

УДК 619:614.31:637.524.075:664
DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.10>

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ЗА ТРИВАЛОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ЗБЕРІГАННЯ

Приліпко Т. М. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчових продуктів
ЗВО «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0002-8178-207X

Федорів В. М. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчових продуктів
ЗВО «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0002-4499-0910

Косташ В. Б. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
асистент кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчових продуктів
ЗВО «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0002-2182-7723

Наведено результати досліджень з вивчення змін та проведенні кількісної оцінки вмісту амінокислот у м'ясній сировині при тривалому холодильному зберіганні. При цьому встановлено, що масова частка білка в досліджуваних зразках м'ясної сировини, що зберігається в промислових умовах, незначно змінювалася за весь період зберігання. Результати проведених досліджень зі зберігання замороженого м'яса показали, що дослідні зразки яловичини та свинини на останньому терміні зберігання (180 діб) містили незамінні амінокислоти, тобто, були повноцінними і мали досить високі показники біологічної цінності, близькі до норми, рекомендованої ФАО/ВООЗ. Найбільш суттєве зниження незамінних амінокислот: метіоніну та цистеїну зазначено у зразках яловичини. На останніх етапах зберігання спостерігалось збільшення майже в 2 рази вмісту проліну як у яловичині, так і у свинині, що може свідчити про можливий вплив заморожування та подальшого холодильного зберігання. При холодильному зберіганні замороженого м'яса відношення НАК/ЗАБ через 6 місяців зберігання становило 1,85 та 1,68 для свинини та яловичини відповідно, що у свою чергу незначно відрізняється від білків із високою біологічною цінністю. Відношення групи незамінних амінокислот до групи замічних (амінокислотний індекс НАК/ЗАК) у досліджених зразках яловичини та свинини становив 0,59...0,67 – для яловичини та 0,62...0,75 – для свинини відповідно, що близько значення цього показника, рекомендованого ФАО/ВООЗ для збалансованого харчування – 0,56...0,67. Амінокислотний індекс ставлення незамінних амінокислот до загальних амінокислот для «стандартного» білка має значення 0,4, у досліджених нами зразках він становив 0,37...0,4 – для яловичини та 0,38...0,42 – для свинини, що також показує досить високу біологічну цінність м'яса після тривалого зберігання у замороженому стані. Основний вплив на зміну білкових речовин м'яса та пов'язаного з ними амінокислотного складу надає процес заморожування, в результаті якого відбуваються денатурація і агрегація білків, подальше зберігання м'яса в замороженому стані меншою мірою впливає на протікають в ньому зміни.

Ключові слова: холодильне зберігання, м'ясо, амінокислота, білок, заморожування, яловичина, свинина.

Prylipko T. M., Fedoriv V. M., Kostash V. B. Amino acid composition of meat raw materials during long-term cold storage

The results of studies on the study of changes and quantitative assessment of the content of amino acids in meat raw materials during long-term cold storage are given. At the same

time, it was established that the mass fraction of protein in the studied samples of raw meat stored in industrial conditions changed slightly during the entire period of storage. The results of the research on the storage of frozen meat showed that the test samples of beef and pork at the last storage period (180 days) contained essential amino acids, i.e. were complete and had quite high indicators of biological value, close to the norm recommended by FAO/WHO. The most significant decrease in essential amino acids: methionine and cysteine was noted in beef samples. At the last stages of storage, an almost 2-fold increase in proline content was observed in both beef and pork, which may indicate a possible effect of freezing and subsequent cold storage. During refrigerated storage of frozen meat, the NAC/ZAB ratio after 6 months of storage was 1.85 and 1.68 for pork and beef, respectively, which in turn is slightly different from proteins with high biological value. The ratio of the group of essential amino acids to the group of replaceable ones (amino acid index NAK/ZAK) in the studied samples of beef and pork was 0.59...0.67 – for beef and 0.62...0.75 – for pork, respectively, which is close to the value of this indicator, recommended by FAO/WHO for a balanced diet – 0.56...0.67. The amino acid index of the ratio of essential amino acids to total amino acids for the "standard" protein has a value of 0.4, in the samples we examined it was 0.37...0.4 – for beef and 0.38...0.42 – for pork, which also shows fairly high biological value of meat after long-term storage in a frozen state. The main influence on the change of protein substances of meat and the amino acid composition associated with them is provided by the process of freezing, which results in denaturation and aggregation of proteins, further storage of meat in a frozen state has a lesser effect on the changes taking place in it.

Key words: cold storage, meat, amino acid, protein, freezing, beef, pork.

