

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1

Вібрації в техніці та технологіях



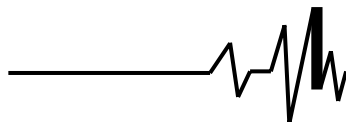
Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

Вібрації в техніці та технологіях

№ 1 (96)

Вінниця 2020

**ВІБРАЦІЇ В
ТЕХНІЦІ ТА
ТЕХНОЛОГІЯХ**

Журнал науково-виробничого та навчального
спрямування Видавець: Вінницький національний
аграрний університет

Заснований у 1994 році під назвою “Вібрації в техніці та
технологіях”

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової
інформації

КВ № 16643-5115 ПР від 30.04.2010 р.

**Всеукраїнський науково-технічний журнал “Вібрації в техніці та
технологіях” / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця,
2020. – 1 (96) – 148 с.**

**Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного
університету (протокол №1 від 27.08.2020 р.)**

**Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань
України з технічних наук (Категорія «Б» Наказ Міністерства освіти і науки
України від 02.07.2020 р. № 886)**

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., професор,
академік НААН, Вінницький національний
аграрний університет

**Заступник головного
редактора**

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., акад. НААН,
Національний науковий центр “Інститут
механізації та електрифікації сільського
господарства”

Відповідальний секретар

Солона О.В. – к.т.н., доц., Вінницький
національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., акад. НААН,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф.,
Вінницький національний аграрний
університет

Дерезенько А.І. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Зіньковський А.П. – д.т.н., проф., Інститут
проблем міцності імені Г. С. Писаренка
НАН України

Іскович-Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф.,
Вінницький національний технічний
університет

Купчук І.М. – к.т.н., ст.викладач, Вінницький
національний аграрний університет

Надутьий В.П. – д.т.н., проф., Інститут
геотехнічної механіки імені М.С. Полякова
НАН України

Матвеев В.В. – д.ф.-м.н., проф., академік
НААН, Інститут проблем міцності імені Г.С.
Писаренка НАН України

Ольшанський В.П. – д.ф.-м.н., проф.,
Харківський національний технічний
університет сільського господарства імені
Петра Василенка

Полєвода Ю.А. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Спірін А.В. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Твердохліб І.В. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Токарчук О.А. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Цуркан О.В. – к.т.н. доц., Вінницький
національний аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

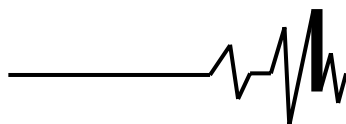
Джордан Тодоров Максимов – д.т.н., проф., Технічний Університет Габрово (Болгарія)

Технічний редактор **Замрій М.А.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний
університет, тел. 46 – 00– 03

Сайт журналу: <http://vibrojournal.vsau.org/>

Електронна адреса: vibration.vin@ukr.net

**З М І С Т****1. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН***Matviychuk V., Gaidamak O.***INCREASING OF THE DURABILITY OF DETAILS WORKING UNDER REPEATABLE- LOADS.....5***Бовсуновський А.П., Сураче Ч.***ДІАГНОСТИКА КОНСТРУКЦІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ НА ОСНОВІ ЗМІНИ СПІВВІДНОШЕННЯ
ВЛАСНИХ ЧАСТОТ..... 15***Iskovich-Lototsky R., Veselovska N., Ivanchuk Y., Hnatyuk O.***VIBRATION RESEARCH IN MOBILE AGRICULTURAMACHINES..... 28***Топільницький В.Г., Кусий Я.М., Ребот Д.П.***ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ ШЛЯХОМ
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....35***Солоня О.В., Ковбаса В.П., Мельник О.С.***ДИНАМІКА КОНТАКТНОГО ВЗАМОДЕЙСТВИЯ ЛЕМЕХА КРОТОВАТЕЛЯ С ПОЧВОЙ ПРИ
ОБРАЗОВАНИИ ПОЛОСТИ..... 44***Ольшанський В.П., Ольшанський С.В., Токарчук О.А.***ПРО КОЛИВАННЯ, ЯКІ ОПИСУЄ УЗАГАЛЬНЕНЕ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ РЕЛЕЯ..... 53***Дейнека К.Ю., Науменко Ю.В., Змієвський А.М.***ЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ БАРАБАНА ПРИ САМОЗБУДЖЕННІ АВТОКОЛИВАНЬ ІЗ
МАКСИМАЛЬНИМ РОЗМАХОМ ПОЛІЗЕРНИСТОГО ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ... 61***Ярошенко Л.В.***ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ СУШАРКИ
НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНИХ СТАНЦІЙ71***Кірієнко О. А.***АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ І ВИМОГИ ДО НОВИХ ЗВУКОРЕЗОНАНСНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ
БЕСТРАНШЕЙНОЇ ПРОКЛАДКИ ТРУБ ВІБРАЦІЙНИМИ СПОСОБАМИ.....81***Видмиш А. А., Возняк О. М., Купчук І. М., Бойко Д. Л.***ДОСЛІДЖЕННЯ МЕДІАННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ОДНОВИМІРНИХ СИГНАЛІВ.....88****2. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Джемелінський В.В., Лесик Д.А., Данилейко О.О., Бернадський А.В.***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ
КОМБІНОВАНОЮ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНОЮ ОБРОБКОЮ.....103***Гулько І.В., Бабин І. А.***ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ГІДРОІНЖЕКТОРА СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ
ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК.....111****3. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА***Спирін А.В., Твердохліб І.В.***РІВНОВАЖНИЙ ВОЛОГОВМІСТ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ЛЮЦЕРНИ..... 118***Грушецький С. М., Яропуд В.М., Бабин І. А.***ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СЕПАРАЦІЇ КАРТОПЛЯНОГО ВОРОХУ ПІДКОПУВАЛЬНИМИ РОБОЧИМИ
ОРГАНАМИ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ..... 125***Полєвода Ю.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛІЦЕРИНОМІСТКИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН В ХАРЧОВИХ І
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ 141**

