

ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З КОМПЛЕКСНОЮ ХАРЧОВОЮ ДОБАВКОЮ ФЕРМЕНТАТИВНИМ МЕТОДОМ

Н. М. СОНЬКО, аспірантка кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції *

<https://orcid.org/0000-0003-4521-5024>

E-mail:sonkonadia11@gmail.com

В. Ю. СУХЕНКО, доктор технічних наук, професор кафедри стандартизації та сертифікації сільськогосподарської продукції

<https://orcid.org/0000-0002-8325-3331>

E-mail:vladsuhenko@gmail.com

О. А. ШТОНДА, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів

<https://orcid.org/0000-0002-7085-6133>

E-mail:oasht@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Під час створення м'ясних напівфабрикатів одним із основних показників є біологічна цінність продукту. Біологічна цінність білків залежить від ступеня їх засвоєння і у тваринних білків є більшою, ніж у рослинних. З тваринних білків в кишківнику всмоктується понад 90 % амінокислот. Важливим показником біологічної цінності білків є їх розщеплення травними ферментами у шлунково-кишковому тракті. Ферментативні методи визначення біологічної цінності білка – це об'єктивний спосіб визначення його здатності до розщеплення протеолітичними ферментами у шлунково-кишковому тракті. Для досліджень використовували січені напівфабрикати (котлети): контрольний зразок (основна сировина – м'ясо котлетне яловиче та свинина жилована жирна) та три дослідних зразки з частковою заміною м'яса яловичого котлетного на комплексну харчову добавку на основі тваринної та рослинної сировини – 0,5 %, 0,75 % та 1,0 % відповідно. Гідратація добавки становить 1:15. Харчова добавка містить у своєму складі г/100г: альгінат натрію – 60, білок молочної сироватки – 16, соєву клітковину – 24. Для визначення біологічної цінності січених напівфабрикатів ферментативним методом використовували прилад для гідролізу білків. Суть методу полягає у шестигодинному гідролізі ферментами наважки готового продукту. Перший етап – ферментація пепсином (3 години), другий етап – трипсином (3 години). З погодинним відбором продуктів гідролізу для визначення ступеня перетравності на певному етапі дослідження. Доведено, що додавання до рецептури січених напівфабрикатів харчової суміші являється доцільним, оскільки дозволяє отримати січений напівфабрикат з кращими показниками перетравлюваності. При цьому перетравлюваність дослідних

* Науковий керівник – д. т. н., професор В. Ю. Сухенко

зразків була дещо вищою за контрольний. Показник перетравлюваності для контролю становив 69 %, а для дослідних – 68-74 %. Отже, відповідно до проведених досліджень можемо стверджувати про доцільність використання комплексної харчової добавки на основі тваринної та рослинної сировини за виробництва м'ясних січених напівфабрикатів з часткою заміни основної сировини від 8 % до 16 %.

Ключові слова: котлети м'ясні січені, харчова суміш, система протеїназ пепсин-трипсин, перетравлення

Актуальність.

Сьогодні в Україні та світі спостерігається підвищений попит на споживання продукції швидкого приготування (заморожених та охолоджених м'ясних січених напівфабрикатів). Зростання їх популярності обумовлено тривалим терміном придатності продукції до споживання та швидкого їх приготування. Виробництво швидкозаморожених продуктів – один з перспективних напрямів розвитку промислової переробки м'ясної сировини. Останнім часом все більшої популярності у виробництві вищезазначених продуктів набувають тваринні білки. Тому розроблення нових продуктів харчування із застосуванням тваринного білка, а саме білка молочної сироватки є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Аналіз останніх наукових досліджень свідчить про стійкий інтерес фахівців до розширення та вдосконалення асортименту м'ясних січених напівфабрикатів шляхом введення до їх складу різноскладових добавок. Одним з ефективних шляхів компенсації аліментарної недостатності в харчуванні є регулярне включення в раціон функціональних харчових добавок різної профілактичної спрямо-

ваності. Особливістю функціональних харчових добавок, отриманих на основі збалансованих композицій, є їх багатокomпонентність (Antypova et al., 2004) та реалізація функціональних властивостей сировини харчових інгредієнтів, які здатні створювати структурні системи (Rohov et al., 2009).

