

М.І. Осейко, д-р техн. наук  
О.В. Голодна, аспірант  
Національний університет харчових  
технологій

**НАНОТЕХНОЛОГІЇ:  
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ  
ГІДРУВАННЯ ОЛІЄЖИРОВОЇ  
СИРОВИНИ**

*Статтю присвячено проблемі гідрування олієжирової сировини. Розглянуто нанотехнологічну трьох фазну систему (олія-каталізатор-водень). У результаті аналітичного розгляду науково-технічних джерел виявлено критичні точки процесу гідрування та необхідність експериментальних досліджень.*

*Фізико-хімічні показники вихідної сировини і продуктів гідрогенізації визначено стандартними методами.*

*Наведено результати експериментальних досліджень показників сировини (тропічних олій, купажованої олії) та отриманих гідрогенізаторів. З використанням каталізаторів Н-1 і Н-2 отримано асортимент гідрогенізаторів із заданою температурою плавлення і твердістю (консистенцією). Витрата каталізаторів Н-1 і Н-2 0.7 ... 1.1 кг/т, витрата водню 10.7 ... 33.6 нм<sup>3</sup>/т.*

*Виявлено нове технічне рішення (спосіб гідрування рослинних олій). Отримано асортимент жирів із раціональними температурами плавлення і твердістю (консистенцією) для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення.*

**Ключові слова:** нанотехнології, процес гідрування, каталізатор, тропічні олії, соняшникова олія, продукти гідрування олій, фізико-хімічні характеристики.

---

Технологія, як засіб створення штучного світу, розвивається по двох напрямках. Перший зв'язаний з проникненням у глибину матерії - нанотехнології, другий – з виходом на широкі рівні управління виробництвом [1].

«Нанотехнології: це любі технології створення об'єктів, споживчі властивості яких визначаються необхідністю контролю і маніпулювання окремими нанорозмірними об'єктами. При цьому, самі об'єкти, що створюються, можуть мати любі розміри - від «нано» до традиційних» (Б. Оккама, 2007). Наявність терміну «окремі»: віддаляє визначення від традиційної хімії та однозначно вимагає наявності самого передового наукового, метрологічного і технологічного інструментарію, здатного забезпечити контроль за окремими, а при необхідності навіть за конкретними нанооб'єктами. Саме при індивідуальному контролі ми отримуємо об'єкти, що володіють споживчою новизною. Тобто, якщо ми здатні знайти

конкретний нанорозмірний об'єкт, проконтролювати і при необхідності змінити його структуру і зв'язки, то це - «нанотехнології». «Нанорозмірний об'єкт»: це атом, молекула, надмолекулярне утворення [2, 3].

Нанорозмірними об'єктами у технологічних процесах гідрування [1, 4] є:

1. Олієжирова сировина (ОЖС). Ефективний діаметр молекул жирних кислот C18 0.5 нм при довжині 1.51...2.46 нм. Діаметр молекул триацилгліцеринів (ТАГ) в 3...5 раз більше діаметра вільних (неасоційованих) жирних кислот і приблизно дорівнює 1.5 нм;

2 Каталізатор. Розмір пор нікельвмісного каталізатору 2.5...12 (переважно 3...5) нм при довжині його часток 5...15 (переважно 5...7) мкм;

3 Водень. Діаметр молекули водню 0.25 нм.

У технологічних процесах гідрування змінюються структура і зв'язки в ОЖС: утворюються позиційні і просторові ізомери, змінюється молекулярний (жирнокислотний, ацилгліцериновий) склад кінцевого продукту (саломасу) тощо.

У технології аналітичного контролю використовуються крім стандартних фізико – хімічних сучасні інструментальні методи контролю нанорозмірних об'єктів і надмолекулярних утворень (хроматографічні, маспектрометричні, спектрометричні, ядерний магнітний резонанс, капілярний електрофорез тощо [1].

