

**УДК 619:614.31:637.524.075:664**

**Приліпко Т. М.,**

*vtl280726p@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8178-207X*

*д. с.-г. н., професор, завідувач кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів,*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський*

**Косташи В. Б.,**

*kostashv@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2182-7723,*

*к. с.-г. н., доцент, асистент кафедри харчових технологій виробництва  
й стандартизації харчових продуктів,*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський*

**Федорів В. М.,**

*fedoriv55@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4499-0910,*

*Researcher ID:AND-4203-2022*

*к. т. н., доцент, директор навчально-наукового інституту харчових технологій,*

*Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський*

## **ВПЛИВ РЕЖИМІВ СТЕРИЛІЗАЦІЇ НА ДИНАМІКУ ОКИСЛЕННЯ ЖИРУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ І ЗБЕРІГАННІ КОНСЕРВІВ**

**Анотація.** *Наведені результати наукових досліджень з вивчення впливу режимів стерилізації на деструктивні зміни ліпідної складової консервів. Встановлена динаміка фракційного складу жиру дослідних зразків консервів (ΣНЖК, ΣМНЖК та ΣПНЖК) у процесі зберігання. До кінця зберігання в консервах, виготовлених за жорсткими режимами стерилізації, найбільших змін зазнали поліненасичені жирні кислоти, зниження сум яких становило 28,7%. У консерви, виготовлені за щадними режимами, сума цих кислот знизилася на 17,2%. Динаміка суми мононенасичених жирних кислот відрізняється на 0,2% у бік більшої руйнації в консервах, виготовлених за жорстким режимом. Нагромадження суми насичених жирних кислот у процесі зберігання на 2% вище в консервах, виготовлених за жорсткими режимами стерилізації. При жорсткому режимі стерилізації кількість лінолевої кислоти після стерилізації становила 40,65% кількості ідентифікованих і в процесі подальшого зберігання вона не була виявлена. При цьому кількість арахідонової кислоти до 6 місяців зберігання зросла на 269% стосовно даних після стерилізації, а до 10,5 місяця знизилася на 90,6% стосовно даних 6 місяців зберігання. Пальмітолеїнова кислота виявлена тільки до 6 і 10,5 зберігання консервів, виготовлених за щадящим режимом. У консервах, виготовлених за жорстким режимом, дана кислота виявлена на всіх стадіях досліджень. При цьому спостерігається однакова динаміка кількості пальмітинової кислоти – до 6 місяців йде накопичення цієї кислоти, а до 10,5 – зниження порівняно з даними після 6 місяців зберігання. У процесі зберігання було виявлено леткі речовини, які можуть впливати на аромат готової продукції. Під час зберігання було відзначено зростання величини кислотного числа жиру, що підтверджує динаміку деструктивних змін жиру у процесі зберігання консервів. В результаті проведених досліджень встановлено, що ведення процесу стерилізації за щадящими режимами стерилізації сприяє уповільненню процесів природного окислення жиру в продукті, накопиченню жирних кислот і летких речовин, що впливають на сенсорні характеристики готового продукту.*

**Ключові слова:** *окислення жиру, зберігання консервів, режим стерилізації, м'ясо, леткі речовини, кислоти, деструктивні зміни*

**Prulipko T. M.,**

*vtl280726p@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8178-207X*

*Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Food Technologies  
of Food Production and Standardization,*

*Higher education institution «Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi*

**Kostash V. B.,**

*kostashv@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2182-7723,*

*Ph.D., Associate Professor, assistant of the department of food technologies of production and standardization of food products,*

*Higher education institution «Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi*

**Fedoriv V. M.,**

*fedoriv55@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4499-0910, Researcher ID: AND-4203-2022,*

*Ph.D., Associate Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Food Technologies,*

