

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 639.381:639.231

**Олена СИДОРЕНКО,
Надія БОЛІЛА,
Світлана ШАПОВАЛ**

СПОЖИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРУ АКУЛИ КАТРАН (*SQUALUS ACANTHIAS*)

*Наведено результати дослідження показників, що характеризують споживні властивості жиру акули катран (*Squalus acanthias*). Обґрунтовано доцільність виробництва та споживання жиру із печінки акули катран, визначено фактори формування та збереження якості. Досліджено й ідентифіковано основні жирні кислоти ліпідів акули. Проведено порівняльну характеристику фізичних показників жиру різних видів риб за умови низькотемпературного зберігання.*

Ключові слова: ліпіди, акула катран, споживні властивості, жирнокислотний склад, біологічна ефективність, в'язкість жиру, густина жиру.

*Сидоренко Е., Болила Н., Шаповал С. Потребительские свойства жира акулы катран (*Squalus acanthias*). Представлены результаты исследования показателей, характеризующих потребительские свойства жира акулы катран (*Squalus acanthias*). Обоснована целесообразность производства и потребления жира из печени акулы катран, определены факторы формирования и сохранения качества. Исследованы и идентифицированы основные жирные кислоты липидов акулы. Проведена сравнительная характеристика физических показателей жира различных видов рыб при низкотемпературном хранении.*

Ключевые слова: липиды, акула катран, потребительские свойства, жирнокислотный состав, биологическая эффективность, вязкость жира, плотность жира.

Постановка проблеми. Важливу роль у життєдіяльності людини має надходження до організму достатньої кількості ліпідів, що містять поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), які в організмі не синтезуються. Вони попереджають виникнення атеросклерозу, коронарних захворювань і стимулюють імунну систему. ПНЖК беруть участь

© Олена Сидоренко, Надія Боліла, Світлана Шаповал, 2017

у жировому й холестеринному обміні в організмі людини, а предстатники родини ω -3 (ейкозапентоєнова і докозогексаєнова кислоти) мають антихолестериногенну та антиліпогенну дію. Дефіцит ПНЖК родини ω -3 та ω -6 порушує обмінні процеси в організмі людини, що може спровокувати серйозні захворювання [1].

Джерелом надходження вкрай необхідних ПНЖК родини ω -3 та ω -6 є різноманітні види гідробіонтів, особливо жирної морської, океанічної риби та риб'ячого жиру з них. Це зумовлено тим, що дикі морські та океанічні риби в своєму раціоні мають різні види фіто- й зоопланктону. Риби, вирощені в аквакультурі, не мають такої високої біологічної ефективності ліпідів (особливо щодо вмісту жирних кислот родини ω -3 та ω -6) порівняно з дикими рибами, за умови відсутності збалансованих кормів.

Вивченню властивостей риб'ячого жиру та БАД на їх основі присвячено наукові роботи Ф. М. Ржавской, Т. К. Лебської, М. Penny Kris-Etherton та ін. [2–4].

За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) середньорічний показник світового споживання риби й рибопродуктів у 2016 р. становив 20.5 кг на особу на рік. Згідно з рекомендаціями МОЗ, раціональна норма споживання українцями риби й рибних продуктів становить приблизно 20 кг на особу на рік, проте в 2016 р. рівень споживання склав 10.1 кг, що вдвічі менше за встановлені норми [5].

Водночас ринок харчових продуктів України насичений імпортованою рибною сировиною, що не дає змоги ефективно використовувати вітчизняні запаси гідробіонтів, розвивати аква- та марикультуру, отримувати продукцію прогнозованого рівня якості.

Під впливом сучасних факторів відбувається зміна запасів багатьох традиційно промислових риб. Виникає потреба пошуку нових мало використовуваних видів морських гідробіонтів. Відповідно до проведеного нами моніторингу перспективною сировиною для харчової галузі може бути акула, яка має особливий біохімічний склад. Білки м'яса акул мають у своєму складі всі незамінні амінокислоти, а жир, отриманий із печінки, – ПНЖК (ω -3 та ω -6), жиророзчинні вітаміни [6]. Також міститься значна кількість мікро- й макроелементів.