На сучасному ринку представлено безліч харчових добавок та сумішей, а кожна з них обмежена в своєму компонентному складі, тому ми створили нову комплексну харчову добавку на основі тваринної та рослинної сировини (Sukhenko et al., 2015), яка забезпечує високими функціонально-технологічними показниками м'ясні січені напівфабрикати.

Харчова добавка являє собою суміш наступних складових: як біологічно активний компонент містить альгінат натрію – 60 %, як харчове волокно – соєву клітковину – 24 %, а в якості білка – білок молочної сироватки – 16 %. Кожна складова суміші має свою функціональність.

Існує група полісахаридів, відмінних від крохмалю, які не перетравлюються травними ферментами і не засвоюються. У фізіологічному сенсі вони об'єднуються в групу харчових волокон. Харчові волокна – це різноманітні за складом і будовою полімери природного походження. Вони широко поширені в рослинних продуктах: зернових, овочевих і бобових.

Клітковина (целюлоза) – найпоширеніший високомолекулярний некрохмальний полісахарид. Це основний компонент і опорний матеріал клітинних стінок рослин. Клітковина не розчиняється у воді і в звичайних умовах не піддається гідролізу кислотами. Для виробництва м'ясних продуктів розроблені натуральні дієтичні волокна, які представляють собою клітковину, сировиною якої служить соя (Chernova, 2001).

Застосування альгілату натрію заснована на здатності утворювати гелі, тобто працювати як згущувач, желеутворююча речовина і емульгатор. Альгілат натрію здатний стабілізувати структурно-механічні властивості продукту. Широке використання альгілатів пов'язано з такими їх властивостями, як підвищена в'язкість, здатність до набухання і гелеутворення, стабілізації водних і водно-жирових розчинів.

Одним з перспективних сировинних ресурсів за досліджень в даному напрямку, який містить комплекс біологічно активних речовин і є раціональним за економічними показниками це молочна сироватка, на основі якої виробляють білок молочної сироватки.

Біологічна цінність молочної сироватки обумовлена вмістом у ній білкових азотистих сполук (в першу чергу, незамінних амінокислот), вуглеводів, ліпідів, мінеральних солей, вітамінів, органічних кислот, ферментів, імунних тіл і мікроелементів. Молочний білок вважається одним з основних компонентів м'ясних продуктів, який втім і відповідає за смак, а також поживність готового продукту чи напівфабрикату.

Чим вище біологічна цінність їжі, тим більше вона відповідає фізіологічним потребам організму. Швид-

кість, з якою відбувається гідроліз харчових білків, – це один з показників їх біологічної цінності (БЦ), оскільки дає можливість передбачити ступінь утилізації білків тканинами живих організмів. БЦ харчового продукту можна визначити декількома методами: хімічним, біологічним та ферментативним. Досить ефективний метод ферментативного гідролізу, відповідно до якого визначають швидкість перетравлення білків в шлунково-кишковому тракті (Polumbryketal, 2017). Для вивчення цього показника на харчовий білок послідовно діють системою протеїназ, яка містить пепсин і трипсин. Водночас постійно видаляють методом діалізу з реактивного середовища продукти гідролізу. Цей спосіб імітує умови, за яких відбувається гідроліз харчових білків в організмі (Chernova, 2001).

Мета дослідження – проведення аналізу та встановлення ферментативним методом біологічну цінність (ступінь перетравності) січених напівфабрикатів з комплексною харчовою добавкою на основі тваринної та рослинної сировини з її використанням в дослідних зразках відповідно 0,5 %, 0,75 % та 1,0 %.

Матеріали і методи дослідження.

