собівартості та продукцію, а також при коливаннях якості сировини та інших проблемах, що ускладнюють їх роботу, надзвичайно важливим є питання підвищення конкурентоспроможності ХБВ, ресурсозбереження, технологічної ефективності та інвестиційної привабливості виробництва [1,2].

Наявний асортимент хліба, що випускається в Україні, досить широкий, проте, хлібобулочних виробів дієтичного, лікувально-профілактичного, спеціального призначення для різних груп населення випускається недостатньо, їх частка в загальному обсязі виробництва не перевищує 1…2 %. Для вирішення питання оздоровлення населення здійснюють формування раціонального асортименту хлібобулочних виробів для конкретних регіонів з урахуванням кліматичних, демографічних, екологічних і інших особливостей, а також створення хлібної продукції для профілактичного і лікувального харчування [3].

© Новікова Н. В., Драга А. Ю.
* *Науковий керівник* – к.с.г.н., доцент Новікова Н. В.

У зв'язку з цим є актуальними розробка теоретичного підґрунтя і технологічних рішень по використанню лікарської, пряно-ароматичної сировини у хлібопеченні для коригування характеристик борошняних систем і регулювання процесів формування якості продукції [6].

*Аналіз останніх досліджень.* В останні роки все більше уваги звертається розробці нових хлібобулочних виробів із застосуванням різної рослинної сировини в якості інгредієнтів рецептури. Використання бобових, сушених плодів та овочів у виробництві даної групи продуктів – один із шляхів підвищення їх харчової цінності [5–7]. Крім того, продукти переробки плодів та овочів найчастіше мають натуральні виражені аромат, смак та забарвлення. За сукупністю характеристик із усього різноманіття овочевих і плодових добавок виділяють порошки. Вони зберігають свої корисні властивості протягом усього року, що дає можливість безперервно забезпечувати виробництво харчових продуктів цінним джерелом біологічно активних речовин [10].

Особливої уваги для вирішення проблем галузі заслуговує лікарська та пряно-ароматична рослинна сировина завдяки цінному хімічному складу, фізіологічним та функціонально-технологічним властивостям. Вміст дефіцитних для борошняних напівфабрикатів вітамінів, мікро- і макроелементів дозволяє розглядати фітосировину в якості перспективних збагачувачів поживних середовищ для розвитку бродильної мікрофлори при активації дріжджів, інтенсифікації технологічного процесу. Наявність сполук з бактерицидними властивостями робить її доцільною при розробці заходів по стабілізації біотехнологічних властивостей борошняних напівфабрикатів, а також для пригнічення розвитку мікрофлори, що викликає мікробіологічне псування продукції. Високий вміст речовин, що взаємодіють з білками (дубильні речовини, пектини, органічні кислоти), зумовлюють доцільність вивчення ЛПАРС в аспекті регулювання структурно-механічних властивостей тіста і якості ХБВ. Оригінальні смак та аромат, висока біологічна активність фітосировини розширюють можливості по удосконаленню асортименту продукції, створенню ХБВ зі скорегованими фізіологічними властивостями [8,11].

*Формулювання цілей статті.* Метою даної роботи є аналіз використання фітосировини для підвищення якості ХБВ, шляхом вивчення фізико – хімічних та структурно – механічних властивостей сировини.

*Основна частина.* Використання фітосировини у вигляді порошку є найдавнішим і найпростішим способом, який дозволяє максимально зберегти її корисні властивості. При цьому фізіологічно активні та технологічно значимі речовини, як відомо, розподіляються

в рослині нерівномірно, переважно локалізуються в певних морфологічних органах і тканинах. А різні за консистенцією рослинні частини: квітки, стеблі, листя, плоди за рахунок відмінностей структури тканини, хімічного складу, вмісту широкого спектру відмінних за будовою та механічною міцністю речовин неоднаково піддаються технологічній обробці – висушуванню, подрібненню, гідратації [5-7].

Проведений аналіз і вибір фітодобавок більшою мірою акцентувався на їх цінних фізіологічних, лікувально-профілактичних властивостях, ґрунтувався на оцінці вмісту БАР та технологічно значимих для хлібопечення речовин, безпечності, доступності вітчизняної сировинної бази. Проте, органолептична оцінка, дисперсність, мікробіологічні показники обраних фітодобавок свідчать про можливість негативного їх впливу на смак, аромат, колір м'якушки ХБВ, безпечність, стабільність при зберіганні (табл. 1). Аналіз фітодобавок за цими критеріями, а також комплексне оцінювання їх хлібопекарських властивостей за пробним випіканням необхідні для обґрунтування напрямків використання та раціональних способів підготовки даної рослинної сировини до виробництва.

Таблиця 1 – Комплексна оцінка властивостей фітодобавок з огляду використання в хлібопеченні

| Вид фітодобавок | Морфо-логічні ознаки | Критерії оцінки | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Смак | Колір | Дисперс-ність | Безпе-чність | Мікро-біологічні показники |
| Горобина чорноплідна | Плоди | +/– | +/– | +/– | +/** | + |
| Глід криваво-червоний | Плоди | + | + | +/– | +/* | + |
| Кропива дводомна | Листя | + | +/– | – | +/** | + |
| Шавлія лікарська | Листя | + | +/– | – | +/* | + |

За більшістю ознак обрані фітодобавки є доступною і перспективною сировиною для хлібопечення, проте деякі з них потребують особливих підходів. Перш за все такі ЛПАР, як горобина, глід, шавлія, можуть надавати традиційним виробам, зокрема хлібу, нехарактерних для нього органолептичних ознак, призводити до змін звичних та цінованих споживчих властивостей. Проте для булочних, здобних виробів цей аромат та смак сприймається споживачами позитивно. Ці фітодобавки будуть доречними і при розробці технологій ХБВ спеціального призначення, коли виникає проблема

змін смаку продукції під впливом збагачувачів, необхідність їх маскування. Їх використання є перспективним в хлібопеченні з точки зору можливості вирішення низки проблем і задач галузі, пов'язаних з розширенням асортименту хлібних виробів, удосконаленням традиційних і прискорених технологій, підвищенням мікробіологічної стабільності продукції, наданням заданих фізіологічних властивостей.

Необхідним кроком на етапі розробки рекомендацій по застосуванню фітосировини в хлібопеченні є встановлення взаємозв'язку між «органолептичними показниками, фізико-хімічними характеристиками ЛПАРС і продуктів різної глибини переробки / їх хімічним складом / інтенсивністю і направленістю колоїдних, біохімічних, мікробіологічних процесів під час приготування ХБВ / біотехнологічними властивостями напівфабрикатів / реологічними характеристиками тіста / споживчими властивостями, харчовою цінністю, фізіологічною дією продукції / стабільності її якості при зберіганні» [4].

Результати оцінки структурно – механічних властивостей подрібнених фіто добавок, які є важливим етапом стандартизації та контролю якості різних за механічною міцністю, хімічним і фракційним складом мас, наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика фізико – хімічних та структурно – механічних властивостей фітосировини

| Показники | Плоди горобини чорноплідної | Плоди глоду криваво-червоного | Листя кропиви | Листя шавлія |
|---|---|---|---|---|
| Вологість, % | 8,9±0,5 | 8,7±0,5 | 9,0±0,5 | 8,4±0,5 |
| Кислотність, град | 8,0±0,5 | 10,0±0,5 | 7,0±0,5 | 8,0±0,5 |
| Середні розмір часток, мкм | 344 | 398 | 275 | 264 |
| Насипна густина, кг/м$^3$ | 390±20 | 370±20 | 320±10 | 280±10 |
| Ступінь набухання у воді см$^3$/г | 4,51 | 4,23 | 2,98 | 2,70 |

Аналіз результатів оцінки подрібненої сировини підтверджують суттєві коливання як гранулометричного складу, так і показників насипної маси та ступеня набухання в залежності від виду сировини, що пов'язано з структурою та формою частинок.

В цьому аспекті важливим є питання стандартизації якості обраної ЛПАРС, формулювання вимог щодо їх органолептичних,

фізико-хімічних характеристик, хімічного складу, переліку діючих і супутніх речовин, нормування їх ефективних концентрацій, виявлення можливих явищ синергізму, адитивності чи антагонізму дії, технологічної сумісності зі складовими традиційної сировини. Невирішеними залишаються проблеми розробки раціональних способів підготовки фітосировини, що буде гарантувати формування необхідних функціонально-технологічних властивостей при збереженні закладених природою цінних БАР, фізіологічної дії.

*Висновки.* На підставі узагальнення теоретичного матеріалу та практичних даних обґрунтовано доцільність використання фітосировини для вирішення проблем хлібопечення, стабілізації якості ХБВ при виробництві та зберіганні.

Література:

1. Горбась І. М. Профілактика хронічних неінфекційних захворювань – реальний шлях поліпшення демографічної ситуації в Україні. *Український кардіологічний журнал*. 2009. № 3. С. 6-11.

2. Івашків Л. Я. Нові класи інгредієнтів продуктів харчування та їхні функціональні властивості. *Проблеми харчування.* 2010. № 3-4. С. 61-66.

3. Кочеткова, А. А., Тужилкин В. И. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе. *Пищевая промышленность*. 2003. № 5. С. 8-10.

4. Пономарева Е. И., Воропаева О. Н., Алехина Н. Н. Анализ пищевой ценности хлебобулочных изделий. *Хлебопечение России.* 2011. № 3. С. 31-32.

5. Ребезов М. Б., Наумова Н. Л., Кофанова М. Ю. О возможности обогащения хлебобулочных изделий функциональными *Техника и технология пищевых производств.* 2012. № 1. С. 23-26.

6. Самсонов М. А. Концепция сбалансированного питания и ее значение в изучении механизмов лечебного действия пищи. *Вопросы питания*. 2001. № 5. С. 3-9.

7. Селиванская И. А. Современное питание и функциональные продукты. *Зернові продукти і комбікорми.* 2014. № 3 (55). С. 23-27.

8. Сердюк А. М., Кундієв Ю. І., Сердюк А. М., Нагорна В. П. Стратегія розвитку профілактики в охороні здоров'я в Україні. *Журнал Національної академії медичних наук України*. 2012. № 3. С. 358-371.

9. Сметаніна К. І., Рибак О. В. Система імунітету та вплив на неї біологічно активних речовин стандартизованих рослинних препаратів. *Фітотерапія.* 2011. № 2. С. 78-81

10. Спиричев В. Б., Шатнюк Л. Н., Позняковский В. М. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения. *Пищевая промышленность*. 2003. № 3. С. 10-16.

11. Шатнюк Л. Н. Спиричева Т. В. Научные аспекты использования инновационных ингредиентов в производстве специализированных продуктов питания. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки.* 2010. № 2. С. 54-57.

## ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНО – АРОМАТИЧНОЇ СИРОВИНИ В ХЛІБОПЕЧІННІ

Новікова Н. В., Драга А. Ю.

**Анотація**

Стаття присвячена аналізу використання фітосировини у виробництві хлібобулочних виробів. Метою даної роботи є аналіз використання фітосировини для підвищення якості ХБВ, шляхом вивчення фізико – хімічних та структурно – механічних властивостей сировини. Експериментально обґрунтовано доцільність комплексного використання екстрактів плодової фітосировини (горобини та глоду) з пряно-ароматичною (кропивою і шавлією) для вирішення проблем якості хлібулочних виробів. При оцінці фізико – хімічних та структурно – механічних властивостей фітосировини, виявлено суттєві коливання як гранулометричного складу, так і показників насипної маси та ступеня набухання в залежності від виду сировини, що пов’язано з структурою та формою частинок.

***Ключові слова:*** фіто сировина, хлібобулочні вироби, кропива, шавлія, горобина, плоди глоду.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЯНО – АРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Новикова Н. В., Драга А. Ю.

**Аннотация**

Статья посвящена анализу использования фито сырья в производстве хлебобулочных изделий. Целью данной работы является анализ использования фитосырья для повышения качества ХБВ, путем изучения физико – химических и структурно – механических свойств сырья. Экспериментально обоснована целесообразность комплексного использования экстрактов плодового фитосырья (рябины и боярышника) с пряно-ароматическим (крапивой и шалфеем) для решения проблем качества хлебобулочних изделий. При оценке физико – химических и структурно – механических свойств фитосырья, выявлены существенные колебания как гранулометрического состава, так и показателей насыпной массы и степени набухания в зависимости от вида сырья, что связано со структурой и формой частиц.

***Ключевые слова***: фитосырье, хлебобулочные изделия, крапива, шалфей, рябина, плоды боярышника.

## USE OF SPICY – AROMATIC SIRYA IN BAKERY

N. Novikova, A. Draga

**Summary**

The article is devoted to the analysis of the use of phyto raw materials in the production of bakery products. The purpose of this work is to analyze the use phytochemicals for improving the quality HBV, by studying the physical - chemical and structural - mechanical properties of raw materials.

The choice and justification the type of phytosupply, directions its use in the manufacture product mass and daily consumption, which is bread, requires a comprehensive evaluation by following criteria: safety, level of potential risks to human health, absence of side effects with constant admission to the body; sufficient raw material base, availability domestic product standard quality; physiological properties, chemical composition, ability to prevent widespread diseases, ecologically conditioned, occupational pathologies, slowing age changes; technological properties, chemical composition, organoleptic, physical, microbiological characteristics, experience and efficiency use in the food industry.

LAPARs belonging to different species were selected as promising for baking, their use involves the use of fruits, leaves with different structure, physical properties and chemical composition.

The feasibility complex use extracts fruit phytosupply (rowan and hawthorn) with spicy-aromatic (nettle and sage) for solving the problems quality bakery products has been experimentally substantiated. In e estimation physical - chemical and structural - mechanical properties phytosurfaces, significant variations both the particle size distribution and the bulk parameters and the degree of swelling depending on the type of raw material are revealed, which is related to the structure and shape of the particles.

***Key words:*** phyto raw materials, bakery products, nettles, sage, rowan, hawthorn fruits.

УДК 644.8/9:664.849 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-194-202

# ТЕХНОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОУСІВ

Матенчук Л. Ю., к.с.-г.н., ORCID: 0000-0002-4051-4546
Токар А. Ю., д.с.-г. н., ORCID: 0000-0003-0865-5725
Гайдай І. В., к.т.н., ORCID: 0000-0002-9202-0062
Рибчак О. С., к.е.н. ORCID: 0000-0002-8724-6673
*Уманський національний університет садівництва*
Тел. (098) 653-50-63

*Постановка проблеми.* Аналіз виробництва та складу широковживаних овочевих соусів показав, що продукти відповідають вимогам нормативної документації за показниками якості. Водночас надається недостатньо уваги біологічній цінності сировини та соусів. На нашу думку, отримати цінні продукти харчування можливо, використовуючи у поєднанні доступну та недорогу сировину: плоди гарбузів, дині, кизилу та аличі. Дослідження якості даної сировини, вивчення придатності для виробництва соусів за новими рецептурами уможливлює розширення асортименту, збагачення страв функціональними харчовими добавками та надання їжі привабливого вигляду і смаку.

Таким чином, дослідження місцевої сировини, застосування її з метою моделювання якості та створення продуктів з підвищеною харчовою цінністю, зокрема солодких соусів, з натуральними складовими, без застосування структуроутворювачів, є актуальним завданням для харчової промисловості в цілому і для підприємств ресторанного господарства зокрема.

*Аналіз останніх досліджень.* У харчуванні людини важливу роль відіграють овочі та фрукти. Їхня корисність обумовлена хімічним складом, енергетичною і біологічною цінністю, фізіологічною та лікувально-профілактичною дією. Овочі та фрукти сприятливо впливають на травлення і засвоєння всієї їжі в цілому та її білкової частини особливо. Це пояснюється здатністю усувати гальмівну дію жиру на виділення шлункового соку, завдяки чому білки краще перетравлюються і засвоюються. Овочі та фрукти є більш доступним, а іноді і єдиним джерелом необхідних людському організму вітамінів (А, D, Е, К, С, групи В), є важливим джерелом багатьох мікроелементів: заліза, кобальту, міді, марганцю, цинку, фтору, йоду тощо [1, 2].

Сучасна тенденція формування здорового раціону харчування диктує необхідність створення принципово нових харчових продуктів

© Матенчук Л. Ю., Токар А. Ю., Гайдай І. В., Рибчак О. С.

з мінімальним вмістом цукру і жирових компонентів. Виробництво таких виробів дозволить перевести їх з групи «ризику» в групу продуктів здорового харчування. Соуси покращують хімічний склад, органолептичні показники готових кулінарних страв і виробів, сприяють кращому засвоєнню їжі. Солодкі соуси мають певний потенціал розвитку і вдосконалення, прогнозується подальше зростання обсягів виготовлення і збуту продукції, а поєднання сировинних компонентів уможливлює розширення асортименту соусів [3, 4].

Аналіз сучасних технологій солодких соусів, показав на необхідність удосконалення рецептурного складу за вітамінним і нутрієнтним складом та надання готовій продукції певних органолептичних властивостей. Необхідно розширити асортимент соусів за рахунок внесення функціональних інгредієнтів, які б сприяли поліпшенню хімічного складу продукції, і здійснювали позитивний вплив на організм людини [5, 6].

Гарбуз відноситься до числа цінних овоче-баштанних культур, плоди і насіння якого мають важливе значення як харчові продукти, що забезпечують дієтичне (завдяки високому вмісту каротину, цукрів, мікроелементів, харчових волокон, крохмалю) і лікувально-профілактичне харчування (знижують ризик серцево-судинних, онкологічних і шлунково-кишкових захворювань). Гарбуз складається з 85–94% води. Вуглеводів у складі м’якушу гарбуза 8–12%. Вміст цукру в основних сортах – 4–8%, а в окремих мускатних сортах гарбуза цей показник може становити до 14 %. Плоди гарбуза містять від 2,5 до 16% крохмалю, який під час зберігання переходить в розчинні цукри. Клітковини у гарбузі 1,2%, пектинів – 0,7–1,2%, органічних кислот – 0,1% [5, 6].

Диня ціниться вмістом вуглеводів (12,8 г/100 г продукту), моно- і дисахаридів (9,0 г/100 г). Плоди дині містять 82,0–89,5% води, 10,5–18,0% сухої речовини, до 1% білка. Калорійність дині становить 39 ккал/100 г продукту [7].

Вміст цукрів у плодах кизилу порівняно невисокий (8–10%), близько 90% їх становлять глюкоза та фруктоза. Пектинові речовини в плодах кизилу становлять 0,5–1,6%. На смак плодів кизилу і продуктів з нього впливають різноманітні за хімічною природою поліфеноли. Наявні в кизилі натуральні барвники мають високу харчову цінність, безпечні для здоров’я людини. Природні барвники кизилу виявляють високу фізіологічну активність і застосовуються як лікарські засоби. Таким чином, вживання кизилу в їжу є одним із засобів підвищення цінності страв, до складу яких буде входити цей продукт [8]. Плоди аличі містять органічні кислоти, цукри (до 5 г на 100 г продукту), клітковину (0,5 г), пектини (0,65 г), а також значну кількість вітамінів (С, РР, $B_1$, $B_2$, Е) і мінералів (калію, заліза, магнію, кальцію). Всі

біологічно активні речовини знаходяться в плодах у дуже вдалому поєднанні, яке сприяє засвоєнню в організмі жирної м'ясної їжі. Велика кількість пектинів допомагає очищати організм від важких металів та радіонуклідів, магній і залізо покращують склад крові, калій зміцнює серцевий м'яз. Вітамін С у поєднанні з провітаміном А є потужним антиоксидантом, підвищує імунітет і запобігає авітамінозу. Харчова цінність аличі: жири – 0,1 г, білки – 0,2 г, клітковина – 1,8 г, вуглеводи – 7,9 г. Калорійність продукту – 34 ккал на 100 г плодів [9].