Виллов акул катран у Чорному морі за останні роки зростає: у 2015 р. він становив 3 т, що на 175 % більше порівняно з 2014 р., а в 2016 р. – 7 т, що на 185.7 % більше порівняно з 2015 р. [7].

Згідно з оцінками науковців, попередній прогноз загального допустимого вилову акул катран у Чорному та Азовському морях – 125 т при запасі 1232 т [8, с. 19]. Інтенсивність вилову катрана за останні десять років становила лише 0.2–0.8 %, а ступінь використання ліміту – 2–8 % [9, с. 72].

Лімітуючим фактором щодо ефективного використання акул катран в харчових технологіях є відсутність сучасних системних досліджень з науково обґрунтованих технологій переробки та безпечності споживання акул катран різних розмірно-масових і вікових характеристик.

Комплексна й раціональна переробка сировини передбачає найбільш повне використання органів і тканин гідробіонтів, яке забезпечує отримання насамперед харчових продуктів, а також кормових, технічних і спеціального призначення. Технологія повинна передбачати виділення цінних компонентів і найбільш повне збереження їх властивостей [10].

Наразі асортимент біологічно активних добавок на основі риб'ячого жиру постійно розширюється за рахунок закордонних виробників, хоча в Україні є достатньо сировинних ресурсів для виробництва високоцінного риб'ячого жиру.

Одним із способів отримання жиру з печінки риб є процес витоплення, який включає обробку сировини за високих температур, що суттєво знижує біологічну цінність жиру. Отже, важливим завданням є розроблення ресурсозберігаючої технології отримання жиру з печінки акул катран з максимально можливим збереженням його нативних властивостей.

Мета роботи – визначення факторів формування й збереження споживних властивостей жиру акул катран (*Squalus acanthias*).

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження – жир із печінки різних особин акул катран віком 15–17 років і масою 8.6–10.4 кг, виловлених у Чорному морі поблизу о. Зміїний в осінньо-зимовий період (листопад – лютий 2015 р.).

Технологія отримання жиру з печінки акул катран передбачала застосування розробленого нами методу холодного пресування з додаванням кухонної солі для максимального збереження нативних властивостей упродовж гарантованого терміну зберігання, без застосування термічної обробки відповідно до обґрунтованої та запатентованої нами технології [11].

Із метою визначення раціональних умов зберігання одну партію жиру заклали на зберігання за температури $2\pm 1^\circ\text{C}$ (охладження – зразок 1), другу партію – за температури $-18\pm 1^\circ\text{C}$ (низькотемпературне зберігання – зразок 2). Упаковкою для зберігання обрано тару з темного скла ємністю 100 см³.

Відбір проб для досліджень проведено згідно з ГОСТ 7631–2008 [12].

З метою порівняння структурно-механічних характеристик жиру акул катран в аптечній мережі придбано зразки жиру тріски (зразок 3) і лосося (зразок 4).

Для визначення жирнокислотного складу ліпідів із печінки акул катран застосовано метод газової хроматографії. Для цього

отримано чисті метилові ефіри жирних кислот (МЕЖК), які ідентифіковано на хроматографі HRGC 5300 за часом утримання піків порівняно зі стандартною сумішшю. Розрахунок складу метилових ефірів проведено методом внутрішньої нормалізації [13].

Одним із критеріїв оцінки ідентичності жиру акул катран є визначення його реологічних показників порівняно з іншими видами риб. Абсолютну, кінетичну в'язкість і густину жиру визначено на вимірювальному модулі "Реологія" багатofункціонального модульного пристрою "МІГ-1.3" [14].

Математико-статистичну обробку результатів проведено на ЕОМ у середовищі MS Excel.

Результати дослідження. Перший етап експериментальних досліджень передбачав визначення масового складу різновікових особин акул катран з метою встановлення потенційної кількості сировини для ефективного виробництва жиру із печінки акул (табл. 1).