**Полевода Ю. А.**

К. Т. Н., доцент

**Вінницький національний
аграрний університет****Polievoda Y.****Vinnitsia National Agrarian
University****УДК [664.3 : 661.188.7] : 001.8****DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1-15****ДОСЛІДЖЕННЯ
ГЛІЦЕРИНОМІСТКИХ
ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ
РЕЧОВИН В ХАРЧОВИХ І
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

В статті представлена інформація про поверхнево-активні речовини. Наведена їх повна класифікація, способи отримання гліцериномістких поверхнево-активних речовин (ПАР). Представлені перелік ПАР, що відносяться до природних та синтетичних.

Доведено, що найперспективнішим (дешевим) способом виробництва поверхнево-активних речовин є переетерифікація олій та жирів, як самий простий за технологічною реалізацією.

Представлені результати дослідження впливу поверхнево-активних речовин на захисні, смакові, структурні, властивості харчових продуктів. Виявлено ряд особливостей в характері взаємодії компонентів в системі харчова та переробна продукція – поверхнево-активна речовина.

Проаналізовано способи отримання емульгаторів етерифікацією гліцерину жирними кислотами та переетерифікацією тригліцеридів гліцерином. Наведені основні фізико-механічні властивості гліцерину всіх марок. Обумовлена необхідність отримання ПАР синтетичним шляхом.

Проаналізовано технологію виробництва нових емульгаторів методом етанолізу харчових жирів шляхом етерифікації низькомолекулярних кислот етиловим спиртом та наступною переетерифікацією харчових жирів.

Наведено опис технологічних ліній отримання означених емульгаторів Т – 1 і Т – Ф. Детально наведені всі необхідні температурні режими процесів.

Описаний процес виробництва моногліцеридів та їх похідних, які отримують розділенням суміші продуктів реакції гліцерину, що не прореагував, дигліцеридів та продуктів побічних реакцій центрифугуванням і молекулярною дистиляцією.

Розглянуто технологічні схеми гліцеролізу жирів, виробництва 60 та 90% - вих моногліцеридів та процес молекулярної дистиляції, як спосіб фракційної перегонки високомолекулярних рідин.

Ключові слова: *поверхнево-активні речовини, дистильований гліцерин, сировина, емульгатори, процес етерифікації, переетерифікація, диспергуючий ефект, молекулярна дистиляція.*

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поверхнево-активні речовини (ПАР) – це хімічні сполуки, які при розчиненні або диспергуванні в рідині вибірково адсорбуються

на розмежуванні фаз, знижуючи поверхневий і міжфазний натяг [1, 2, 3, 6, 7].

На даний час практично не існує підприємств, які виготовляють ПАР самостійно.



Всі вітчизняні підприємства олійно-жирової та інших галузей харчової промисловості їх купують за кордоном. Найперспективнішим способом виробництва ПАР є переетерифікація олій та жирів. Даний процес є достатньо простим за технологічною реалізацією. Дослідження із розробки технології перспективних харчових ПАР на основі процесу переетерифікації, дешевші за існуючі [1, 3].

Отримані стійкі емульсії першого і другого родів поверхнево-активних речовин виконують роль емульгаторів і стабілізаторів. Вони не тільки сприяють зниженню міжфазної енергії, полегшуючи диспергування однієї рідини в іншу, а й попереджують краплі від злипання, стабілізуючи отриману емульсію.

До природних ПАР відносяться фосфоліпіди, білки, вуглеводи, смоли, воски, ланолін та інші. Велика потреба поверхнево-активних речовин обумовила необхідність отримання їх синтетичним шляхом [7]. На даний час відомі ПАР, які мають більш високий ефект дії ніж природні.

По характеру дисоціації в воді синтетичні ПАР поділяються на катіоноактивні, аніоноактивні, неіоногенні та інші, котрі утворюють істинні або колоїдні розчини в воді.