Об'єктами дослідження є контрольний та дослідні зразки січених напівфабрикатів. Дослідження проводили в лабораторних умовах кафедри технології м'яса та м'ясних продуктів НУХТ. За основу взяли метод ферментного гідролізу (система пепсин – трипсин) визначення біологічної цінності м'ясних січених напівфабрикатів *in vitro*. Для проведення дослідження використовували



Рис.1. Прилад для проведення гідролізу

прилад, який має зовнішній і внутрішній сосуди, розділені між собою напівпроникною мембраною (рис. 1).

Для досліджень використовували січені напівфабрикати (котлети). З них сформували 4 зразки. Контрольний зразок (к) містив лише основну сировину – м'ясо котлетне яловиче та свинину жиловану жирну. У трьох дослідних зразках частково замінювали основну сировину на комплексну харчову добавку на основі тваринної та рослинної сировини. Харчова добавка містить у своєму складі: альгінат натрію – 60 г / 100г, білок молочної сироватки – 16 г / 100г та соєву клітковину – 24 г / 100г. Введення харчової добавки становило 0,5 % (Д1), 0,75 % (Д2) та 1,0 % (Д3). Гідратація добавки становить 1:15.

Техніка досліджень полягала в наступному: першочергово заморожені напівфабрикати піддавали термічній обробці (жарці) з наступним її охолодженням. З готового продукту відбирали наважку, яка містила приблизно 150 мг білку. Розташовували у вну-

трішній ємності приладу, додавали 15 мл 0,02 н розчину соляної кислоти з рН 1,7. У зовнішню ємність доливали 60 мл соляної кислоти такої ж концентрації. Для того, щоб дотримуватися ізотонії, внутрішню ємність занурювали у зовнішню, поки рівень рідини в них не зрівняється. Проби інкубували на водяній бані за температурою 37° С протягом 15 хвилин за постійного перемішування. Потім у внутрішню ємність додавали 15 мг кристалічного пепсину. Ферментацію проводили протягом 3 годин за постійного перемішування. Протягом кожної години відбирали гідролізат для проведення подальших досліджень визначення ступеня перетравності. Після ферментації суміш з внутрішньої ємності нейтралізували розчином гідроксиду натрію, а потім додавали 10 мл бікарбонатного буферу. Суміш з зовнішньої ємності замінили повністю бікарбонатним буфером. Рідина в обох ємностях на одному рівні. Після термостатування протягом 15 хвилин у внутрішній посуд вносили 15 мг кристалічного трипсину і прово-

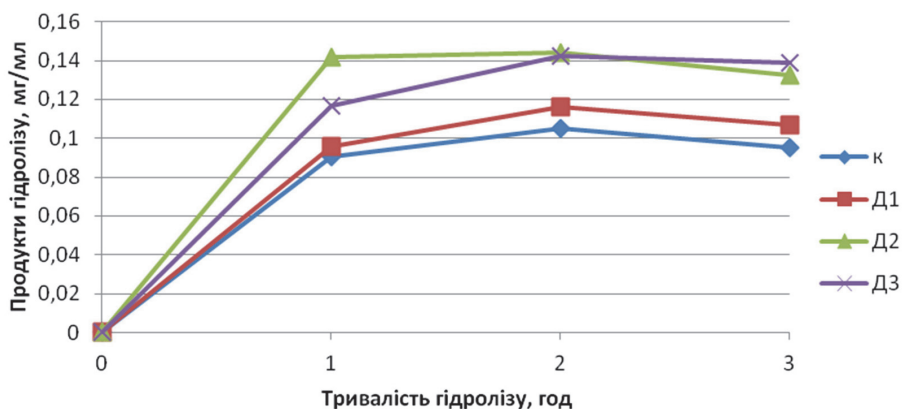


Рис. 2. Перетравність білків пепсином (*invitro*)

дилиподальшу ферментацію протягом 3 годин. Також протягом кожної години відбирали гідролізат. Про ступінь перетравлення білків продукту судять за різницею між кількістю білку, взятого на дослідження до того білку, який залишився після послідовної обробки наважки продукту пепсином і трипсином. Кількість накопичених продуктів гідролізу в діалізаті визначена за методом Лоурі (метод базується на забарвленні продуктів під час взаємодії реактиву Фоліна з лужним розчином білків). Відповідно до нього, знайдено вміст тирозину в досліджуваних зразках січених напівфабрикатів, що утворюється внаслідок ферментативного гідролізу за допомогою ензимів пепсину та трипсину. Кількість білку в розчинах визначали за калібрувальним графіком. Його робили за стандартним розчином тирозину (Pokrovsky, 1965; Rudakova, 2017).