Технологічна оцінка овочевої та фруктової сировини, одночасність її достигання, стали підґрунтям до обрання плодів гарбуза, дині, аличі та кизилу для приготування солодких соусів. Оскільки включення в рецептуру аличі чи кизилу здатне забезпечити підвищення харчової та біологічної цінності солодких соусів на основі гарбуза і дині.

*Формулювання цілей статті.* Мета дослідження – оцінка якості овочевої та фруктової сировини для виробництва соусів, дослідження можливості купажування різних видів сировини, з метою їх взаємного доповнення та одержання нових харчових продуктів з покращеними показниками якості, порівняно з існуючими.

*Основна частина.* Досліджено вміст основних компонентів хімічного складу плодів гарбуза, дині, аличі та кизилу, визначено особливості їхнього хімічного складу та придатність до виробництва солодких соусів (табл. 1).

Таблиця 1 – Вміст компонентів хімічного складу сировини

| Вид сировини (А) | Роки досліджень (В) | Сухі розчинні речовини, % | Титрована кислотність, % | Аскорбінова кислота, мг/100 г |
|---|---|---|---|---|
| Гарбуз | 2018 | 7,0 | 0,20 | 19,36 |
| | 2019 | 7,5 | 0,16 | 18,48 |
| Диня | 2018 | 13,0 | 0,15 | 21,12 |
| | 2019 | 13,4 | 0,10 | 20,24 |
| Алича | 2018 | 12,7 | 3,25 | 31,68 |
| | 2019 | 13,3 | 3,08 | 28,16 |
| Кизил | 2018 | 13,5 | 1,30 | 36,96 |
| | 2019 | 14,2 | 1,17 | 34,32 |
| $НІР_{05}$ | | 0,1 | 0,06 | 0,8 |

За результатами досліджень видно, що вміст компонентів хімічного складу дещо змінювався залежно від року врожаю. У 2018 і 2019 році різниця вмісту сухих розчинних речовин (СРР) між плодами однієї культури була для плодів гарбуза – 0,5%, дині – 0,4%, а аличі – 0,6%, відповідно кизилу – 0,7% (табл.1). Це показує на більше

накопичення СРР у плодах за меншої суми опадів та вищої середньомісячної температури протягом періоду вегетації, що спостерігалось для досліджуваних років та підтверджено літературними даними [10].

Але характерними були відмінності залежно від виду сировини. У роки досліджень плоди кизилу накопичували у 1,9 раза більше сухих розчинних речовин порівняно з плодами гарбуза. За масовою часткою сухих розчинних речовин плоди гарбуза вагомо поступалися також перед плодами дині й аличі.

Досліджувані нами плоди накопичували більше органічних кислот у 2018 році (табл. 1), що підтверджує вплив умов вирощування на накопичення компонентів хімічного складу в плодах.

Титрована кислотність у плодах дині нижча від плодів гарбуза в 1,3–1,6 раза, а у плодах аличі – більше кислот порівняно з плодами кизилу в 2,5–2,6 раза, що вказує на залежність цього показника від виду сировини (табл. 1).

На вміст титрованої кислотності в плодах гарбуза, дині, кизилу та аличі також впливають погодні умови періоду вегетації. За меншої середньомісячної температури повітря титрованої кислотності у плодах аличі й кизилу на 0,17 і 0,13% більше відповідно.

Вміст аскорбінової кислоти (АК) в плодах гарбуза коливався в межах – від 18,48 до 19,36, дині – від 20,24 до 21,12, аличі – від 28,16 до 31,68; кизилу – від 34,32 до 36,96, мг/100 г. За роки дослідження плоди аличі та кизилу накопичували більше аскорбінової кислоти порівняно з плодами гарбуза відповідно у 1,5–1,6 та 1,9 раза і дині у 1,4–1,5 та 1,7 раза, що вказує на те, що С-вітамінна цінність залежить від виду плодів.

Накопичення АК також залежало від умов періоду вегетації. Плоди гарбуза і дині у 2018 році накопичили аскорбінової кислоти на 0,88 мг/100 г більше порівняно з плодами врожаю 2019 року, плоди аличі – на 3,52 мг/100, г а плоди кизилу – на 2,64 мг/100 г більше відповідно. Це підтверджує вплив погодних умов на вміст аскорбінової кислоти у досліджуваних плодах: із збільшенням кількості опадів, вміст АК збільшується.

Виявлено за результатами дисперсійного аналізу, що на вміст сухих розчинних речовин і аскорбінової кислоти у плодах гарбуза, дині, кизилу та аличі впливали особливості виду сировини – фактор А (83%) та погодні умови періоду вегетації року врожаю – фактор В (10%), сумісна дія факторів складала 7%.

Таким чином, сировина, зокрема плоди гарбуза, дині, аличі та кизилу є джерелом натуральних інгредієнтів, вміст яких залежить від умов вирощування та виду сировини, доцільно використовувати їх для переробки на дієтичні продукти та для збагачення продуктів харчування аскорбіновою кислотою, а плоди аличі і кизилу – також

природними органічними кислотами.

Такий вибір зумовлений хімічним складом і властивостями сировини. Купажування низькокислотної сировини, зокрема гарбузів, дині з висококислотною – аличею, кизилом заслуговує особливої уваги. Цей технологічний прийом дозволить створити нові продукти – соуси з оптимальними органолептичними показниками та збагатити їх біологічно активними речовинами. Зокрема, при вивченні асортименту продукції доведено, що соуси на основі гарбуза та дині не виробляються [11], це абсолютно новий бренд.

Із досліджуваної сировини за розрахованими рецептурами виготовляли нові види соусів, за контроль брали однокомпонентні пюре з гарбузів та дині.

З метою покращення консистенції та забезпечення гармонійного кисло-солодкого смаку, зниження концентрації цукру, відмови від застосування занадто високої температури запікання овочів (180°С), додавання крохмалю, борошна і лимонної кислоти, що має місце у приготуванні солодких соусів, нами запропоновано виготовлення таких з гарбуза, дині та аличі чи кизилу.

Зокрема підготовка гарбуза і дині включає такі процеси: миття, чищення, подрібнення на шматочки 5–10 мм, припускання за температури 98±2°С, 15–20 хв (за додавання 10–15% прокип’яченої води). Підготовка аличі та кизилу передбачає миття, інспектування, припускання за температури 98±2°С, 3–5 хв (за додавання 10–15% прокип’яченої води), протирання через сито. Завершальним процесом є змішування та подрібнення компонентів у блендері, куди додається також рецептурна кількість цукру. Дозування соусів порціями по 30-50 г до різних страв.

Для отримання об’єктивних даних щодо цінності розроблених соусів було проведено фізико-хімічні дослідження, результати яких наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники якості соусів

| Продукт | Роки дослід-ження | Сухі розчинні речовини, % | Титрована кислотність, % | Аскорбінова кислота, мг/100 г |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Пюре з гарбузів (контроль) | 2018 | 5,5 | 0,12 | 14,96 |
| | 2019 | 7,4 | 0,10 | 14,08 |
| Соус з гарбузів та аличі | 2018 | 15,0 | 0,80 | 22,88 |
| | 2019 | 17,3 | 0,70 | 19,36 |
| Соус з гарбузів та кизилу | 2018 | 14,4 | 0,80 | 26,40 |
| | 2019 | 17,1 | 0,60 | 22,00 |

Продовження таблиці 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| Пюре з дині (контроль) | 2018 | 7,8 | 0,18 | 16,72 |
| | 2019 | 9,1 | 0,16 | 15,84 |
| Соус з дині і аличі | 2018 | 15,1 | 0,80 | 23,76 |
| | 2019 | 16,2 | 0,70 | 21,12 |
| Соус з дині і кизилу | 2018 | 14,8 | 0,70 | 27,28 |
| | 2019 | 15,5 | 0,60 | 22,88 |
| $НІР_{05}$ | | 0,05 | 0,44 | 1,03 |

Всі запропоновані варіанти соусів переважали за вмістом СРР відповідні контролі, що пояснюється рецептурою, до якої входить цукор. За приготування солодких соусів з гарбуза сухі розчинні речовини підвищуються також завдяки додаванню пюре з аличі та кизилу.

Додавання до складу соусів висококислотної сировини, зокрема аличі чи кизилу, збільшує вміст органічних кислот у готових продуктах на 0,44–0,68%, порівняно з однокомпонентними пюре. Це пояснюється особливостями хімічного складу сировини та рецептурою.

За вмістом аскорбінової кислоти спостерігалось збагачення нових видів продукту в 1,4–1,8 раза в соусах на основі гарбуза та в 1,3–1,6 раза – в соусах на основі дині, що підтверджує доцільність даної розробки.

Підвищення вмісту АК у соусах порівняно з відповідними пюре, взятими за контроль, можна пояснити як підвищеним її вмістом у плодах аличі та кизилу, а також тим, що АК краще зберігається у кислому середовищі.

Дослідження показали, що фізико-хімічні показники продукту залежать від особливостей виду сировини та рецептури.

Вагоме значення в якості соусів займає консистенція, в’язкість, бо ці показники мають важливе значення в оформленні та подачі страв. Запропоновані види соусів характеризувались високими органолептичними показниками та відповідали солодким соусам за в’язкістю і консистенцією. Характерними є виразність смаку, кольору, запаху розроблених соусів. У соусах на основі гарбуза, кизилу чи аличі не відчувається специфічний присмак і аромат гарбуза, а соуси на основі дині з додаванням кизилу та аличі мають приємний фруктовий аромат і гармонійний смак.

Виготовлені за інноваційною технологію солодкі соуси: з гарбузів та аличі, з гарбузів та кизилу, з дині та аличі, з дині та кизилу із застосуванням сучасної технології мали органолептичні показники якості, що відповідають соусам для використання у закладах ресторанного господарства і громадського харчування. Зокрема до

них можна передбачити наступні вимоги: за зовнішнім виглядом – це однорідна ніжна маса без грубих частинок; колір – властивий суміші овочів та плодів після термічної обробки; смак і запах кисло-солодкий, гармонійний; консистенція – однорідна, в'язка.

*Висновки.* Експериментально досліджено, що сировина: плоди гарбуза, дині, аличі та кизилу є джерелом натуральних інгредієнтів, вміст яких залежить від умов вирощування та виду сировини. За взаємного поєднання гарбуза чи дині з аличею чи кизилом доведено,що така сировина придатна для приготування солодких соусів.

Розроблено рецептурні композиції та удосконалено технології соусів, які розширять асортимент, збагатять страви біологічно активними харчовими інгредієнтами, нададуть їм привабливого зовнішнього вигляду, покращать смак і аромат. Вміст аскорбінової кислоти у соусах 19–27 мг/100 г. Рекомендовано подавати у гарячому або холодному вигляді до страв з круп, сиру, тіста та м'ясних виробів. За відсутністю в рецептурі структуроутворюючих компонентів запропоновані соуси можна використовувати у дитячому харчуванні.

Література:

1. Коваль О. А., Сосюк А. О. Моделювання якості гарбузово-морквяного напівфабрикату. SWorld. Scientific and technological revolution of the XXI century. 2018. URL: https://www.sworld.com.ua/konferger4/28.pdf (дата звернення: 07.02.2020).

2. Combination of vegetable-fruit formulation composition for obtaining high quality products / A. Tokar et. al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2018. № 4/11 (94). P. 55-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.140078.

3. Вахрушева А. О., Коноваленко О. Ю. Використання рослинної сировини в технології виробництва солодких соусів. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів* / Одеська національна академія харчових технологій. Одеса, 2016. С. 188.

4. Добрынина Е. С. Разработка новых рецептур соусов и дрессингов функционального назначения. *Пищевая промышленность.* 2010. № 8. С. 12-14.

5. Використання напівфабрикатів гарбуза для збагачення хліба пшеничного / О. В. Бараболя та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. Вип. 4. С. 76-79. DOI 10.31210/visnyk2018.04.11.

6. Ухина Е. Ю., Мараева О. Б. Исследование возможностей использования тыквенного пюре в хлебопечении URL: http://rosfood.info/upload/iblock/5cf/50-52.pdf (дата звернення: 07.02.2020).

7. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва. Київ: Арістей, 2005. 348 с.

8. Васильєва О. О. Визначення вмісту біологічно активних речовин у напівфабрикаті з плодів айви та солодких стравах. URL: http://foodind.donnuet.education/download/ua/2012/28/Vasileva.pdf (дата звернення: 07.02.2020).

9. Тюрікова І. С., Пересічний М. І., Рогова Н. В., Непомяща О. О. Технологія створення напоїв з використанням волоського горіху. *Вісник НТУ "ХПІ". Сер. Нові рішення в сучасних технологіях.* 2016. № 12 (1184). С. 194-200. doi:10.20998/2413-4295.2016.12.29.

10. Погодні умови та стан сільськогосподарських культур в Україні у липні 2019 року / НААН. URL: https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1502666 (дата звернення: 07.02.2020).

11. Архіпов В. В., Іванникова Т. В., Архіпова А. В. Ресторанна справа: Асортимент, технологія і управління якістю продукції в сучасному ресторані. Київ: Центр навчальної літератури, 2007. 382 с.

## ТЕХНОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОУСІВ

Матенчук Л. Ю., Токар А. Ю., Гайдай І. В., Рибчак О. С.

**Анотація**

Проведено технологічну експертизу сировини для виробництва соусів, зокрема досліджено плоди гарбуза, дині, кизилу та аличі, визначено особливості їхнього хімічного складу та придатність до виробництва з них соусів. Доведено, що досліджувана сировина: плоди гарбуза, дині, аличі та кизилу є джерелом аскорбінової кислоти, вміст якої залежить від виду сировини та умов вирощування. Досліджено можливість купажування різних видів сировини, з метою взаємного доповнення та одержання нових харчових продуктів покращеної якості, порівняно з існуючими. Додавання в склад соусів висококислотної сировини: аличі чи кизилу, збільшує вміст органічних кислот у готових продуктах на 0,44–0,68%, порівняно з однокомпонентними пюре. Підтверджується збагачення соусів аскорбіновою кислотою, якої в 1,4–1,8 раза більше в соусах на основі гарбуза та в 1,3–1,6 раза – в соусах на основі дині. Розроблені рецептурні композиції розширять асортимент, збагатять страви біологічно активними речовинами, нададуть їм привабливого зовнішнього вигляду, покращать смак і аромат.

***Ключові слова:*** гарбузи, диня, кизил, алича, соуси, якість, функціональні продукти.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СОУСОВ

Матенчук Л. Ю., Токарь А. Ю., Гайдай И. В., Рыбчак Е. С.

**Аннотация**

Проведено технологическую экспертизу сырья для производства соусов, в том числе исследовано плоды тыквы, дыни, кизила и алычи, определены особенности их химического состава и пригодность к производству из них соусов.

Доказано, что исследуемое сырье: плоды тыквы, дыни, алычи и кизила являются источником аскорбиновой кислоты, содержание которой зависит от вида сырья и условий выращивания. Исследована возможность купажирования различных видов сырья, с целью взаимного дополнения и получения новых пищевых продуктов улучшенного качества по сравнению с существующими. Добавление в состав соусов высококислотного сырья: алычи или кизила, увеличивает содержание органических кислот в готовых продуктах на 0,44–0,68% по сравнению с однокомпонентными пюре. Подтверждается обогащение соусов аскорбиновой кислотой, которой в 1,4–1,8 раза больше в соусах на основе тыквы и в 1,3–1,6 раза - в соусах на основе дыни. Разработанные рецептурные композиции расширят ассортимент, обогатят блюда биологически активными веществами, предоставят им привлекательный внешний вид, улучшат вкус и аромат.

***Ключевые слова***: тыквы, дыня, кизил, алыча, соусы, качество, функциональные продукты.

## TECHNOLOGICAL EXPERTISE OF RAW MATERIALS FOR SOUCE PRODUCTION

L. Matenchuk, A. Tokar, I. Haidai, O. Rybchak

**Summary**

The technological expertise of raw materials for the production of a group of sweet sauces was carried out, in particular the fruits of pumpkin, melon, cornel and cherry plum were investigated, the peculiarities of their chemical composition and the suitability for the production of sauces were determined. It is proved that the studied raw materials, namely: the fruits of pumpkin, melon, cherry plum and cornel are the source of ascorbic acid, the content of which depends on the type of raw material and growing conditions. Therefore, it is advisable to use them for processing into dietary products and for enriching food with ascorbic acid. The gustatory qualities of fruits and products of their processing depend on the content soluble solids, ascorbic acid and organic acids in the fruits of pumpkin, melon, cherry plum and cornel, compared to existing ones. The possibility of blending of different raw materials types was investigated in order to complement each other and to obtain new foods with the improved quality indices compared to the existing ones. In particular, all the proposed variants of sauces differ in the content of ascorbic acid, which is explained by the formulation and the peculiarities of the raw material chemical composition. Adding of high-acid raw materials to the sauces, such as cherry plum or cornel, increases the content of organic acids in the finished products by 0.44–0.68%, compared to the one-component purees. The supplementation of ascorbic acid to the sauces made according to our formulations, which is 1.4–1.8 times more in pumpkin-based sauces and 1.3–1.6 times in melon-based sauces, is proved. This confirms the feasibility of preparing multi-component sauces in the catering industry establishments and mass eating establishments. Comparative analysis of the main quality indices of the developed sauces showed a significant improvement under the organoleptic quality indices.

The developed recipe compositions with advanced technology will expand the assortment, enrich the courses with biologically active substances, give them an attractive appearance and improve their taste and aroma. The content of ascorbic acid in the sauces is 19–27 mg/100 g. It is recommended to serve them hot or cold to the dishes of cereals, cheese, dough and meat products. In case of the structure-forming ingredients absence in the recipe, these sauces can be used in the infant foods.

***Key words:*** pumpkin, melon, cornel, cherry plum, sauces, quality, functional products.

УДК [577.1+637.04+636.5+633.13]:664.8.037.53
DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-203-212

# ЕКСТРАКТ ВІВСА ЯК ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ М'ЯСА ГУСЕЙ

Майборода Д. О., здобувач,* ORCID: 0000-0003-4649-992X
Данченко О. О., д.с.-г. н., ORCID: 0000-0001-5049-3446
Здоровцева Л. М., к.б.н. ORCID: 0000-0001-8682-9546
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Федорко А. С., здобувач* ORCID: 0000-0001-5054-2770
*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького*
Данченко М. М., к.т.н., ORCID: 0000-0001-7555-6511
Загорко Н. П., к.т.н. ORCID: 0000-0003-4828-5343
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*
Тел. (097) 49-56-894

*Постановка проблеми.* М'ясо та м'ясопродукти традиційно посідають особливе місце на ринку продовольчих товарів. Вони завжди складали основу раціону вітчизняних споживачів. Тому вдосконалення та розробка нових технологічних заходів, спрямованих на підвищення якості м'ясної продукції [1-3] та підтримку її біологічної цінності під час тривалого низькотемпературного зберігання, є однією з пріоритетних проблем сучасної харчової галузі [4-6].

Сучасний напрям харчових технологій «Від ферми до виделки» передбачає поєднання зусиль фермерів і працівників харчової галузі у досягненні головної мети – розробці і впровадженні сучасних технологій виробництва харчової продукції високої якості [7]. Дана робота, метою якої було підвищення якості м'яса птиці з пролонгованими термінами придатності, виконувалась саме в межах цього напряму.

*Аналіз останніх досліджень.* В умовах загострення глобальної економічної кризи через коронавірус зменшується попит на світових ринках сировини. Проте, за прогнозами економічних аналітиків українська економіка може пройти світову кризу з мінімальними втратами за умови підвищення рівня продовольчої безпеки держави на основі нарощування виробництва сільськогосподарської продукції та продуктів харчування і укріплення власної харчової індустрії [8].