Таблиця 1

Масовий склад акул катран (*Squalus acanthias*)*, % [13]

$n = 5; p \geq 0.95$

Частина тіла акул катран	Масовий склад
М'язева частина	40.1 ± 1.87
Печінка	16.0 ± 0.71
Голова	17.3 ± 0.84
Нутрощі	16.4 ± 0.75
Плавці	5.0 ± 0.21
Хрящі	4.0 ± 0.17

*Віком 15–17 років, масою 8.6–10.4 кг.

За результатами дослідження встановлено, що доцільно й ефективно використовувати особин віком 15–17 років, масою 8.6–10.4 кг, у яких печінка становить шосту частину загальної маси тіла (до 16 %). Додатково визначено, що масова частка жиру становила майже 70 % маси печінки.

Рідка фракція жиру, вилучена з печінки чорноморської акул катран, має такі органолептичні властивості: прозора рідина насиченого жовтого кольору; смак характерний, без ознак окиснення.

З фізико-хімічних показників якості жиру одним із основних щодо придатності його для харчових цілей є кислотне число (не більше 4.0 мг КОН/г). Відповідно, кислотне число жиру з печінки акул катран при низькотемпературному зберіганні становило 1.17 мг КОН/г, при охолодженні – 1.34 мг КОН/г. Досліджуваний продукт відповідає встановленим вимогам до вмісту вільних жирних кислот жиру, наявність яких пояснюється насамперед протіканням гідролітичного процесу –

розщеплення молекул тригліцеридів. Накопичення в жирі вільних жирних кислот свідчить про зниження його якості.

Із метою визначення біологічної ефективності ліпідів чорноморської акули катран досліджено й ідентифіковано основні жирні кислоти в їхньому складі. Встановлено, що вміст ненасичених жирних кислот перевищує вміст насичених. Найбільше міститься олеїнової кислоти (майже 27%), відмічено високий вміст докозагексанової кислоти (14.4%), а також значну кількість ПНЖК, а саме: докозогексаєнової (13.5%), пальмітолеїнової (8.2%) і ейкозапентоєнової (5.3%) від загального вмісту жирних кислот.

Оцінку біологічної ефективності жиру акули катран (табл. 2) здійснено за розрахованими показниками порівнянням його з гіпотетичним ідеальним жиром [6].

Таблиця 2

Біологічна ефективність жиру акули катран

Співвідношення	Жир із печінки акули катран	Ідеальний жир
МНЖК:ПНЖК:НЖК	1:0.8:0.52	1:1:1
ПНЖК:НЖК	0.52	0.2–0.4
C _{18:2} :C _{18:1}	0.11	>0.25
C _{18:2} :C _{18:3}	4.98	>7.0
w-6 : w-3	0.25:1	10:1

Примітка: C_{18:1} – олеїнова кислота; C_{18:2} – лінолева кислота; C_{18:3} – ліноленова кислота.

Жирнокислотний склад ліпідів акули катран характеризується раціональним співвідношенням мононенасичених, поліненасичених і насичених жирних кислот, сумарна частка яких наближається до рекомендованого рівня. Співвідношення ПНЖК C_{18:2}:C_{18:3} в жирі печінки акули становить 4.98:1 і дуже близьке до оптимальної величини 5:1, що свідчить про його високу біологічну ефективність. Суму ПНЖК у ліпідах акули катран представлено переважно докозогексаєновою (C_{22:6}), ейкозапентаєновою (C_{20:5}) і лінолевою (C_{18:2}) кислотами.

Серед насичених жирних кислот найбільшу кількість становить пальмітинова (C_{16:0}), яка приймає участь у біосинтетичних процесах в організмі людини.

Із метою порівняння споживних властивостей жиру з печінки акули катран з іншими видами риб проведено оцінку їх структурно-механічних показників (табл. 3).

В'язкість – явище внутрішнього тертя, властивість рідин чинити опір переміщенню одного молекулярного шару іншому. Швидкість руху молекулярних шарів ліпідів залежить від внутрішньої енергії самих молекул. Оскільки температура є мірою середньої кінетичної

енергії руху молекул, динамічна та кінематична в'язкість залежать також від температури, що й продемонстровано на зразках 1 і 2. При збільшенні температури отримуємо зменшення в'язкості рідини, зменшення густини, коефіцієнта поверхневого натягу та збільшення об'єму жиру.

