

О. П. ЧУМАК, Т. О. БЕРЕЗКА, С. М. МОЛЬЧЕНКО

ЩОДО ОТРИМАННЯ ЛЕЦИТИНУ З ФОСФАТИДІВ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

У статті розглянуті багатостадійні технології отримання харчового лецитину з використанням високих температур. В результаті роботи отримано харчовий лецитин з фосфатидного концентрату соняшникової олії з використанням ацетону і етилового спирту. Було досліджено вплив гідропероксиду водню на фосфатидний концентрат і на властивості отриманого лецитину. Встановлено, що отриманий з фосфатидного концентрату лецитин за своїми фізико-хімічними властивостями відповідає вимогам СОУ 15.4-37-12: 2004. Визначено ІК-спектр лецитину, що підтверджує присутність функціональних фрагментів, які характерні для харчового лецитину. У подальшому отримані експериментальні дані будуть використані для розробки технології отримання харчового лецитину. Передбачається, що дані дослідження дозволять впровадити нову технологію в хімічну промисловість народного господарства.

Ключові слова: фосфатидний концентрат; харчовий лецитин; ізотерми поверхневого натягу; інфрачервоний спектр.

О. П. ЧУМАК, Т. А. БЕРЕЗКА, С. Н. МОЛЬЧЕНКО

О ПОЛУЧЕНИИ ЛЕЦИТИНА ИЗ ФОСФАТИДОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

В статье рассмотрены многостадийные технологии получения пищевого лецитина с использованием высоких температур. В результате работы получен пищевой лецитин из фосфатидного концентрата подсолнечного масла с использованием ацетона и этилового спирта. Было исследовано влияние гидропероксида водорода на фосфатидный концентрат и на свойства полученного лецитина. Установлено, что полученный из фосфатидного концентрата лецитин по своим физико-химическим свойствам отвечает требованиям СОУ 15.4-37-12:2004. Определен ИК-спектр лецитина, подтверждающий присутствие функциональных фрагментов, которые характерны для пищевого лецитина. В дальнейшем полученные экспериментальные данные будут использованы для разработки технологии получения пищевого лецитина. Предполагается, что данные исследования позволят внедрить новую технологию в химическую промышленность народного хозяйства.

Ключевые слова: фосфатидный концентрат; пищевой лецитин; изотермы поверхностного натяжения; инфракрасный спектр.

O. P. CHUMAK, T. O. BEREZKA, S. M. MOLCHENKO

ON THE PRODUCTION OF LECITHIN FROM SUNFLOWER OIL PHOSPHATE

The article discusses the multistage technologies of obtaining food lecithin using high temperatures. As a result of the work, food lecithin from phosphatide concentrate of sunflower oil using acetone and ethyl alcohol was obtained. The effect of hydrogen hydroperoxide on the phosphatide concentrate and on the properties of the resulting lecithin was investigated. It was established that the lecithin obtained from the phosphatide concentrate in terms of its physicochemical properties meets the requirements of the SDA 15.4-37-12: 2004. The infrared spectrum of lecithin, confirming the presence of functional fragments that are characteristic of food lecithin, was determined. Studies of solutions of lecithin have shown that the resulting product exhibits surface activity forming associates with a critical concentration of micelle formation $\approx 2\%$, reducing the surface tension, including in the presence of surface-active substances. In the future, the experimental data obtained will be used to develop a technology for the production of food lecithin. It is assumed that these studies will introduce a new technology in the chemical industry of the national economy.

Keywords: : phosphatide concentrate; food grade face; surface tension isotherms; infrared spectrum.