Результати дослідження та їх обговорення. Як відомо, тваринні білки різного походження перетравлюються по-різному. На швидкість перетравлення впливає ряд факторів: вид сировини, ступінь подрібнення, теплова обробка (Rudakova, 2017).

На рисунку 2 видно, що січені напівфабрикати на початковій стадії характеризуються високими темпами перетравлення під дією пепсину. Перетравлення протягом трьох годин відбувалося поступово без різких змін. Найкращий показник перетравності мав дослідний зразок під номером 3. До його складу введена найбільша кількість харчової добавки на основі білка молочної сироватки. Найнижчий показник перетравності мав контрольний зразок. Це обумовлено тим, що до складу входить м'ясо яловиче та свинина жилована жирна, ці види м'ясної сировини мають порівняно невеликі темпи перетравлення білків в порівнянні з дослідними зразками, які мають у своєму складі чистий білок молочної сироватки який повною мірою перетравлюється протягом перших трьох годин – пепсином.

На рисунку 3 наведені результати отримані за подальшого дослідження трипсином. На 4-й годині дослідження додавали трипсин до пепсинового гідролізату. Наступні дослідження визначались відносно невеликими показниками перетравлення. Найкращі показники мали дослідні зразки 2 і 3.

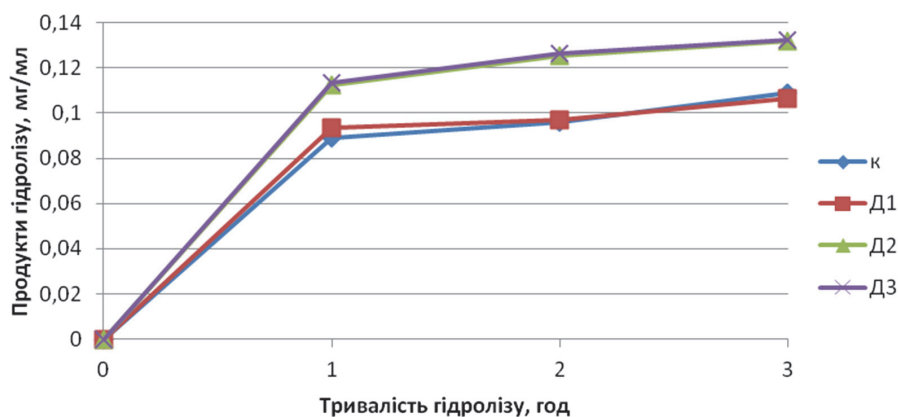


Рис. 3. Перетравність білків трипсином (in vitro)

З рисунка 4 видно, що перетравність всіх дослідних зразків мають певну закономірність. Це відбувається внаслідок поступової і часткової заміни основної сировини м'ясних січених напівфабрикатів комплексною харчовою добавкою. В складі готового січеного напівфабрикату вміст харчової суміші (гідратованої 1:15) становить від 8 до 16%. Найкращий показник перетравності показав дослідний зразок 2 і 3, що становили відповідно 72,0% і 74,0%, контроль-

ний зразок – 69,0%. Це пояснюється тим, що білки молочної сироватки швидко і майже повною мірою проходять процес перетравлення пепсином та трипсином, а м'ясна сировини повільніше і не в повній мірі перетравлюється трипсином.

Як свідчать отримані дані, відповідно до величини концентрації нагромадження продуктів гідролізу білків січених напівфабрикатів відсоток до тирозину, змінювалася величина перетравлювання білків напівфабрикатів.