Слід зазначити, що важливою проблемою олієжирового комплексу України в умовах СОТ і ЄС є забезпечення споживачів якісними, безпечними та конкурентоздатними продуктами. Тому аналітичне й експериментальне обґрунтування способів гідрування олій і жирів та створення науково обґрунтованої інноваційної технології виробництва заданого асортименту харчових саломасів є доцільним і актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Складністю технологічного процесу гідрування ОЖС є те, що технологічна система трьохфазна (олія/жир - каталізатор - водень). Крім того, рідка фаза є полі компонентною щодо вмісту ацилгліцеринів.

При звичайних умовах гідрогенізації коріандрової жирної олії отримані саломаси не задовольняють вимогам щодо маргаринової продукції по співвідношенню між температурою плавлення і твердістю. При температурі плавлення 31-36°C мають твердість менше 100 г/см, а саломаси з необхідною твердістю 160-320 г/см мають температуру плавлення від 39°C і вище. При експериментально визначених технологічних умовах гідрування ОЖС (склад суміші з оліями лінолево-олеїнової групи, витрата водню в реактор, збільшення концентрації нікелевого каталізатору з 0,1-0,2% до 0,2-0,5%) отримано харчові саломаси необхідної якості [5].

При дослідженні впливу показників бавовняної олії різної якості на її гідруємість в лабораторних умовах з нікель-мідним каталізатором СКД отримано саломаси, які по йодному числу і температурі плавлення відповідають вимогам щодо технічних саломасів [6].

При гідруванні бавовняної олії на порошкоподібному нікелевому каталізаторі отримані низько плавкі саломаси для виробництва наливних маргаринів. Наголошується також на необхідності пошуку і розробки нових технологій, підборі та використанні ефективних каталізаторів для гідрогенізації бавовняної олії.[7, 8].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.**

Незважаючи на значні досягнення в галузі гетерогенного каталізу, природу активних центрів та каталітичної дії каталізаторів досі не встановлено. Тому вибір гетерогенних каталізаторів здійснюється, головним чином, емпіричним шляхом. В технологіях гідрування ОЖС переважно використовуються нікелеві або нікель-мідні каталізатори на носіях [9].

На основі аналітичного огляду опублікованих джерел і попередніх досліджень, що виконані, визначено критичні точки в нанотехнологіях гідрування ОЖС, зокрема:

- Вид, склад і якість ОЖС;
- Вид, склад і якість каталізатора. Нано і мікро розміри та технологічні умови використання каталізатору;
- Якість і технологічні умови використання водню. Попереднє глибоке очищення водню;
- Раціоналізація технологічних умов ведення і управління процесом гідрування ОЖС;
- Деметалізація гідрогенізату (саломасу).

**Постанова завдання.** Метою роботи є експериментальне дослідження технологічних аспектів нанотехнології щодо отримання гідрованої ОЖС для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення. *Об'єкт дослідження – процес гідрування ОЖС.*

*Предмет дослідження – фізико-хімічні та технологічні властивості вихідної ОЖС, проміжних і кінцевих продуктів.*

*Методи дослідження.* За стандартними методиками досліджено фізико-хімічні та технологічні властивості вихідної ОЖС і кінцевих продуктів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Характеристика вихідної ОЖС, зокрема тропічних олій та сумішей з соняшниковою олією, що досліджувались, наведено у табл. 1. По значенням кислотного числа (К.ч) і пероксидного числа (П.ч) олії не перевищували 0.30 і 5.0 відповідно. По величинам йодного числа (Й.ч), температури плавлення ( $T_{пл}$ ) і твердості ( $T_v$ ) олії знаходились в межах, що характерні виду ОЖС.

Умови гідрування зразків вихідної ОЖС наведено в табл..2. Початкова температура гідрування становила 165 ... 170 °С, доза каталізаторів Н1 і Н2 при заданому співвідношенні становила 0.7 ... 1.1 кг/т і витрата водню від 10.7 до 33.6 нм<sup>3</sup>/т.