Актуальність. В Україні існує потужне сировинне джерело отримання лецитину - фосфатидні концентрати соняшникової олії, виробництво яких на даний час перебільшує 4000 тонн, з яких виробляється більше 1600 т харчового продукту, одним з основних компонентів якого є лецитин. Цей компонент за рахунок дифільної структури, проявляючи поверхнево-активні властивості, застосовується не тільки у харчовій промисловості при виробництві майонезів, маргаринів, соусів, але й у фармацевтичній та косметичній промисловості для одержання ліків, кремів та інших продуктів. При використанні в цих виробництвах лецитин повинен бути високої якості, як за функціональними технологічними властивостями, так і товарним виглядом. Разом з тим фосфатидні концентрати включають значну кількість рослинної олії, концентрація якої може досягати 50 % і більше, жирні кислоти, різні супутні речовини [1], і тому за зовнішнім виглядом – це густі смолоподібні продукти темно коричневого або чорного кольору, що значно звуужє сфери як їх застосування, так і одержаних з них лецитинів. В зв'язку з цим підвищення якості лецитину фосфатидних концентратів соняшникової олії є актуальним завданням.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

Відомі технології одержання харчового лецитину з фосфатидного концентрату (ФК) включають в себе стадію знежирення його ацетоном чи екстрагування етанолом, ізопропіловим спиртом або гексаном.

Відомо [2] отримання лецитину (фосфатидилхоліну) з жовтків курячих яєць. Для цього їх гомогенізують в ацетоні при температурі мінус 20–25 °С впродовж 3 хв. Шари розділяють. Процес повторюють 6 разів. Потім яєчний жовток екстрагують етанолом при 24–28 °С в атмосфері інертного газу впродовж 1,5 год. Отриманий після фільтрації прозорий розчин осаджують хлоридом кадмію. Операцію осадження етанолом з хлоридом кадмію повторюють ще 5 разів. Одержаний осад розчиняють в хлороформі, обробляють 30 % розчином етанолу і одержують кінцевий продукт. Також відомо [3] отримання лецитину шляхом екстракції жовтків курячих яєць ацетоном. При цьому жовтки багаторазово обробляють ацетоном, охолодженим до температури мінус 18–20°С.

© Чумак О.П., Березка Т.О., Мольченко С.М., 2019

Потім повторно екстрагують чотири рази 96 % етанолом при інтенсивному перемішуванні впродовж 1 год., фільтрують під вакуумом, упарюють до мазеподібного залишку, до якого при перемішуванні додають 3-кратний об'єм ацетону, нагрівають і витримують при температурі 25–28°C впродовж 60 хв. Після чого в ротаційному апараті під вакуумом видаляють ацетон, додають нагрітий до 40 °C 96 % етанол, фільтрують і повністю видаляють етанол під вакуумом. Відомо [4] отримання лецитину, холестерину, кефаліну, а також цінної білкової кормової добавки для тварин – біошроту, з відходів м'ясопереробної промисловості, зокрема замороженої тканини головного мозку сільськогосподарських тварин. Технологія включає попередню обробку сировини шляхом розмороження, подрібнення і гомогенізації в етиловому спирті. Після фільтрації отриману біомасу екстрагують етиловим спиртом при температурі 15–75 °C в одну або кілька ступенів при співвідношенні біомаса: екстрагент рівним 1:2–1:100 впродовж 25–120 хвилин на кожному ступені. В результаті отримують біошрот головного мозку і ліпіди. Ліпіди перерозчиняють в будь-якому менш полярному, ніж ацетон, органічному розчиннику при співвідношенні 1:1–1:10. Потім до розчину додають 2–10 кратну кількість ацетону. Утворений осад фосфоліпідів збирають на фільтрі, які обробляють в одну або кілька ступенів етиловим спиртом при температурі 15–75 °C і співвідношенні 1:1–1:50. Кефалінову фракцію збирають на фільтрі. Фільтрат охолоджують до температури 5–10 °C і повторно фільтрують. Відганяють з фільтрату етанол і отримують лецитин. Фракцію нейтральних ліпідів перерозчиняють в етанолі при співвідношенні 1:1–1:50, витримують 30–60 хвилин і отримують суспензію холестерину в етанолі, холестерин збирають на фільтрі і висушують. Відомо [5] отримання лецитину, що рекомендується як емульгатор жирової емульсії для внутрішньовенного введення, для чого до 500 г фосфатного концентрату додають 1 л ацетону і перемішують на механічній мішалці впродовж 5 хв. Потім розчин декантують, а до осаду додають ще 1 л ацетону і знову перемішують впродовж 10 хв. Процедуру повторюють ще два рази. Осад фосфатидів відфільтровують на ліній Бюхнера через паперовий фільтр, промивають 0,5 л ацетону і сушать в вакуум-ексикаторі над хлористим кальцієм до повного зникнення запаху ацетону. В результаті отримують 300 г незжирених фосфатидів. До фосфатидів доливають 900 мл етанолу, підігрітого до 60 °C. Суміш витримують впродовж 5 хв на водяній бані при перемішуванні і температурі 60 °C. Гарячий розчин відокремлюють декантацією, до залишку доливають 900 мл етанолу, підігрітого до 60 °C, і екстракцію повторюють ще один раз. Обидві порції екстракту об'єднують і залишають в холодильнику на 10–12 год. Осад, що випав, відокремлюють фільтрацією через паперовий фільтр. Отримують 1700 мл екстракту з концентрацією лецитину 4 % об., який випарюють на роторному випарнику при 40 °C до обсягу 680 мл для отримання 10 % розчину лецитину. Цей розчин пропускають через шар окису алюмінію масою 48 г, який відмитий етанолом від дрібнодисперсного фракції для відділення пірогенних домішок. Отримують 650 мл розчину з концентрацією лецитину 7,5 % об. В цей розчин засипають \approx 97 г

