

*У роботі досліджено вплив електрохімічно активованої води – католіту, аноліту, суміші католіт+аноліт (1:1) – на ферментативну активність спиртових дріжджів. Встановлено, що ЕХА-вода може підвищувати бродильну та генеративну активності спиртових дріжджів у порівнянні з контролем*

*Ключові слова: електрохімічно активована вода, дріжджі, ферментативна активність, бродіння, генерування*

*В работе исследовано влияние электрохимически активированной воды - католита, анолита, смеси католит + анолит (1:1) - на ферментативную активность спиртовых дрожжей. Установлено, что ЕХА-вода может повышать бродильную и генеративную активности спиртовых дрожжей по сравнению с контролем*

*Ключевые слова: электрохимически активированная вода, дрожжи, ферментативная активность, брожение, генерирование*

# ВПЛИВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНО АКТИВОВАНОЇ ВОДИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ СПИРТОВИХ ДРІЖДЖІВ

**Н. О. Паньків**

Аспірант\*

E-mail: n.pankiv@i.ua

**Л. Я. Паляниця**

Кандидат хімічних наук, доцент\*

E-mail: liubapal@ukr.net

**Р. Б. Косів**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: r.kosiv@online.ua

**Н. І. Березовська**

Кандидат хімічних наук, доцент\*

E-mail: NBeresovska@gmail.com

\*Кафедра технології органічних продуктів  
Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

## 1. Вступ

Стрімкий розвиток науки дає можливість впроваджувати у промисловість, зокрема харчову, нові технології, які дозволяють заощаджувати енергоресурси, сировину, підвищувати вихід та якість цільового продукту.

Вода є основною сировиною практично у всіх галузях господарства. Для використання її у технології вона повинна мати певний мінеральний склад, рН та інші параметри, які відповідають вимогам виробництва. З цією метою застосовують різні способи її оброблення.

Особливої уваги заслуговують фізичні безреагентні способи оброблення, оскільки вони дозволяють не лише економити кошти на дорогі реагенти, але й здійснювати активацію води.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Безреагентні способи активації води та водних розчинів використовуються у багатьох галузях промисловості. До них належить: дія магнітного поля на водні розчини, ультразвук, струшування, термічне оброблення води (нагрівання, охолодження, заморожування з подальшим відтаненням) та електрохімічна активація (ЕХА). Активована такими способами вода набуває нових властивостей, які впливають на кінетику реакцій, що проходять в ній, зміну розчинності речовин, біологічну та лікувальну активності.

Електрохімічна активація води відбувається в електролізері – приладі, який складається з ємності та двох електродів. В ємності, яка розділена напівпроникною мембраною, по обидві сторони знаходяться електроди (катод та анод). Через них під дією електричного поля в об'ємі води проходить електричний струм, за рахунок якого в електроліті створюється різниця потенціалів та відбувається перенесення іонів та електронів через мембрану. У результаті ЕХА у катодній камері отримують католіт, в анодній – аноліт.

На основі багаточисельних досліджень виділено групи чинників, які зумовлюють фізико-хімічну активність католіту та аноліту:

1) стабільні кислоти, луги та продукти електрохімічних реакцій;

2) нестійкі продукти електрохімічних реакцій високої активності (у тому числі вільні радикали);

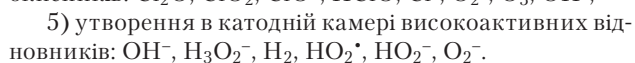
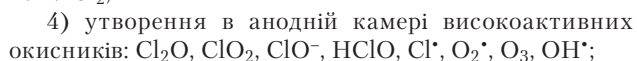
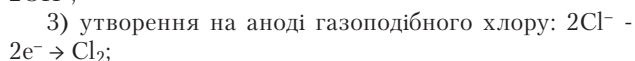
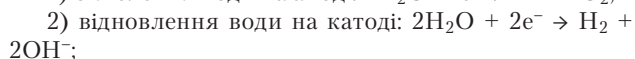
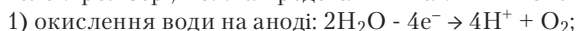
3) квазістійкі структури, що сформовані в області об'ємного заряду біля поверхні електродів, як у вигляді вільних, так і гідратованих оболонок іонів, молекул, радикалів, атомів.