© Майборода Д. О., Данченко О. О., Здоровцева Л. М., Федорко А. С., Данченко М. М., Загорко Н. П.

Важливу роль серед галузей сільського господарства в Україні відіграє птахівництво, як основний виробник високоякісного тваринного білка, частка якого в раціонах українців сягає майже 40% [9]. Птахівництво є найбільш мобільним виробництвом порівняно з іншими галузями тваринництва. Його розвиток дозволяє прискореними темпами поліпшити забезпечення зростаючого попиту населення на високоякісні продовольчі товари тваринного походження [10]. Гусівництво в Україні – традиційна галузь птахівництва. Однією з перспективних порід гусей в Україні є датський Легарт. Гуси цієї породи мають високу живу масу в ранньому забійному віці; в них відмінні якості м’яса та пухо-перової сировини [11]. Порівняно з іншими породами гусей вони споживають на 20 % менше кормів. Ще однією їх особливістю є те, що жир у цих гусей накопичується переважно у підшкірному шарі, а саме м'ясо вважається цілком дієтичним і може використовуватися навіть у дієтах для схуднення. З однієї тушки дорослого гуся отримують до 6 кг дієтичного м'яса з насиченим ніжним смаком та смачну жирну печінку, маса якої досягає 0,8 кг. У м'ясі цих гусей міститься багато вітамінів і мікроелементів [12]. Переваги гусей цієї породи зумовлюють їхнє достатньо швидке розповсюдження в господарствах країни. Однак, гуси породи Легарт мають суттєвий недолік: вони є достатньо чутливими до незбалансованих кормів, особливо в ранньому онтогенезі [13]. Тому при вирощуванні цих гусей широко застосовуються біологічно активні кормові домішки, в першу чергу, антиоксиданти.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* З’ясування впливу екстракту вівса посівного в раціоні гусей породи Легарт на якість отриманого м’яса та особливості його окисного псування при низькотемпературному зберіганні.

Трава вівса посівного у фазу колосіння та цвітіння характеризується досить високим умістом біологічно активних фенольних сполук, які проявляють позитивний вплив на функціонування антиоксидантної системи будь-якого організму. Втім, вважається, що потужна антиоксидантна активність вівса зумовлена наявністю в його складі особливих сполук фенольної природи – авенантрамідів, активність яких у 10-30 рази вища, ніж інших природних антиоксидантів [14,15].

*Матеріали і методи.* Для досліджень використано м’ясо гусей двох зразків. М’ясо контрольного зразка отримано від гусей контрольної групи, яких утримували на стандартному раціоні, збалансованому за усіма поживними речовинами і вітамінами згідно з рекомендаціями [16]. М’ясо дослідного зразка отримано з гусей дослідної групи, до раціону яких з 10-ої до 50-ої доби додавали водний екстракт вівса посівного. Забій гусенят проводили у 60-

добовому віці. Після забою тушки гусей обробляли, заморожували і надалі зберігали при температурі -18ºС відповідно до вимог ДСТУ 3143:2013 (210 діб).

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у м'ясі гусей оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою, – ТБКАП [17]. Жирнокислотний склад (ЖКС) ліпідів визначали методом газорідинної хроматографії на хроматографі італійського виробництва Carlo Erba, в якості носія використовували Chromosorb W/DP із фазою Silar 5CP ("Serva", Німеччина) концентрацією 10 % за температури 140-250 ºС та швидкістю наростання 2 ºС/хв (температура інжектора 210 ºС, температура детектора 240 ºС). Окрім сумарного вмісту ненасичених жирних кислот (НЖК), (ΣС, %) розраховували сумарну еквівалентну концентрацію НЖК відносно подвійних зв'язків (ненасиченість, ΣN, мМоль·г$^{-1}$), що більш наочно характеризує здатність жирних кислот до ліпопероксидації [18]. (Danchenko et al., 2012). Ліпідні екстракти для визначення жирнокислотного складу одержували за методом E.G. Bligh та W.I. Dyer із рекомендаціями F.B. Palmer [19,20].

Статистичну обробку проводили із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення SPSS v.17 та MS Office Excel-2013, з t-тестом Стьюдента. В умовах проведення кореляційного аналізу достовірними вважались зв'язки за $p<0,05$, а за $p<0,10$ – як тенденції до кореляції [21].

*Основна частина.* Результати проведених досліджень свідчать, що м'ясо контрольного зразка характеризувалось низьким вихідним умістом ТБКАП. Впродовж перших 60 діб зберігання м'яса цей показник поступово зменшувався і досяг мінімального рівня, що у 2,6 рази поступився відповідному вихідному (рис. 1). На думку [22-23] така динаміка вмісту ТБКАП у м'ясі під час його зберігання пояснюється тим, що процеси окиснення в анаеробних умовах, які виникають у тканинах відразу після забою птиці, через нестачу акцепторів Гідрогену глибоко йти не можуть. Тому через 60 діб зберігання м'яса спостерігали різке зменшення вмісту ТВКАП. Подальша активізація ПОЛ пояснюється накопиченням ендогенного кисню. У м'ясі контрольного зразка ці процеси посилились з четвертого місяця, а після 210 діб зберігання вміст вторинних продуктів ліпопероксидації в цьому зразку збільшився у 8,2 рази порівняно з відповідним вихідним показником.

М'ясо дослідного зразка також характеризувалось низьким вихідним умістом ТБКАП, але цей показник на 83,3 % вищий за відповідний контрольний. Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло подовженню терміну вихідної стабілізації прооксидантно-антиоксидантної рівноваги для м'яса гусей дослідного зразка. Впродовж 60 діб зберігання вміст кінцевих продуктів

ліпопероксидації в ньому утримувався на сталому рівні. За наступні два місяці (з 60-ої до 120-ої доби) цей показник зменшився у 3,7 рази і тільки в другій частині досліду (зі 120-ої до 210-ої доби) активізація процесів ПОЛ призвела до підвищення вмісту ТБКАП у 10,7 рази. В цілому, вміст вторинних продуктів ліпопероксидації в м'ясі дослідного зразка за весь період зберігання зріс у 3,2 рази, але наприкінці досліду на 28,6 % поступився відповідному показнику контрольного зразка.

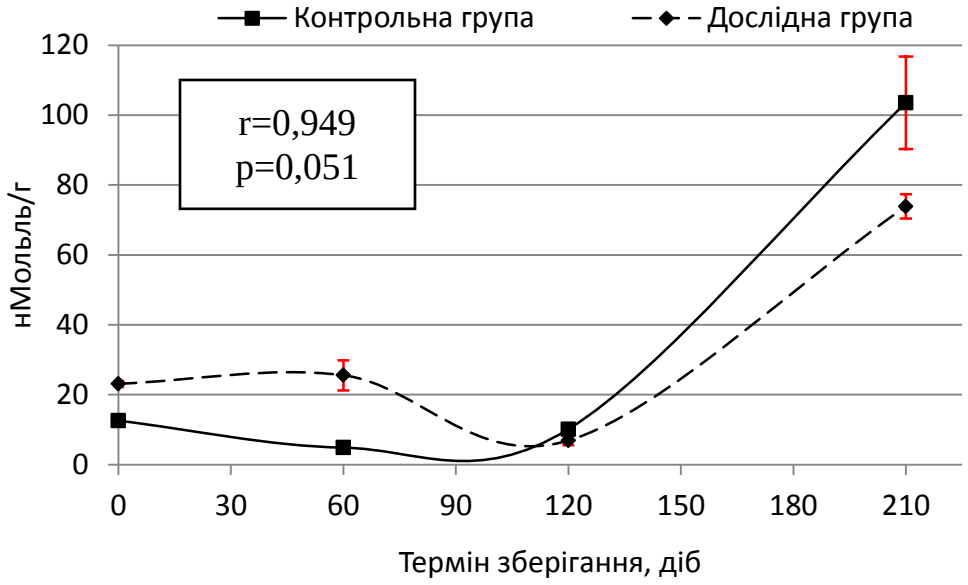



Рис. 1. Динаміка вмісту ТБКАП у м'ясі гусей при зберіганні.

Кореляційний аналіз динаміки ТБКАП у м'ясі гусей досліджених зразків свідчить, що введення екстракту вівса посівного до раціону гусей не впливає на загальні закономірності накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації, що підтверджується коефіцієнтами кореляції динаміки ТВКАП у досліджених зразках м'яса на рівні тісних. Специфічність динаміки ТВКАП у контрольному і дослідному зразках м'яса полягає в тривалості початкового періоду прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, що характеризується низьким рівнем ТВКАП.

Відомо [24,25], що залежно від вихідного стану пташенят і технологічних умов утримання жирнокислотний склад ліпідів м'яса птиці може суттєво змінюватись. Аналіз ЖКС м'яса гусей цього досліду свідчить (рис. 2-4), що у м'ясі контрольного зразка серед НЖК найбільший уміст олеїнової, лінолевої та арахідонової кислот, а серед насичених – пальмітинової і стеаринової.

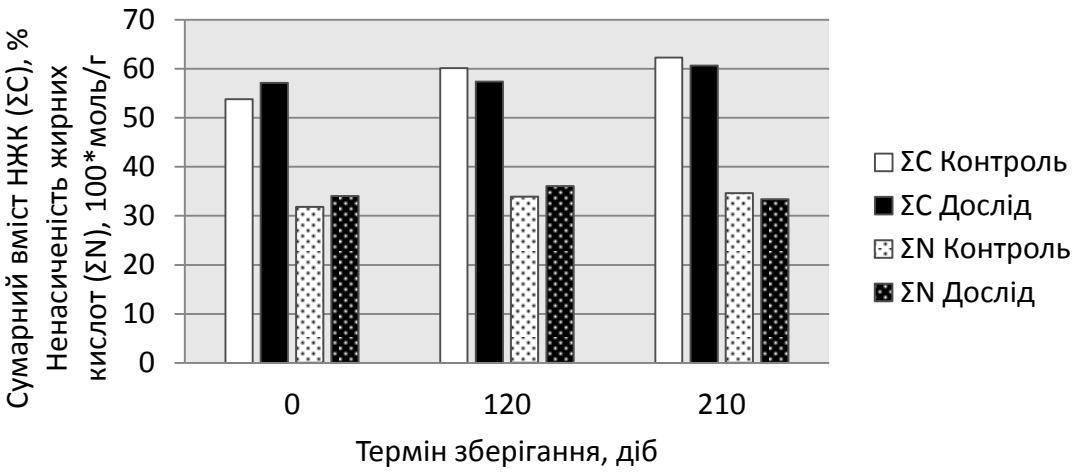



Рис. 2. Загальний вміст НЖК і ненасиченість у м’ясі гусей.

Впродовж перших 120 діб зберігання сумарна частка НЖК у м’ясі гусей контрольного зразка збільшилась на 11,7 % за рахунок олеїнової (на 23,9 %), лінолевої ( на 13,6%) та ліноленової (у 2,22 рази) кислот. Значне зниження вмісту найбільш ненасиченої докозогексаєнової кислоти (у 2,57 рази) компенсувало більш суттєве підвищення рівня ненасиченості ЖК у цей період. Друга частина досліду характеризувалась суттєвими втратами найбільш ненасичених жирних кислот: арахідонової (на 42,9 %) і докозогексаєнової (на 34,8%). Водночас уміст незамінних лінолевої і ліноленової кислот вірогідно зростав (на 47,1% і в 2,65 рази відповідно). Зазначені протилежно спрямовані зміни ЖКС м’яса контрольного зразка зумовили стабілізацію як загальної ненасиченості, так і сумарного вмісту НЖК у цьому періоді досліду.

Результати порівняльного аналізу ЖКС м’яса контрольного і дослідного зразків на початку досліду підтверджують позитивний вплив екстракту вівса на жирнокислотний склад м’яса гусей. Перед закладанням на зберігання дослідний зразок м’яса перевищував контрольний за вмістом олеїнової (на 9,5%) та незамінних лінолевої (на 10,5%), ліноленової (на 44,4%) і арахідонової кислот (на 9,9%). За сумарним умістом НЖК і їх ненасиченістю дослідний зразок перевищив контрольний менш суттєво (на 6,2% і 6,9% відповідно, $p \leq 0,05$). Після 120 діб зберігання у м’ясі дослідного зразка містилось на 13,8 % більше лінолевої, на 33,9% арахідонової та в 2,70 рази докозогексаєнової кислот порівняно з відповідним контрольним зразком м’яса. За сумарною ненасиченістю ЖК дослідний зразок вірогідно (на 6,3 %, $p \leq 0,05$) перевищив контрольний. Отже, позитивний вплив екстракту вівса на ЖКС м’яса гусей позначався впродовж 120 діб зберігання.

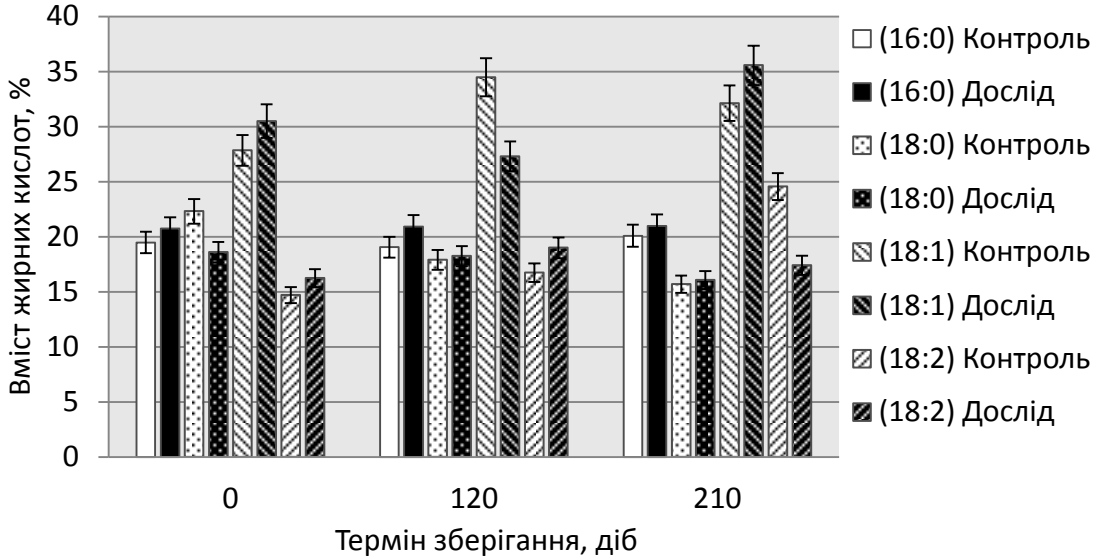



Рис. 3. Вміст жирних кислот у м’ясі гусей (16:0 – пальмітинова; 18:0 – стеаринова; 18:1 – олеїнова; 18:2 – лінолева кислоти).

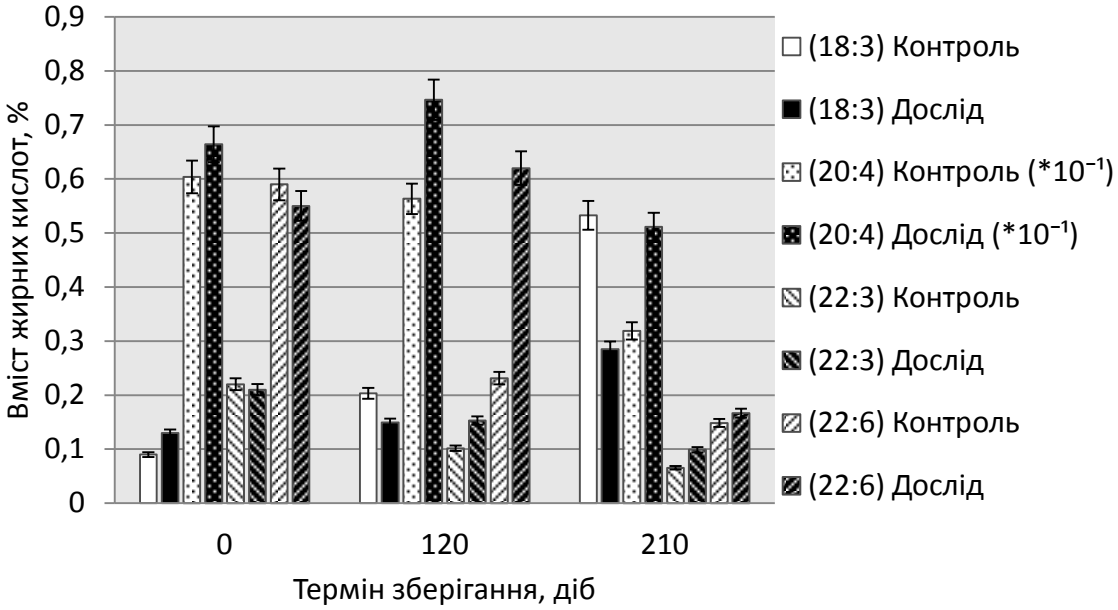



Рис. 4. Вміст жирних кислот у м’ясі гусей (18:3 – ліноленова; 20:4 – арахідонова; 22:3 – докозатриєнова; 22:6 – докозогексаєнова кислоти).

В другій частині досліду зміни ЖКС у м’ясі дослідного зразка були менш позитивними. Після 210 діб зберігання у дослідному зразку встановлено вірогідно вищий вміст найбільш вмістовної ненасиченої олеїнової кислоти (на 10,7 % ), арахідонової (на 59,4 %) та докозогексаєнової (на 13,3 %) кислот. Втім, за вмістом лінолевої і ліноленової кислот дослідний зразок поступився контрольному (на 29,1% і на 45,3 % відповідно).

*Висновки.* Таким чином, додавання екстракту вівса посівного до раціону гусей не впливає на загальні закономірності накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації. Специфічність динаміки

ТВКАП у контрольному і дослідному зразках м’яса під час низькотемпературного зберігання полягає в тривалості початкового періоду прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, що характеризується низьким рівнем ТВКАП. Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло подовженню терміну вихідної стабілізації рівноваги між про- і антиоксидантами для м’яса гусей дослідного зразка. Під впливом екстракту вівса у м’ясі дослідного зразка після забою збільшився вміст усіх незамінних кислот. Після 120 діб зберігання у м’ясі дослідного зразка встановлено вищий вміст лінолевої, арахідонової і докозогексаєнової кислот. Через 210 діб зберігання у дослідному зразку встановлено вірогідно вищий вміст олеїнової, арахідонової і докозогексаєнової кислот. Втім, за вмістом лінолевої і ліноленової кислот дослідний зразок поступився контрольному.

Отже, позитивний вплив екстракту вівса на жирнокислотний склад м’яса має згасаючий у часі характер.

Література:

1. Цехмістренко С. І., Цехмістренко О. С. Біохімія м’яса та м’ясопродуктів: навч. посібник. Біла Церква. 2014. 192 с.

2. Янчева М. Пешук Л., Дроменко Е. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясних продуктів: навч. посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2017. 304 с.

3. Сінат-Радченко Д. Є., Масліков М. М. Наближена оцінка термінів зберігання заморожених харчових продуктів. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. Київ. 2018. Т. 24, № 2. С. 139-145.

4. Can we improve the nutritional quality of meat? / N. D. Scollan et al. *Proceedings of the Nutrition Society.* 2017. Vol. 76, № 4. P. 603-618. DOI: 10.1017/S0029665117001112.

5. Proteomic approach to characterize biochemistry of meat quality defects / M. W. Schilling et al. *Meat Science.* 2017. № 132. P. 131-138. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.04.018.

6. Surai P. F., Kochish I. I., Fisinin V. I., Kidd M. T. Antioxidant Defence Systems and Oxidative Stress in Poultry Biology: An Update. *Antioxidants.* 2019. Vol. 8, № 7. P. 235-270. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox8070235.