*Higher education institution «Podolsk State University», Kamianets-Podilskyi*

## **INFLUENCE OF STERILIZATION MODES ON DYNAMICS OF FAT OXIDATION OF FAT DURING PRODUCTION AND STORAGE CANS**

**Abstract.** *The results of scientific research on the influence of sterilization regimes on destructive changes in the lipid component of canned food are presented. The dynamics of the fractional composition of the fat of experimental samples of canned food ( $\Sigma$ NFA,  $\Sigma$ MNFA, and  $\Sigma$ PUFA) during the storage process were established. By the end of storage in canned goods made under strict sterilization regimes, polyunsaturated fatty acids underwent the greatest changes, the decrease in their amounts was 28.7%. The amount of these acids decreased by 17.2% in canned goods made according to gentle regimes. The dynamics of the amount of monounsaturated fatty acids differs by 0.2% in the direction of greater destruction in canned goods produced under a strict regime. Accumulation of the amount of saturated fatty acids during storage is 2% higher in canned goods manufactured under strict sterilization regimes. With a strict sterilization regime, the amount of linoleic acid after sterilization was 40.65% of the identified amount, and it was not detected during further storage. At the same time, the amount of arachidonic acid up to 6 months of storage increased by 269% compared to the data after sterilization, and up to 10.5 months it decreased by 90.6% compared to the data of 6 months of storage. Palmitoleic acid was detected only up to 6 and 10.5 days of storage of canned goods produced according to a gentle regime. This acid was detected at all stages of research in canned goods made according to a strict regime. At the same time, the same dynamics of the amount of palmitic acid is observed - up to 6 months there is an accumulation of this acid, and up to 10.5 - a decrease compared to the data after 6 months of storage. Volatile substances were detected during the storage process, which can affect the aroma of finished products. During storage, an increase in the value of the acid number of fat was noted, which confirms the dynamics of destructive changes in fat in the process of storing canned goods. As a result of the conducted research, it was established that conducting the sterilization process according to gentle sterilization modes helps to slow down the processes of natural oxidation of fat in the product, the accumulation of fatty acids and volatile substances that affect the sensory characteristics of the finished product.*

**Key words:** *fat oxidation, canned food storage, sterilization mode, meat, volatile substances, acids, destructive changes.*

**JEL Classification:** L 66

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-31-16>

**Постановка проблеми.** Інтерес до кількісного та якісного складу жирів не знижується протягом кількох десятиліть. В основному роботи з вивчення жирних кислот присвячені їх важливої ролі у харчуванні людини. Порушуються питання дефіциту, дисбалансу поліненасичених жирних кислот омега 6 та омега 3 та порушень їх обміну [6, с. 544, 7, с. 25].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині в Україні асортимент м'ясних консервів різноманітний і активно збагачується, завдяки використанню нетрадиційної сировини. Основним принципом, яким користуються під час

визначення рецептури консервів, є вибір співвідношення і структурної сумісності компонентів, які після стерилізації забезпечують отримання висооякісних, повноцінних за вмістом харчових інгредієнтів консервів з належними органолептичними властивостями і стабільністю під час зберігання [1, с. 7, 3, с. 7, 4, с. 97, 5, с. 99].

Пошук оптимальних режимів стерилізації має забезпечувати, як і мікробіологічну безпечність продукту, так і зберігати максимально високі органолептичні показники [2, с. 22, 11, с. 30]. Відомо, що в процесі стерилізації та зберігання

компоненти продукту, у тому числі жири піддаються хімічним перетворенням [10, с. 30].

Дані перетворення можуть негативно впливати на показники якості готового продукту, зокрема на органолептичних характеристиках. Роль ліпідів у розвитку характерного аромату м'ясних продуктів є предметом полеміки [8, с. 85].

Дослідниками [10, с. 81] встановлено суттєву різницю щодо впливу на функціонально-технологічні показники консервів з м'яса перепелів використання сумішей гідроколоїдів, порівняно з консервами на основі м'яса курчат-бройлерів, що відображається в зміні значень ВЗЗ, пластичності та залишковому вмісту солі в желе. При зміні умов стерилізації відбуваються зміни фізико-хімічних характеристик гелів, що корелюється на зміні органолептичних показників консервів.

Ідентифікація та кількісне визначення речовин, що надають смаку та аромату готовому продукту – актуальне напрямком вивчення комплексу ароматотворюючих речовин, в якому хромато-мас-спектрометрування грає визначальну роль.

**Постановка завдання.** Мета – вивчення вивчення впливу режимів стерилізації на деструктивні зміни ліпідної складової консервів.

Проводили дослідження фракційного складу та величини кислотного числа жиру зразків м'ясних кускових консервів зі свинини, виготовлених за традиційному режиму стерилізації і з досвідченому, більш шадному. Дослідження проводили після процесу виробництва консервів та затвердженою періодичністю у процесі зберігання. Консерви зберігали при агріваній температури 37°C протягом 10,5 місяців.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В результаті досліджень консервів була встановлена динаміка фракційного складу жиру дослідних зразків консервів (ΣНЖК, ΣМНЖК та ΣПНЖК) у процесі зберігання.

До кінця зберігання в консервах, виготовлених за жорсткими режимами стерилізації, найбільших змін зазнали поліненасичені жирні кислоти, зниження сум яких становило 28,7%. У консерви, виготовлені за щадними режимами, сума цих кислот знизилася на 17,2%. Динаміка суми мононенасичених жирних кислот відрізняється на 0,2% у бік більшої руйнації в консервах, виготовлених за жорстким режимом. Нагромадження суми насичених жирних кислот у процесі зберігання на 2% вище в консервах, виготовлених за жорсткими режимами стерилізації.