активованого вугілля марки А і енергійно струшують впродовж 15 хв. Суміш фільтрують через паперовий фільтр, а потім через фільтр "Мілліпор". В результаті отримують 600 мл розчину з концентрацією лецитину 6 %. Отриманий лецитин вміщує незначну кількість вільних жирних кислот і характеризується низьким показником кольоровості, що в значній мірі визначає якість емульгатору [12]. Відомо [1] використання ізопропілового спирту замість етанолу при масовому відношенні ФК : спирт на першій стадії 1:2, а потім для зменшення втрат лецитину – 1:1. Оброблення проводять при температурі 50–80 °C та інтенсивному перемішуванні. Також відомо [6] виділення фосфоліпідів із фосфатидного концентрату, який полягає в тому, що фосфатидний концентрат розчиняють у гексані при співвідношенні мас 1:1. Одержаний розчин при інтенсивному перемішуванні обробляють водою у співвідношенні фосфатидний концентрат : вода 1–1,5:1 для відділення фосфоліпідів від жирів та інших супутніх речовин. В цих умовах фосфоліпіди гідратуються, втрачають розчинність в гексані і переходять після відстоювання в дрібнодисперсний осад у вигляді емульсії, який відокремлюють від гексанового шару. Ущільнення та зневоднення осаду проводять шляхом нагрівання до температури 60–80 °C впродовж 20–30 хвилин. Відомо [7] одержання порошкоподібного лецитину із рослинних фосфатидів шляхом їх обробки нагрітим ацетоном, гідратацією нерозчинного осаду та висушування. Осад фосфоліпідів після фільтрації обробляють водою при співвідношенні рідкої та твердої фази 3,5:1 або 5:1 при температурі 15–25 °C з подальшим висушуванням суспензії при температурі 90–100 °C. Вихід цільового продукту у вигляді порошку 55–65 %.

Недоліками відомих технологій є застосування багатьох стадій, використання високих температур, труднощі при зневодненні осаду, інактивування лецитину при термічній обробці, недостатньо якісний за кольором товарний вигляд.

Мета і задача дослідження. Мета роботи полягає в отриманні харчового лецитину з фосфатидного концентрату соняшникової олії шляхом виділення з використанням ацетону і етанолу та дослідження впливу гідропероксиду водно на фізико-хімічні характеристики кінцевого продукту.

Використані матеріали, обладнання і методи аналізів. Під час дослідження використано фосфатидний концентрат з фізико-хімічними характеристиками, які наведено в табл. 1, ацетон згідно ГОСТ 2768-84, етиловий спирт згідно ДСТУ 4221:2003, пентадецилсульфонат натрію ($C_{15}H_{31}SO_3Na$ – ПДСН, VEB-LEU Na) з вмістом основної речовини 98 %.