Таблиця 3

Порівняльна оцінка структурно-механічних показників жиру акул катран і риб

Показник	Жир із печінки			Жир із тіла
	акул катран		тріскових риб	лососевих риб
	(зразок 1)	(зразок 2)	(зразок 3)	(зразок 4)
Динамічна в'язкість, Па·с	1.567	1.220	1.216	1.245
Кінематична в'язкість, кг/с·м	0.00179	0.00139	0.00137	0.00141
Густина, кг/м ³	875.45	871.16	890.09	885.03

Треба зауважити, що значення динамічної в'язкості, поряд з кінематичною, для жиру з печінки акул катран низькотемпературного зберігання (зразок 2) лежить в межах промислово отриманих жирів з печінки тріски й лососевих (зразок 3 та 4).

Отже, досліджуваний жир із печінки акул катран (зразок 1 і 2) має показник густини, що перебуває в межах числових значень для жиру 860–890 кг/м³. Проведені дослідження вказують на можливість зберігання за визначених умов жиру з печінки акул катран, оскільки густина жирів характеризує склад жирних кислот, що входять до молекули тригліцериду. Густина жирів зменшується зі збільшенням молекулярної маси жирних кислот і збільшується з підвищенням ступеня їх ненасиченості. Густина також є ознакою доброякісності жирів. При збільшенні вмісту вільних жирних кислот густина жирів знижується. Наявність фосфатидів і продуктів окиснення підвищують цей показник.

Проведені дослідження свідчать про можливість об'єктивної оцінки ступеня збереження споживної цінності жиру з печінки акул катран за визначених умов зберігання із застосуванням комплексу структурно-механічних показників.

Висновки. Ефективність використання жиру акул катран підтверджується дослідженням масового складу: вихід печінки з особин віком 15–17 років і масою 8.6–10.4 кг становить до 16 %, дві третини якої складає жир.

Споживні властивості жиру акул катран характеризуються оптимальним співвідношенням жирних кислот у його складі впродовж рекомендованих умов зберігання.

Біологічна ефективність жиру акул катран, отриманого із застосуванням методу холодного пресування, висока за рахунок збалансованого вмісту ненасичених жирних кислот. Установлено, що ПНЖК у ліпідах акул катран представлено переважно цінними докозогексаєновою, ейкозапентоєновою та лінолевою кислотами.

Доведено, що структурно-механічні показники (в'язкість і густина) жиру з печінки акул катран вказують на можливість збереження споживної цінності продукту за визначених умов.

Жир чорноморської акул катран потенційно є цінною сировиною для виробництва якісних і безпечних харчових продуктів з метою збалансування харчового статусу населення України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазаракі А. А., Лебська Т. К., Сидоренко О. В. та ін. Інноваційні технології переробки риби : монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2014. 431 с.
2. Ржавская М. Ф. Жиры рыб и морских млекопитающих. Промысловая пром-сть, 1976. 470 с.
3. Лебская Т., Григорьева Л., Карповец П. Особенности химического состава и перспективы использования диетической добавки "Сквamarin". Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". 2010. № 1. С. 67—73.
4. Penny M. Kris-Etherton, William S. Harris, Lawrence J. Appel. Fish Consumption. Fish Oil. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. Circulation. 2002. Nov. 19 (21). P. 2747—2757. DOI: 10.1161/01.CIR.0000038493.65177.94.
5. Споживання риби та рибопродуктів в Україні. Економічний дискусійний клуб. 2017. URL : <http://edclub.com.ua/analityka/spozhyvannya-ryby-ta-ryboproduktiv-v-ukrayini-shcho-bulo-shcho-ye-shcho-bude>.
6. Боліла Н. О., Сидоренко О. В., Коротецький В. П. Біологічна ефективність ліпідів чорноморської акул катран : наук. зб. "Інтегроване управління водними ресурсами". 2014. № 2. С. 207—213.
7. Сайт Державної служби статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Петренко О. А. Отчет о научной деятельности ЮгНИРО за 2015 год. Керчь. 2015. 99 с.
9. Єремєєв В. М., Гаєвська А. В., Шульман Г. Є., Загородня Ю. А. Промислові біоресурси Чорного та Азовського морів. Севастополь : ЕКОСІ-Гідрофізика, 2011. 367 с.
10. Технологія комплексної переробки гідробіонтів. 2013. URL : <http://ukrdoc.com.ua/text/16230/index-7.html>.
11. Боліла Н. О., Сидоренко О. В., Коротецький В. П. Оцінка споживних властивостей чорноморської акул катран з метою використання в харчовій промисловості : зб. статей наук.-практ. конф. "Вода: проблеми та шляхи вирішення" (5—8 лип. 2017, м. Рівне). Житомир : Вид-во ЕЦ "Укрекобіокон", 2017. С. 20—24.

12. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М. : Изд-во стандартов, 1985. 138 с.
13. *Christie W. W.* Lipid analysis. Oxford. New York : Pergamon Press, 1991. 418 p.
14. *Шаповал С. Л., Романенко Р. П., Форостяна Н. П.* Діагностика фізичних властивостей харчових продуктів. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т. 2017. 192 с.

Стаття надійшла до редакції 23.11.2017.

*Sydorenko O., Bolila N., Shapoval S. Consumer properties of dogfish liver oil (*Squalus acanthias*).*

Background. Ukrainian market of food products is saturated with imported fish raw material that prevents effective use of domestic hydrobionts' reserves and this doesn't allow to develop aquatic and mariculture. Reserves of Dogfish in Ukrainian waters are not used effectively.

It is important to elaborate a resource-saving method for obtaining oil from the liver of dogfish with maximum preservation of its nutritional properties for mass health nutrition.

Improving the methods for evaluating the structural and mechanical properties of edible fats allows to compare more objectively the fats' properties of different consistency and determine the rational conditions for their storage.

The aim of this work is to determine the factors of formation and preservation of the properties of dogfish liver oil (*Squalus acanthias*).

Material and methods. The object of the study is the oil from the liver of dogfish (aged 15–17 years old, weighing 8.6–10.4 kg), caught in the Black Sea near the island Zmiinyi in the autumn-winter period (November – February 2015). Extraction of oil from the liver was carried out by the method of cold pressing with the addition of salt, without the use of heat treatment [11].

In order to determine rational conditions for storage one part of oil was laid in storage at a temperature of 2 ± 1 °C (cooling – sample 1), the second batch was laid in at a temperature of -18 ± 1 °C (low-temperature storage – sample 2).

Containers from dark glass with capacity of 100 cm³ was selected for storage.

Sampling for research was conducted in accordance with GOST 7631-2008 [12].

In order to compare the structural and mechanical characteristics of shark oil samples of cod liver oil (sample 3) and salmon (sample 4) were purchased in a pharmacy.

The fatty acid composition of the oil from the dogfish liver was determined by the method of gas chromatography [13].

Rheological parameters such as absolute, kinetic viscosity and density of dogfish liver oil were determined using the measuring module "Rheology" with the multifunctional device "MIG-1.3" [14].

Results. The liver is 16 % of the total body weight of the dogfish and the mass fraction of oil is almost 70 % of the liver's mass.

The received liquid fraction of oil from the Black Sea dogfish liver has such organoleptic properties: clear liquid of intense yellow color; typical taste without signs of oxidation.

It has been determined that lipids of dogfish liver contain significant amount of unsaturated fatty acids: olein (24.3 %), docosahexaenoic (13.5 %), palmitolein (8.2 %) and eicosapentaenoic (5.3 %).

The value of dynamic and kinematic viscosity for dogfish liver oil stored at low-temperature (sample 2) is within the limits of commercially obtained oils from the cod and salmon liver (samples 3 and 4).

Density index of dogfish liver oil (samples 1 and 2) is within the numerical values for fat 860–890 kg / m³, that is a sign of the quality of fats.