7. Estévez M. Oxidative damage to poultry: from farm to fork. *Poultry Science.* 2015. Vol. 94, № 6. P. 1368-1378. DOI: 10.3382/ ps/pev094.

8. Світова криза: П’ять загроз і п’ять шансів для України. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/30488065.html (дата звернення: 12.03.2020).

9. Полегенька М. А. Аналіз сучасного стану виробництва продукції птахівництва в Україні. *Економіка та держава.* 2019. № 3. С.

137-143. DOI: 10.32702/2306-6806.2019.3.137.

10. Селіверстова Л. С. Тенденції розвитку та особливості функціонування ринку продукції птахівництва в Україні. *Ефективна економіка.* 2018. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6368.

11. Шеремет Д. О., Мельник В. В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 6. С. 14-15.

12. Федорович Є. І., Заплатинський В. С. Сучасний стан та перспективи розвитку гусівництва України. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького.* 2015. Т. 17, № 3(63). С. 322-329.

13. Хвостик В. П. Перспективні напрями ведення гусівництва. *Сучасні аграрні технології.* 2013. № 8. С. 62-69.

14. Бурцева О. В. Кількісне визначення фенольних сполук Avena sativa L. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини.* Луганськ, 2013. Т. 8, № 4. С. 225-228.

15. Meydani M. Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutr. Rev*. 2009. P. 731-735.

16. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / ред. Ю. О. Рябокінь. Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005. 101 с.

17. Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц. Харьков: Институт животноводства НААН, 2011. С. 224–225.

18. Данченко О. О., Пащенко Ю. П., Данченко Н. М., Здоровцева Л. М. Механізми підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в тканинах печінки гусей в умовах гіпо- і гіпероксії. *Український біохімічний журнал*. 2012. № 6. С. 109-114.

19. Bligh E. G., Dyer W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 1959. Vol. 37, № 8. P. 911-917.

20. Palmer F. B. St. C. The extraction of acidic phospholipids in organic solvent mixtures containing water. *Biochim Biophys Acta.* 1971. Vol. 231, № 1. P. 134-144. https://doi.org/10.1016/0005-2760(71)90261-X.

21. Єремєєв В. С., Сосновських Д. О., Тітова О. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посібник. Мелітополь, 2009. 188 с.

22. Окисне псування харчових продуктів і методи контролю якісних показників тваринних жирів: навч.-метод. посібник / Л. В. Баль-Прилипко та ін. Київ, 2011. 130 с.

23. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М. М. Клименко та ін. Київ: Вища освіта. 2006. 640 с.

24. Puerto M., Cabrera M. C., Saadoun A. A note on fatty acids profile of meat from broiler chickens supplemented with inorganic or organic selenium. *International Journal of Food Science*. 2017. 7613069. DOI: 10.1155/2017/7613069.

25. Fatty acid composition of chicken breast meat is dependent on genotype-related variation of FADS1 and FADS2 gene expression and desaturating activity / E. Boschetti et al. *Animal.* 2015. Vol. 10, № 4. P. 700–708. doi:10.1017/s1751731115002712.

## ЕКСТРАКТ ВІВСА ЯК ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ М'ЯСА ГУСЕЙ

Майборода Д. О., Данченко О. О., Здоровцева Л. М., Федорко А. С., Данченко М. М., Загорко Н. П.

**Анотація**

Метою роботи було з'ясування впливу екстракту вівса посівного в раціоні гусей на якість отриманого м'яса та особливості його окисного псування при низькотемпературному зберіганні. Забій гусей проводили у 60-добовому віці. Після забою тушки гусей заморожували і надалі зберігали при температурі -18ºС відповідно до вимог ДСТУ (210 діб). Встановлено, що м'ясо гусей, які отримували екстракт (дослідний зразок) відрізнялось вірогідно вищим умістом незамінних жирних кислот після забою. Додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяло подовженню терміну вихідної стабілізації процесів пероксидного окиснення в отриманому м'ясі. Активізація пероксидного окиснення у дослідному зразку розпочалась місяцем пізніше і наприкінці досліду за вмістом продуктів пероксидного окиснення дослідний зразок поступався контрольному на 28,6 %. У м'ясі дослідного зразка вміст незамінних жирних кислот зберігався на вірогідно вищому рівні упродовж 120 діб.

***Ключові слова***: м'ясо гусей, екстракт вівса, продукти ліпопероксидації, незамінні жирні кислоти, низькотемпературне зберігання, окисне псування.

## ЭКСТРАКТ ОВСА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА ГУСЕЙ

Майборода Д. А., Данченко Е. А., Здоровцева Л. Н., Федорко А. С., Данченко Н. Н., Загорко Н. П.

**Аннотация**

Целью работы было установление влияния экстракта овса посевного в рационе гусей на качество полученного мяса и особенности его окислительной порчи при низкотемпературном хранении. Убой гусей проводили в 60-суточном возрасте. После забоя тушки гусей замораживали и хранили при температуре -18ºС в соответствии с ГСТУ (210 суток). Установлено, что мясо гусей, получавших экстракт (опытный образец), отличалось достоверно высшим содержанием незаменимых жирных кислот после забоя. Добавление экстракта овса в рацион гусей способствовало продлению периода исходной стабилизации процессов пероксидного окисления в полученном мясе. Активизация окислительных процессов в опытном образце началась месяцем позже и в конце опыта по содержанию продуктов пероксидного окисления опытный образец уступал контрольному на 28,6%. В мясе опытного образца содержание незаменимых жирных кислот сохранялось на достоверно высшем уровне в течение 120 суток.

***Ключевые слова***: мясо гусей, экстракт овса, продукты липопероксидации, незаменимые жирные кислоты, низкотемпературное хранение, окислительная порча.

# OAT EXTRACT AS A TECHNOLOGICAL MEANS FOR IMPROVING THE QUALITY OF GEESE MEAT

D. Maiboroda, O. Danchenko, L. Zdorovtseva,
A. Fedorko, M. Danchenko, N. Zagorko

**Summary**

The purpose of the work was to find out the effect of oat extract of Legarth geese in the diet of geese on the quality of the obtained meat and peculiarities of its oxidative spoilage at low temperature storage. Meat geese of two samples were used for the studies. The meat of the control sample was obtained from geese of the control group, which were kept in a standard diet balanced with all the nutrients and vitamins as recommended. Meat of the test sample was obtained from geese of the experimental group, which were added to the diet from the 10th to the 50th day with oat sowing extract. The caterpillars were slaughtered at the age of 60 days. After slaughter, the carcasses of geese were frozen and further stored at -18ºC according to the requirements of SSDU (210 days). Meat quality was determined by the content of lipoproxidation end products and fatty acid lipid composition. The results of the experiment proved that the meat obtained after slaughter of the geese of both samples was characterized by a low content of the final products of peroxide oxidation, but for the experimental sample this indicator was 83,8% higher than the corresponding control. The specificity of the dynamics of lipoperoxidation products in the control and experimental samples of meat during low-temperature storage is the duration of the initial period of the prooxidant-antioxidant equilibrium, which is characterized by the low content of these compounds. The addition of oat extract to the diet of geese contributed to the prolongation of the initial stabilization of the prooxidant-antioxidant equilibrium for the meat of geese of the test sample. Activation of peroxide oxidation in the test sample began one month later and at the end of the experiment the content of the peroxide oxidation products gave the test sample 28,6% control. The meat of the prototype after slaughter was distinguished by a reliably high content of oleic and all essential fatty acids. On the 120th day, a significantly higher content of linoleic, arachidonic and docosahexaenoic acids was found in the experimental sample. After 210 days of storage, a prototype sample of goose meat in terms of the content of all irreplaceable fatty acids, except for arachidonic, did not exceed the control.

***Key words***: goose meat, oat extract, lipoperoxidation products, essential fatty acids, low temperature storage, oxidative deterioration.

УДК [664.85: 634.23]:613.2 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-213-221

# ВИГОТОВЛЕННЯ ДЖЕМІВ ЛІКУВАЛЬНО - ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Василишина О. В. к. с.-г. н. ORCID: 0000-0002-1066-4009
*Уманський національний університет садівництва*
Тел. (097) 23-72-701

*Постановка проблеми.* Здорове харчування – це своєчасне надходження до організму добре приготовленої їжі, яка містить оптимальну кількість різних речовин, необхідних для розвитку і функціонування. Якісні показники продукту є інтегральним показником, включаючим харчову цінність, товарний вигляд і безпечність продуктів харчування [1, 2].

Значне погіршення здоров'я населення обумовлене все більш підвищеним екологічним неблагополуччям. Тому забруднювачі, попадаючи в екосистему, викликають патологічні зміни в організмі людини і тварин. В організмі людини через ланцюги харчування і харчові продукти можуть накопичуватись іони важких металів, радіонукліди, нітрати.

Ці речовини впливають негативно на систему імунітету. Тому харчування може бути дефектним не тільки через споживання забруднених продуктів. Розвитку порушень сприяє раціон незбалансований по основним видам будівельного, пластичного матеріалу, і в першу чергу по вітамінам, мікроелементам [3, 4] .

Забруднення навколишнього середовища сполуками важких металів призводить до їх нагромадження в організмі людини через харчові продукти, воду та повітря. Тому важливий пошук детоксикантів, які нейтралізують шкідливу дію металів і допомагають їх позбутися. Особливу увагу серед них необхідно приділити пектиновмісним продуктам. Тому що пектини – біологічно цінні комплексоутворювачі природного походження.

Тому необхідно розширити асортимент консервів з підвищеним вмістом пектинових речовин: варення, джеми, конфітюри [5, 6].

*Аналіз останніх досліджень.* Саме до групи концентрованих фруктових консервів відносяться: варення, джеми, конфітюри, мармелад, повидло, желе, цукати. Перевагою такого продукту як джем є вміст пектину, який знаходиться в сировині і пектин, внесений незадовго до кінця варки. Джем займає особливе місце, як висококалорійний, делікатесний консервований продукт з гармонічним смаком.

Однак пектини виділені із різних рослин, відрізняються за

© Василишина О. В.

фізико-хімічними властивостями. Особливості пектинів за походженням визначаються трьома факторами: величиною молекули, ступінню метоксилювання залишків галактуронової кислоти, кількістю баластних речовин. Так яблучний, смородиновий пектин мають добрі желюючі властивості, тоді як пектин груш майже не желює.

Так як джем – це продукт із плодів і ягід, уварений з цукром або цукровим сиропом та має желеподібну консистенцію. Плоди можуть бути цілими чи нарізаними, але не протертими. В готовому продукті вони не повинні відокремлюватись від сиропу. Сироп повинен бути желеподібним, в'язким і не розтікатись по поверхні. Якщо желююча властивість сировини недостатня, то її підвищують додаючи пектин, чи сік із плодів, багатих пектином (порічки, агрус, айва). Вміст сухих розчинних речовин в готовому продукті повинен бути не менше 68% [7, 8].

Для одержання продукції, яка б відповідала усім переліченим вимогам стандартів, необхідно дотримуватись певних умов. Однією з них є якість сировини, яка повинна бути в стадії технічної стиглості; свіжа, здорова, не підморожена, не уражена шкідниками та грибковими захворюваннями; із щільною шкірочкою і м'якоттю. Для запобігання одержання готового продукту низької якості не допускається використовувати недостиглу чи перестиглу сировину [9− 13] .

Тому для виробництва джему використовують свіжу, швидкозаморожену, сульфітовану сировину. Відповідно до виду сировини технологічні інструкції пропонують відповідні способи підготовки.

Загальний технологічний процес підготовки джему передбачає миття, інспектування та видалення кісточки. Потім плоди варять до вмісту розчинних сухих речовин 30%, додають цукор, відношення плодів і цукру 1:1−1:1.5, а так як желююча властивість плодів недостатня то за 10−15 хвилин до кінця варки додають желюючий сік (яблучний, агрусовий). Варку джему проводять до вмісту сухих розчинних речовин 68−70%. Готовий джем охолоджують до температури 70°С фасують в тару, герметизують і пастеризують. По зовнішньому вигляді джем повинен являти собою желеподібну масу, яка не розтікається по поверхні, приємного аромату, кольору і смаку властивих свіжим плодам [14, 15].

На сьогодні широким попитом користуються джеми лікувально-профілактичного призначення. Науково доведено, що засвоюваність вітамінів в збагаченому ним продукті не нижче, а вище, чим "натуральних" вітамінів, знаходиться в звичайних продуктах в зв'язаній формі. В процесі зберігання вітамінна цінність не знижується, що говорить про перспективність виробництва

вітамінізованих продуктів на основі плодової сировини. Так доведено що в результаті досліджень аскорбінова кислота попереджує окислення біологічно-активних речовин (поліфенолів, амінокислот) і краще дозволяє зберегти колір і харчову цінність продукту [11] .

*Формулювання цілей статті.* Метою наших досліджень було удосконалити технологію переробки плодів вишні та айви на джем та розширення асортименту солодкої групи консервів.

*Основна частина*. Дослідження проводилися на кафедрі технологій харчових продуктів Уманського національного університету садівництва. Об'єктами досліджень були плоди вишні сорту Альфа та айви сорту Студентка, вирощені на території Уманського району.

Схема досліду передбачала контрольний варіант з додаванням желюючого пюре згідно технологічної інструкції 10% та 6 варіантів з заміною в рецептурі вишневого пюре на айвове від 15, 20, 25, 30, 35, 40%:

Підготовку сировини здійснювали відповідно до існуючої технологічної інструкції [15]. Свіжі плоди вишні та айви сортували за якістю, відбираючи недостиглі, ушкоджені та некондиційні плоди. Після видалення плодоніжок, вишні та айви мили проточною водою.

Для приготування желюючого пюре айву сортували, інспектували, мили у проточній воді, бланшували 10хв. за температури 90°С. Розварену масу протирали через сито з діаметром отворів 1,2 і 0,8 мм.

Під час проведення досліджень визначали наступні показники: вміст сухих розчинних речовин, загальний вміст цукрів, кислот, вміст пектину, аскорбінової кислоти та органолептичні показники готової продукції.

Визначення фізико-хімічних показників проводили у свіжій сировині та у дослідних зразках.

Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометричним методом за ГОСТ 28562-90 [16], цукрів — фериціанідним методом [14], загальну кислотність — титруванням лугом за ГОСТ 25555.0-82 [17], пектину [14], аскорбінової кислоти — йодометричним методом за В.П. Плешковим [18],. Дегустацію готової продукції проводили закритим способом. Математичну обробку отриманих результатів проводили за Б.А. Доспєховим.

Свіжі плоди вишні не дають змоги отримати продукт з задовільними органолептичними властивостями, бо вміст пектину в ній невисокий. Тому технологічною інструкцією [15] на виготовлення джему передбачено до 10% сировини замінювати желюючим соком з плодів яблук, айви, порічок і ін.

Для виробництва джему вишневого замінювали частину плодів вишні на пюре айвове. Було розроблено нові види вишневих джемів.

У джемах визначали хімічний склад та його зміни, пов’язані з технологічним процесом (табл. 1).

Таблиця 1 − Вміст деяких компонентів хімічного складу консервів

| Джем | Вміст пюре, % | Масова частка, % | | | | Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | сухих розчинних речовин | цукрів | титрованих кислот | пектинових речовин | |
| Вишневий (контроль) | 10 | 68,0 | 66,0 | 1,05 | 0,58 | 15,0 |
| Вишнево-айвовий | 15 | 68,2 | 66,3 | 1,02 | 0,61 | 30,6 |
| | 20 | 68,2 | 66,4 | 0,95 | 0,64 | 32,0 |
| | 25 | 68,0 | 66,1 | 0,94 | 0,67 | 32,1 |
| | 30 | 68,2 | 66,2 | 0,91 | 0,75 | 40,2 |
| | 35 | 68,2 | 66,3 | 0,90 | 0,86 | 40,4 |
| *$НІР_{05}$* | | *0,5* | *0,5* | *0,53* | *0,12* | *0,56* |

За вмістом сухих розчинних речовин і цукрів вишнево-айвові джеми відповідали вимогам чинного стандарту. Значні зміни виявлені у варіантах за вмістом титрованих кислот. Рівень яких у дослідних варіантах знаходився на рівні біля 1%.

Крім наявних цукрів і кислот, важливою складовою виготовлення високоякісного джему є вміст пектину. У всіх варіантів досліду, порівняно з контролем, відрізнявся вишнево-айвовий джем з додаванням 35% айвового пюре, вміст пектину у якому в 1,5 раз вищий і становить – 0,86%.

За рівнем аскорбінової кислоти виготовлені консерви переважали контроль в 2−2,7 рази. Найвищою С вітамінною цінністю відрізнялися вишнево-айвові джеми з додаванням 35% айвового пюре (40,4 мг/100г).

Виробництво джему запропонованим способом покращує органолептичні показники – зовнішній вигляд, консистенцію, аромат, смак, що пов’язано з гармонійним поєднанням вишні з желюючим айвовим пюре.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що виготовлені джеми оцінено дегустаторами на “відмінно” − 24−27 балів (табл. 2).

Таблиця 3 − Органолептична оцінка якості джемів, бал

| Джем | Вміст пюре, % | Колір | Смак і запах | Зовнішній вигляд | Консистенція | Загальна оцінка |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Вишнево-айвовий | 10 | 2,6 | 4,0 | 7,4 | 6,0 | 20,0 |
| | 15 | 2,6 | 5,0 | 8,4 | 8,3 | 24,3 |
| | 20 | 2,6 | 5,0 | 8,5 | 8,5 | 24,6 |
| | 25 | 2,7 | 5,0 | 8,6 | 8,7 | 25,0 |
| | 30 | 2,7 | 5,0 | 8,8 | 8,8 | 25,3 |
| | 35 | 2,7 | 5,0 | 9,9 | 9,6 | 27,2 |
| *$НІР_{05}$* | | *0,6* | *0,5* | *0,5* | *1,3* | *0,6* |

Оскільки для отримання джему необхідні компоненти: цукор, кислота та пектинові речовини, які безпосередньо впливають на органолептичну оцінку якості готової продукції. Нами було встановлено кореляційні зв’язки між цими показниками (рис.1). Як видно з графіка, між вмістом титрованих кислот та органолептичною оцінкою існує прямий сильний зв’язок з коефіцієнтом кореляції (r = 0,88).

Між вмістом пектинових речовин, які формують структурно-механічні властивості джему також знайдено тісний кореляційний зв’язок (r = 0,87).

Крім пектину та кислот для виготовлення джему необхідний вміст цукру, який нормується вимогами стандарту в готовій продукції. Між вмістом цукру та органолептичною оцінкою встановлений також сильний кореляційний зв’язок (r = 0,89).

Таким чином між показниками хімічного складу джемів та органолептичною оцінкою встановлено сильні кореляційні зв’язки та виведено математичні рівняння. За якими можна визначити оптимальний вміст компонентів хімічного складу в готовій продукції.

*Висновки.* Для виготовлення вишневого джему доцільно в рецептурі плоди вишні замінити на 35% айвове пюре, вміст сухих розчинних речовин у готовому продукті становить 68,2% в тому числі, цукрів – 66,3% та титрованих кислот – 0,9%. У продуктах збільшується вміст пектину в 1,5 рази і становить 0,86%. Нові види джемів мають підвищену біологічну цінність. Вміст аскорбінової кислоти складає 40,4 мг/100г.