Виділяють два класи ПАР, що різняться характером адсорбції і механізмом стабілізації дисперсних систем. До першого класу відносяться низькомолекулярні з'єднання дифільного характеру, до другого – високомолекулярні з'єднання, в яких чергуються гідрофільні і гідрофобні групи, що розподілені по всій довжині.

До низькомолекулярних емульгаторів, що використовуються в харчовій промисловості, відносяться фосфоліпіди, моногліцериди жирних кислот і продукти їх етерифікації оцтової, молочної, лимонної, винної або іншими кислотами. Дані емульгатори володіють великою поверхневою активністю, відповідно, кращим диспергуючим ефектом, через це їх використовують переважно для отримання емульсій зворотнього типу (маргаринів).

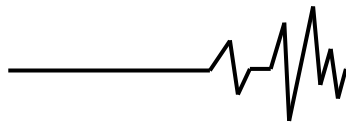
Високомолекулярні емульгатори – білки рослинного та тваринного походження, вони використовуються у виробництві емульсій прямого типу (майонезів).

Перспективи використання гліцериномістких ПАР в харчових та переробних виробництвах дуже великі.

Фармакопейний або дистильований гліцерин набуває все більш широкого попиту в кондитерських, мікробіологічних, фармацевтичних, ферментних та інших переробних виробництвах [4]. У фармацевтичній практиці гліцерин використовують для виготовлення широкого спектру лікарських форм, а саме: розчинів, сиропів, еліксирів, мікстур,

суспензій, емульсій, мазей, паст, свічок та ін. Його використовують і як лікарський засіб із різноманітною фармакологічною дією. Гліцерин є добрим розчинником йоду, таніну, бромиду, фенолу та хлориду ртуті. Використовуючи гліцерин замість води, можна приготувати висококонцентровані медичні розчини. Також гліцерин має антисептичні якості, через це його застосовують для попередження зараження ран. Антисептичні та консервуючі властивості гліцерину пов'язані з його гігроскопічністю, завдяки якій проходить дегідратація бактерій. Він входить до складу багатьох косметичних засобів. Велика кількість гліцерину йде на приготування нітрогліцерину, що має антиангінальну, судинорозширюючу (венодилатуючу), коронародилатуючу дію [8, 9].

У харчовій промисловості гліцерин використовують для приготування екстрактів чаю, кави та інших рослинних речовин. Даний продукт широко застосовують при виробництві безалкогольних напоїв. Великі підприємства використовують більше 450 т гліцерину вищого ґатунку на рік для приготування екстракту, який у розбавленому стані надає напоєм «м'якості». Гліцерин використовують також у харчовій промисловості для підсолоджування вин та лікерів, для виготовлення гірчиці, желе та оцту. Також його використовують для отримання поверхнево-активних речовин (ПАР), що використовуються в якості добавок, які сприяють підвищенню якості готової продукції. Перспективним є використання гліцерину в хлібопеченні, він є поширеним вологоутримувачем, має найменшу вартість серед поліатомних спиртів та належить до харчових добавок (Е 422), дозволених Міністерством охорони здоров'я до вживання [5]. При виробництві хлібобулочних виробів в залежності від складу ПАР, харчові добавки, які застосовуються в кількості від 0,5 до 2%, покращують хлібопекарські властивості борошна та забезпечують отримання об'ємного, пористого хліба, що довго не черствіє. При виробництві тортів харчові ПАР не тільки підвищують якість готового продукту, а й дозволяють зменшити витрати яйцепродуктів із одночасною інтенсифікацією процесу збивання бісквітного тіста. Це не тільки зменшує собівартість готового продукту, але й підвищує фізіологічну цінність продукту за рахунок зниження холестерину. При використанні ПАР в макаронних виробках зменшується їх клейкість, збільшується міцність, полегшується процес пресування з одночасним підвищенням якості. Завдяки вмісту гліцерину істотно покращується якість таких продуктів, як: шоколад, горілка, хлібопродукти тощо [1]. Додавання ПАР в шоколадну масу запобігає виникненню так званого «цвітіння» шоколаду.



Все більшого застосування знаходять ПАР в цукровій, консервній, м'ясній і молочної промисловостях.

Невід'ємна роль ПАР при виробництві маргарину та кулінарних жирів. Додавання їх в продукт підвищує дисперсність і стійкість емульсії, сприяє кращому засвоєнню жирів організмом. При виробництві високожирних маргаринів, що використовуються в основному для смаження, в якості емульгатора застосовують дистильовані моногліцериди. В процесі смаження при недостатній вологозберігаючій здатності емульгатора проходить сильне розбрикування краплин жиру і води. Через це найважливішим критерієм оцінки дії емульгаторів є їх вологозберігаюча здатність. В низькокалорійні маргарини в процесі приготування вводять фосфатний концентрат разом з моногліцеридами. Однак даний концентрат, отриманий по традиційній технології, маючи властивості емульгатора прямого і зворотного типів, характеризується слабким емульгуючим ефектом.