**Таблиця 1** Характеристика зразків вихідної ОЖС

Зразок	Вихідна сировина	К.ч , мг КОН/г	П.ч , ммоль ½ O <sub>2</sub> /г	Й.ч , г I <sub>2</sub> /100г	T <sub>пл</sub> , °С	Tв , г/см
1	Олія пальмова	0.20	4.48	63.0	36.5	193
2	Олія пальмова і соняшникова 7 : 3	0.27	3.02	62.5	36.0	119
3	Олія пальмоядрова	0.26	2.13	24.1	28.0	380
4	Олія соняшникова і кокосова 0.92 : 0.08	0.23	1.37	19.7	23.5	380
5	Олія соняшникова і кокосова 0.5 : 0.5	0.28	3.27	70.4	21.0	100

**Таблиця 2** Умови гідрування зразків вихідної ОЖС

Зразок	Початкова температура, °С	Каталізатор	Доза каталізатора, кг/г	Подача водню, нм3/г	Витрата водню, нм3/г
1	165	H1 + H2 1:4.1	0.7	50	22.8
2	170	H1 + H2 2:1	1.0	200	30.4
3	170	H1 + H2 2.5: 1	0.7	100	10.7
4	170	H1 + H2 2:1	1.0	50	13.0
5	165	H1 + H2 4.3:1	1.1	500	33.6

Фізико-хімічні показники отриманих гідрогеніатів наведено в табл. 3. Значенням кислотного числа (К.ч) і пероксидного числа (П.ч) гідрогеніатів становили 0.53 і 0.64 відповідно. Відмічено зменшення величини П.ч. Йодні числа (Й.ч) зменшились до 9.3 ... 43.3, температури плавлення (T<sub>пл</sub>) і твердості (Tв) гідрогеніатів знаходились в межах 32.0 ... 44.6 і 500 ... 880 відповідно. По визначеним показникам отримані харчові саломаси відповідають маркам М2, М3 , М5 [10]

З метою раціонального управління процесом гідрування досліджено вплив витрати водню на температуру плавлення і твердість саломасів при гідруванні пальмоядрової олії, зразок №3 та суміші соняшникової і кокосової олій, зразок №5 (рис. 1 і 2).

З наведених даних видно, що тільки за рахунок зміни витрати водню на гідрування визначеного виду ОЖС можливо управляти процесом і отримувати асортимент саломасів для олієжирового комплексу та інших

галузей. По результатам досліджень, що наведені у табл.4, виявлено нове технічне рішення щодо способу отримання гідрованих олій для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення.

**Таблиця 3** Характеристика зразків вихідної ОЖС після гідрування

Зразок	Вихідна сировина	К.ч , мг КОН/г	П.ч , ммоль ½О/кг	Й.ч , г I <sub>2</sub> /100г	T <sub>пл</sub> , °С	Тв , г/см
1	Олія пальмова	0.34	0.61	43.3	44.6	880
2	Олія пальмова і соняшникова 7 : 3	0.41	0.64	43.0	44.3	849
3	Олія пальмоядрова	0.53	0.37	10.1	34.0	735
4	Олія кокосова і соняшико-ва 0.92 : 0.08	0.52	0.49	9.3	33.2	665
5	Олія кокосова і соняшникова 0.5 : 0.5	0.44	0.10	35.0	32.0	500