Чинники першої групи визначають в основному кислотні та лужні властивості ЕХА-середовищ. Чинники другої групи посилюють окисні (електроноакцепторні) властивості аноліту, а також відновлювальні (електронодонорні, протіокиснювальні) властивості католіту, що зумовлюють аномальні характеристики ОВП. Чинники

третьої групи надають ЕХА-середовищам каталітичні властивості.

Чинники 2-ї і 3-ї груп можуть бути отримані тільки в унікальних умовах електрохімічного синтезу. Імітація їх іншим шляхом неможлива. Квазістійкі структури в ЕХА-середовищах виникають біля поверхні електродів в електричному полі напруженістю до декількох мільйонів Вольт на сантиметр. Вони викликають модифікацію енергетичних бар'єрів між атомно-молекулярними компонентами, що взаємодіють, здійснюючи таким чином активацію електрохімічно обробленої води за показниками каталітичної активності [1,2].

У спрощеній формі основні процеси, що відбуваються в електролізері, можна представити таким чином:



Католіт насичується відновниками, за рахунок чого під час електролізу випадають в осад нерозчинні оксиди металів, знижуючи його токсичність. Окисно-відновний потенціал (ОВП) католіту набуває від'ємного значення і може досягати -800 мВ, при цьому рН середовища стає лужним.

Аноліт є сильним окисником, має високі значення ОВП та низькі значення рН. Під час електролізу у приелектродній зоні відбувається виділення розчинних у воді газів, таких як:  $CO_2, SO_2, Cl_2, O_2, H_2, H_2S, N_2, NO_2$  [3].

Значення рН католіту та аноліту змінюються в залежності від мінерального складу вихідної води та величини електричного струму, що проходить через електроди: чим ці значення є вищими, тим більшою буде концентрація кислот в аноліті та лугів в католіті [1].

Багатьма вченими помічено біологічну активність ЕХА-води. Встановлено, що католіт проявляє антиоксидантні властивості [4], тобто гальмує процеси окислювального фосфорилування і дихання в тканин. Важливою характеристикою ЕХА-води є її ОВП. Клітини живих організмів мають від'ємний ОВП, і коли його значення стає нижче норми, то виникають патології. Досліджено, що електрохімічно активована вода з від'ємним ОВП легко засвоюється та відновлює втрачений клітинами заряд та енергію, при цьому запобігаючи патологіям [5-7]. Відомо, що католіт зупиняє розвиток ракових пухлин [8,9]. Аноліт може спричинити загибель бактерій за рахунок зміни білкового складу або повного чи частково розкладу білків внаслідок окисного стресу [10].

Аналіз літературних даних по використанню електрохімічно активованої води показав, що на сьогоднішній день відсутні сталі закономірності впливу католіту та аноліту на біологічні об'єкти, зокрема мікроорганізми.

### 3. Мета і завдання дослідження

Метою роботи було дослідити вплив електрохімічно активованої води, зокрема католіту, аноліту та суміші

католіт+аноліт у співвідношенні 1:1, на бродильну та генеративну активність спиртових дріжджів при 30 °С.

### 4. Експериментальні дані та їх обробка

Об'єктом дослідження була чиста культура дріжджів (ЧКД) спиртової раси ScVKM-Y381.

*Приготування ЕХА-води.* Для електрохімічної активації води використовували електролізер ЕАВ-3К, куди наливали негазовану бутильовану воду з хімічним складом, який наведений у табл. 1. Вибір бутильованої води зумовлений тим, що на відміну від водопровідної, вона має постійний хімічний склад.

Таблиця 1

Хімічний склад досліджуваної води

Хімічний склад, мг / дм <sup>3</sup>			
Аніони	$HCO_3^-$ 100-450	$Ca^{2+}$ 50-200	Катіони
	$SO_4^{2-}$ <100	$Mg^{2+}$ <50	
		$NH_4^+ + K^+$ <50	
Мінералізація, г / дм <sup>3</sup> 0,3-0,8			

Після приготування ЕХА-води визначали рН та окисно-відновний потенціал отриманого католіту, аноліту, суміші католіт+аноліт у співвідношенні 1:1 та вихідної води за допомогою приладу рН-301.

*Приготування засівних дріжджів.* Для отримання посівного матеріалу дріжджі культивували у стерильних умовах при температурі 30 °С протягом 4 діб у солодовому суслі. Перед використанням ЧКД відділяли від культурального середовища центрифугуванням.