Кислотне число визначено згідно ДСТУ 4350:2004, пероксидне число згідно ДСТУ ISO 3960:2001, вологі згідно ДСТУ ISO 662:2004, запах та прозорість згідно ДСТУ 4463:2000, колірність згідно з ДСТУ 4568:2006, фосфоровмісних речовин згідно ДСТУ 7082:2009, густину згідно ГОСТ 3900-85.

Жирнокислотний склад згідно ДСТУ ISO 5508-2001 з використанням хроматографу SHIMADZU при

умовах: температура термостата колонок – 180–190 °С; температура випарника – 250 °С; температура печі детекторів – 200 °С; швидкість потоку газу-носія (азот, аргон, гелій) – 30–40 см³/хв; об'єм зразку – близько 1 мм³ розчину метилових ефірів кислот в гексані, час виходу метилолеату не більше 15 хв., оптичну густину з використанням фотоколориметру

КФК-2, коефіцієнт заломлення (рефракції) згідно ГОСТ 5482-90, ІЧ-спектри з використанням спектрометру IR Prestige з програмою Lab Solutions IR виробництва SHIMADZU, поверхневий натяг сталагмометричним методом.

Таблиця 1 – Характеристики фосфатидного концентрату

Назва показника	Характеристика
Фізичні характеристики:	
Зовнішній вигляд	Непрозора масляниста рідина
Колір	Коричневий
Запах і смак	Слабко виражені, властиві фосфатидам без стороннього запаху
Консистенція	Текуча
Масова частка води і летких речовин, %	0,6
Масова частка фосфатидів, %	60,1
Масова частка олії, %	38,8
Хімічні показники:	
Кольорове число, мг йоду	8,0
Кислотне число, мг КОН / г	27,5
Перекисне число, ½ O ₂ ммоль / кг	2,3
Масова частка речовин, не розчинних в етиловому ефірі, %	0,9

Методика одержання лецитину включає дві основні стадії: освітлення фосфатидного концентрату і виділення лецитину. Для освітлення до заданої маси ФК додають задану кількість гідропероксиду водню, суміш перемішують впродовж заданого часу при вибраній температурі та оцінюють зміни кольору. Таким чином знаходять умови одержання зразків з найменшою колірністю жовто-помаранчевого забарвлення. Для отримання лецитину до одержаного зразку додають ацетон, суміш перемішують заданий час при певній температурі та залишають до випадіння осаду яскравого жовто-лимонного кольору. Після відстоювання верхній шар ацетону

зливають, а залишок заливають свіжою порцією ацетону і обробляють як вказано вище, отримуючи осад темно-жовтого кольору. Операцію повторюють ще раз і одержують осад блідо-жовтого забарвлення. На наступній стадії до осаду для вилучення залишків ацетону додають етанол перемішують впродовж 15 хвилин, розчин фільтрують, осад висушують і одержують лецитин.

Результати дослідження

Після оброблення ФК згідно методики експерименту і знайдення оптимальних умов одержано лецитин з фізико-хімічними характеристиками, які приведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники одержаного лецитину з соняшникового фосфатидного концентрату

Жирна кислота	Масова частка жирної кислоти, % до суми жирних кислот	
	олія	лецитин/ [8]
Насичені:	11,83	31,40/24,5
міристинова С14:0	0,12	0,45/0,1
пальмітинова С16:0	7,00	22,74/19,6
стеаринова С18:0	3,54	4,34/3,6
арахінова С20:0	0,29	1,74/0,3
бегенова С22:0	0,75	1,42/1,1
лігноцеринова С24:0	0,13	0,71/0,4
Мононенасичені:	27,58	16,03
пальмітоолеїнова С16:1	0,12	0,21/0,1
олеїнова С18:1(ω 9)	27,30	14,72/14,6
ейкозаєнова С20:1	0,16	1,10/0,2
Поліненасичені:	60,59	52,57
лінолева С18:2 (ω 6)	60,38	52,32/14,6
ліноленова С18:3 (ω 3)	0,21	0,25/0,2
Сума ненасичених	88,17	75,5/68,6

В ІЧ-спектрі виділеного лецитину спостерігаються смуги поглинання наступних функціональних груп, см⁻¹: 1233 – валентні коливання зв'язку P=O, 1464 – деформаційні коливання зв'язку C-H в CH₂; 1616 – деформаційні

коливання зв'язків в групі N+H₃, 1737 – валентні коливання зв'язку C=O, 2852, 2921, 3010 – симетричні і асиметричні коливання зв'язку C-H в CH₂, 3323 – валентні коливання зв'язку N-H (рис. 1). Ці результати співпадають з даними [8].