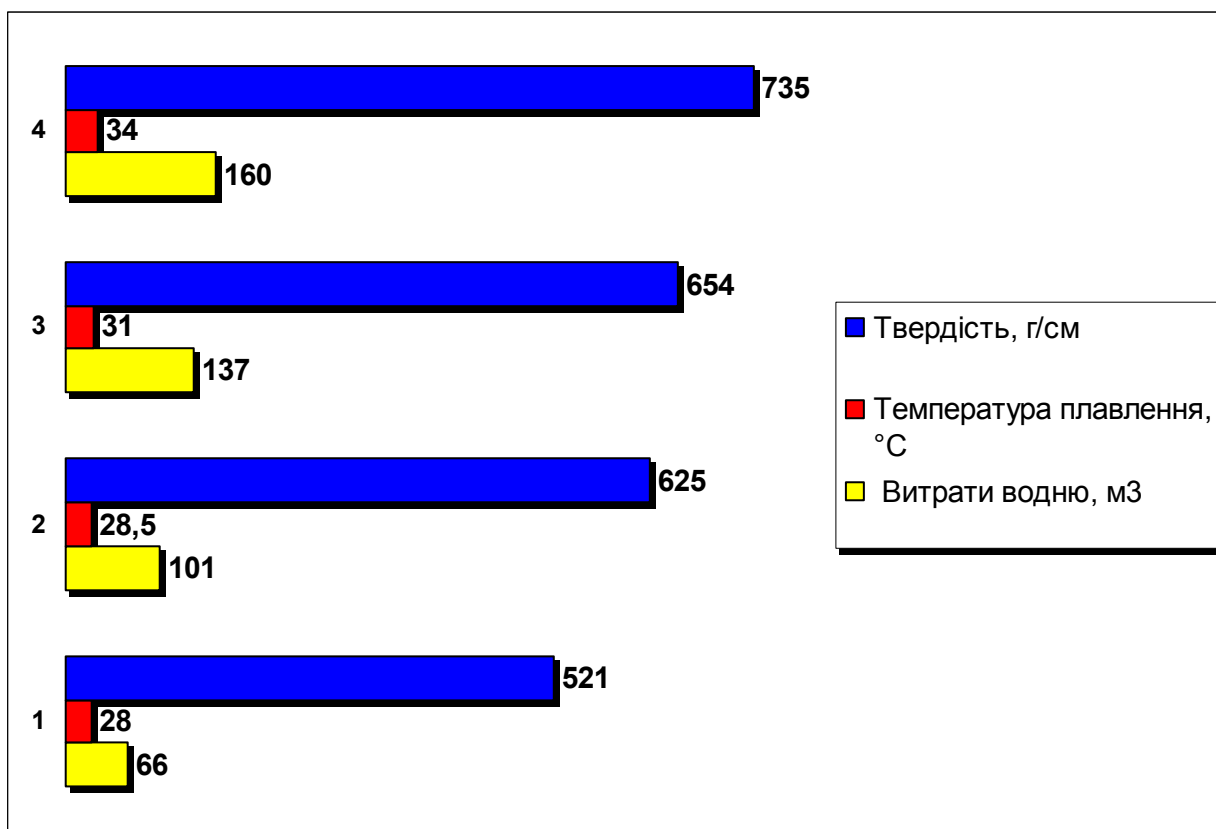


Рис. 1. Зміна температури плавлення і твердості саломасу від витрати водню на гідрування зразка №3.