Постановка проблеми. Раціональне харчування є важливою умовою збереження здоров'я населення. Одним з головних аспектів перспективного розвитку харчової галузі є розробка технологій виробництва, які б дозволили виробляти продукцію з високими органолептичними, фізико-хімічними та біохімічними показниками якості. Вимоги сьогодення потребують реалізації якісної виробленої продукції з подовженим терміном зберігання [1, с. 9-14; 2, с. 29-31; 6, с. 49].

М'ясо відноситься до швидкокопсувних продуктів з високим вмістом білка і жиру, якість якого погіршується в результаті мікробіологічних, біохімічних та фізико-хімічних змін. Зниження температури м'яса до негативних є способом «консервування» холодом, що сприяє зниженню інтенсивності фізико-хімічних та мікробіологічних процесів, що протікають при зберіганні, та збільшенню термінів придатності з найбільш повним збереженням первісних властивостей м'яса. Однак показники, що зумовлюють біологічну цінність м'яса, можуть суттєво змінюватись у процесі тривалого зберігання [3, с. 8-10; 5, с. 254].

Зміни білкових речовин м'яса при тривалому зберіганні в стані недостатньо вивчені. Відомо, що білкова система м'яса зазнає деяких хімічних змін при холодильній обробці: є дані про агрегування білків з поступовим зниженням розчинності в електролітах; збільшується кількість розчинного та залишкового азоту, поліпептидів та азотистих основ [4, с. 34].

Аналіз останніх досліджень і публікацій Авторами показано [8, с. 517], що при зберіганні м'яса в замороженому стані в ньому знижується вміст незамінних амінокислот, причому зниження валіну та лізину було статистично суттєвим. Внаслідок цього, питання оцінки біологічної цінності м'яса після циклу тривалого зберігання, видаються нам важливими та актуальними.

Незамінні амінокислоти є природними та необхідними компонентами харчових продуктів. Вивчення їх будови і властивостей одна з важливих складових, що дозволяє розробляти принципи конструювання нових харчових продуктів оздоровчого і профілактичного призначення. Будова сполук, їх властивості і реакційна здатність визначають механізми перетворень, що відбуваються у технологічних процесах. Тому на сучасному етапі розвитку науки необхідно враховувати ці знання при виробництві харчових продуктів [9, с. 414].

Вивчення амінокислотного в м'язових тканинах дозволяє отримувати дані, що прямо або побічно характеризують якісний і, певною мірою, кількісний склад білків м'язів, а також дає можливість оцінити первинну структуру білків, характер обмінних процесів, що протікають, і можливість подальшого засвоєння іншими гетеротрофними організмами при включенні в харчовий раціон останніх. Поняття «ідеальний» білок включає уявлення про гіпотетичний білок високої харчової цінності, що задовольняє потребу організму людини в незамінних амінокислотах. Для дорослої людини як «ідеальний» білок застосовують амінокислотну шкалу Комітету ФАО/ВООЗ [7, с. 85].

Постановка завдання. Мета роботи полягала у вивченні зміни та проведенні кількісної оцінки вмісту амінокислот у м'ясній сировині при тривалому холодильному зберіганні.

Як об'єкт дослідження використовували м'язову тканину: – свинини жилованої з вмістом жирової тканини від 35 до 50%, – яловичини жилованої з вмістом сполучної та жирової тканини не більше 20%. Дослідні зразки зберігалися при температурі -18°C протягом 6 місяців. Для зберігання кожен зразок свинини і яловичини був упакований у пакет з полімерної плівки, зразки укладені в ящики з гофрованого тришарового картону і поміщені в морозильні камери, для подальшого зберігання.

На всіх етапах контролю у процесі зберігання санітарно-гігієнічні та мікробіологічні показники яловичини та свинини відповідали «Єдиним санітарно-епідеміологічним та гігієнічним вимогам до товарів, що підлягають санітарно-епідеміологічному нагляду (контролю)». На всіх етапах холодильного зберігання (0, 30 та 180 добу) було проведено оцінку біологічної повноцінності білків м'яса за амінокислотним складом. Амінокислотний аналіз проводили за стандартними методиками [1, с. 201].

Біологічну цінність харчового білка характеризують показники якості, що відбивають ступінь відповідності його амінокислотного складу потреб організму людини в амінокислотах для синтезу білка. Визначення біологічної цінності білків використовують хімічні та біологічні методи. На практиці найбільшого поширення набув так званий метод амінокислотного скоря, що дозволяє виявити амінокислоти, що лімітують незамінні. Визначення лімітуючих амінокислот в білку, що вивчається, проводили в порівнянні з «ідеальним» білком, повністю збалансованим за амінокислотним складом.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що масова частка білка в досліджуваних зразках м'ясної сировини, що зберігається в промислових умовах, незначно змінювалася за весь період зберігання. Слід зазначити, що «ідеальна» за хімічним складом м'ясна сировина (волога, жир, білок) можна порівняти з кожною партією м'яса, закладеною на зберігання в умовах реального виробництва, відібрати для проведення досліджень не було можливим.