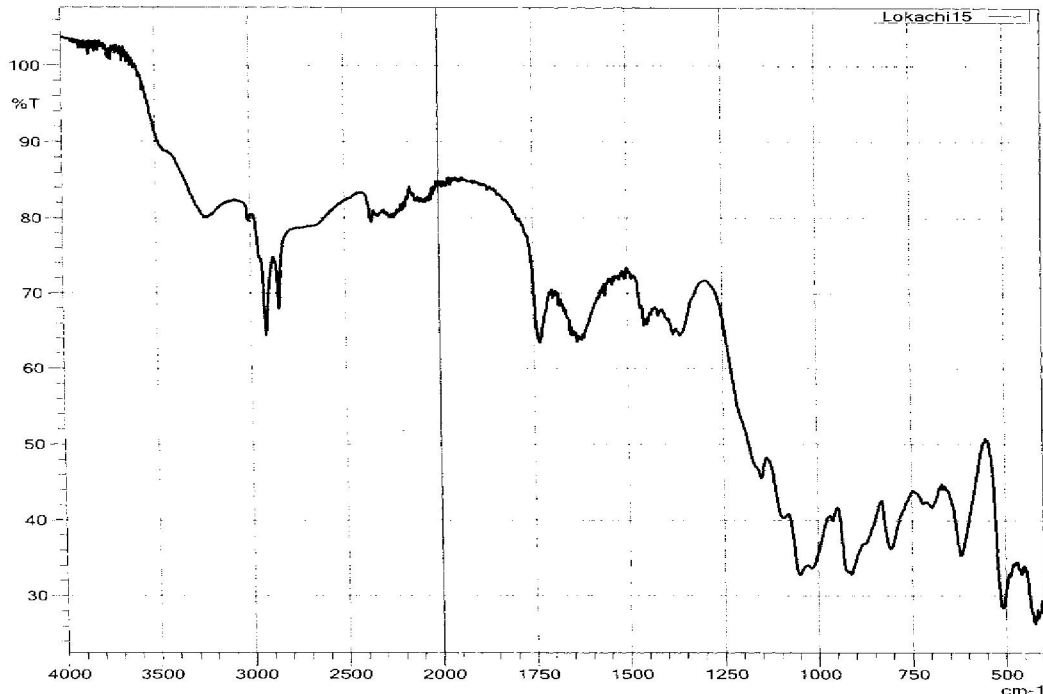


Рис. 1. ІЧ-спектр виділеного лецитину

Співставлення і обговорення

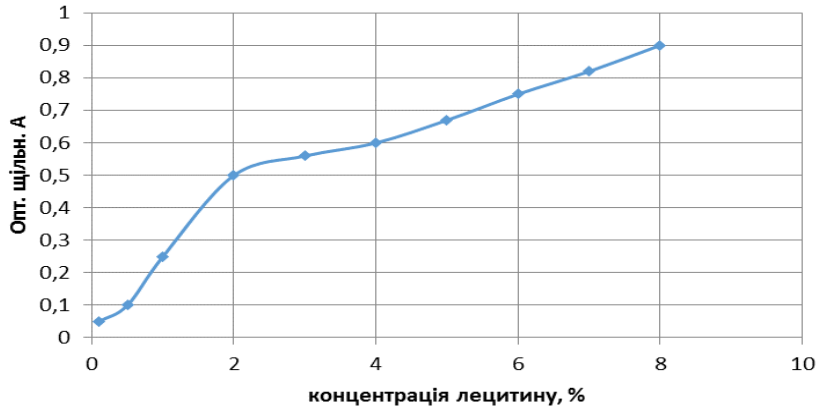
Співставлення визначених показників одержаного лецитину (табл. 1) свідчить про те, що волиги і речовин, які не розчинні в діетиловому ефірі, в ньому менше, ніж у вимогах до такого продукту. При цьому кислотне число і перекисне число також менші у ≈ 3 рази і 6,5 раз, відповідно, що вказує на значно меншу кількість продуктів окиснення в одержаному лецитині і більш високу його якість. Разом взяті ці фізико-хімічні показники з врахуванням того, що і колірне число всього 14, свідчать про можливість одержання лецитину більшої якості, порівняно з відомими технологіями.