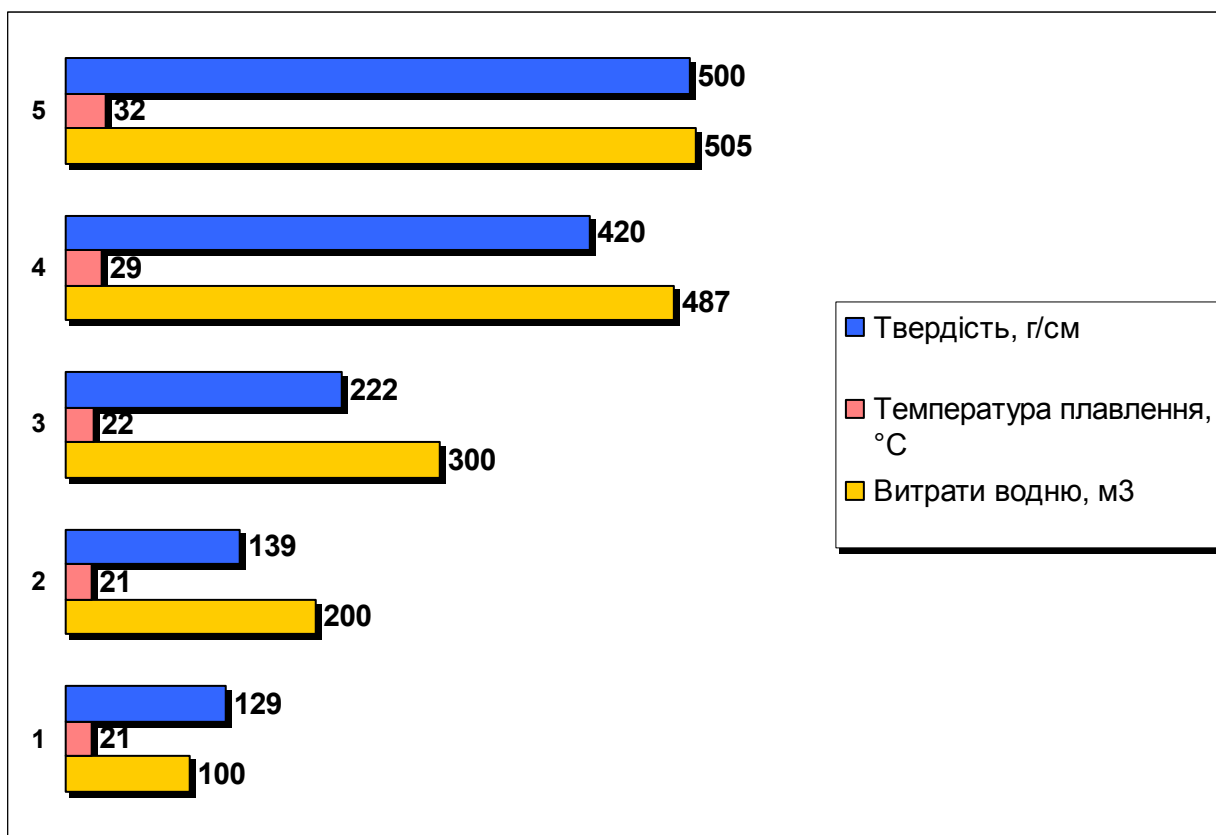


Рис. 2. Зміна температури плавлення і твердості саломасу від витрати водню на гідрування зразка №5.

**Висновки.** В результаті виконаного дослідження виявлено нове технічне рішення щодо отримання гідрованої олієжирової сировини з раціональними температурами плавлення і твердістю (консистенцією) для виробництва маргаринів, кондитерських, кулінарних жирів і жирів спеціального призначення.

Подальші дослідження у цьому напрямі будуть спрямовані на нейтралізацію критичних точок, виявлення і використання чинників впливу щодо нанопроцесів для отримання якісної і конкурентоздатної продукції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Осейко М.І. Технологія рослинних олій. Київ.: ВВ «Варта», 2006. - 280 с.

2. Нанотехнологии. Азбука для всех. /Под ред. Ю.Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2008. – 368 с.
3. Осейко М.І. Нанотехнології ліпидовмісних продуктів, екстрактів і добавок в системі КТІОЛ®. Матеріали 2-ї міжнар. науково - практичної конф. «Химия и технология жиров. Перспективы развития масло – жировой промышленности» /АР Крим, м. Алушта, 20-25.09.2009 р. - С. 56-59
4. Технология переработки жиров /Н.С. Арутюн, Е.П. Корнена, Л.И. Янова и др. // М.: Пищепромиздат, 1999. – 452 с.
5. Патент РФ 2054464, МПК C11C 3/12 Способ получения пищевого саломаса /Азнаурьян М.П., Аскинази А.И., Комаров и др. Опубл. 20.02.1996.
6. А.Т. Рузибаев, Ю.К. Кадилов, О.К. Юнусов Интенсификация процесса гидрогенизации хлопкового масла. МЖП, 2011, № 6.- С. 33 – 34.
7. К.Х. Мажидов Производство жидких и твердых пищевых жиров на основе каталитической модификации хлопкового масла / К.Х.Мажидов, К.К.Саттаров, Ш.Хожиев и др.// Масложировая пром.-сть. 2007. № 3. - 48-49.
8. Н.К.Мажидова, Ю.К.Кадилов, М.Н.Рахимов. Гидрирование хлопкового масла на катализаторах нового поколения. /Масложировая промышленность, 2011.- № 2.- С.11-12.
9. Технологія модифікованих жирів: навч. посіб. / Ф.Ф.Гладкий, В.К.Тимченко, І.М.Демідов та ін. – Х.:НТУ «ХП», 2012.- 210 с.
10. ДСТУ 5040:2008 Саломаси нерафіновані та рафіновані. Технічні умови.- К.: Держспоживстандарт України, 2009.- 15 с.