Результати проведених досліджень зі зберігання замороженого м'яса показали, що дослідні зразки яловичини та свинини на останньому терміні зберігання (180 діб) містили незамінні амінокислоти, тобто. були повноцінними і мали досить високі показники біологічної цінності, близькі до норми, рекомендованої ФАО/ВООЗ.

Так, при зберіганні яловичини протягом 180 діб відбулося зниження суми незамінних амінокислот на 7,6% з 39,4 до 36,4 мг/100 г білка, при цьому у свинині зазначено їх зменшення на 10,7% з 42,2 до 37,7 мг/100 г білка відповідно. Найбільш суттєве зниження незамінних амінокислот: метіоніну та цистеїну зазначено

у зразках яловичини. На останніх етапах зберігання спостерігалось збільшення майже в 2 рази вмісту проліну як у яловичині, так і у свинині, що може свідчити про можливий вплив заморожування та подальшого холодильного зберігання.

На наступному етапі досліджень було розраховано відношення вмісту незамінних амінокислот (НАК) до загального азоту білка (ЗАБ) у 100 г білка, виражені у грамах незамінних амінокислот на 1 г азоту.

Амінокислотний склад досліджених зразків свинини та яловичини наведено у таблиці 1.

Таблиця 1
Амінокислотний склад свинини та яловичини на різних етапах зберігання

Показник	Доба зберігання						Рекомендації ФАО/ВООЗ АК/100 г білка
	Яловичина			свинина			
Масова частка білка, %	0	30	180	0	30	180	
Незамінні амінокислоти (НАК), г/100 г білка							
Изолейцин	3,2	2,3	2,6	3,8	3,6	2,3	4,3
Лейцин	6,0	7,1	6,6	8,1	7,1	5,8	7,2
Лізин	7,3	7,2	7,0	7,3	7,1	8,0	5,5
Метіонін	2,3	2,0	1,7	2,2	2,5	1,5	2,3
Цистеїн	1,6	1,5	0,8	1,5	1,2	1,3	1,4
Фенілаланін	4,4	4,0	3,2	4,8	3,2	3,2	4,6
Тирозин	4,3	4,8	2,8	4,1	3,9	2,4	3,3
Треонін	5,7	4,0	5,3	5,8	5,7	5,4	6,3
Тріптофан	1,3	1,3	1,0	1,2	1,5	1,5	1,1
Валін	3,3	4,2	4,3	3,9	3,6	5,5	4,4
Всього НАК	39,4	38,5	36,4	42,2	39,9	37,7	43,5
Замінні амінокислоти (ЗАК), г/100 г білка							
Аспарагінова кислота	7,6	9,1	10,4	8,9	9,5	7,1	10,2
Серин	5,4	5,4	4,6	4,9	5,0	4,8	4,6
Глутамінова кислота	18,5	18,3	18,3	18,0	19,0	16,9	16,8
Гліцин	5,8	4,8	4,8	4,9	5,0	5,7	3,7
Аланін	4,4	4,5	4,2	5,2	5,4	4,2	3,8
Гістидин	5,1	6,3	6,4	4,5	4,0	3,1	2,3
Аргінін	7,5	7,5	5,7	5,9	6,2	8,0	6,7
Пролін	4,2	4,3	7,3	4,2	5,2	11,5	5,5
Всього ЗАК	58,5	60,2	961,8	56,5	59,3	61,3	52,6
Всього амінокислот	97,9	98,7	98,2	98,7	98,7	99,0	97,1

При оцінці білків за допомогою цих показників виходять з того, що у білків з високою біологічною цінністю відношення НАК/ЗАБ становить не менше 2,0, а кількість незамінних амінокислот у 100 г білка – не менше 40. Вважається, що інші білки мають низьку біологічну цінність. Таким чином, при холодильному зберіганні замороженого м'яса відношення НАК/ЗАБ через 6 місяців зберігання

становило 1,85 та 1,68 для свинини та яловичини відповідно, що у свою чергу незначно відрізняється від білків із високою біологічною цінністю.