Аналіз складу жирних кислот (табл. 2), які виділені з одержаного лецитину, і співставлення його з складом жирних кислот соняшникової олії вказує на те, що лецитин більше збагачений фрагментами насичених жирних кислот, зокрема пальмітинової кислоти, і характеризується меншим вмістом моно- і поліненасичених кислот, що співпадає з відомими даними [9] і підтверджується меншим колірним числом. За рахунок того, що до лецитину

соняшникової олії крім фосфатидил-етаноламінів, -інозитолів, -гліцеринів, фосфатидних і поліфосфатидних кислот, найбільше входить фосфатидилхолінів [10], які зумовлюють найбільш широкий спектр фізіологічної дії, проявляючи виражені гіпохолестеринмічні, гіполіподемичні і гепатопротекторні властивості. Оскільки лецитин є сумішшю діфільних молекул, то вони повинні утворювати агрегати при розчиненні у розчинниках та змінювати поверхневий натяг.

Розчинність лецитину у воді дуже мала, тому досліджено деякі властивості його етанольних розчинів.

Дослідженням змін оптичної густини (рис. 2) від концентрації лецитину встановлено злом на цій залежності, що підтверджує утворення асоціатів, а концентрація на зломі відповідає критичній концентрації міцелоутворення згідно [11], величина якої узгоджується з відомими даними і знаходиться на рівні $\approx 2\%$ [12].

Рис. 2 – Залежність оптичної густини розчинів лецитину в етанолі від концентрації лецитину ($\lambda = 283$ нм), $T = 303,15$ К

Для збільшення розчинності і поверхневої активності відомо [12] використання лецитину разом з поверхнево-активними речовинами (ПАВ). Дослідження впливу домішок ПДСН до розчинів лецитину вказує на зменшення поверхневого натягу на 14–17 мН/м, тобто підтверджує те, що розчини

одержаного лецитину проявляють поверхневу активність, яка збільшується у присутності ПАВ. А це свідчить про те, що такий лецитин може бути використаний для одержання різних емульсійних продуктів харчового, лікувального і технічного призначення.

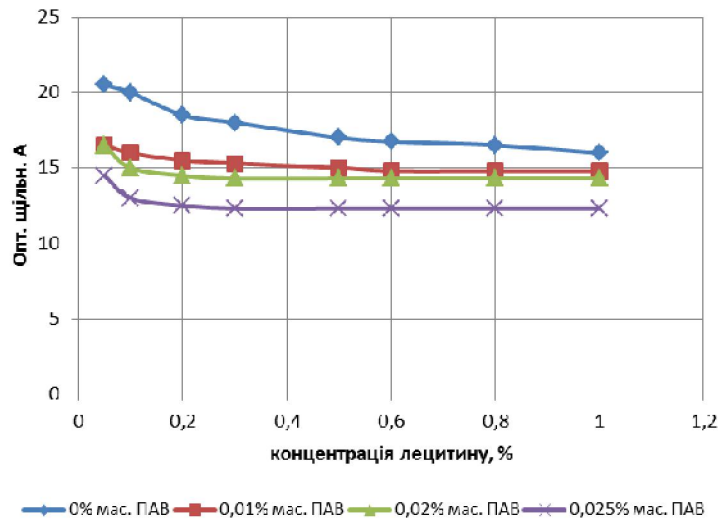


Рис. 3 – Ізотерми поверхневого натягу в залежності від концентрації лецитину і концентрації ПАВ

Можна відмітити те, що за рахунок високого вмісту ацилів олеїнової і лінолевої кислот, які характеризують фізіологічну цінність лецитину, зокрема зумовлюється зниження ризику серцево-судинних захворювань, а присутність у молекулі фосфатидилхолину двох ацилів лінолевої кислоти згідно [9] нормалізує мембранні розлади, проявляючи антиоксидантні, протизапальні, антифіброгенні та інші фізіологічні функціональні властивості [13]. Цьому якраз сприяє більша кількість ацилів лінолевої кислоти.