Conclusion. Efficiency of the use of dogfish liver oil is confirmed by the research of mass composition: the output of the liver from individuals aged 15–17 years and weighing 8.6–10.4 kg is up to 16 %, two thirds of which is oil.

The biological efficiency of the dogfish liver oil obtained by the cold pressing method is high due to the balanced content of unsaturated fatty acids. It has been found that PUFAs in dogfish lipids are represented predominantly by the valuable docosahexaenoic, eicosalenotene and linoleic acids.

It has been proved that the structural and mechanical parameters (viscosity and density) of dogfish liver oil indicate the possibility of preserving the consumer value of the product under certain conditions.

Liver oil from the Black Sea dogfish is potentially a valuable raw material for the production of quality and safe food products in order to balance the nutritional status of the Ukrainian population.

Keywords: fatty acid composition, dogfish, biological efficiency of lipids, fat viscosity, fat density.

REFERENCES

1. Mazaraki A. A., Lebs'ka T. K., Sydorenko O. V. ta in. Innovacijni tehnologii' pererobky ryby : monografija. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2014. 431 s.
2. Rzhavskaja M. F. Zhyryy ryyb y morskyyh mlekokopytajushhyh. Promyyslovaja prom-st', 1976. 470 s.
3. Lebskaja T., Grygor'eva L., Karpovec P. Osobennosty hymycheskogo sostava y perspektyvy yspol'zovanyja dyetycheskoj dobavky "Skvamaryn". Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". 2010. № 1. S. 67—73.
4. Penny M. Kris-Etherton, William S. Harris, Lawrence J. Appel. Fish Consumption. Fish Oil. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. Circulation. 2002. Nov. 19 (21). P. 2747—2757. DOI: 10.1161/ 01.CIR.0000038493.65177.94
5. Spozhyvannja ryby ta ryboproduktiv v Ukrai'ni. Ekonomichnyj dyskusijnyj klub. 2017. URL : <http://edclub.com.ua/analitika/spozhyvannya-ryby-ta-ryboproduktiv-v-ukrayini-shcho-bulo-shcho-ye-shcho-bude>.
6. Bolila N. O., Sydorenko O. V., Korotec'kyj V. P. Biologichna efektyv-nist' lipidiv chornomors'koi' akuly katran : nauk. zb. "Integrovane upravlinnja vodnymy resursamy". 2014. № 2. S. 207—213.
7. Sajt Derzhavnoi' sluzhby statystyky Ukrai'ny. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Petrenko O. A. Otchet o nauchnoj dejatel'nosti JugNYRO za 2015 god. Kerch'. 2015. 99 s.
9. Jeremjejev V. M., Gajevs'ka A. V., Shul'man G. Je., Zagorodnja Ju. A. Promyslovi bioresursy Chornogo ta Azovs'kogo moriv. Sevastopol' : EKOSI-Gidrofizyka, 2011. 367 s.
10. Tehnologija kompleksnoi' pererobky gidrobiontiv. 2013. URL : <http://ukrdoc.com.ua/text/16230/index-7.html>.
11. Bolila N. O., Sydorenko O. V., Korotec'kyj V. P. Ocinka spozhyvnyh vlastyvostej chornomors'koi' akuly katran z metoju vykorystannja v harchovij promyslovosti : zb. statej nauk.-prakt. konf. "Voda: problemy ta shljahy vyrishennja" (5—8 lyp. 2017, m. Rivne). Zhytomyr : Vyd-vo EC "Ukrekobiokon", 2017. S. 20—24.
12. GOST 7636–85. Ryyba, morskyye mlekokopytajushhye, morskyye bespozvo-nochnyye y produkty yh pererabotky. Metodyy analiza. M. : Yzd-vo standartov, 1985. 138 s.
13. Christie W. W. Lipid analysis. Oxford. New York : Pergamon Press, 1991. 418 p.
14. Shapoval S. L., Romanenko R. P., Forostjana N. P. Diagnostyka fizychnykh vlastyvostej harchovykh produktiv. Kyi'v : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t. 2017. 192 s.