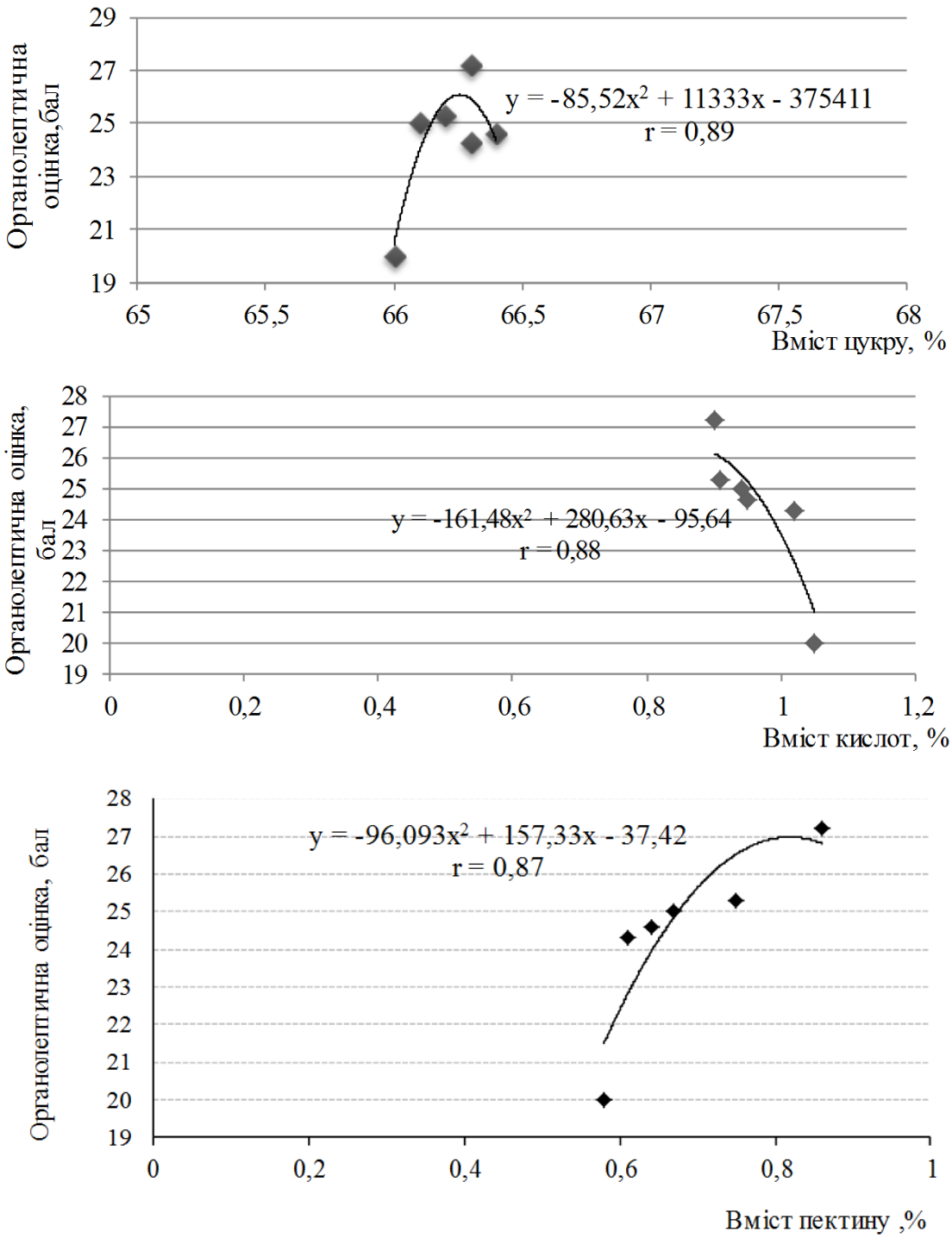



Рис. 1. Точковий графік і теоретична лінія регресії залежності між вмістом добавки та показниками хімічного складу джемів.

За органолептичною оцінкою готові джеми мають структуроутворюючу желеподібну консистенцію, солодкувато-кислий смак та колір властивий плодам вишні. Загальна дегустаційна оцінка виготовлених джемів відмінна – 27,2 балів. Між показниками хімічного складу джемів та органолептичною оцінкою встановлено сильні кореляційні зв’язки та виведено математичні рівняння.

Література:

1. Джаруллаев Д. С., Вагабов З. В., Расулов Э. М. Новый способ производства десертного желе. *Пищевая промышленность*. 2008. № 7. С. 24–25.

2. Еганян А. Г. Улучшение качества продуктов питания как основа повышения конкурентноспособности. *Пищевая промышленность*. 2006. № 6. С. 52–53.

3. Украина: обзор внешней торговли продуктами переработки овощей, плодов и других частей растений. *Агрооглядд: овощи и фрукты.* 2007. № 42(98). С. 48–51.

4. Артемова Е. Н., Макарина Н. В. Качество диетического желе из ягод красной смородины сорта Мармеладница. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2006. № 12. С. 39–41.

5. Колмакова Н. Контроль и корректировка качества фруктових масс, приготовлених с использованием пектина. *Пищевая промышленность.* 2003. № 9. С. 76–77.

6. Колмакова Н. К. Пектин и его применение в различных пищевых производствах. *Пищевая промышленность*. 2003. № 6. С. 60–62.

7. Меркулова И. И. Химико-технологические качества плодов вишни и технологические приемы их возделывания. *Селекция и сортоизучение плодовых культур и технологические приемы их возделывания.* Мичуринск, 1990. С. 23–25.

8. Кангина И. Б., Чернозубенко Н. К. Ценное сырье. *Пищевая промышленность*. 1998. № 10. С. 48–50.

9. Мельнічук О. Є. Розробка енергозберігаючих технологій виробництва варення: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.13 “. Одеса, 2003. 18 с.

10. Василишина О. В., Осокіна Н. М. Розширення асортименту джемів із плодів вишні. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у 21 столітті*: матеріали 74-ої наук. конф. молодих вчених (21-22 квітня 2008 р.). Київ: НУХТ, 2008. С. 303–304.

11. Позняковский В. М., Иконникова З. В. Джемы лечебно-профилактического назначения. *Пищевая промышленность*. 2002. № 10. С. 30–31.

12. Ринок фруктів і ягід. URL: http://www.ref.by/refs/98/23291/1.html (дата звернення: 24.03.2020).

13. Тележенко Л. Н., Безусов А. Т. Биологически активные вещества фруктов и овощей: сохранение при переработке. Одесса: Оптіум, 2004. 231 с.

14. Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.

15. Технологическая инструкция по производству джемов. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Москва, 1992. Т. 2, ч. 2. С. 55–85.

16. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ [Дата введения 1991-07-01]. Москва: Издательство стандартов, 1990. 15 с.

17. ГОСТ 25555.3-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности [Дата введения 1983-07-01]. Москва: Издательство стандартов, 1983. 4 с.

18. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С [Дата введения 1990-01-01]. Москва: Издательство стандартов, 1989. 11 с.

## ВИГОТОВЛЕННЯ ДЖЕМІВ ЛІКУВАЛЬНО - ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Василишина О. В.

**Анотація**

У статті показано удосконалення технології переробки плодів вишні на джем та розширення асортименту солодкої групи консервів. Об'єктом досліджень були плоди вишні сорту Альфа та айви сорту Студентка. Схема досліду передбачала контрольний варіант з додаванням желюючого пюре в кількості 10% та 6 варіантів з заміною в рецептурі вишневого пюре на айвове від 15, 20, 25, 30, 35, 40%:

У всіх варіантів досліду, порівняно з контролем, відрізнявся вишнево-айвовий джем з додаванням 35% айвового пюре, вміст пектину у якому в 1,5 раз вищий і становить – 0,86%. За рівнем аскорбінової кислоти виготовлені консерви переважали контроль в 2-2,7 рази.

Отже, для виготовлення вишневого джему доцільно в рецептурі плоди вишні замінити на 35% айвове пюре. Вміст сухих розчинних речовин у готовому продукті становить 68,2%, цукрів – 66,3% та титрованих кислот – 0,9%. У джемах збільшується вміст пектину в 1,5 рази і становить 0,86%. Нові види джемів мають підвищену біологічну цінність. Вміст аскорбінової кислоти складає 40,4 мг/100г.

Загальна дегустаційна оцінка виготовлених джемів відмінна – 27,2 балів. Між показниками хімічного складу джемів та органолептичною оцінкою встановлено сильні кореляційні зв’язки та виведено математичні рівняння.

***Ключові слова*:** джем, вишня, айва,консерви

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЖЕМОВ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Василишина Е. В

**Аннотация**

В статье показано совершенствование технологии переработки плодов вишни на джем и расширение ассортимента сладкой группы консервов. Объектом Исследований были плоды вишни сорта Альфа и айвы сорта Студентка. Схема опыта предусматривала контрольный вариант с добавлением желирующего пюре в

количестве 10% и 6 вариантов с заменой в рецептуре вишневого пюре на айвовое от 15, 20, 25, 30, 35, 40%:

Во всех вариантах опыта по сравнению с контролем, отличался вишнево-айвовый джем с добавлением 35% айвового пюре, содержание пектина в котором в 1,5 раза выше и составляет − 0,86%.

Самой высокой С витаминной ценностью отличались вишнево-айвовые джемы с добавлением 35% айвового пюре (40,4 мг/100г).

Таким образом для изготовления вишневого джема целесообразно в рецептуре плоды вишни заменить на 35% айвовое пюре. Содержание сухих растворимых веществ в готовом продукте составляет 68,2%, сахаров − 66,3% и титруемых кислот − 0,9%. В джемах увеличивается содержание пектина в 1,5 раза и составляет 0,86%. Новые виды джемов имеют повышенную биологическую ценность. Содержание аскорбиновой кислоты составляет 40,4 мг/100г.

Общая дегустационная оценка изготовленных джемов отличная − 27,2 баллов. Между показателями химического состава джемов и органолептической оценке установлено сильные корреляционные связи и выведены математические уравнения.

***Ключевые слова:*** джем, вишня, айва, консервы.

## JAMM MANUFACTURING OF TREATMENT - PROPHYLACTIC PURPOSE

O. Vasylyshyna

**Summary**

The article shows the improvement of the technology of processing cherries for jam and expanding the range of sweet canned foods. The object of research were the fruits of the cherry Alpha and quince varieties Student. The scheme of the experiment provided a control variant with the addition of gelling puree in the amount of 10% and 6 variants with replacement in the recipe of cherry puree quince from 15, 20, 25, 30, 35, 40%:

All variants of the experiment, compared with the control, differed cherry-quince jam with the addition of 35% quince puree, the pectin content in which is 1,5 times higher and is 0,86%.

The level of ascorbic acid produced cans outweighed the control by 2-2,7 times. The highest C vitamin value was different from cherry-quince jams with the addition of 35% quince puree (40,4 mg/100g).

Research has shown that for the production of cherry jam, it is advisable to replace the cherry fruit with 35% quince puree in the recipe. The soluble solids content of the finished product is 68,2%, sugars – 66,3% and titrated acids – 0,9%. The jams increase the pectin content by 1,5 times and is 0,86%. New types of jams have an increased biological value. The content of ascorbic acid is 40,4 mg/100g.

According to the organoleptic evaluation, the finished jams have a structure-forming jelly-like consistency, a sweet-sour taste and a color characteristic of cherry fruits. The overall tasting score of the made jams is excellent – 27,2 points. Strong correlation is established between the chemical composition of jams and the organoleptic evaluation and mathematical equations are derived.

***Key words:*** jam, cherry, quince, canned food.

УДК 664.681.1:633.13:613.2 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-222-236

# РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ І ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ПРЯНИКОВИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ “МАГНЕТОФУД”

Цихановська І. В., д.т.н. ORCID: 0000-0002-9713-9257
*Українська інженерно-педагогічна академія*
Тел. (095) 617-59-89
Товма Л. Ф., к.т.н. ORCID: 0000-0002-5074-8303
*Національна академія Національної гвардії України*
Тел. (067) 905-60-00
Євлаш В. В., д.т.н. ORCID: 0000-0001-7479-1288
*Харківський державний університет харчування та торгівлі*
Тел. (095) 487-05-64
Алексадров О. В., к.х.н. ORCID: 0000-0003-3592-285X
*Українська інженерно-педагогічна академія*
Тел. (099) 356-09-36
Каплун С. О., к.пед.н. ORCID: 0000-0002-3378-7431
*Національна академія Національної гвардії України*
Тел. (050) 401-37-18

*Постановка проблеми*. Кондитерська промисловість – це галузь, що швидко розвивається і вимагає великої кількості ресурсів, в тому числі й різноманітності сировини для можливості розширення асортименту продукції з урахуванням побажань споживача. Дослідження нових видів сировини та харчових добавок-поліпшувачів, які надають нові функціонально-технологічні властивості кондитерським виробам, мають хімічний склад, структурні компоненти якого будуть активізувати технологічний процес виробництва і економити сировину, а також покращувати харчову цінність, якісні показники та терміни зберігання готової продукції є сьогодні актуальною проблемою [1, 2].

У зв’язку з цим представляється інтерес пошук нових технологічних рішень і технологічних прийомів для підвищення споживчих властивостей борошняної кондитерської продукції. В останні роки в технологіях борошняних кондитерських виробів відзначається тенденція розробки і впровадження виробництва кондитерської продукції з використанням різноманітних харчових добавок – поліпшувачів. Все це дозволяє створити цілий ряд нових вдосконалених технологій і продуктів, значно розширити їх

© Цихановська І. В., Товма Л. Ф., Євлаш В. В., Алексадров О. В., Каплун С. О.

асортимент, подовжити терміни зберігання [2, 3].

Тому актуальним є введення в рецептурний склад харчової добавки “Магнетофуд” комплексної дії для формування нових функціонально-технологічних властивостей борошняних кондитерських виробів, зокрема пряників заварних із суміші борошна пшеничного та житнього. “Магнетофуд” – ультратонкий порошок з розміром частинок 80 нм, з великою питомою поверхнею, високою активністю та специфічними властивостями: відновними, антиоксидантними, бактеріостатичними, сорбційними, комплексоутворюючими, емульгуючими, вологоутримуючими, жироутримуючими, вологозв’язуючими. Він є додатковим джерелом легкозасвоюваного заліза (II) [4–6].

*Аналіз останніх досліджень*. Аналіз літературних даних показує, що в практиці борошняного кондитерського виробництва для розширення асортименту та поліпшення якості борошняних кондитерських виробів, регулювання параметрів технологічних процесів використовують різноманітні харчові добавки.

Для поліпшення технологічних показників і подовження термінів збереження свіжості борошняних кондитерських виробів використовуються спеціальні групи харчових добавок: вітамінно-мінеральні премікси, вітаміни – антиоксиданти, харчові волокна, мікронутрієнтні добавки захисної дії [1,7]. Недоліком цих добавок є вузька спрямованість дії.

У виробництві борошняних кондитерських виробів широко використовуються різноманітні біодобавки з рослинної сировини (женьшень, топінамбур, обліпиха та ін.). Вони покращують споживчі властивості готових виробів та сприяють збільшенню вологоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас [2, 8, 9]. Недоліками цих добавок є низька функціональність щодо текстури і фізико-хімічних властивостей готових виробів.

Наразі широке поширення отримали різноманітні полісахаридні добавки, одержані з натуральних інгредієнтів: цитрусові волокна; гідроколоїди рослинного походження, ефіри целюлози [3, 10 – 12]. Цитрусові волокна – джерело корисної для здоров'я клітковини. Вміст харчових волокон в них становить від 88 % до 93 %, в тому числі розчинних – близько 20 % [3, 10, 11]. Завдяки таким добавкам стало можливим створення низькокалорійних продуктів, що зберігають структурно-механічні та органолептичні характеристики традиційних аналогів. Однак, вони не забезпечують достатню пористість печива. Гідроколоїди: бананові та яблучні порошки; обліпиховий шрот; гуарова і ксантанова камеді [3, 10 – 12]; полідекстроза – полісахарид, що складається з полімерів глюкози з низькою молекулярною вагою [3, 10]. Гідроколоїди використовують для надання бажаної в’язкості або консистенції, а також для стабілізації харчових дисперсних систем

(емульсій, суспензій). Багато гідроколоїдів, наприклад, гуарова і ксантанова камеді, відносяться до розчинних харчових волокон. Вони є функціонально-технологічними інгредієнтами, які сприяють покращенню водоутримуючої здатності й показників якості. Але їх вплив на технологічні властивості тістових кондитерських мас і готових виробів недостатній.

З метою покращення реологічних властивостей борошняних кондитерських мас та підвищення водопоглинаючої здатності борошна використовують натуральні порошкоподібні компоненти, отримані з молочних і яєчних продуктів [3, 9, 13]. Їх недолік – відсутність поліфунціональності.

Останнім часом у виробництвах борошняних кондитерських виробів знайшли застосування різноманітні харчові добавки, отримані з продуктів вторинної переробки (шкіри, копита, пір'я [14], субпродукти [15], насіння, висівки [16], сироватка [17] та ін.). Однак, ці біодобавки характеризуються вузькою спрямованістю та не проявляють комплексну дію.

З метою поліпшення водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас та готових виробів використовуються біодобавки на основі пшениці [18]. Однак вихід і структурно-механічні показники готових виробів не покращуються.

Для підвищення водопоглинаючої здатності борошна та водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас у кондитерських виробництвах запропоновані також біодобавки різного походження: соя, нут [19]; ензими, мікроводорості та ін. [20]. Однак, ці добавки мають недостатню функціональність щодо пористості та формостійкості готових виробів.

У кондитерському виробництві в останні роки для підвищення водоутримуючої здатності борошняних кондитерських мас використають сполуки рослинного походження, що містять феноли [21]. Їх недоліки – недостатній вихід і термін зберігання готових виробів.

Аналіз інформаційних джерел [2 – 21] показує відсутність даних про використання нанопорошкових інгредієнтів у технологіях борошняних кондитерських виробів. Для поліпшення якості, подовження термінів зберігання, створення нових функціонально-технологічних властивостей борошняних кондитерських виробів може бути запропонована харчова добавка "Магнетофуд". У харчових системах "Магнетофуд" проявляє водоутримуючу, жироутримуючу, жироемульгуючу та стабілізуючу здатність [4–6, 22, 23].

Весь цей комплекс отриманих даних дозволяє рекомендувати "Магнетофуд" в якості харчової добавки комплексної дії в борошняні кондитерські вироби.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою

роботи є розробка рецептури і технології кондитерських пряникових виробів з використанням харчової добавки “Магнетофуд”.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

– дослідити вплив харчової добавки “Магнетофуд” на фізико-хімічні характеристики пряникового тіста;

– дослідити вплив харчової добавки “Магнетофуд” на структурно-механічні характеристики пряникового тіста;

– дослідити вплив харчової добавки “Магнетофуд” на органолептичні показники готових пряникових виробів;

– встановити раціональну кількість харчової добавки “Магнетофуд” та розробити рецептуру пряників заварних із суміші борошна пшеничного та житнього з внесенням добавки “Магнетофуд”;

– розробити технологію пряників заварних із суміші борошна пшеничного та житнього з використанням харчової добавки “Магнетофуд”;

– дослідити показники якості пряників “Харківських”, отриманих за вдосконаленою технологією з використанням харчової добавки “Магнетофуд”;

– дослідити здатність до черствіння та сорбційні характеристики пряників “Харківських”, отриманих за вдосконаленою технологією з використанням харчової добавки “Магнетофуд”.

*Основна частина*. В якості базової для розробки нового виду пряників обрана рецептура пряників заварних “Ленінградських” з какао-порошком [24] – табл.1.