Для дослідження бродильної активності відцентрифуговані дріжджі зважували по 1,0±0,0004 г, а для генеративної активності - по 0,1±0,0002 г ЧКД у чотири стерильні пробірки, куди відповідно вносили по 20 см<sup>3</sup> і по 4 см<sup>3</sup> католіту, аноліту, їх суміші та вихідної води (контроль) відповідно. Дані суспензії добре перемішали та витримували 1 год при кімнатній температурі.

*Визначення бродильної активності ЧКД.* У чотири конічні колби об'ємом 300 см<sup>3</sup> вносили по 200 см<sup>3</sup> солодового суслу (концентрація сухих речовин 10%) та кількісно додавали приготовані на різних зразках ЕХА-води засівні дріжджі. Колби закривали гідрозатворами з розчином  $H_2SO_4$ , зважували та поміщали у повітряний термостат при температурі 30 °С на три доби. Бродильну активність дріжджів визначали ваговим методом за масою виділеної вуглекислоти через певні інтервали часу.

*Визначення генеративної активності ЧКД.* У чотири стерильні пробірки вносили по 5 см<sup>3</sup> суслу (концентрація сухих речовин 4,1%). Приготовані та витримані у різних зразках ЕХА-води засівні дріжджі добре перемішували, щоб суспензія була однорідною, і додавали по 0,2 см<sup>3</sup> у відповідні пробірки за допомогою стерильних піпеток. Культивування тривало добу у повітряному термостаті при температурі 30 °С. Визначена підрахунком клітин у камері Горяєва концентрація дріжджів характеризувала їхню генеративну активність.

Визначення вмісту сухих речовин у суслі та бражці визначали рефрактометрично.

*Результати досліджень.* Показники одержаної ЕХА-води наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Показники електрохімічно активованої води

Показник	Католіт	Аноліт	Католіт+аноліт (1:1)	Контроль
pH	10,69	4,64	8,06	8,27
ОВП, мВ	-221,3	145,6	-56,0	-66,0

Одержані результати зброджування солодового суслу у присутності спиртових дріжджів, попередньо витриманих протягом 1 години у католіті, аноліті, суміші та у вихідній воді, показали, що при однаковому початковому вмісті сухих речовин 10 % кінцеві значення цього показника у бражках знизилися до 4,4-4,7% (рис. 1).

Показник pH до бродиння у всіх зразках становив 5,7, а після бродиння був у межах 4,4-4,5 (рис. 2).

Окисно-відновний потенціал (рис. 3) після бродиння підвищився від 80,8 мВ до 149-154 мВ.