Таблиця 2

**Біологічна цінність білка замороженого м'яса
за розрахунковими показниками**

Назва зразку	Доба зберігання	НАК/ЗАБ	Всього НАК
Яловичина	0	2,15	39,4
	30	1,85	38,5
	180	1,68	36,4
Свинина	0	2,34	42,2
	30	2,17	39,9
	180	1,85	37,7

Амінокислотні індекси, що свідчать про біологічно цінний вміст у м'ясі незамінних та замінних амінокислот, розраховували щодо суми незамінних амінокислот до суми замінних амінокислот (НАК/ЗАК) та щодо суми незамінних амінокислот до загальних амінокислот (НАК/загальні амінокислоти). Відношення групи незамінних амінокислот до групи замінних (амінокислотний індекс НАК/ЗАК) у досліджених зразках яловичини та свинини становив 0,59...0,67 – для яловичини та 0,62...0,75 – для свинини відповідно, що близько значення цього показника, рекомендованого ФАО/ВООЗ для збалансованого харчування – 0,56...0,67. Амінокислотний індекс ставлення незамінних амінокислот до загальних амінокислот для «стандартного» білка має значення 0,4, у досліджених нами зразках він становив 0,37...0,4 – для яловичини та 0,38...0,42 – для свинини, що також показує досить високу біологічну цінність м'яса після тривалого зберігання у замороженому стані.

Висновки.

1. Таким чином, основні показники біологічної цінності замороженої яловичини та свинини після тривалого холодильного зберігання свідчать про досить хорошу безпеку продукту.

2. Основний вплив на зміну білкових речовин м'яса та пов'язаного з ними амінокислотного складу надає процес заморожування, в результаті якого відбуваються денатурація і агрегація білків, подальше зберігання м'яса в замороженому стані меншою мірою впливає на протікають в ньому зміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Антипова Л. В. Методи дослідження м'яса і м'ясних продуктів. Київ. 2015. 378 с.
2. Передумови розвитку м'ясної галузі в Україні: продовольча база чи «сучасна культура споживання»? URL: <http://www.atik.com.ua/index.php/ru/blogproduction/2-catnews/24--l-r.html>
3. Баль-Прилипко Л.В., Леонова Б.І., Нагорна М.Н. Сучасні технологічні особливості виробництва делікатесних м'ясних продуктів. *Мясное дело*. 2014. № 6-7. С. 8-10.
4. Жерінов А. І. Виробництво м'яса і м'ясних товарів. Київ, 2009. С. 34-41.
5. Приліпко Т.М. Букалова Н.В. Ветеринарно-санітарна оцінка продуктів забою тварин. *Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конференції «Зоотехнічна наука:*

історія, проблеми, перспективи». Подільський ДАТУ, 26–27 травня 2016 р. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 254–257.

6. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V. Features of introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine. The potential of modern scient. London 2019. volume 1. p.p.49-60.

7. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. 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. С.85-89.

8. Riaz, M.N., Texturized soy protein as an ingredient, in Proteins in food processing, R.Y.Yada, Editor. 2004, *Woodhead Publishing Limited*: Cambridge, London. p. 517–557.

9. Boye, J., F. Zare, and A. Pletch, Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 2010. 43(2): p. 414-431.

REFERENCES:

1. Anty`pova L. V. (2015) Metody` doslidzhennya m`yasa i m`yasny`x produktiv [Research methods of meat and meat products]. Ky`yiv. 378 s. (in Ukrainian)

2. Peredumovy` rozvy`tku m`yasnoyi galuzi v Ukraini: prodovol`cha baza chy` «suchasna kul`tura spozhy`vannya»? [Prerequisites for the development of the meat industry in Ukraine: food base or "modern culture of consumption"?]. Retrieved from: <http://www.atik.com.ua/index.php/ru/blogproduction/-2-catnews/24--l-r.html>

3. Bal`-Pry`ly`pko L.V., Leonova B.I., Nagorna M.N. (2014) Suchasni texnologichni osobly`vosti vy`robny`cztva delikatesny`x m`yasny`x produktiv [Modern technological features of the production of delicate meat products]. *Myasnoe delo*. № 6-7. S. 8-10.

4. Zherinov A. I. (2009) Vy`robny`cztvo m`yasa i m`yasny`x tovariv [Production of meat and meat products]. Ky`yiv: S. 34-41. (in Ukrainian)

5. Pry`lipko T.M. Bukalova N.V. (2016) Vetery`narno-sanitarna ocinka produktiv zaboyu tvary`n [Veterinary and sanitary assessment of animal slaughter products]. *Materialy` VI Mizhnar. nauk.-prakt. konferenciyi «Zootexnichna nauka: istoriya, problemy`, perspektyvy`»*. Podil`s`ky`j DATU, 26–27 travnya 2016 r. Kam`yanecz`-Podil`s`ky`j, 2016. S. 254–257.

6. Prylipko T., Bukalova N., Lyasota V. (2019) Features of introduction of the HACCP system on enterprises of Ukraine. *The potential of modern scient*. London. Volume 1. p.p.49-60.

7. 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.

8. Riaz, M.N., (2004) Texturized soy protein as an ingredient, in Proteins in food processing, R.Y. Yada, Editor. *Woodhead Publishing Limited*: Cambridge, London. p. 517-557.

9. Boye, J., F. Zare, and A. Pletch, (2010) Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43(2): p. 414-431.