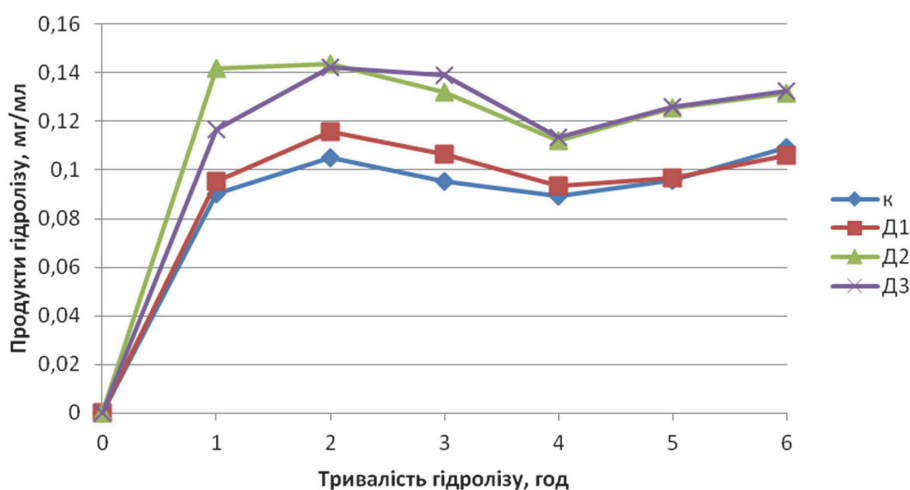


Рис.4. Швидкість перетравності білків системою пепсин – трипсин

Висновки і перспективи.

Досліджено біологічну цінність (перетравність в умовах *invitro*) м'ясних січених напівфабрикатів ферментативним методом гідролізу білків. Встановлено, що січені напівфабрикати з додаванням 0,75 % та 1,0 % добавки мали кращі показники перетравлення відносно контролю на 3 % і 5 % відповідно. Це свідчить про покращену біологічну цінність продукту в цілому. Тому заміна м'ясної сировини на харчову добавку, що після гідратації становить від 12 % до 16 % від загальної маси є доцільною і може бути використана для виробництва січених напівфабрикатів.

Список літератури

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учебник. Москва: Колос, 2001. 571 с.
2. Чернова Е.В. Новый метод оценки биологической ценности белков обработанных круп. Известия вузов. Пищевая технология. 2001. 1. С. 11-13.
3. Створене посилання: Полумбрик М. М., Пасічний В. М., Костишин В. Дослідження біологічної цінності ковбасних виробів з колагеновим білком «Білкозин» // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 83-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. / Київ НУХТ. Київ: НУХТ, 2016. С. 308.
4. Покровский А.А., Ертанов И.Д. Атакующесть белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами *invitro*. Вопросы питания. 1965. 3. С. 38-44.
5. Рогов И. А, Забашта А. Г., Казюлин Г. П. Технология мяса и мясных продуктов: книга. Москва: Колос, 2009. 565 с.

6. Рудакова Т. В. Ферментативний метод визначення біологічної цінності молочних продуктів із зерновим інгредієнтом для дитячого харчування. Зернові продукти і комбікорми. 2017. 17(2). с 24-28.
7. Патент 104329 України, МПК, А23L 1/00 Комплексна харчова добавка на основі тваринної та рослинної сировини / Сухенко Ю. Г., Штонда О. А., Сонько Н. М. – заявка № u201506743; Заявлено 07.07.2015; Опубліковано 25.01.2016, Бюлетень № 2