Таблиця 1 – Зведена рецептура пряників “Ленінградських”

| Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на н/ф на 1 т готової продукції (без матеріалів для упаковки), кг | |
|---|---|---|---|
| | | В натурі | У сухих речовинах |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Борошно пшеничне 1 ґат. | 85,50 | 413,36 | 353,42 |
| Борошно житнє сіяне | 85,50 | 95,71 | 81,83 |
| Цукор-пісок | 99,85 | 230,89 | 230,54 |
| Мед натуральний | 78,00 | 221,95 | 173,12 |
| Маргарин | 84,00 | 56,00 | 47,04 |
| Меланж | 27,00 | 11,70 | 3,16 |
| Сода харчова | 85,00 | 1,54 | 0,77 |

Продовження таблиці 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Вуглекислий амоній | – | 7,28 | – |
| Какао-порошок | 95,00 | 11,19 | 10,63 |
| Кориця | 100,00 | 3,05 | 3,05 |
| Паленка | 78,00 | 10,18 | 7,94 |
| Всього | – | 1068,97 | 917,62 |
| Вихід | 88,0 | 1000,00 | 880,00 |
| Вологість (12,0 ± 2,5) % | | | |

Масова частка внесення харчової добавки “Магнетофуд” в пряники обмежена її впливом на органолептичні властивості, зокрема, на колір. У зв’язку з цим взята рецептура виробів з какао-порошком для його часткової заміни на дану добавку.

Для розробки системи з необхідними показниками якості були обрані масові частки добавки “Магнетофуд” – 0,10 % (*зразок 2*), 0,15 % (*зразок 3*) і 0,20 % (*зразок 4*) від маси рецептурної суміші. У *зразку 1 – контролі* (пряники “Ленінградські”) вміст добавки “Магнетофуд” складає 0 %.

З метою обґрунтування раціональної масової частки харчової добавки “Магнетофуд” в пряниках були оцінені фізико-хімічні та реологічні властивості пряникового тіста (табл.2) та органолептичні показники, виготовлених з нього пряників (рис. 1) загально прийнятими методами [25–30].

Таблиця 2 – Фізико-хімічні та структурно-механічні властивості пряникового тіста з різними масовими частками харчової добавки “Магнетофуд” *(n = 5, p ≤ 0,05)*

| Найменування показника | Дослідні зразки тістових мас | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Зразок 1 | Зразок 2 | Зразок 3 | Зразок 4 |
| Масова частка вологі, % | 24,3±0,2 | 25,5±0,2 | 25,7±0,2 | 25,6±0,2 |
| Густина, г/см$^3$ | 1,29±0,1 | 1,23±0,1 | 1,20±0,1 | 1,21±0,1 |
| Пластичність (граничне напруження зсуву), Па | 505±2 | 525±2 | 529±2 | 530±2 |
| Адгезійна міцність (сталь), кПа | 2,7±0,1 | 2,3±0,1 | 2,0±0,1 | 2,1±0,1 |
| Пластична в’язкість, кПа·с (при $\gamma$=0,02 с$^{-1}$) | 7,5±0,4 | 9,4±0,4 | 9,9±0,4 | 9,8±0,4 |
| Час утворення тіста, ·60с | 6,5±0,2 | 4,9±0,2 | 4,6±0,2 | 4,5±0,2 |

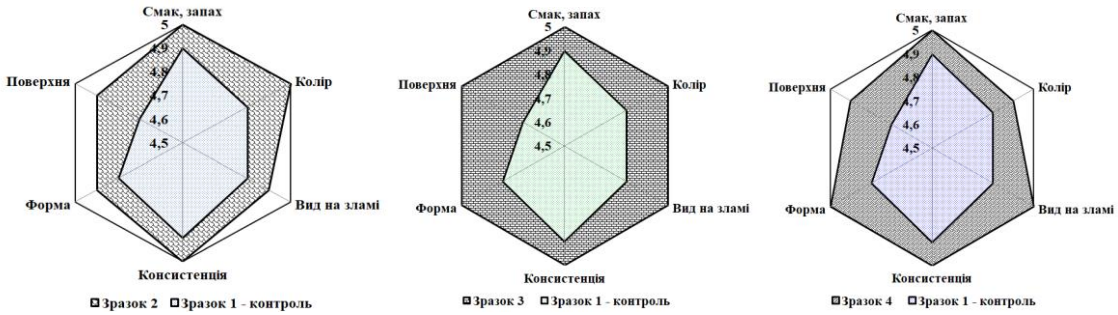
Аналіз експериментальних даних табл. 2 показує, що при введенні добавки “Магнетофуд” у дослідні зразки заварних пряників у кількості 0,10 %, 0,15 %, 0,20 % до маси рецептурної суміші покращуються функціонально-технологічні характеристики пряникового тіста. Що пояснюється здатністю добавки “Магнетофуд” до утворення сольвато- і ліпідокомплексів та більш міцному утриманню вологи і жиру в структурі продукту. Встановлено, що у порівнянні з контролем зменшується час утворення тіста на (1,8±0,2) хвилини. Це пов’язано зі структуроутворюючою та стабілізуючою дією харчової добавки “Магнетофуд”.

Доведено, що введення в рецептурний склад добавки “Магнетофуд” сприяє підвищенню вологості на (1,3±0,2) % та зменшенню густини тіста на (0,7±0,1) г/см$^3$ у порівнянні з контролем (зразок 1). Це пов’язано з вологозв’язуючою та вологоутримуючою здатністю харчової добавки “Магнетофуд”.

Показано, що використання добавки “Магнетофуд” сприяє підвищенню: граничного напруження зсуву – на (23±2) Па; пластичної в’язкості – на (2,2±0,4) кПа·с у порівнянні з контролем. Тобто, введення добавки “Магнетофуд” приводить до позитивних змін реологічних властивостей тіста, що виражається в зменшенні величини опору дослідних зразків тіста деформуючому навантаженню, тобто збільшенню пластичності пропорційно масовій частці добавки “Магнетофуд”. Це по’язано із водозв’язуючою і стабілізуючою дією добавки “Магнетофуд”, що сприяє зв’язуванню вільної вологи і отриманню структуровано-сольватованої системи. Експериментально доведено, що зі збільшенням масової частки добавки “Магнетофуд” в рецептурі заварних пряників знижується адгезійна міцність в порівнянні з контролем на (14,8±0,1) % при внесення 0,1 % “Магнетофуд”, на (25,9±0,1) % – при 0,15 % “Магнетофуд” і на (22,2±0,1) % – при 0,2 % “Магнетофуд” до поверхні зі сталі. Це пояснюється зниженням вмісту вільної вологи в тісті при внесенні добавки “Магнетофуд” і швидкості дифузії молекул в мікропори контактуючої поверхні за рахунок підвищення водоутримуючої здатності тіста.

З даних таблиці 2 слідує, що кращі характеристики пряникового тіста отримані при масовій частці добавки “Магнетофуд” 0,15 % до маси рецептурної суміші.

Результати органолептичної оцінки якості дослідних зразків готових пряників показані на рис.1.




а ) б) в)

а) – 0,1 %; б) – 0,15 %; в) – 0,2 % до маси рецептурної суміші.

Рис. 1. Рівень якості органолептичних властивостей дослідних зразків пряників заварних в порівнянні з контролем з різною масовою часткою харчової добавки “Магнетофуд”.

Як видно з рис.1, кращими за органолептичними показниками якості визначені вироби з 0,15 % харчової добавки “Магнетофуд” до маси рецептурної суміші.

Використання більш високих масових часток харчової добавки істотно не позначається на показниках якості, а також призводить до небажаного затемнення виробів на зламі.

За результатами досліджень запропонована зведена рецептура пряників з добавкою “Магнетофуд” – табл. 3.

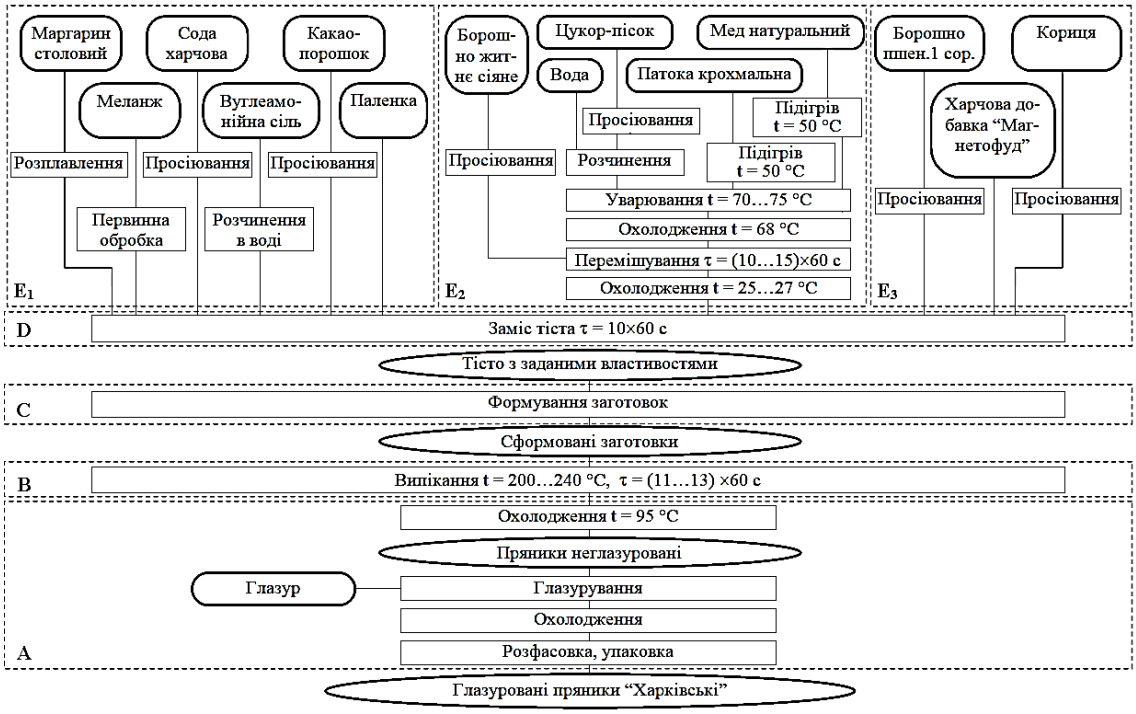
Також розроблена функціональна схема технологічного процесу виробництва пряників “Харківських” – рис. 2, згідно з якою на стадії підготовки сировини і напівфабрикатів до виробництва, борошно пшеничне попередньо змішується з харчовою добавкою “Магнетофуд”.

Таблиця 3 – Зведена рецептура пряників заварних з харчовою добавкою “Магнетофуд”

| Сировина | Масова частка сухих речовин, % | Витрати сировини на н/ф на 1 т готової продукції (без матеріалів для упаковки), кг | |
|---|---|---|---|
| | | В натурі | У сухих речовинах |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Борошно пшеничне 1 ґат. | 85,50 | 412,36 | 352,42 |
| Борошно житнє сіяне | 85,50 | 95,71 | 81,83 |
| Цукор-пісок | 99,85 | 229,29 | 228,95 |
| Мед натуральний | 78,00 | 221,95 | 173,12 |
| Маргарин | 84,00 | 56,00 | 47,04 |
| Меланж | 27,00 | 11,70 | 3,16 |

Продовження таблиці 3

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| Сода харчова | 85,00 | 1,54 | 0,77 |
| Вуглекислий амоній | – | 7,28 | – |
| Какао-порошок | 95,00 | 9,99 | 9,45 |
| Кориця | 100,00 | 3,05 | 3,05 |
| Паленка | 78,00 | 10,18 | 7,94 |
| Харчова добавка “Магнетофуд” | 99,95 | 1,6 | 1,59 |
| Всього | – | 1068,97 | 917,62 |
| Вихід | 88,0 | 1000,00 | 880,00 |
| Вологість (12,0 ± 2,5) % | | | |




A, B, C, D, $E_1$, $E_2$, $E_3$ – підсистеми технологічної схеми виробництва пряників “Харківських”.

Рис. 2. Технологічна схема виготовлення пряників “Харківських”.

Процес приготування рецептурної суміші для заварних пряників здійснюється наступним чином. Житнє борошно заварюється, отримана заварка охолоджується. Далі здійснюється заміс тіста з заварки, підготовлених сипучих компонентів, жирів, розпушувачів.

Готове тісто формують за допомогою металевих форм.

Випікання виробів здійснюється протягом (11…13)·60 с при температурі (200…240) $^{o}$C. Після випікання пряники охолоджують, глазурують і зберігають протягом 30 діб.

Як видно зі схеми (рис. 2), відмінною особливістю технологічного процесу приготування пряників “Харківських” є

змішування харчової добавки “Магнетофуд” з борошном на стадії замісу тіста.

Вивчалися показники якості пряників “Харківських”, отриманих за вдосконаленою технологією. У таблиці 4 наведені якісні характеристики дослідних зразків пряників “Харківських” (з раціональним вмістом добавки “Магнетофуд”– 0,15 % до маси рецептурної суміші) у порівнянні з контролем – пряниками “Ленінградськими”.

Аналіз даних таблиці 4 показує, що пряники “Харківські” мають кращі показники якості в порівнянні з пряниками “Ленінградськими”, виготовленими за традиційною технологією: збільшується вихід на (4,3±0,5) %, вологість на (2, 4±0,1) %, намочуваність – на (20±2) %, розжовування – на (0,5±0,2) бали; зменшується густина на (0,11±0,02) г/см$^3$; крихкість – на (1,0±0,2); втрати при термообробці – на (1,8±0,2) %; лужність – на (0,4±0,1).

Таблиця 4 – Показники якості заварних пряників з різними масовими частками харчової добавки “Магнетофуд” *(n = 5, p ≤ 0,05)*

| Найменування показника | Дослідні зразки заварних пряників | |
|---|---|---|
| | Пряники “Ленінградські” | Пряники “Харківські” з 0,15 % “Магнетофуд” |
| Масова частка вологи, % | 9,8±0,1 | 12,2±0,1 |
| Лужність, % | 2,0±0,1 | 1,6±0,1 |
| Густина, г/см$^3$ | 0,52±0,02 | 0,41±0,02 |
| Намочуваність, % | 195±2 | 215±2 |
| Крихкість, % | 1,6±0,2 | 0,6±0,2 |
| Розжовування, бали | 4,5±0,2 | 5,0±0,2 |
| Вихід, % | 84,4±0,5 | 88,7±0,5 |
| Втрати при термообробці,% | 9,9±0,2 | 8,1±0,2 |

Це пояснюється здатністю наночастинок “Магнетофуд” до структуроутворення, жиро- і водозв’язування, жиро- і водоутримання, а також до перерозподілу вологи в тістовій системі – в результаті покращується текстура та розжовування; збільшується пористість, намочуваність і вихід готових виробів.

Здатність до черствіння пряників “Харківських” в процесі зберігання досліджена тензометричним методом. Вироби зберігали протягом регламентованих термінів – 30 діб при температурі (18 ± 2) ºС. Сорбційні характеристики пряників “Харківських” і “Ленінградських”, приготованих за традиційною рецептурою, наведені на рис. 3.

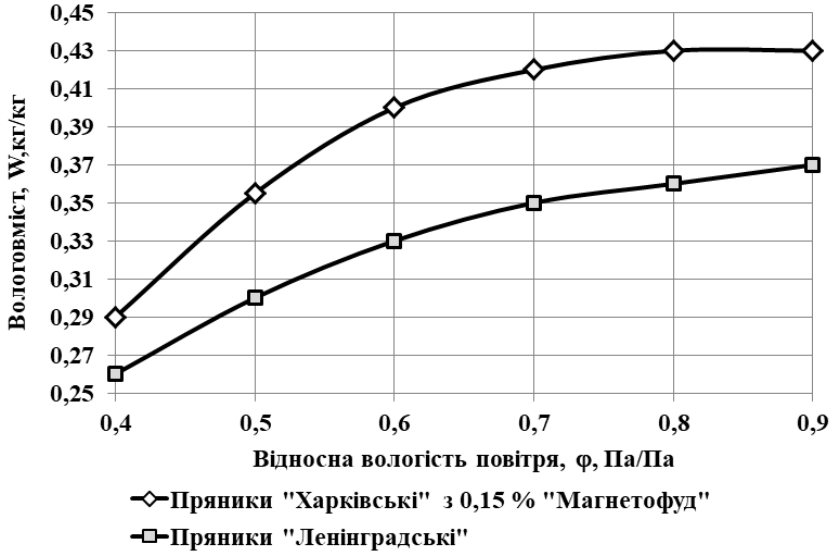



Рис. 3. Ізотерми сорбції пряників “Ленінградських” і “Харківських” при температурі (20±2) °С.

Аналіз ізотерм сорбції пряників “Харківських” і “Ленінградських” (рис. 3) показує, що введення добавки “Магнетофуд” сприяє утриманню в продукті зв’язаної води, тобто при при φ=0,7 (70 % відносної вологості повітря в приміщенні) кількість зв’язаної води в пряниках “Харківських” становить 42 %, а в пряниках “Ленінградських” – 35 %, що сприяє подовженню терміну зберігання свіжості виробів з харчовою добавкою “Магнетофуд”.

*Висновки.* Отримані результати підтверджують гіпотезу удосконалення технології кондитерських пряникових виробів шляхом введення в рецептурний склад харчової добавки “Магнетофуд”:

– у дослідних зразків введення в рецептурний склад добавки “Магнетофуд” в кількості 0,10 %; 0,15 %; 0,20 % до маси рецептурної суміші сприяє збільшенню вологості пряникового тіста на (1,3±0,2) %; зменшенню густини тіста на (0,7±0,1) г/см$^3$; підвищенню у тісті: граничного напруження зсуву – на (23±2) Па та пластичної в’язкості – на (2,2±0,4) кПа·с у порівнянні з контролем;

– при введенні харчової добавки “Магнетофуд” знижується адгезійна міцність пряникового тіста в порівнянні з контролем на (14,8±0,1) % при внесення 0,1 % “Магнетофуд”, на (25,9±0,1) % – 0,15 % “Магнетофуд” і на (22,2±0,1) % – 0,2 % “Магнетофуд” до поверхні зі сталі;

– показано, що кращими за органолептичними показниками якості визначені пряникові вироби з 0,15 % харчової добавки “Магнетофуд” до маси рецептурної суміші;

– встановлено раціональний вміст добавки “Магнетофуд” – 0,15 % до маси сировини. Запропонована зведена рецептура пряників “Харківських” з добавкою “Магнетофуд”;

– розроблена технологія виробництва заварних пряників з

суміші борошна пшеничного та житнього при використанні харчової добавки “Магнетофуд”;

– встановлено, що пряники “Харківські” з використанням добавки “Магнетофуд” мають кращі показники якості в порівнянні з пряниками “Ленінградськими”, виготовленими за традиційною технологією: збільшується вихід на (4,3±0,5) %, вологість на (2, 4±0,1) %, намочуваність – на (20±2) %, розжовування – на (0,5±0,2) бали; зменшується густина на (0,11±0,02) г/см$^3$; крихкість – на (1,0±0,2); втрати при термообробці – на (1,8±0,2) %; лужність – на (0,4±0,1);

– дослідженням сорбційних характеристик пряників “Харківських” доведено, що введення добавки “Магнетофуд” сприяє утриманню вологи в продукті, збільшуючи кількість зв’язаної води на (7,0±1) % у порівнянні з контролем (пряниками “Ленінградськими”);

– встановлені умови та терміни зберігання пряників “Харківських” з добавкою “Магнетофуд”: 30 діб при температурі (18±5) ºС та відносній вологості повітря φ=(70±5) %.

Отримані результати дають підставу рекомендувати харчову добавку “Магнетофуд” в якості стабілізатора, структуроутворювача та поліпшувача борошняної кондитерської продукції.

Література:

1. Панов Д. П. Обогащение продуктов питания массового потребления. *Пищевые ингредиенты, сырье и добавки*. 2007. № 1. С. 30-31.

2. Обзор рынка хлебобулочных и кондитерских изделий Украины. *Хлебопекарское и кондитерское дело*. 2012. № 3. С. 12-15; № 6. С. 12-15.

3. Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий / Т. В. Рензяева и др. *Техника и технология пищевых производств.* 2014. № 4. С. 43–49.