Висновки

1. Дослідженнями встановлено, що шляхом обробки фосфатидного концентрату соняшникової олії пероксидом водню і наступною обробкою ацетоном і етанолом, можна отримати лецитин більш

високої якості за рахунок зменшення в кінцевому продукті кислотного, пероксидного, колірною чисел, вологи та інших речовин.

2. Газохроматографічним методом показано, що згідно жирнокислотного складу одержаний лецитин збагачений ацилами насичених і ненасичених жирних кислот з переважним вмістом останніх, а ІЧ-спектроскопією – встановлено присутність функціональних фрагментів, які характерні для лецитинів

3. Дослідженнями розчинів лецитину доказано, що одержаний продукт проявляє поверхневу активність утворюючи асоціати з критичною концентрацією міцелоутворення ≈ 2 %, знижуючи поверхневий натяг, в тому числі і у присутності поверхнево-активних речовин.

Список літератури

1. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. *Фосфолипиды растительных масел*. Москва: Агропромиздат, 1986. 255 с.
2. Оганесян Е. Т., Мальцев Ю. А., Магонов М. М., Воробйов Н. Ю. Пат. 2002100678А, Российская Федерация. *Способ получения яичного лецитина*. 2005.
3. Авчьева П. Б., Буторова І. А., Авчьев М. І., Деев С. В. Пат. 2279885С2, Российская Федерация. *Способ одновременного получения лецитина, холестерина, кефалина и биошрота*. 2006.
4. Чумак О. П., Гладкий Ф. Ф. *Научно-практические основы технологии жиров и жирозаменителей*. Харьков: НТУ «ХПІ», 2006. 175 с.
5. Мельник М. І., Школа О. І., Мельников К. О., Шепотинник В. І., Торубаров І. В. Пат. 45451, Україна. *Спосіб виділення фосфатидів із фосфатидного концентрату*. 2003.
6. Пат. 59555, ГДР. *Спосіб виділення фосфатидів із фосфатидного концентрату*. 1968.
7. Швец В. І., Сеннікова І. Г., Орлова Г. Л., Теміров Ю. П., Петров В. І., Іванова Н. М. Пат. RU2058787 C1, Российская Федерация. *Способ получения лецитина*. 1996.
8. Филиппов А. В., Хакимов А. М., Дороголицкий М. М., Скирда В. Д. Органическая самодиффузия лецитина в системе лецитин–вода // *Коллоид. журн. – Russian Journal of Colloid Journal*. 2000. Т. 62, № 5. С. 700–706.
9. *Сравнительный анализ лецитинов, полученных из различного сырья*. URL: <http://www/uviks.ru/info/poleznye-stati-i-sovety> (дата звернення: 01.03.2019).
10. Шульга С. М. Стабильность липосом и жирнокислотный состав лецитина и фосфатидов подсолнечника // *Boitechnologia Acta – Ukrainian Journal of Boitechnologia Acta*. 2016. Т. 9, № 1. С. 87–96. doi:10.15407/biotech9.01.087
11. Бухштаб З. И., Мельник А. П., Ковальов В. П. *Технология синтетических моющих средств*. Москва: Лепромиздат, 1988. 40 с.
12. Арутюнян Л. Р., Арутюнян Р. С., Хижняк С. Д., Пахомов П. М. Некоторые физико-химические и коллоидные свойства системы лецитин–этиловый спирт–вода. *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия*. Тверь: ТвГУ. 2016. № 2. С. 125–134.
13. K.-J. Gundermann. Is 1,2-Dilinoleoylphosphatidylcholine (DLPC) the Key Ingredient in Polyenylphosphatidylcholine (PPC) from soybean to Treat Membrane Damages? *15-th International Conference «Phospholipids: New Opportunities in Technology, Analytical, Chemistry and Applicatins»*, October 12-13, 2016.