Методом хромато-мас-спектрометрії визначено найбільш значущі піки ідентифікованих летких

жирних кислот, серед яких значущі для ароматотворення в готовому продукті пальмітинова, лінолева, стеаринова та олеїнова жирні кислоти.

У таблиці 1 вибірково представлені вільні жирні кислоти, які виявлялися з високою ймовірністю (80-99%) в консервах, що зазнали різного теплового навантаження при виробництві та подальшому зберігання.

Деградація жирних кислот відбувається у мітохондріальному матриксі шляхом окисного циклу реакцій. Для повної деградації довголанцюгової жирної кислоти цикл окислення має багаторазово повторюватися. Шляхом багатостадійного процесу, наприклад, лінолева кислота може спочатку перетворюватися на арахідонову, яка потім піддається окисленню [12, с. 37]. Так, при жорсткому режимі стерилізації кількість лінолевої кислоти після стерилізації становила 40,65% кількості ідентифікованих і в процесі подальшого зберігання вона не була виявлена. При цьому кількість арахідонової кислоти до 6 місяців зберігання зросла на 269% стосовно даних після стерилізації, а до 10,5 місяця знизилася на 90,6% стосовно даних 6 місяців зберігання.

Необхідно відзначити, що тканини тварин мають дуже обмежену здатність перетворювати насичені жирні кислоти на ненасичені. Відомо, що пальмітолеїнова та олеїнова жирні кислоти можуть синтезуватися з пальмітинової та стеаринової кислот [13, с. 15].

Пальмітолеїнова кислота виявлена тільки до 6 і 10,5 зберігання консервів, виготовлених за щадящим режимом. У консервах, виготовлених за жорстким режимом, дана кислота виявлена на всіх представлених у таблиці 1 стадіях досліджень. При цьому спостерігається однакова динаміка кількості пальмітинової кислоти – до 6 місяців йде накопичення цієї кислоти, а до 10,5 – зниження порівняно з даними після 6 місяців зберігання.

Швидкість окислення жиру в першу чергу залежить від кількості вільних жирних кислот, так як вільні жирні кислоти окислюються швидше пов'язаних, тому накопичення їх є небажаним [9, с. 163].

Відомо, що кислоти з кількістю вуглецевих атомів від 8 до 10 надають продукту неприємного, досить інтенсивного прогорклого запаху [10, с. 84]. Зазначено, що каприлова кислота виявлена в невеликій кількості та до кінця терміну зберігання не виявлено зовсім.

У процесі зберігання було виявлено леткі речовини, які можуть впливати на аромат готової продукції. Дані представлені у таблиці 2.

Таблиця 1

## Вміст вільних жирних кислот м'ясних консервів зі свинини (%)

Назва	Після стерилізації		6 міс. зберігання		10,5 міс. зберігання	
	жорст. реж.	щад. реж.	жорст. реж.	щад. реж.	жорст. реж.	щад. реж.
Капрілова С8:0	0,01	-	0,02	0,04	-	-
Капрінова С10:0	0,09	0,07	0,35	0,27	0,03	-
Лауринова С12:0	0,10	0,06	0,41	0,31	0,04	0,02
Миристинова С14:0	2,22	1,02	8,22	3,62	0,92	1,26
Пентадеканова С15:0	0,10	0,05	0,45	0,42	0,05	-
Пальмітолейнова С16:1	25,12	20,68	14,24	10,23	19,43	19,87
Гептадецена С17:1	0,60	0,23	1,98	1,00	0,35	0,14
Маргарінова С17:0	0,66	0,31	2,43	1,23	0,43	0,26
Лінолева С18:2	40,65	-	-	40,26	-	13,32
Олеїнова С18:1	-	53,76	37,23	-	49,37	32,66
Стеаринова С18:0	14,83	14,42	-	12,87	15,64	11,54
Нондеканова С19:0	0,08	0,14	0,27	0,14	0,06	0,10
Арахідонова С20:4	0,87	0,55	3,21	2,02	0,30	0,22
Гондоїнова С20:1	3,82	1,77	9,88	7,24	-	-
Арахінова С20:0	0,52	0,23	1,23	0,72	0,38	-
Бегенова С22:0	0,04	0,13	0,10	-	-	-