4. Дослідження процесів окиснювальних та термічних перетвореннь в системі: олійно-ліпідо-магнетитова суспензія / І. В. Цихановська та ін. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. Харків, 2015. Вип. 1 (21). С. 353-362.

5. Технология производства и показатели качества пищевой добавки на основе магнетита / Н. Г. Илюха и др. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2010. Т. 6, № 10 (48). С. 32–35.

6. Розробка технології житньо-пшеничного хліба «Харківський родничок» з додаванням поліфункціональної харчової добавки «Магнетофуд» / І. В. Цихановська та ін. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий.* 2017. Т. 6, № 11 (90). С. 48–58.

7. Использование антиокислительных добавок в производстве мучных кондитерских изделий / З. Мингалеева и др. *Хлебопродукты*. 2007. № 11. С. 52-53.

8. Пищевые добавки на основе растительного сырья, применяемые в производстве хлебобулочных и мучних кондитерських изделий / С. Ю. Тамазова и др. *Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ.* Краснодар, 2016. № 122(08). С. 1–8. http://ej.kubagro.ru/2016/08/pdf/76.pdf (дата звернення: 12.03.2020).

9. Росляков Ю. Ф., Вершинина О. Л., Гончар В. В. Научные разработки для хлебопекарной и кондитерской отраслей. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания.* Воронеж, 2016. № 6 (14). С. 42-47.

10. Цитрусовые волокна Herbacel AQ Plus – тип N: спецификации для пищевых добавок и рецептуры, 2013. URL: http://specin.ru. (дата звернення: 12.03.2020).

11. Горшунова К. Д., Семенова П. А., Бессонов В. В. Взаимодействие гидроколлоидов и водорастворимых витаминов при конструировании обогащенных пищевых продуктов. *Пищевая промышленность*. 2012. № 11. С. 46–49.

12. Рензяева Т. В., Позняковский В. М. Водоудерживающая способность сырья и пищевых добавок в производстве мучных кондитерських изделий. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2009. № 8. С. 35-38.

13. Булдаков А. Пищевые добавки: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва; Санкт-Петербург, 2008. 280 с.

14. Martins Z. E., Pinho O., Ferreira I. M. P. L. V. O. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 67. P. 106–128. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.07.003.

15. A review: Modified agricultural by-products for the development and fortification of food products and nutraceuticals / W. T. Lai et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. Vol. 59. P. 148–160. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.11.014.

16. Dziki D., Różyło R., Gawlik-Dziki U., Świeca M. Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science & Technology*. 2014. Vol. 40, № 1. P. 48–61. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.07.010.

17. Mango seed: Functional and nutritional properties / C. Torres-León et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 55. P. 109–117. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.06.009.

18. Bharath K. S., Prabhasankar P. Low glycemic index ingredients and modified starches in wheat based food processing: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2014. Vol. 35, № 1. P. 32–41. DOI: 10.1016/j.tifs. 2013.10.007.

19. Ngemakwe P. N., Le Roes-Hill M., Jideani V. Advances in gluten-free bread technology. *Food Science and Technology International.* 2014. Vol. 21, № 4. P. 256–276. DOI: 10.1177/1082013214531425.

20. Bird L. G., Pilkington C. L., Saputra A., Serventi L. Products of chickpea processing as texture improvers in gluten-free bread. *Food Science and Technology International.* 2017. 108201321771780. DOI: 10.1177/1082013217717802.

21. García-Segovia P., Pagán-Moreno M. J., Lara I. F., Martínez-Monzó J. Effect of microalgae incorporation on physicochemical and textural properties in wheat bread formulation. *Food Science and Technology International.* 2017. Vol. 23, № 5. P. 437–447. DOI: 10.1177/1082013217700259.

22. Обгрунтування механізму взаємодії біополімерів житньо-пшеничного борошна з наночастинками харчової добавки «Магнетофуд» для підвищення вологоутримуючої здатності тіста / І. В. Цихановська та ін. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2018. Т. 2, № 11 (92). С. 70–80.

23. Исследование водопоглощающей способности ржано-пшеничной клейковины и ржано-пшеничной муки с добавлением полифункциональной пищевой добавки «Магнетофуд» / И. В. Цихановская и др. *EUREKA: Life Sciences.* 2018. № 2. P. 67-76.

24. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1998. 450 с.

25. Ройтер И. М., Демчук А. П., Дробот В. И. Новые методы контроля хлебопекарного производства. Киев: Техника, 1977. 191 с.

26. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) / Л. П. Пащенко и др. Москва: Колос, 2007. 215 с.

27. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.

28. Методичний посібник з реологічних методів дослідження сировини та харчових продуктів, автоматизація розрахунків реологічних характеристик / П. П. Пивоваров та ін. Харків: ХДУХТ, 2006. 150 с.

29. ГОСТ 24901-2014. Печенье. Общие технические условия. [Дата введения 2016-01-01]. Москва: Стандартинформ, 2015. 12 с.

30. Хвостенко Е. В., Солоденко Г. С. Стабилизация качества заварных пряников из безамилозной муки в процессе хранения. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді*: зб. матеріалів VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен. та студ. з міжнар. участю (м. Одеса, 5-6 листоп. 2013 р.) / ОНАХТ. Одеса, 2013. С. 143-144.

# РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ І ТЕХНОЛОГІЇ КОНДИТЕРСЬКИХ ПРЯНИКОВИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ “МАГНЕТОФУД”

Цихановська І. В., Товма Л. Ф., Євлаш В. В.,
Алексадров О. В., Каплун С. О.

**Анотація**

Досліджено вплив харчової добавки “Магнетофуд” на функціонально-технологічні властивості дослідних зразків пряникового тіста і виготовлених з нього пряників заварних за органолептичними, фізико-хімічними, структурно-механічними показниками. Визначена величина втрат при термообробці зразків тістових напівфабрикатів та вихід готових виробів. Визначено раціональний вміст харчової добавки “Магнетофуд”– 0,15 % від маси рецептурного складу. Розроблено рецептуру та технологічну схему пряників заварних “Харківських” з додаванням “Магнетофуд”.

***Ключові слова*:** “Магнетофуд”, харчова добавка, пряники заварні, пряникове тісто, показники якості, зберігання.

# РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ "МАГНЕТОФУД"

Цихановская И. В., Товма Л. Ф., Евлаш В. В.,
Александров А. В., Каплун С. А.

**Аннотация**

В статье приведены результаты влияния пищевой добавки “Магнетофуд” на функционально-технологические свойства пряничного теста и изготовленных из него пряников. Определена величина потерь при термообработке тестовых полуфабрикатов и выход готовых изделий. Определено рациональное содержание пищевой добавки "Магнетофуд" –0,15% от массы рецептурного состава. Разработаны рецептура и технологическая схема пряников "Харьковских" с использованием "Магнетофуд".

***Ключевые слова*:** "Магнетофуд", пищевая добавка, пряники заварные, пряничное тесто, показатели качества, хранение.

# DEVELOPMENT OF RECYCLING AND TECHNOLOGY OF CONFECTIONERY BATTERIES WITH USING FOOD ADDITIVES “MAGNETOFOOD”

I. Tsykhanovska, L. Tovma, V. Yevlash, A. Alexandrov, S. Kaplun

**Summary**

The influence of nutritional supplement "Magnetofood" on the functional and technological properties of experimental samples of gingerbread and gingerbread cooked from it by organoleptic, physical-chemical, structural and mechanical indices was investigated.

The obtained results confirm the hypothesis of improving the technology of confectionery gingerbread products by introducing into the recipe composition of the food additive "Magnetofood": in experimental samples the introduction into the prescription composition of the additive "Magnetofood" in the amount of 0,10%; 0,15%; 0,20% to the

mass of the prescription mixture promotes an increase in the humidity of the gingerbread on (1,3±0,2)%; to decrease the density of the dough (0,7±0,1) g/cm$^3$; increase in dough: the marginal shear stress – at (23±2) Pa and plastic viscosity – at (2,2±0,4) kPa·s compared to the control. When introducing a nutritional supplement "Magnetofood", the adhesion strength of the gingerbread dough decreases compared with the control at (14,8±0,1)% with the addition of 0,1% "Magnetofoot", on (25,9±0,1)% – 0,15% "Magnetofod" and on (22,2±0,1)% – 0,2% "Magnetofod" to the surface of the steel. It has been shown that the best quality gingerbread products from 0,15% of the nutritional supplement "Magnetofood" to the mass of the prescription mixture are determined by the best organoleptic quality indicators.

The rational content of the additive "Magnetofood" is established – 0,15% to the mass of raw materials. The compound formula of spicecakes "Kharkov" with the addition of "Magnetofood" is offered. Developed the technology of production of cooked gingerbread from a mixture of wheat flour and rye when using the food additive "Magnetofood". It was established that "Kharkov" gingerbreads with the use of "Magnetofood" additive have better quality indices compared to gingerbread "Leningradski" made according to the traditional technology: the output is increased to (4,3 ±0,5)%, the humidity at (2, 4±0,1)%, tasting – for (20±2)%, chewing gum – for (0,5±0,2) points; the density decreases by (0,11±0,02) g/cm$^3$; mildew – on (1,0±0,2); losses in heat treatment – on (1,8±0,2)%; alkalinity – on (0,4 ± 0,1).

The study of sorption characteristics of gingerbreads "Kharkivsky" proved that the introduction of the additive "Magnetofood" contributes to the maintenance of moisture in the product, increasing the amount of bound water (7,0±1)% compared with the control (carrots "Leningrad").

Conditions and terms of storage of gingerbread "Kharkov" with the addition of "Magnetofood": 30 days at a temperature (18±5) ºC and relative humidity φ = (70 ± 5)%.

The obtained results give grounds for recommending the food additive "Magnetofood" as a stabilizer, formulation and perfection of flour confectionery products.

***Key words:*** «Magnetofood», food supplement, custard gingerbread, gingerbread dough, quality indicators, storage.

УДК 637.352 DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-237-245

# СИРКОВА ПАСТА З ЧАСНИКОМ

Болгова Н. В., к. с.-г. н., ORCID: 0000-002-0201-0769
Шептун Р. М., магістр,*
Лях В. І., бакалавр*
*Сумський національний аграрний університет*
Тел. (097) 291-88-71

*Постановка проблеми.* Широким попитом на Українському ринку кисломолочної продукції користуються сири кисломолочні з яскравими смаками та різними рослинними добавками [1,2]. Кисломолочні продукти вважаються важливим елементом раціону в організації функціонального харчування населення та профілактиці низки хвороб. Такі властивості обумовлені позитивним впливом на організм мікроорганізмів та утворених в результаті біохімічних процесів речовин. Зважаючи на потреби ринку та споживачів логічним є збагачення кисломолочних продуктів рослинними компонентами. Актуальність обумовлюється й тим, що рослинна сировина не лише дозволить розширити асортимент, а й надати продукту функціональності.

*Аналіз останніх досліджень.* Поширеним фактором, який шкодить здоров'ю є порушення підходів до структури харчування. Вирішити це завдання дозволяють розробки нових продуктів функціонального призначення зі скорегованим складом [1].

Ткаченко Н. А, Дюдіна І. А. розробили інноваційну технологію білкового кисломолочного продукту для харчування дітей з підвищеними пробіотичними та антагоністичними властивостями. В рецептуру увійшли комплекс вітамінів, фруктози та соняшникової олії. Введення розробленого продукту до раціону харчування дітей починаючи з віку вісім місяців забезпечить нові смакові відчуття для дитини та сприятиме нормалізації мікробіоценозу шлунково–кишкового тракту [3].

В своїй роботі Ю. М. Саженова, С. М. Лупинская розробили білковий молочний продукт зі збалансованим амінокислотним складом, низьким вмістом жиру. Було використано дикорослу кропиву. В рецептурі сирного продукту підвищився скор першої лімітуючої кислоти "метіонін цистеїн" на 6,7%. Порівняно з традиційними сирними виробами продукт збагачений β–каротином і

© Болгова Н. В., Шептун Р. М., Лях В. І.

* *Науковий керівник* – к. с.-г. н., доцент Болгова Н. В.

вітаміном С, які відносяться до речовин, що виконують антиоксидантний захист організму і покращують засвоюваність білку та кальцію в організмі людини. Використання ресурсів дикорослої сировини в молочній промисловості дозволить розширити асортимент продуктів підвищеної харчової цінності, збагаченого складу, які затребувані споживачами [4].

Технологію сиркового продукту з використанням екстракту кореня кульбаби розробили Долматова О. І. та Зигалова К. І. Вони встановили, що корінь кульбаби – найсильніша і цінна частина рослини. Пектинові речовини, що містяться в рослині, мають широкий спектр фізіологічної активності. Корені кульбаби проявляють противірусну, болезаспокійливу, потогінну дію, рекомендовані хворим цукровим діабетом. Вони містять інулін до 40%. Восени в коренях міститься до 18% цукрів (фруктоза, сахароза і глюкоза). Високими органолептичними показниками характеризувалися сирні продукти з масовою часткою екстракту кореня кульбаби 2–3%. Сирковий продукт характеризується м'якою консистенцією, білим з кремовим відтінком кольором, приємним кисломолочним смаком. З метою зниження специфічного смаку екстракту кореня кульбаби рекомендовано додавання цукру–піску або підсолоджувача [5].

З нетрадиційною сировиною працювала група вчених під керівництвом Турчина І. Вчені розробили рецептуру сиркових паст зі шпинатом, який містить 1/5 денної норми фолівої кислоти. Такі технологічні кроки спрямовані на розширення сировинної бази молокопереробного комплексу та розв'язанню проблеми зменшення дефіциту основних нутрієнтів у раціонах харчування населення [6].

Никонович Ю. Н. дослідила використання пастоподібного концентрату люпину в технології кисломолочних продуктів. Було встановлено, що введення білкового концентрату в кількості 1% від маси заквашуваної суміші не впливає на процес сквашування і дозволяє отримати хороший згусток, добре відділяється сироватка. Готовий сирний продукт має ніжну пастоподібну консистенцію. Внесення даного білкового наповнювача не погіршує органолептичні показники готового продукту і дозволяє збагатити раціон харчування білками, вуглеводами, вітамінами і макро– і мікроелементами [7].

Горлов І. Ф. та співавтори представили рецептуру сирного продукту, що включає сир кисломолочний, масло льону, варення з аґрусу, крохмаль кукурудзяний. Як емульгатора використаний казеїн. Обґрунтовано наступне дозування, на 1т/кг: сиру кисломолочного – 919, варення з аґрусу – 50, масла льону – 1, крохмаль кукурудзяний – 30. Таке дозування масла льону при виробництві сирного продукту забезпечує 10–15% добової потреби організму дорослої людини в ПНЖК [8].

Розробкою рецептури сиркового продукту з додаванням як функціонального інгредієнту солодового екстракту, займалися вчені з Вологди. Обґрунтовано введення в рецептуру сирків 9% солодового екстракту. Задовольняється добова потреба у вітамінах С і РР. Показник скора для цих вітамінів вище в розробленому продукті на 24% порівняно з контролем. Дослідно–промислові випробовування підтвердили, що розроблений продукт за основними показниками, крім вмісту сахарози, відповідає нормативним вимогам [9].

В напрямку використання рослинної сировини у виробництві сиркових виробів працювали також Мусина О. Н., Щетинин М. П. Досліджено фізико–хімічні та функціонально–технологічні характеристики зернової сировини. Доведено перспективність її використання в складі полікомпонентних молочних продуктів. Встановлені високі функціонально–технологічні властивості (ВУЗ і ВПЗ) зернових інгредієнтів. Основним фактором, який впливає на властивості в дисперсійних середовищах, виступає ступінь подрібнення. Доведено доцільність використання в молочній галузі зернових інгредієнтів з розміром частинок до 160 мкм. Встановлено раціональні дози несення зернових інгредієнтів – 15–20% [10].

Дослідженнями органолептичних та функціональних властивостей сиркових мас займалися в своїй роботі Становая А. М. й Короткова А. А. Вони використали в якості наповнювача льняний урбеч в поєднанні з медом. Це надає продукту солодкий горіхово–шоколадний смак, підвищує органолептичні характеристики, покращує жирнокислотний і вітамінно–мінеральний склад. Авторам вдалося спрогнозувати високий споживчий інтерес, а значить, і привабливість для реалізації [11].

Постійний інтерес у населення викликає така рослина як часник. Він містить фітостерини, вітаміни і алліцин, що характеризується сильними фітонцидними властивостями. Фітонциди згубно діють на бактерії, гриби та прості мікроорганізми тваринного походження. Поживні речовини часнику в більшій мірі представлені полісахаридами – близько 27% (із них 58% інуліну та 20% сахарази). Також до складу часнику входять: білки 6,7 – 13,3 ліпіди – від 0,03 – 0,08, харчові волокна – 0,8, зола – 1,4 –8,8, вітамін С – до 30 мг. Вважається, що препарати з часнику мають протигнильні властивості. Часник є антибіотиком, антисептичним, антипаразитарним, протигнильним, сечогінним, глистогінним засобом, підвищує апетит, регулює функціональну діяльність шлунково–кишкового тракту. Завдяки особливому хімічному складу, часник доцільно застосовувати в технології кисломолочних продуктів з метою надання їм поліпшених харчових та функціональних властивостей [12,13].

Враховуючи результати літературного аналізу вважаємо актуальною розробку та дослідження рецептури сиркової пасти з часником.

*Постановка завдання.* Розробити та проаналізувати рецептуру сиркової пасти з додаванням сухого порошку часнику. Обґрунтувати розширення асортименту кисломолочних продуктів функціонального призначення.

*Матеріали та методи.* Під час виконання роботи були використані стандартні, загальноприйняті методи досліджень. Відбір проб і пробопідготовку проводили відповідно до ДСТУ 4834:2007 [14]. Масову частку вологи визначали відповідно ДСТУ 8552:2015 [15], титровану кислотність – ГОСТ 3624–92 [16]. Для дослідження обрано чотири зразки пасти сиркової з різним відсотком часнику: контрольний – аналог, 1–й – 3%, 2–й – 5% і 3–й – 7% часнику. Усі дослідження проводились в лабораторних умовах кафедри технології молока та м’яса Сумського національного аграрного університету.

*Результати та обговорення.* У якості аналога було обрано пасту сиркову із довідника Степанова Л. І. [17]. Розроблена рецептура містить наступні інгредієнти: кисломолочний сир, вода, часник, желатин, кухонна сіль. Як функціональний інгредієнт обрано часник мелений сушений ТМ «Впрок». Важливим споживчим фактором продукту вважається характеристика органолептичних показників. Для оцінки розробленої сиркової пасти з часником нами використана десятибальна система оцінювання: смак та запах – 4 бали, консистенція – 3 бали, колір – 1 бал, зовнішній вигляд – 2 бали [18]. Група дегустаторів складалася із семи чоловік. Результати проведеної дегустації представлено на рис.1.

Аналізуючи дані рис.1. зауважимо, що найвище значення показнику смаку та запаху мав перший зразок (4,86 бали). Важливо врахувати, що часник надав продукту певної пікантності. Аналог поступався на 1,19 бали, другий та третій відповідно на 0,58 і 0,86 бали. Практично аналойний результат було отримано за показником консистенції досліджуваного продукту. Однак, аналог було оцінено в 2 бали, що на 1,86, 1,28 та 1,57 бали відповідно нижче запропонованих зразків. Під час оцінки зразків за кольором, слід зауважити, що аналог набрав максимальну кількість балів. Колір, на думку дегустаційної комісії, погіршувався пропорційно збільшенню кількості рослинного компоненту. З’явився нехарактерний сірувато–зеленуватий відтінок. Зовнішній вигляд першого зразка та аналогу в цілому був добрий. Найбільше поступився аналогу третій зразок, який було оцінено в 1,1 бали.