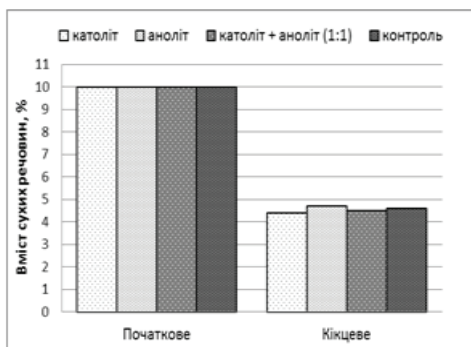


Рис. 1. Зміна концентрації сухих речовин під час бродиння

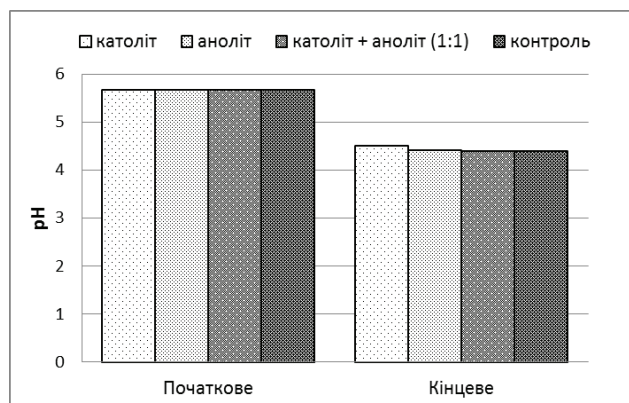


Рис. 2. Зміна pH під час бродиння

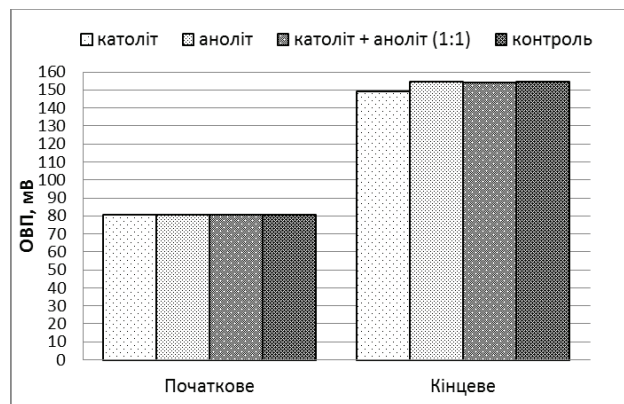


Рис. 3. Зміна ОВП під час бродиння

З динаміки нагромадження вуглекислоти (рис. 4) під час бродиння видно, що найбільша кількість CO<sub>2</sub> виділилась у зразку з католітом – 6,264 г / 200 г суслу, далі з сумішшю католіт+аноліт (1:1) – 6,080 г / 200 г суслу. Контроль знаходився на третьому місці – 5,883 г / 200 г суслу і найменше CO<sub>2</sub> у зразку з анолітом – 5,766 г / 200 г суслу.

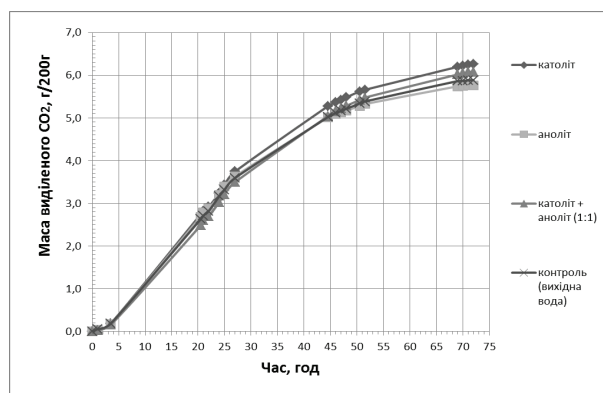


Рис.4. Залежність маси виділеної вуглекислоти від тривалості бродиння

Надалі досліджували генеративну активність спиртових дріжджів, попередньо витриманих протягом 1 години у католіті, аноліті, суміші та у вихідній воді.

Вміст сухих речовин у початковому суслі, яке використовували для генерування дріжджів, у всіх зразках був однаковим - 4,1 % (рис. 5), а під час культивування знизився на 2-2,3 %.

Початкове значення показника pH становило 6,41, а після генерування – у межах 4,86-4,95 (рис. 6).

Окисно-відновний потенціал (рис. 7) після генерування підвищився від 38,3 мВ до 111 мВ у зразку з анолітом, до 117 мВ у контрольному зразку та до 127 мВ у зразку з католітом та сумішшю католіт + аноліт.

Результати дослідження генеративної активності дріжджів, витриманих протягом 1 години у католіті, аноліті та їхньої суміші (рис. 8), показали кращі результати у порівнянні з контролем. Це можна пояснити підвищенням проникності мембрани дріжджової клітини за рахунок забезпечення різниці потенціалів на її поверхні, що сприяє кращому поступленню поживних речовин в середину клітини.