Харчові рослинні фосфоліпіди отримані за новою технологією з використанням електромагнітних взаємодій та м'яких технологічних режимів, з високими фізико-хімічними показниками, можуть бути ефективним емульгатором у виробництві маргарину. Крім цього, визначенні умови, при яких вони проявляють властивості емульгатора прямого типу та можуть бути ефективним заміником яєчного порошку при виробництві майонезу. Встановлено, що структурні властивості

фосфоліпідів збільшуються з часом в процесі зберігання майонезу. Промислові випробування харчових рослинних фосфоліпідів показали, що їх можна ефективно використовувати в якості самостійного емульгатора як у виробництві маргаринів різної жирності, так і при виробництві майонезів. Під час створення майонезної емульсії харчові рослинні фосфоліпіди (ХРФ) необхідно вводити не у вигляді масляного розчину, як при утворенні маргаринової емульсії, а у вигляді водно-фосфоліпідної емульсії.

Поряд із фосфоліпідами, що виділенні із природних рослинних масел, відомі їх синтетичні аналоги. Відомі способи отримання синтетичних фосфоліпідів-емульгаторів ФОЛС – 1, 2, 3. Дані емульгатори являють собою суміш амонієвих солей фосфоліпідних кислот з гліцеридами вищих жирних кислот. Вміст фосфогліцеридної фракції не менше 70%. Як і природні емульгатори, ФОЛС мають високу поверхневу активність і антиоксидантні властивості, їх можна використовувати для виробництва як майонезу, так і маргаринів.

В маргаринової промисловості на даний час використовують емульгатори Т – 1, Т – Ф, МГД (дистильовані моногліцериди), а також інші закордонного виробництва ПАР.

Для забезпечення наявності відповідних ПАР слід звернути увагу на виробництво сирого гліцерину та способів його подальшої очистки, що в свою чергу залежить від відповідних фізико-механічних властивостей сировини.

Основні фізико-механічні властивості гліцерину наведені в табл. 1.

Таблиця 1

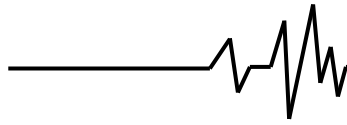
Фізико-механічні властивості гліцерину

Молекулярна маса	92,09
Густина, г/см ³ при 20°С	1,261
Показник заломлення, nD при 20°С	1,4735
Діелектрична проникність, ε при 25°С	42,5
Дипольний момент, Дб	2,56
В'язкість, мПз	9450
Температура кипіння, °С	290

В роботах [1, 3] одержані результати для олійножирової галузі, які базуються на розробці технологій нових емульгаторів шляхом етанолізу харчових жирів та шляхом етерифікації низькомолекулярних кислот етиловим спиртом та наступною переетерифікацією харчових жирів. Розроблені технології не передбачають розподілу реакційної суміші на окремі компоненти, що суттєво знижує собівартість одержання харчових ПАР (більше, ніж у 6 разів).

В лабораторних та дослідно-промислових умовах перевірено властивості одержаних харчових ПАР та доведено можливість їхнього застосування як емульгатора у виробництві маргарину та соусів типу майонез.

Запропоновані у роботі технології відкривають шлях для отримання великої кількості харчових ПАР методом варіювання умов процесів та реагентів. Цей шлях забезпечить зниження собівартості харчових ПАР у порівнянні з тими, що надходять з закордону. В даному науковому дослідженні визначено умови процесу переетерифікації харчових жирів естерами поліфункціональних органічних кислот, що забезпечують максимальні емульгуючі властивості одержаного продукту процесу та доведено можливість одержання стійких емульсій як прямого (майонез), так і зворотного (маргарин) типів з застосуванням нових харчових ПАР, одержаних за запропонованими технологіями.

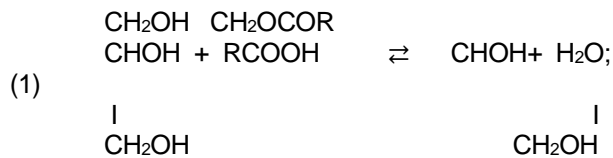
**Формулювання мети досліджень.**

Метою дослідження являється вивчення впливу поверхнево-активних, гліцериномістких речовин на властивості харчової та переробної продукції.

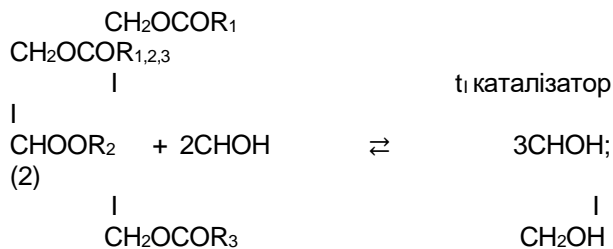
Дослідити способи отримання емульгаторів етерифікацією гліцерину (45% - вих моногліцеридів) та схему виробництва 60 - та 90% - вих моногліцеридів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Виробництво емульгаторів Т – 1 і Т – Ф. Емульгатор Т – 1 отримують етерифікацією гліцерину жирними кислотами:



Емульгатор Т – Ф отримують переетерифікацією тригліцеридів гліцерином:



Паралельно з утворенням моногліцеридів отримуємо значну кількість дигліцеридів. Чим більший надлишок гліцерину в реакційній суміші, тим більше утворюється моногліцеридів. При отриманні емульгатора методом етерифікації в якості сировини використовують дистильований (динамітний Д – 98) гліцерин в дистильований концентрат стеаринової кислоти у відповідності реагуючих речовин 26,2 і 73,8%.