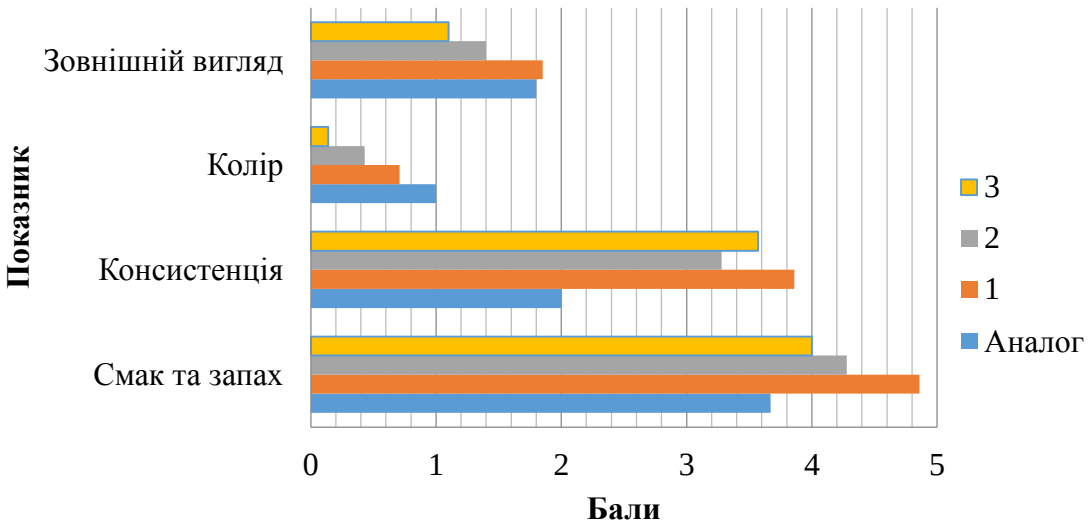



Рис. 1. Органолептична оцінка досліджуваних зразків.

Отже, введення у рецептуру сиркової пасти функціональної добавки часник мелений сушений ТМ «Впрок» у кількості 3–5% дозволило отримати, за результатами органолептичної оцінки, більш високі результати. Перший зразок в середньому оцінено в 2,8 бали, а другий – в 2,4. Слід також зазначити, що внесена добавка рівномірно розподіляється по всій масі суміші та не мала негативного впливу на смакові якості та консистенцію.

Оцінюючи продукт необхідно звернути увагу і на його фізико–хімічні показники (табл. 1.).

Таблиця 1 – Фізико–хімічні показники досліджуваних зразків (M±m)

| Показник | Зразок | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Аналог | 1 | 2 | 3 |
| Масова частка вологи, % не більше ніж | 65,6±0,56 | 76,5±0,66 | 76,9±1,08 | 77,0±1,58 |
| Титрована кислотність, $^{0}$Т | 182,0±0,94 | 220,0±0,84 | 210,0±0,89 | 200,0±0,95 |
| Кислотне число на 7–й день, мг/г | 1,35±0,14 | 1,46±0,44 | 1,57±0,99 | 1,57±0,94 |

Зважаючи на дані представлені в таблиці 1 слід зазначити, що показник масової частки вологи знаходиться в межах нормативного документу [18]. Відносно аналогу розроблені зразки рецептури, в середньому, на 11,2% мали вище значення. Між розробленими зразками значення досліджуваного показника змінювалося несуттєво. Вищі значення масової частки вологи в зразках 1–3 пояснюються наявністю в їх рецептурі структуроутворювача та різним відсотком

введеної добавки. Спираючись на отримані дані слід відзначити, що значення показників титрованої кислотності та кислотного числа були в межах норми. Значення титрованої кислотності аналога було найнижче і відповідно різниця з розробленими зразками становить 38, 28, $18^0$Т. Коливання значення титрованої кислотності між розробленими зразками зменшувалося на $10^0$Т із збільшенням відсотку внесеного часнику. Одним із показників якості вважається кислотне число [19]. На сьомий день значення досліджуваного показника аналога було найнижче. Відносно першого зразка різниця становила 0,11 мг/г., з двома наступними – 0,22 мг/г. Спираючись на отримані значення, слід зазначити, що із розроблених зразків перший найбільш стійкий при зберіганні. Вміст вітаміну С визначали розрахунковим методом і його значення в першому зразку становить 1,14% в 100 г.. Отже, проаналізувавши фізико–хімічні показники продукту можемо сказати, що перший зразок розробленої рецептури має оптимальні значення і відповідає нормативній документації на сиркові пасти.

*Висновок.* Провівши аналіз органолептичних та фізико–хімічних показників сиркової пасти з часником ТМ «Впрок» можемо стверджувати, що перший зразок з вмістом часнику меленого сушеного ТМ «Впрок» 3%, має бажані споживчі характеристики, містить вітамін С та підвищену біологічну цінність по відношенню до аналога. Завдяки введенню в рецептуру функціонального інгредієнту, з’явилася можливість розширити асортимент сиркових паст з ексклюзивними властивостями.

Література:

1. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення: автореф. дис... д–ра техн. наук: 05.18.16. Одеса, 2008. 37 с.

2. Болгова Н. В., Гончар А. О. Обґрунтування рецептури пасти сиркової з кмином. *Продовольчі ресурси*. Київ, 2019. № 13. С. 44–50. https://doi.org/10.31073/foodresources2019–13–04.

3. Ткаченко Н. А., Дюдіна І. А., Грегуль Л. А. Інноваційна технологія виробництва білкового кисломолочного продукту дитячого харчування. *Наукові праці [Одеська національна академія харчових технологій]*. 2016. Т. 80, Вип. 2. С. 71–78.

4. Саженова Ю. М., Лупинская С. М. Разработка технологии творожного продукта с использованием дикорастущего сырья облепихи и крапив. *Техника и технология пищевых производств.* 2016. Вып. 43, № 4. С. 76–82. DOI: 10.21179/2074–9414–2016–4–76–82.

5. Долматова О. И., Зыгалова Е. И.. Биотехнология творожного продукта с компонентами растительного происхождения. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных*

*технологий.* 2018. Вып. 80, № 1(75). С. 129–132. DOI: http://doi.org/10.20914/2310–1202–2018–1–129–132.

6. Використання рослинної сировини в технології сиркових мас / П. Пуківський та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького.* 2015. Т. 17, № 4. С. 105–109.

7. Порошок из семян люпина – перспективный белковый обогатитель продуктов питания / Н. А. Тарасенко и др. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета.* 2017. №129. С. 236–247.

8. Разработка и исследование качества поликомпонентного творожного продукта / И. Ф. Горлов и др. *Индустрия питания|Food Industry.* 2018. Т. 3, № 3. С. 23–27. DOI: 10.29141/2500–1922–2018–3–3–4.

9. Бурмагина Т. Ю., Парменова Н. М., Гнездилова А. И. Разработка рецептуры сырков творожных глазированных на основе солодового экстракта. *Молочнохозяйственный вестник.* 2017. № 3 (27). С. 97–103. DOI:10.24411/2225–4269–2017–00030.

10. Мусина О. Н., Щетинин М. П. Совершенствование молочных поликомпонентных продуктов на основе целевого комбинирования сырья. *Индустрия питания|Food Industry.* 2017. № 4. С. 21–31.

11. Становая А. М., Короткова А. А. Улучшение органолептических и функциональных свойств сырков творожных глазированных. *Пищевая индустрия.* 2018. № 4(38). С. 16–17.

12. Ромашов М. А. Лечение чесноком. Москва: Вече, 2004. 173 с.

13. Борисенко Д. В., Пащенко В. Л., Супонев Е. Н. Технология хлеба с использованием фитонцидов луковых и его микробиологическая стойкость при хранении. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы.* 2014. № 6. С. 14–15.

14. ДСТУ 4834:2007. Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання. [Чинний від 2008-10-01]. Київ, 2008. 14 с.

15. ДСТУ 8552:2015. Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини. [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2016. 14 с.

16. ГОСТ 3624–92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. [Дата введения 1994-01-01]. Москва, 2009. 9 с.

17. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры: в 3 т. Т. 1. Цельномолочные продукты. Санкт-Петербург: ТНОРД, 1999. 384 с.

18. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. [Чинний від 2006-10-01]. Київ, 2006. 14 с.

19. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва: Колос. 2001. 376 с.

## СИРКОВА ПАСТА З ЧАСНИКОМ

Болгова Н. В., Шептун Р. М., Лях В. І.

**Анотація**

Метою роботи була розробка та аналіз рецептури сиркової пасти з додаванням сухого порошку часнику, обґрунтування розширення асортименту кисломолочних продуктів функціонального призначення. Як функціональний інгредієнт обрано часник мелений сушений ТМ «Впрок». Аналізуючи дані органолептичних досліджень зауважимо, що найвище значення показнику смаку та запаху мав перший зразок (4,86 бали). Слід зазначити, що внесена добавка рівномірно розподіляється по всій масі суміші та не мала негативного впливу на смакові якості та консистенцію. Показник масової частки вологи знаходиться в межах нормативного документу та змінювався несуттєво. Значення титрованої кислотності аналога було найнижче і відповідно різниця з розробленими зразками становить 38, 28, $18^0$Т. На сьомий день значення кислотного числа аналога відносно першого було більшим на 0,11 мг/г., а з двома наступними – на 0,22 мг/г. Провівши аналіз органолептичних та фізико–хімічних показників сиркової пасти з часником ТМ «Впрок» можемо стверджувати, що перший зразок з вмістом часнику 3%, має бажані споживчі характеристики.

***Ключові слова:*** паста сиркова, органолептика, часник, кислотність, масова частка вологи, кислотне число, вітамін С.

## СИРКОВАЯ ПАСТА С ЧЕСНОКОМ

Болгова Н. В., Шептун Р. Н., Лях В. И.

**Аннотация**

Целью работы была разработка и анализ рецептуры творожной пасты с добавлением сухого порошка чеснока, обоснование расширения ассортимента кисломолочных продуктов функционального назначения. Как функциональный ингредиент выбран молотый сушеный чеснок ТМ «Впрок». Анализируя данные органолептических исследований заметили, что высокое значение показателя вкуса и запаха имел первый образец (4,86 балла). Следует отметить, что внесенная добавка равномерно распределяется по всей массе смеси и не имеет негативного влияния на вкусовые качества и консистенцию. Показатель массовой доли влаги находится в пределах нормативного документа и менялся незначительно. Значение титруемой кислотности аналога было низкое и соответственно разница с разработанными образцами составляет 38, 28, $18^0$Т. На седьмой день значение кислотного числа аналога относительно первого было выше на 0,11 мг/г., а с двумя следующими – на 0,22 мг/г. Проведя анализ органолептических и физико–химических показателей творожной пасты с чесноком ТМ «Впрок» можем утверждать, что первый образец с содержанием чеснока 3%, имеет желаемые потребительские характеристики.

***Ключевые слова:*** паста твороженная, органолептика, чеснок, кислотность, массовая доля влаги, кислотное число, витамин С.

# GARLIC CURD SPREAD

N. Bolgova, R. Sheptun, V. Liakh

**Summary**

A common health–damaging factor is the disruption of approaches to nutrition. New functional products development can solve this problem. Considering the results of the literature analysis, we think it actual to develop and study the receipt of curd spread with a vegetable component further. The working purpose was to develop and analyze the receipt of curd spread with the additions of dry garlic powder, grounding of the expansion of the variety of fermented dairy products of functional purpose. The developed receipt contains the following ingredients: curd, water, garlic, gelatin, table salt. The chopped dry garlic of "Vprok" trademark was chosen as functional ingredient. An important consumer factor of the product is the characteristic of organoleptic parameters. We note that, analyzing the data of organoleptic studies, the highest value of taste and flavor had the first sample (4.86 points). It is important to take into account, that the garlic added some spice to the product. In accordance with the opinion of the taste panel, the product color worsened proportional to the additive amount. It is also necessary to note that the used additive is equally distributed throughout the blend mass and the taste and consistence were not negatively affected by it. It is necessary to pay attention to the product's physical and chemical properties, while appraising it. The indicator of a moisture content is within the limits of the normative document and changed insignificantly, however it was higher in developed samples in comparison with the analogue. The titratable acidity value of the analogue was low and, therefore, the difference between the developed samples was 38, 28, 18 $^{0}$T. Variations in the titratable acidity value between developed samples decreased by 10 $^{0}$T with an increase of the used garlic percentage. On the seventh day the acid number value of the analogue relative to the first sample was higher by 0.11 mg/g, and relative to next two samples – by 0.22 mg/g. The content of vitamin C was determined by the calculation method and its value in the second sample was 1.14% in 100 g. Carrying out the analysis of organoleptic and physicochemical parameters of curd spread with garlic "Vprok" trademark, we can state that the first sample with a 3% garlic content has the desired consumer characteristics, contains vitamin C and increased bioavailability as related to the analogue.

***Key words*:** curd spread, organoleptic properties, garlic, acidity, moisture content, acid number, vitamin C.

# Зміст

**стор.**

*ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ*

1. *Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Бережецький О. В., Андріанов О. А.* Імпульсна високочастотна електромагнітна підготовка води в системі оборотного тепловодопостачання компресорної станції 3
2. *Самойчук К. О., Сєрий І. С., Ковальов О. О.* Розробка промислового зразку та оцінка економічної ефективності впровадження струминно-щілинного гомогенізатора молока 15
3. *Паляничка Н. О.* Використання енергоефективного обладнання для диспергування емульсій 26
4. *Петриченко С. В., Олексієнко В. О., Ломейко О. П.* Аналіз дозаторів пакувальних машин для сипучих матеріалів 35
5. *Цвіркун Л. О., Цвіркун С. Л.* Дослідження технічних характеристик тістозмішувальної машини в автоматизованій лінії виробництва хліба 43
6. *Ковальов С. В.* Антифриз для консервування техніки та приміщень у агропромисловому комплексі 50
7. *Зибайло С. М., Банник Н. Г., М'ячин В. Г.* Комплексна оцінка рециклінгу алюмінієвих банок для фасування харчової продукції 59
8. *Самойчук К. О., Братішко В. В., Ткач В. В.* Характеристики дисперсної фази молочної емульсії як об'єкта гомогенізації 73
9. *Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А.* Надійність конструкції роторів планетарного гідромотора 82
10. *Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Калина В. С., Пилипенко Г. О., Хомик Н. І., Lehmann Ch.* Аналітичне дослідження перспективи процесів автоматизації прийому, оцінки якості та закладання зерна на зернопереробних підприємствах 93
11. *Змєєва І. М., Ялпачик В. Ф.* Зниження піноутворення при розливі харчових рідин 108

*ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ*

12. *Прісс О. П., Коротка І. О., Клепакова Ю. О., Золотухіна З. В.* Фонд сухих речовин зелені васильків залежно від компонентного складу субстрату 115
13. *Kondratiuk N., Suprunenko K., Sytnyk K.* Comparative evaluation of the biological value of various types of gluten-free flour for producing beverages 124
14. *Дейниченко Г. В., Дмитревський Д. В., Перекрест В. В.* Дослідження процесу теплової обробки плодів під час виготовлення яблучного пюре 133
15. *Зарецька Д. К., Сердюк М. Є.* Вплив заморожування на хімічний склад зелені м'яти перцевої 142

16. *Червоний В. М., Горєлков Д. В., Постнов Г. М., Постнова О. М., Самойчук К. О.* Дослідження ефективності використання відновленого ультразвуком молока під час виробництва сиру кисломолочного 151
17. *Онищенко В. М., Шубіна Л. Ю., Большакова В. А., Дроменко О. Б., Інжиянц С. Т.* Якісні та кількісні характеристики смажених ковбас у склеєних кишкових оболонках 159
18. *Олійник А. І., Мельник І. В., Тарасова В. В.* Дослідження технологічних режимів обробки білих столових виноматеріалів проти окислювального процесу pinking 170
19. *Сухаренко О. І.* Сучасні інноваційні технології у системі ресторанного господарства 178
20. *Новікова Н. В., Драга А. Ю.,* Використання пряно – ароматичної сировини в хлібопечінні 187
21. *Матенчук Л. Ю., Токар А. Ю., Гайдай І. В., Рибчак О. С.* Технологічна експертиза сировини для виробництва соусів 194
22. *Майборода Д. О., Данченко О. О., Здоровцева Л. М., Федорко А. С., Данченко М. М., Загорко Н. П.* Екстракт вівса як технологічний засіб підвищення якості м’яса гусей 203
23. *Василишина О. В.* Виготовлення джемів лікувально – профілактичного призначення 213
24. *Цихановська І. В., Товма Л. Ф., Євлаш В. В., Алексадров О. В., Каплун С. О.* Розробка рецептури і технології кондитерських пряникових виробів з використанням харчової добавки “Магнетофуд” 222
25. *Болгова Н. В., Шептун Р. М., Лях В. І.* Сиркова паста з часником 237

ДІМІОРС
МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ПИВОВАРНЯ

# МЕЛІТОПОЛЬСЬКА ПИВОВАРНЯ «ДІМІОРС»

Мелітопольська пивоварня «Діміорс» пропонує сорта непастеризованого пива «Віденське», «Розливне», «Жигулівське», «Мюнхенське», «Мюнхенське нефільтроване», «Південна Баварія світле» та «Південна Баварія темне», «BockBier». Також пивоварня пропонує споживачам напої безалкогольні середньогазовані «Смак лимона», «Смак тархуна».

Наше пиво виготовлено зі світлого ячменного солоду, рисової крупи, цукру, хмелю з використанням підготовленої артезіанської води, має м'який солодовий смак та приємну гіркоту хмелю.

Пиво неодноразово займало призові місця та було нагороджено золотими та срібними медалями за високу якість напою на щорічному

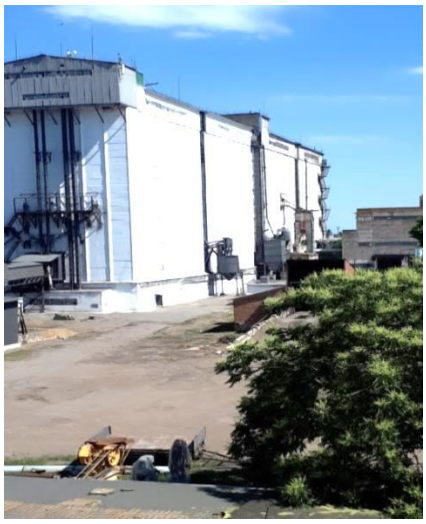
міжнародному конкурсі «Свято пива», який проходить у м. Київ.

Напої безалкогольні виготовлені на натуральних компонентах без додавання консервантів та підсолоджувачів.

**НАДМІРНЕ СПОЖИВАННЯ АЛКОГОЛЮ ШКІДЛИВЕ ДЛЯ ВАШОГО ЗДОРОВ'Я**

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО КТ «ЖЕЛЄВ С.С. І КОМПАНІЯ «МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО ЕЛЕВАТОРА»»**

Сільськогосподарське підприємство КТ «Желєв С.С. і компанія «Мелітопольського елеватора»» займається зберіганням та вирощуванням зернових та олійних культур, виробництвом борошна пшеничного та житнього, паливних брикетів та соняшникової олії.



Адреса: вул. Гетьмана Сагайдачного, 53,
м. Мелітополь
тел.: +38(067)612–08–02
+38(067)611–11–27

Наукове фахове видання
Технічні науки

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету
Випуск 20, том 1

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
Міністерство юстиції
КВ 24285-14125 ПР від 27.12.2019 р

Відповідальний за випуск – Самойчук К.О.
Коректори:
Редакційна група Наукової бібліотеки ТДАТУ.
Підготовка макету та верстка
Лівик Н.В.

---

Підписано до друку 20.05.2020 р. друк Rizo.
Друкарня ТДАТУ.
15,6 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. М. Грушевського, 10
тел. (06192) 6–88–38