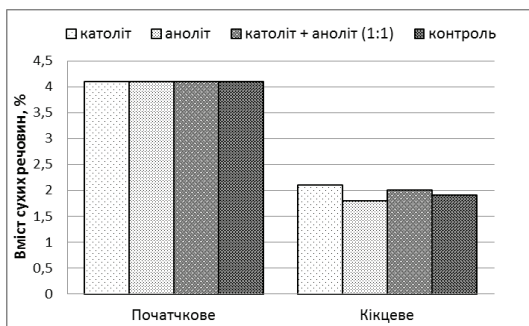


Рис. 5. Зміна концентрації сухих речовин під час генерування

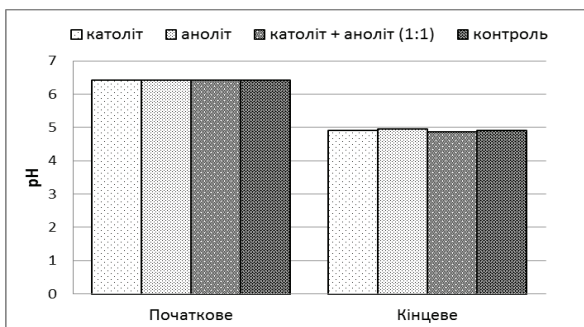


Рис. 6. Зміна pH під час генерування

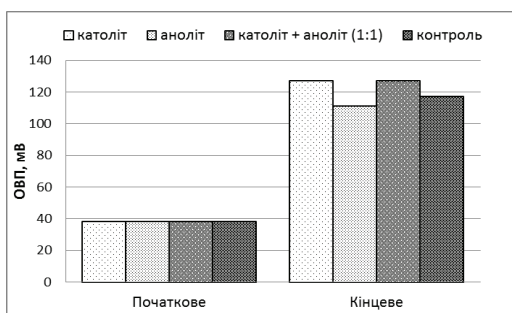


Рис. 7. Зміна ОВП під час генерування

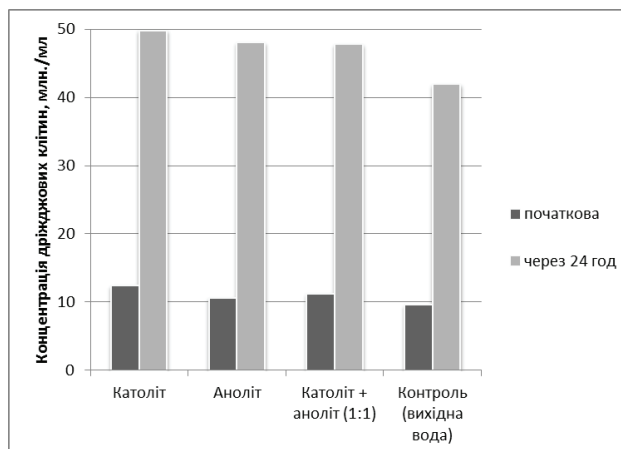


Рис. 8. Зміна концентрації клітин дріжджів під час їхнього генерування

Порівняння результатів дослідження бродильної та генеративної активностей спиртових дріжджів (рис. 4 та рис. 8) свідчать про неоднакову дію католіту та аноліту на їх ферментативну активність, що, можливо, пов'язано з фазовим характером перебігу біохімічних процесів [2] та зарядом клітин.

## 5. Висновки

Досліджено, що електрохімічно активована вода може підвищувати у процесі бродіння та генерування ферментативну активність спиртових дріжджів в порівнянні з контролем (вихідною водою). Проте, механізм впливу католіту та аноліту на ці мікроорганізми потребує подальших досліджень.

## Література

1. Прилуцкий, В.И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия [Текст] / В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. – М. : ВНИИИМТ, 1997. – 244 с.
2. Леонов, Б.И. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды [Текст] / Б.И. Леонов, В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. – М. : ВНИИИМТ, 1999. – 224 с.
3. Куртов, В.Д. Об удивительных свойствах электроактивированной воды [Текст] / В.Д. Куртов. – К. : ГУИКТ, 2011. – 236 с.
4. Hanaoka, K. Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solutions [Текст] / Hanaoka K. // Journal of Applied Electrochemistry, 2001. № 31. P.1307–1313.
5. Kim, Mi-Ja. Preservative effect of electrolyzed reduced water on pancreatic  $\beta$ -Cell mass in diabetic db/db mice [Текст] // Mi-Ja Kim, Kyung Hee Jung, Yoon Kyung Uhm, Kang-Hyun Leem, Hye Kyung Kim // Biological & Pharmaceutical Bulletin, 2007. V. 30(2). P. 234-236.
6. Lee, M.Y. Electrolyzed-reduced water protects against oxidative damage to DNA, RNA, and protein [Текст] // M.Y. Lee, Y.K. Kim, K.K. Ryoo, Y.B. Lee, E.J. Park // Appl. Biochem. Biotechnol., 2006. V. 135(2). P. 133-144.
7. Li, Y. Protective mechanism of reduced water against alloxan-induced pancreatic  $\beta$ -cell damage: Scavenging effect against reactive oxygen species [Текст] // Y. Li, T. Nishimura, K. Teruya et al. // Cytotechnology, 2002. № 40. P. 139–149.
8. Shirahata, S. Electrolyzed-reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage [Текст] // S. Shirahata, S. Kabayama, M. Nakano, T. Miura, K. Kusumoto, M. Gotoh, H. Hayashi, K. Otsubo, S. Morisawa, Y. Katakura // Biochem. Biophys. Res. Commun. 1997. V. 234(1). P. 269-274.
9. Ye, J. Inhibitory effect of electrolyzed reduced water on tumor angiogenesis [Текст] // J. Ye, Y. Li, T. Hamasaki, N. Nakamichi, T. Komatsu, T. Kashiwagi, K. Teruya, R. Nishikawa, T. Kawahara, K. Osada, K. Toh, M. Abe, H. Tian, S. Kaba yama, K. Otsubo, S. Morisawa, Y. Katakura, S. Shirahata // Biological & Pharmaceutical Bulletin. 2008 . V. 31(1). P. 19-26.