За фізико-хімічними показниками гліцерин марки Д – 98 має відповідати наступним показникам (табл. 2).

Отримання означеного емульгатора відбувається наступним чином. Жирні кислоти з бака подаються насосом через підігрівач в струменевий змішувач, куди із іншого бака подається підігрітий гліцерин. Із змішувача суміш надходить в етерифікатор. Для видалення води, що утворюється і для пришвидшення процесу суміш із етерифікатора безперервно подається насосом у випарник, із якого стікає по тарілках

самоплином в етерифікатор. Пара води, що виділяється в випарнику та збільшення пари гліцеридів поступають на конденсацію. Можливо також вимкнення випарника, тоді пари безпосередньо із етерифікатора поступають на конденсацію.

Після закінчення процесу етерифікації емульгатор насосом подається в охолоджувач, з якого при температурі 90...95°C в відцентровий сепаратор для відділення гліцерину, який не прореагував. Далі гліцерин перекачується в забірник і насосами подається назад у бак. Емульгатор зливається і подається насосом на охолодження і розфасовку в тару. При отриманні емульгатора Т – Ф із одного бака в інший додають фосфатидний концентрат. Процес проводять при температурі 210...220°C та інтенсивному перемішуванні в середовищі інертного газу.

Емульгатор Т – 1 отримують також переетерифікацією гліцеринових рафінованих жирів (яловичини або свинини), а також із жирів соняшникової та бавовняної олій. Каталізатором слугує гідроксид калію або оксид кальцію. Жир і гліцерин насосом подаються в реактор. По цій же лінії вводиться каталізатор – 10% розчин гідроксиду калію в гліцерині. Оксид кальцію застосовують в вигляді порошку і у випадку його використання його завантажують вручну. По закінченню реакції суміш, що складається із моно-, ди- і тригліцеридів, вільних жирних кислот і гліцерину перекачується насосом через охолоджувач у відстійник. Надлишок гліцерину, що не вступив в реакцію, і надлишок каталізатора розділяються на центрифугі. Емульгатор передається в бак, звідки поступає на охолодження і розфасовку. Під час всього процесу забезпечується інтенсивне перемішування. Отриманий продукт містить 42...45% моногліцеридів.

Технологічний режим: температура процесу 210...220°C, кількість каталізатора 0,3% від маси жиру, кінцевий тиск в апараті 30...38 кПа. Температура готового продукту після охолодження не більше 110°C.

Емульгатор Т – 1 сприяє покращенню пластичних властивостей маргарину, але не достатньо добре утримує вологу при підвищених температурах і, відповідно має слабкі антирозбризувальні властивості.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники гліцерину різних марок

Найменування показників	Норма для марок			
	Д–98	ПК–94	Т–94	Т–88
Число кольорності, мг J ₂ /100 см ³ (не більше)	5	0	5	10



Відносна густина d при 20°C по відношенню до води цієї ж температури (не менше)	1,2584	1,2481	1,2481	1,2322
Густина ρ при 20°C г/см ³ , (не менше)	1,255	1,244	1,244	-
Реакція гліцерину, 0,1 моль / дм ³ розчину HCl або KOH, см ² , (не більше)	1,5	1,5	1,5	1,5
Масова доля чистого гліцерину, % (не менше)	98	94	94	88
Масова доля золи, % (не більше)	0,14	0,01	0,02	0,25
Коефіцієнт омилення (складні ефіри), мг KOH на 1 г гліцерину, (не більше)	0,7	0,7	2,0	-
Хлориди	сліди	-	сліди	-
Вуглеводи	-	-	-	-

Емульгатор Т – Ф отримують змішуванням емульгатора Т – 1 і фосфатних концентратів в співвідношенні 3 : 1. Емульгатор Т – Ф не тільки зберігає всі позитивні властивості емульгатора Т – 1, а й покращує їх. Фосфатиди, що проявляють високі гідрофільні властивості, здатні більш краще утримувати вологу при підвищених температурах і надають емульгатору антирозбризувальні властивості.

Виробництво моногліцеридів та їх похідних. Моногліцериди отримують розділенням суміші продуктів реакції (гліцерину, що не прореагував, дигліцеридів, продуктів побічних реакцій) центрифугуванням і молекулярною дистиляцією. В якості сировини використовується дистильований гліцерин (табл. 3) і саломас із температурою плавлення не менше 59°C при йодному числі не більше 1% J₂. Каталізатором процесу є оксид кальцію.