Таблиця 2

## Номенклатура летких речовин, виявлених у процесі зберігання, %

Найменування летючої речовини	Після стерилізації		6 міс. зберігання	
	щад. реж.	жорст. реж.	щад. реж.	жорст. реж.
циклопропан 1,1-дихлоро-2-(1,2-діметилбутил)	-	-	-	0,01
триізобутилсилан	-	-	0,01	0,05
оксазол (2,5 діфеніл)	0,07	0,17	0,08	0,21
4-гідроксифенілуксусна кислота	0,01	0,02	0,01	0,02
циклотрисілоксан	0,07	0,12	0,41	0,18
2-(3,5 діфеніл-піразол-1-ил) бензотіазол	-	-	0,03	0,02
2,5 дігідроксіяцетофенон	-	0,14	0,12	0,05
1,1 діметоксигексодіен	0,06	-	0,14	0,15
1,1 діметилоктадекан	0,11	0,14	0,17	0,15
метил 9-цис, 11-транс октадекадіен	0,05	-	0,24	0,25
2-гідрокси-циклопентадекан	-	-	0,13	0,42

У таблиці 2 представлені речовини, що відносяться до алканів, кетонів і ароматичних вуглеводнів, що містять у своїй структурі бензольні кільця. Наприклад, утворення циклотрисілоксану, що є вихідним мономером для синтезу маслобензостійких фторсілоксанових низько- і високомолекулярних каучуків, що є основою термо-, морозо-маслобензостійких герметиків і гум. І триізобутилсилан – кремній органічна сполука. Ймовірно, у процесі тривалого зберігання речо-

вини, що у покривному матеріалі споживчої тари поступово перетворюються на продукт.

У процесі зберігання було відзначено зростання величини кислотного числа жиру, що підтверджує динаміку деструктивних змін жиру у процесі зберігання консервів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** В результаті проведених досліджень показано, що ведення процесу стерилізації за щадящими режимами стерилізації

сприяє уповільненню процесів природного окислення жиру в продукті, накопиченню жирних кислот і летких речовин, що впливають на сенсорні характеристики готового продукту.

За виробництва консервів м'ясних необхідно здійснювати ризик-орієнтований контроль на основі встановленого гігієнічного критерію технологічного процесу за вмістом термофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, застосування модифікованого методу визначення біологічної цінності та токсичності для дотримання санітарно-гігієнічних вимог під час виробництва та обігу; ефективним вхідним контролем сировини та інгредієнтів, неналежним станом пакування і тари.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ 8380:2015 М'ясо та м'ясні продукти. Метод вимірювання масової частки жиру. Чинний від 2017-07-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. С. 26.
2. ДСТУ ISO 936:2008 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення масової частки загальної золи (ISO 936:1998, IDT). Чинний від 2008-01-01. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 30 с.
3. Баль-Прилипко Л.В. Актуальні проблеми та характеристика стану м'ясної промисловості України. *Мясное дело*. Київ: 2010. № 9. С. 4-17.
4. Баль-Прилипко Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.
5. Bal'-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., Brona, A.I. Trends, Achievements And Prospects Of Biotechnology In The Food Industry. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2016. Vol. 78(3). p. 99-111.
6. Пересічний М.І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: монографія. Київ: КНТЕУ, 2008. 718 с.
7. Богатко Н.М., Сахнюк Н.І., Богатко Д.Л. Застосування мікробіологічних критеріїв в Україні за встановлення безпечності харчових продуктів. *Збірник наук. Праць Харківської державної зооветеринарної академії. Проблеми зооінженерної та ветеринарної медицини. Ветеринарні науки*. Харків. Вип. 26. Ч. 2. 2013. С. 254–259.
8. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. (2016) Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects*. Latvian Republic, Rīga, 01–02 September 2016. S.85-89.

9. Чередніченко О.О. До питання виробництва і збереження якості м'яса та м'ясопродуктів. *Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту*. 2007. №. 110 (ч 2). С. 163-165.

10. Гавриленко О.С, Хоміцька О., Загорулько О. Мікробіологічний контроль м'ясних та м'ясорослинних консервів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. №4. 2017. С. 81–84.

11. Єфімова О. М, Касянчук В. В. Аналіз мікробіологічної безпечності національної продукції тваринного походження, призначеної для експорту. *Ветеринарна медицина України*. №. 1. 2014. С. 30–34.

12. Коцюмбас Г.І., Урбанович П.П., Мисів О.В. Мікроструктурна характеристика фаршу пельменів в аспекті контролю якості харчових продуктів. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С.З. Гжицького*. Т. 6 (№1), Ч. 2. 2004. С. 37-43.