**Таблиця 4** Вплив дози каталізаторів (Кт) Н1 і Н2 та витрати водню на температуру плавлення (Тпл) і твердість (Тв) гідрованої пальмоядрової олії (приклади 1 - 4), гідрованої пальмової олії (приклади 5 - 7), гідрованої суміші соняшникової і кокосової олій (приклади 8 – 10)

№ прикладу	Кт Н1 і Н2, кг/т	Витрата водню, м3	Тпл, °С	Тв, г/см	Призначення саломасу (асортимент)
1	0.7	65	28.0	521	Саломас спеціального призначення
2	0.7	101	28.5	625	----- « -----
3	0.7	137	31.0	654	----- « -----
4	0.7	160	34.0	735	----- « -----
5	0.9	200	38.0	233	----- « -----
6	0.9	267	40.1	442	Для маргаринової продукції та кулінарних жирів. Саломас марки М1 - 2
7	0.9	343	44.8	871	Для маргаринової продукції, кондитерських жирів. Саломас марки М5
8	1.1	300	22.0	222	Для маргаринової продукції та кулінарних жирів.
9	1.1	487	30.0	420	Для кондитерського жиру, маргаринової продукції.
10	1.1	500	32.0	500	Для кондитерського жиру, маргаринової продукції.

*Н.И.Осейко, Е.В.Голодна*

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГИДРИРОВАНИЯ МАСЛОЖИРОВОГО СЫРЬЯ**

*Статья посвящена проблеме гидрирования масложирового сырья. Рассмотрена нано-технологическая трех фазная система (масло – катализатор - водород). В результате аналитического рассмотрения научно - технических источников обнаружены критические точки процесса гидрирования и необходимость экспериментальных исследований.*

*Физико - химические показатели исходного сырья и продуктов определены стандартными методами.*

*Приведены результаты экспериментальных исследований показателей сырья (тропических масел, смесей масел) и полученных продуктов. С использованием катализаторов Н-1 и Н-2 получен ассортимент жиров с заданной температурой плавления и твердостью (консистенцией). Расход катализаторов Н-1 и Н-2 0.7 ... 1.1 кг/т, расход водорода 10.7 ... 33.6 нм3/т.*

*Выявлено новое техническое решение (способ гидрирования растительных масел). Получен ассортимент жиров с рациональными температурами плавления и твердостью*

(консистенцией) для производства маргаринов, кондитерских, кулинарных жиров, и жиров специального назначения.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, процесс гидрогенизации, катализатор, тропические масла, подсолнечное масло, продукты гидрогенизации масел, физико-химические характеристики.

**N.Osejko, E.Golodna**

***NANOTECHNOLOGIES: TECHNOLOGICAL ASPECTS of HYDROGENIZING of OIL - FAT raw MATERIAL***

*. The article is devoted the problem of hydrogenizing of oils (raw material). The nanotechnological is considered three phase system (butter - catalyst - hydrogen). As a result of analytical consideration of scientific and technical sources found out the critical points of process of hydrogenizing and necessity of experimental researches.*

*The physical and chemical indexes of feedstock and products are certain standard methods.*

*The results of experimental researches of indexes of raw material (tropical butters, mixtures of butters) and got products are resulted. With the use of catalysts of N-1 and N-2 got assortment fats with the set temperature of melting and hardness (by consistency). Expense of catalysts of N-1 and N-2 0.7 ... 1.1 kg/t, expense of hydrogen 10.7 . 33.6 nm<sup>3</sup>/t.*

*A new technical decision is exposed (method of hydrogenizing of vegetable butters).*

*The assortment of fats is got with the rational temperatures of melting and hardness (by consistency) for the production of margarines, pastry shops, culinary fats, and fats of the special setting.*

**Keywords:** *nanotechnologies, process of gidrogenization, catalyst, tropical butters, sunflower-seed oil, products of gidrogenization butters, physical and chemical descriptions.*

---

[nikios@ukr.net](mailto:nikios@ukr.net)

*Надійшла до редакції*