Гліцероліз жирів. Гліцероліз жирів проходить по наступній схемі: саломас із бака при

температурі 80°C подається через теплообмінник (де нагрівається до 160°C) в реактор. Сам реактор виконаний із нержавіючої сталі, який має пропелерний змішувач і виносний холодильник. Після загрузки жиру (при ввімкненій мішалці) в реактор подається гліцерин. Гліцерин зберігається в баках при температурі 50°C після теплообмінника його температура підвищується до 160°C. Після загрузки гліцерину в реакторі створюється розрідження 50 кПа та через завантажувальну горловину подається розрахована кількість оксиду кальцію. Далі суміш саломасу, гліцерину та каталізатора нагрівають до 245°C. Процес гліцеролізу проходить приблизно 30 хв, після чого відключається нагрівання реактора та знімається розрідження. Реакційну масу швидко охолоджують до 125°C шляхом багаторазового прокачування насосом, після чого в реакторі створюється розрідження і подається чітко встановлена кількість ортофосфорної кислоти для нейтралізації каталізатора.

Таблиця 3

Вимоги до показників якості дистильованого гліцерину

Густина, г/см ³	1,261
Вміст гліцерину, %	98
Вміст золи, % (не більше)	0,01
Вміст нелетючого органічного залишку, % (не більше)	0,02
Число омилення (на 100 г гліцерину), мг KOH (не більше)	0,65
Вміст заліза	відсутнє
Вміст хлоридів	відсутні

Отримана маса являє собою двокомпонентну систему (гліцерин із невеликою кількістю гліцеридів, що розчинились і тригліцериди з невеликою кількістю гліцерину).

Для розділення фаз і відділення каталізаторного шламу суміш подають на

центрифугу. Гліцерин зливають в бак і використовують для гліцеролізу, а фракцію моно - і дигліцеридів із вмістом моноєфірів не менше 50% і гліцерину не більше 10% через проміжний бак приймають в бак де підтримується температура 70...80°C. Дану



фракцію передають на двоступінчасту молекулярну дистиляцію для отримання 60%-вих моногліцеридів або на тріступінчасту для отримання 90%-вих моногліцеридів. В залежності від жирнокислотного складу моногліцериди можуть бути м'якої і твердої консистенції.

Процес молекулярної дистиляції.

Молекулярна дистиляція – спосіб фракційної перегонки високомолекулярних рідин в умовах глибокого розрідження, що оснований на різній швидкості випаровування молекул різної молекулярної маси. Процес проводиться при температурі значно нижчій температури кипіння рідини, що виключає термічне перетворення вихідної суміші. Видалення молекул, що випаровуються із поверхонь і послідовно їх конденсація перешкоджають початку рівноваги системи рідина - пара.

Процес молекулярної дистиляції складається із дифузії молекул більш летючого компоненту із глибини шару рідини до її поверхні, випаровування молекул, їх переходу на поверхню конденсації і подальшої конденсації. Кількість пари, що видаляється з одиниці поверхні випаровування за одиницю часу є швидкістю випаровування.

Розрізняють дві стадії молекулярної дистиляції:

- дегазация – здійснюється в плівковому випарувачі, де відділяються із суміші газоутворюючі продукти, вода і частково гліцерин. Апарат працює при кінцевому тиску 0,13...0,26 кПа з температурою процесу 140°C;

- дегліцеринізація – використовується тонкоплівочний випарувач, що працює в умовах глибокого розрідження. Кінцевий тиск в апараті 0,013...0,039 кПа створюється багатоступінчастим пароструйним вакуум-насосом. Для створення попереднього розрідження служить багатоступінчастий дифузійний насос. Між вакуумним насосом і тонкоплівочним випарувачем, щоб попередити попадання крапельок рідини із апарату в вакуумну систему, встановлена охолоджувальна пастка.

На другій стадії дистиляції при температурі 160°C відганяється гліцерин, вільні жирні кислоти, частина моногліцеридів і жирних кислот.

Гліцерин конденсується і збирається в баки разом з легко летючою фракцією після першого ступеня дистиляції. В процесі відстоювання суміш розділяється на дві фракції. В нижній частині баку, як більш важкий накопичується гліцерин, що збирається для повторного використання. В верхній частині баку концентруються жирні кислоти легко летючі моногліцериди, які використовуються в миловарінні.

Вихідний із випарувача після відгонки продукт являє собою 60% моногліцериди.

Виробництво 90% - вих моногліцеридів. Такі моногліцериди

отримують на тріступінчастій установці молекулярної дистиляції, що відрізняється від двоступінчатої тим, що реакційна маса із другого ступеня дистиляції подається на третю. Для цього також використовують тонкоплівочний випарувач, в якому підтримують температуру в межах 205...210°C, кінцевий тиск в апараті 0,0013...0,0039 кПа.