References

1. Antipova, L. V., Glotova, I. A., Rogov, I. A. (2001). Metody issledovaniya m'jasa i m'jasnyh produktov [Research methods for meat and meat products]. Moscow, Rosija: Kolos.2001. 571.
2. Chernova, E. V. (2001). Novy`j metod ocenki biologicheskoy czennosti belkov obrabotanny`kh krup [A new method for assessing the biological value of proteins in processed cereals]. Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya.(1). 11-13.
3. Polumbryk, M., Pasichnyi, V., Kostyshyn.V. (2017). Doslidzhennia biolohichnoi tsinnosti kovbas z bilkom kolahenu "Bilkozyn" [Research of biological value of sausages with collagen protein "Bilkozyn"]. Materialy 83 mizhnarodnoi naukovoї konferentsii molydykh uchenykh, aspirantiv ta studentiv "Naukovi dosiahnennia molodi – vyrishennia problem kharchuvannia liudyny u XXI stolitti". 5-6 Kvitnia 2017, Kyiv. 308.
4. Pokrovskij, A.A., Ertanov, I.D. (1965). Atakue-most' belkov pishhevyyh produktov proteolitcheskimi fermentami *in vitro* [Attack a bility of food proteins by proteolytic enzymes *in vitro*]. Voprosy pitaniya.(3). 38-44.
5. Rohov, Y.A., Zabashta, A.H., Kaziulyan, H.P. (2009). Tehnologija m'jasa i m'jasnyh produktov. [Technology of meat and meat products]. Moscow. 565.
6. Rudakova, T. (2017). Fermentatyvnyi metod vyznachennia biolohichnoi tsinnosti

molochnykh produktiv iz zernovym inhre-
diientom dlia dytiachoho kharchuvannia
[Enzymetic method for determination of
biological value of dairy products with
grain ingredients for baby nutrition]. Grain-
Products and Mixed Fodder's, 17(2).24-28.

<https://doi.org/10.15673/gpmf.v17i2.525>
7. Sukhenko, Y.G., Shtonda, O.A., Sonko, N.M.
(2015) Kompleksna kharchova dobavka na
osnovi tvarynnoi ta roslynnoi syrovyny. UA
Patent No. 104329. Ukrainskyi instytut in-
telektualnoi vlasnosti (Ukrpatent).

N. M. Sonko, V. Yu. Sukhenko, O. A. Shtonda (2021). DETERMINATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS WITH A COMPLEX FOOD ADDITIVE ENZYMIC METHOD. ANIMAL SCIENCE AND FOOD TECHNOLOGY, 12(1): 48-55. <https://doi.org/10.31548/animal2021.01.048>.

Abstract. When creating meat products, one of the main indicators is the biological value of the product. The biological value of proteins depends on the degree of their assimilation, in animal proteins is greater than in vegetable. More than 90% of amino acids are absorbed from animal proteins in the intestine. An important indicator of the biological value of proteins is their attack by digestive enzymes - the property to be hydrolyzed with the participation of enzymes in the gastrointestinal tract. Enzymatic methods for determining the biological value of a protein are one of the simplest and at the same time objective methods for determining its ability to be broken down by proteolytic enzymes in the gastrointestinal tract. The article presents a study on the biological value of minced meat semi-finished products. For the studies we used chopped semi-finished products (cutlets) control sample and three test samples with partial introduction into the formulation of food additives based on animal and vegetable raw materials - 0.5 %, 0.75 % and 1.0 %, respectively. Hydration of the additive is 1:15. The food supplement contains g / 100 g: sodium alginate - 60, whey protein - 16, soy fiber - 24. To determine the biological value of the products by the enzymatic method used a device for hydrolysis of proteins. The essence of the method is a six-hour hydrolysis by enzymes of a sample of the finished product. The first stage is fermentation with pepsin (3 hours), the second stage is trypsin (3 hours). With hourly selection of hydrolysis products to determine the degree of digestibility at a certain stage of the study. It is proved that the addition to the recipe of chopped semi-finished food mixture is advisable, as it allows to obtain chopped semi-finished product with better digestibility. The digestibility of the experimental samples was slightly higher than the control. The digestibility index for control was – 69 %, and for experimental – 68-74 %. Therefore, according to research, we can say about the feasibility of using additives in the production of minced meat semi-finished products with a share of replacement of basic raw materials from 8 % to 16 %.

Keywords: minced meat cutlets, food mixture, pepsin-trypsin proteinase system, digestion.