Bibliography (transliterated)

1. Arutyunyan N. S., Komena E. P. *Fosfolipidy rastitelnykh masel*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 255 p.
2. Oganeyan E. T., Maltsev Yu. A., Magonov M. M., Vorobyov N. Yu., *Sposob polucheniya yaichnogo letsitina*. Patent RF, no. 2002100678A, 2005.
3. Avchieva P. B., Butorova I. A., Avchiev M. I., Deev S. V. *Sposob odnovernennogo polucheniya letsitina, holesterina, kefalina i bioshrota*. Patent RF, no. 2279885C2, 2006.
4. Chumak O. P., Gladkiy F. F. *Nauchno-prakticheskie osnovy tehnologii zhиров i zhіrozameniteley*. Kharkov, NTU «HhPI» Publ., 2006. 175 p.
5. Melnik M. I., Shkola O. I., Melnikov K. O., Shepotinnik V. I., Torubarov I. V. *Sposib vidilennya fosfatidiv iz fosfatidnogo kontsentratu*. Patent UA, no. 45451, 2003.
6. *Sposib vidilennya fosfatidiv iz fosfatidnogo kontsentratu*. Patent GDR no. 59555, 1968.
7. Shvets V. I., Sennikova I. G., Orlova G. L., Temirov Yu. P., Petrov V. I., Ivanova N. M. *Sposob polucheniya letsitina*. Patent RF no. 2058787 C1, 1996.
8. Filippov A. V., Hakimov A. M., Dorogonitskiy M. M., Skirda V. D. *Organicheskaya samodiffuziya letsitina v sisteme letsitin–voda // Kolloid. zhurn. – Russian Journal of Colloid Journal*. 2000. vol. 62, no. 5. pp. 700–706.
9. *Sravnitelnyy analiz letsitinov, poluchennykh iz razlichnogo syrya*. Available at: <http://www/uviks.ru/info/poleznye-stati-i-sovety> (data zvernennya: 01.03.2019).
10. Shulga C. M. *Stabilnost liposom i zhіromkislotnyy sostav letsitina i fosfatidov podsolnechnika // Boitechnologia Acta – Ukrainian Journal of Boitechnologia Acta*. 2016. vol. 9, no. 1. pp. 87–96. doi:10.15407/biotech9.01.087
11. Buhshab Z. I., Melnik A. P., Kovalov V. P. *Tehnologiya sinteticheskikh moyuschih sredstv*. Moscow, Legpromizdat Publ., 1988. 40 p.
12. Arutyunyan L. R., Arutyunyan R. S., Hizhnyak S. D., Pahomov P. M. *Nekotorye fiziko-himicheskie i kolloidnyie svoystva sistemy letsitin-etilovyy spirt-voda. Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya*. Tver, TvGU Publ., 2016, no. 2. pp. 125–134.
13. K.-J. Gundermann. *Is 1,2-Dilinoleoylphosphatidylcholine (DLPC) the Key Ingredient in Polyenylphosphatidylcholine (PPC) from soybean to Treat Membrane Damages? 15-th International Conference «Phospholipids: New Opportunities in Technology, Analytical, Chemistry and Applicatins»*, October 12-13, 2016.

Надійшла (received) 19.04.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Чумак Ольга Петрівна (Чумак Ольга Петровна, Chumak Olha Petrivna) – професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4059-5662>; e-mail: olga.p.chumak@gmail.com

Березка Тетяна Олександрівна (Березка Татьяна Александровна, Berezka Tetiana Oleksandrivna) – доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1329-2981>; e-mail: berezka_tatyana_kpi@meta.ua

Мольченко Світлана Миколаївна (Мольченко Светлана Николаевна, Molchenko Svitlana Mykolaivna) – старший викладач кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7897-8947>; e-mail: molchenko.svetlana@gmail.com