При отриманні твердих 90% моногліцеридів дистилят в третьому ступені дозуючим пристроєм у вигляді капель розподіляється на сталю стрічку, що рухається. Внутрішня поверхня стрічкового транспортера охолоджується шляхом розпилення холодної води, а зовнішня поверхня – потоком холодного повітря. Перетворившись в кристалічну форму 90% моногліцериди в вигляді таблеток падають в бункер, звідки запаковуються в картонні коробки, що встановлені на автоматичних терезах. Досягнувши потрібної маси коробка поступає на транспортер прямуючий на склад готової продукції.

Висновок. В роботі детально показані технологічні схеми виробництва гліцериномістких поверхнево-активних речовин та всі їх особливості.

Емульгатор Т – 1 (45% моногліцеридів) сприяє покращенню пластичних властивостей харчових продуктів (маргарин тощо), але не достатньо добре утримує вологу при підвищених температурах і, відповідно має слабкі антирозбрикувальні властивості. Емульгатори Т – Ф мають високі гідрофільні властивості, краще утримують вологу при підвищених температурах і надають емульгатору антирозбрикувальні властивості.

Застосування моногліцеридів в хлібопеченні покращує якість хліба, уповільнює процес черствіння, в макаронній промисловості дозволяє підвищити якість виробів (макарони перестають бути клейкими). У виробництві маргаринів і майонезів добавки моно- і діацилгліцерин надають емульгуючу, стабілізуючу і пластифікуючу дії.

90% - ві моногліцериди мають більш високу емульгуючу здатність і не являються самостійним емульгатором. Різновиди ПАР можуть бути використані, як неіонні емульгатори, стабілізатори, пластифікатори і пом'якшувальні речовини при виготовленні фармацевтичних препаратів і косметичних засобів. Також діють, як ефективний розчинник і стабілізатор для полярних і неполярних сполук, які утворюють емульсії. Вони є корисними пом'якшувальними речовинами, які легко емульгуються за допомогою звичайних емульгаторів. Додавання таких моногліцеридів робить креми більш однорідними, стабільними, з добре диспергованими частинками та гарними показниками текстури.

**Список використаних джерел**

1. Демидов І. М., Златкіна Г. І. Одержання харчових пар з використанням реакції переетерифікації. *Наукові праці. Одеська національна академія харчових технологій*. 2009. Вип. 36, т. 2. С. 180–182.
2. Арутюнян Н. С., Корнена Е. П., Янова А. І. Технологія переробки жирів. Изд. 3-е перераб. М. : Пищепромиздат, 1999. 452 с.
3. Сокол Г. І. Технологія переетерифікації жирів з одержанням харчових поверхнево-активних речовин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та техн. Наук : 05.18.06. Харків, 2010. 21 с.
4. Полевода Ю. А. Інтенсифікація первинного очищення гліцерину вібровідцентровими засобами : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Вінницький нац. аграр. ун-т. Вінниця, 2013. 249 с.
5. E 422 – Гліцерин. *Пищевые добавки* : веб-сайт. URL: <http://www.dobavkam.net/additives/e422> (дата звернення: 16.03.2020).
6. Технологія переробки жирів / Тютюнников Б. Н., Науменко П. В., Товбин І. М., Фаніев Г. Г. К. : Пищепромиздат, 1956. 238 с.
7. Ошин Л. А. Производство синтетического глицерина. М. : Химия, 1974. 188 с.
8. Застосування в промисловості. Гліцерин. *Вікіпедія* : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%96%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD> (дата звернення: 10.03.2020).
9. ГОСТ 6824-96. Глицерин дистиллированный. Общие технические условия. К. : Госстандарт Украины, 2000. 43 с. (Межгосударственный стандарт).

References

1. Demydov, I. M., Zlatkina, H. I. (2009). Oderzhannia kharchovykh par z vykorystanniam reaktsii pereeteryfikatsii. *Naukovi pratsi. Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii*, 36, (т. 2), 180–182. [in Ukrainian].
2. Arutiunian, N. S., Kornena, E. P., Yanova, A. Y. (1999). *Tekhnolohiia pererabotky zhyrov*. M. : Pyshchepromyzdat. [in Ukrainian].
3. Sokol, H. I. (2010). *Tekhnolohiia pereeteryfikatsii zhyriv z oderzhanniam kharchovykh poverkhnevo-aktyvnykh rechovyn* [Technology of transesterification of fats to obtain nutrients surfactants] (*Extended abstract of Candidate's thesis*). Kharkiv. [in Ukrainian].
4. Polievoda, Yu. A. (2013). *Intensyfikatsiia pervynnoho ochyshchennia hlytserynu vibrovvidtsentrovymy zasobamy* [Intensification of the primary cleaning of glycerin

by vibrocentrifugal equipments] (*Candidate's thesis*). Vinnytsia. [in Ukrainian].

5. E 422 – Hlytseryn. *Pyshchevie dobavky*. Retrieved from <http://www.dobavkam.net/additives/e422> [in Ukrainian].

6. Tiutiunnykov, B. N., Naumenko, P. V., Tovbyn, Y. M., Fanyev, H. H. (1956). *Tekhnolohiia pererabotky zhyrov*. K. : Pyshchepromyzdat. [in Ukrainian].