13. Ложкіна О.В., Меженська Н.А., Калиновська І.Г., Марчук О.Т., Теплих Н.І., Андрієнко О.В. Методичні вказівки з визначення складників всіх видів м'ясної сировини, напівфабрикатів та готової продукції із м'ясної сировини. Київ, ДНДЛДВСЕ. 2010. 28 с.

#### REFERENCES:

1. DSTU 8380:2015 Miaso ta miasni produkty. Metod vymiriuvannia masovoi chastky zhyru. [Meat and meat products. The method of measuring the mass fraction of fat]. (2017). Chynnyi vid 2017-07-01. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, [in Ukrainian].
2. DSTU ISO 936:2008 Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly [Meat and meat products. The method of determining the mass fraction of total ash].(2008). (ISO 936:1998, IDT). Chynnyi vid 2008-01-01. Vyd. ofits. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 30 s. [in Ukrainian].
3. Bal'-Prylypko L.V. (2010). Aktualni problemy ta kharakterystyka stanu miasnoi promyslovosti Ukrainy. [Actual problems and characteristics of the state of the meat industry of Ukraine]. *Miasnoe delo*. Kyiv. №9. С. 4-17. [in Ukrainian].
4. Bal'-Prylypko L.V. (2012). Innovatsiini tekhnolohii yakisnykh ta bezpechnykh miasnykh vyrobiv. [Innovative technologies of high-quality and safe meat products]: monohrafiia. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NUBiP Ukrainy, 207 s. [in Ukrainian].
5. Bal'-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R., Brona, A.I. (2016). Trends, Achievements And Prospects Of Biotechnology In The Food Industry. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. Vol. 78(3). p. 99-111. [in Ukrainian].
6. Peresichnyi M.I. (2008) Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia [Technology of functional food products]: monohrafiia. Kyiv: KNTEU. 718 s. [in Ukrainian].

7. Bohatko N.M., Sakhniuk N.I., Bohatko D.L. (2013) Zastosuvannia mikrobiolohichnykh kryteriiv v Ukraini za vstanovlennia bezpechnosti kharchovykh produktiv. [Application of microbiological criteria in Ukraine for establishing the safety of food products]. *Zbirnyk nauk. Prats Kharkivskoi derzhavnoi zooveterynarnoi akademii. Problemy zoonzhenernoi ta veterynarnoi medytsyny. Veterynarni nauky*. Kharkiv. Vyp. 26. Ch. 2. S. 254–259. [in Ukrainian].

8. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. (2016) Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *Proceedings of the International Academic Congress «European Research Area: Status, Problems and Prospects*. Latvian Republic, Rīga, S. 85-89. [in Latvian Republic].

9. Cherednichenko O.O. (2007). Do pytannia vyrobnytstva i zberezhenia yakosti miasa ta miasoproduktiv. [To the issue of production and preservation of the quality of meat and meat products]. *Nauk. visn. Nats. ahrar. un-tu*. №. 110 (ч 2). С. 163-165. [in Ukrainian].

10. Havrylenko O.C, Khomitska O., Zahorulko O. (2017) Mikrobiolohichni kontrol miasnykh ta miasoslynnykh konserviv [Microbiological control of meat and meat-vegetable preserves]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. №4. S. 81–84. [in Ukrainian].

11. Iefimova O. M, Kasianchuk V. V. (2014) Analiz mikrobiolohichnoi bezpechnosti natsionalnoi produktsii tvarynnoho pokhodzhennia, pryznachenoi dlia eksportu. [Analysis of the microbiological safety of national products of animal origin intended for export]. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*. №. 1. S. 30–34. [in Ukrainian].

12. Kotsiumbas H.I., Urbanovych P.P., Mysiv O.V. (2004) Mikrostrukturna kharakterystyka farshu pelmeniv v aspekti kontroliu yakosti kharchovykh produktiv. [Microstructural characteristics of dumplings minced meat in the aspect of food quality control]. *Naukovyi visnyk LNAVМ imeni S.Z. Hzhyskoho*. T. 6 (№1), Ch. 2. S. 37-43. [in Ukrainian].

13. Lozhkina O.V., Mezhenka N.A., Kalynovska I.H., Marchuk O.T., Teplykh N.I., Andriienko O.V. (2010) Metodychni vkazivky z vyznachennia skladnykh vsikh vydiv miasnoi syrovyny, napivfabrykativ ta hotovoi produktsii iz miasnoi syrovyny. [Methodological guidelines for determining the components of all types of meat raw materials, semi-finished products and finished products from meat raw materials] Kyiv, DNDILDVSE. 28 s. [in Ukrainian].

*Стаття надійшла до редакції 27 вересня 2022 року*