10. Cloete, T.E. The antimicrobial mechanism of electrochemically activated water against *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* as determined by SDS-PAGE [Текст]/ T.E. Cloete, M.S. Thantsha, M.R. Maluleke, R. Kirkpatrick // Journal of Applied Microbiology.- 2009.-107.- 379–384.

*Розглянуто фракціювання пальмової олії кристалізацією з розчину в етиловому спирті при співвідношенні пальмова олія:етанол 1:0 – 1:3. Досліджено вплив кількості етанолу на вихід і температуру плавлення фракцій пальмової олії, порівняно отримані фракції з пальмовим стеарином і суперолеїном. Встановлена кількість етанолу, що необхідна для проведення сольвентного фракціювання пальмової олії*

*Ключові слова: пальмова олія, співвідношення, фракціювання, фракція, температура плавлення, етанол, розчинник, кристалізація*

*Рассмотрено фракционирование пальмового масла кристаллизацией из раствора в этиловом спирте при соотношении пальмовое масло:этанол 1:0 - 1:3. Исследовано влияние количества этанола на выход и температуру плавления фракций пальмового масла, полученные фракции сравнены с пальмовым стеарином и суперолеином. Установлено количество этанола, которое необходимо для проведения сольвентного фракционирования пальмового масла*

*Ключевые слова: пальмовое масло, соотношение, фракционирование, фракция, температура плавления, этанол, растворитель, кристаллизация*

УДК 664.3:547

# ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ ЕТАНОЛУ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПЛАВЛЕННЯ ОТРИМАНИХ ФРАКЦІЙ ПАЛЬМОВОЇ ОЛІЇ

**П. Ф. Петік**

Кандидат технічних наук, директор\*

**И. М. Демидов**

Кандидат технічних наук, заступник директора з наукової роботи\*

E-mail: vikucya@gmail.com

**В. Ю. Папченко**

Доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторією

Лабораторія хімії жирів олійножирових виробництв\*

**Л. М. Кузнецова**

Молодший науковий співробітник

Лабораторія інструментальних досліджень\*

E-mail: lara\_risa@mail.ru

\*Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної академії аграрних наук України просп. Дзюби, 2А, м. Харків, Україна, 61019

## 1. Вступ

Обстановка на світовому ринку рослинних жирів та олій розвивається цілком сприятливо, що обумовлене стабільним зростанням попиту на ці продукти. Тропічний жир, а саме пальмова олія та її фракції імпортується в Україну, головним чином, як сировина для виробництва маргаринової продукції та жирів спеціального призначення, а не для реалізації через торговельну мережу.

Світовий попит на пальмову олію збільшується, а асортимент продукції на основі пальмової олії та продуктів її переробки розширюється. Гарантією цьому є унікальні природні властивості пальмової олії, оскільки тільки із застосуванням різних способів фракціювання з неї можна отримувати до 10 різних фракцій, що мають різні твердість і криву плавлення. Пальмова олія має характерний жирнокислотний склад, досить відмінний від інших торгових олій, вона містить майже рівні частини насичених та ненасичених жирних кислот.

Більшість міжнародних компаній включають пальмову олію у рецептури виготовлення харчової та технічної продукції. Причини, завдяки яким пальмова олія займає все більш міцні позиції наступні:

- поява на світовому ринку різних фракцій та очищених форм тропічних олій;
- стрімке збільшення об'єму виробництва та експорту тропічних олій;
- доступність і конкурентоздатна цінова політика країн-експортерів.

## 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Фракції пальмової олії успішно застосовують для виробництва маргаринів, замінників молочного жиру і масла какао, кондитерських і кулінарних жирів, мила. На даний час для їх отримання використовують три істотно різних процеси фракціювання триацилгліцеринів: "сухе" фракціювання, фракціювання з детергентом або сольвентне фракціювання [1–4].