7. Oshyn, L. A. (1974). *Proyzvodstvo syntetycheskoho hlytseryna*. M. : Khymyia. [in Russian].

8. Zastosuvannia v promyslovosti. Hlytseryn. *Vikipediia*. Retrieved from <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%96%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD> [in Ukrainian].

9. ГОСТ 6824-96. (2000). *Hlytseryn dystillyrovannyi*. Obshchye tekhnicheskyye usloviya. K. : Hosstandart Ukrainy. [in Ukrainian].

RESEARCH OF GLYCEROL-CONTAINING SURFACTANTS IN FOOD AND PROCESSING INDUSTRIES

The article presents information on surfactants. Given their complete classification, methods of obtaining glaringly surface-active substances (surfactants). A list of surfactants concerning natural and synthetic substances is presented.

Proven to be the most promising (cheap) production method of surface-active substances is transesterification oils and fats as the most simple in technological implementation.

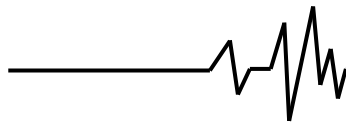
Presents the results of a study of the effect of surfactants on the protective, flavouring and structural properties of foods. Identified a number of features in the character of interaction of components in the system of food and processing industry – surface-active substance.

Methods of obtaining distillation emulsifiers of glycerol fatty acids and transesterification of triglycerides with glycerol are investigated. The main physico-mechanical properties of glycerine all grades. There is a need to obtain surfactants synthetically.

Analyzed the technology of production of new method ethanols emulsifiers of dietary fats by distillation of low molecular weight acids with ethyl alcohol and subsequent transesterification dietary fat.

Describes the technologically-line of obtaining these emulsifiers T – 1 and T – F. Details are given broad temperature regimes of the process.

Describes the manufacturing process of the monoglycerides and their derivatives, obtained by separation of the mixture of reaction products of glycerol, unreacted, digald and products of side



reactions by centrifugation and molecular distillation.

The technological schemes of obtaining all kinds of monoglycerides and the process of molecular distillation as a method of fractional distillation of high molecular weight liquids are considered.

Key words: *surfactants, glycerin-distilled, raw materials, emulsifiers, esterification process, transesterification process, dispersely effect, molecular distillation.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИЦЕРИНОСОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПИЩЕВЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

В статье представлена информация о поверхностно-активных веществах. Приведена их полная классификация, способы получения глицериносодержащих поверхностно-активных веществ (ПАВ). Предоставлен перечень ПАВ, относящихся к природным и синтетическим.

Доказано, что наиболее перспективным (дешевым) способом производства поверхностно-активных веществ является переэтерификация масел и жиров, как самый простой по технологической реализации.

Представлены результаты исследования влияния поверхностно-активных веществ на защитные, вкусовые, структурные свойства пищевых продуктов. Выявлен ряд особенностей в характере взаимодействия компонентов в системе пищевая и перерабатывающая продукция – поверхностно-активное вещество.

Проанализированы способы получения эмульгаторов этерификацией глицерина жирными кислотами и переэтерификацией триглицеридов глицерином. Приведены основные физико-механические свойства глицерина всех марок.

Обусловлена необходимость получения ПАВ синтетическим путем.

Проанализированы технологии производства новых эмульгаторов методом этанолиза пищевых жиров путем этерификации низкомолекулярных кислот этиловым спиртом и последующей переэтерификацией пищевых жиров.

Приведено описание технологических линий получения указанных эмульгаторов Т – 1 и Т – Ф. Детально приведены все необходимые температурные режимы процессов.

Описан процесс производства моноглицеридов и их производных, которые получают разделением смеси продуктов реакции глицерина, что не прореагировал, диглицеридов и продуктов побочных реакций центрифугированием и молекулярной дистилляцией.

Рассмотрены технологические схемы глицеролиза жиров, производства 60 и 90% - ных моноглицеридов и процесс молекулярной дистилляции, как способ фракционной перегонки высокомолекулярных жидкостей.

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, глицерин дистиллированный, сырье, эмульгаторы, процесс этерификации, переэтерификация, диспергующий эффект, молекулярная дистилляция.*

Відомості про авторів

Полєвода Юрій Алікович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Вінницького національного аграрного університету: м. Вінниця, вул. Сонячна 3, ВНАУ, 21008, e-mail: vinyura36@gmail.com.

Полевода Юрий Аликович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств Винницкого национального аграрного университета г. Винница, ул. Солнечная 3, ВНАУ, 21008, email: vinyura36@gmail.com.

Polievoda Yurii – candidate of technical sciences, associate professor of the department of technological processes and equipment for processing and food production, Vinnytsia National Agrarian University: Vinnitsia, st. Sonyachna 3, VNAU, 21008, e-mail: vinyura36@gmail.com.