

## RESEARCH OF SURFACE MORPHOLOGY AND TEXTURES OF MINCED MEAT IN BOILED SAUSAGES

V. Pasichnyi, M. Polumbryk, M. Polumbryk

*National University of Food Technologies*

V. Litvyak

*Republican Unitary Enterprise "Foodstuff Research Center of National Academy of Sciences of the Republic of Belarus"*

O. Vyshnevskiy

*M. P. Semenenko Institute of Geochemistry and Mineralogy*

---

**Key words:**

*Morphology*

*Texture*

*SEM*

*Minced meat*

*Boiled sausages*

---

**Article history:**

Received 16.09.2017

Received in revised form

04.10.2017

Accepted 24.10.2017

---

**Corresponding author:**

V. Pasichnyi

**E-mail:**

npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

Using the method of scanning electron microscopy (SEM), an analysis of the surface morphology of dried samples of meat and minced meat of cooked sausages was performed. The analysis of the microstructures of beef, pork, and broiler samples indicates a significant correlation between the texture of the latter and Bilkozyne due to the reduced fiber density compared to the samples of pork and beef. It was found that the addition of Bilkozyne in hydrated form contributes to the improvement of the minced meat texture, which manifests itself in the complete absence of cavities. It is found, that the average square of holes decreased from 37.5 to 11.5 mm<sup>2</sup>, at the essential decrease of their ellipticity. In comparative tests, broiler meat had high structural similarity with Bilkozyne compared to beef and pork. Thus, broiler meat was used as a main ingredient in the minced meat of the boiled sausages manufacturing. In microphotographs of the samples of minced meat containing Bilkozyne, the polymeric structures of collagen are visible, regardless of the form of introduction. This makes it easy to detect products containing Bilkozyne.

---

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-5-1-20

---

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФОЛОГІЇ ПОВЕРХНІ І ТЕКСТУРИ ФАРШУ ВАРЕНИХ КОВБАС

В.М. Пасічний, М.О. Полумбрик, М.М. Полумбрик

*Національний університет харчових технологій*

В.В. Литвяк

*РУП Центр з продовольства НАН Республіки Білорусь*

О. Вишневецький

*Інститут геохімії та мінералогії ім. М.П. Семененка*

*За допомогою методу скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) проведено аналіз морфології поверхні висушених зразків м'яса та фаршу варених ковбас.*

Аналіз мікроструктур зразків м'яса яловичини, свинини та бройлерів вказує на значне споріднення текстури останнього з білкозином, зумовлене зменшеною щільністю волокон, порівняно зі зразками м'яса свинини та яловичини. Саме тому м'ясо бройлерів використовувалось у технології варених ковбас. З'ясовано, що внесення білкозину в гідратованій формі сприяє покращенню текстури фаршу, що проявляється у повній відсутності порожнин. Доведено, що фарш, виготовлений з використанням сухого білкозину має покращену текстуру порівняно із зразком, виготовленим за стандартною рецептурою без білкозину. Це проявляється у зниженні середньої площі порожнин з 37,5 до 11,5 мм<sup>2</sup>, а також у зменшенні їх еліптичності. На мікрофотографіях зразків фаршу, виготовленого з білкозином, видно полімерні структури колагену, незалежно від форми внесення. Це дає змогу легко виявляти продукцію, виготовлену з білкозином.

**Ключові слова:** морфологія, текстура, СЕМ, фарш, варені ковбаси.

**Постановка проблеми.** Гідролізати вторинної м'ясної сировини широко застосовуються в технології м'ясних продуктів [1]. Застосування їх як інгредієнтів у технології варених ковбас дає змогу поліпшити біологічну цінність готових виробів і зменшити витрати м'ясної сировини [2]. Одним із найбільш потенційно корисних таких інгредієнтів є гідролізат яловичої шкіри білкозин. Раніше нами було з'ясовано, що використання білкозину в технології варених ковбас надає можливість покращити їх амінокислотний СКОР і поліпшити органолептичні характеристики готових виробів [3; 4]. Кількість білкозину та форма його внесення зумовлюють утворення текстури як фаршу, так і готових виробів, які є важливою складовою в загальній оцінці сенсорних властивостей варених ковбас. Відомо, що форма (гідратована і негідратована) внесення гідроколідів на стадії фаршескладання має суттєвий вплив на якісні характеристики і вихід готової продукції [5]. Таким чином, вивчення текстури фаршу дасть змогу визначити оптимальні кількість і форму внесення білкозину в рецептури ковбасних виробів, що забезпечить підвищення біологічної цінності готової продукції при зменшенні її собівартості.

Для дослідження структуроутворення у фаршах варених ковбасних виробів було використано метод скануючої електронної мікроскопії (СЕМ). Цей метод широко використовується для визначення структури поверхні харчових продуктів загалом [6; 7] і ковбасних виробів зокрема [8].

**Метою дослідження** є аналіз впливу форми і кількості внесеного білкозину на характеристики мікроструктури й текстури фаршу варених ковбасних виробів, який проведено за допомогою методу скануючої електронної мікроскопії.

**Матеріали і методи.** Зразки м'яса та фаршу були попередньо висушені в сушильній шафі при температурі 50° С протягом 8 днів.

Морфологія поверхні зразків досліджена за допомогою скануючого електронного мікроскопа JSM-6700F (JEOL, Японія) в Інституті геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. Н.П. Семененка НАН України. Попередньо на по-

верхню зразків для стікання з них електричного заряду наносилось платинове напилення з товщиною плівки 10 нм. Знімання зразків виконувалось за напруги 15 прискорення кВ, струмі зонда 0,65 нА. Висушені зразки м'яса бройлерів і фаршу (0,5 · 0,5 см) товщиною 1 мм були нанесені на сталеву поверхню та вакуумовані перед початком знімання при температурі 20±0,1° С.

Морфологічну структуру зразків м'яса яловичини та свинини оцінювали в Білоруському державному університеті (Республіки Білорусь, м. Мінськ) на растровому електронному мікроскопі LEO 1420 (Carl Zeiss, ФРН). Металізацію зразків здійснювали за допомогою золота у вакуумній установці EMITESH K 550X.

Методом СЕМ визначались такі морфологічні показники: кількість порожнин (КП) на 1000 мм<sup>2</sup> зразку; середня площа порожнин (ПП), мм<sup>2</sup>; еліптичність порожнин (ЕП), представлена як співвідношення  $D_{max}/D_{min}$ ; площа поверхні без порожнин (ПБП) на 1000 мм<sup>2</sup> зразку.

**Результати та їх обговорення.** Внесення білкозину у фарш можна здійснювати як у гідратованій, так і в негідратованій формах. Підвищення ступеня гідратації дає змогу зруйнувати тривимірну спіралеподібну структуру білкозину і більш рівномірно розподілити її в масі фаршу. Це призводить до отримання більш рівномірної текстури фаршу із зниженою кількістю і площею порожнин. Для кількісної оцінки текстури фаршу, виготовленого з негідратованим білкозином (зразок 1), гідратованим білкозином (зразок 2), та фаршу виготовленого за стандартною рецептурою без внесення білкозину (зразок 3) було використано метод СЕМ. Характеристики морфології текстури цих зразків приведені в табл. 1.

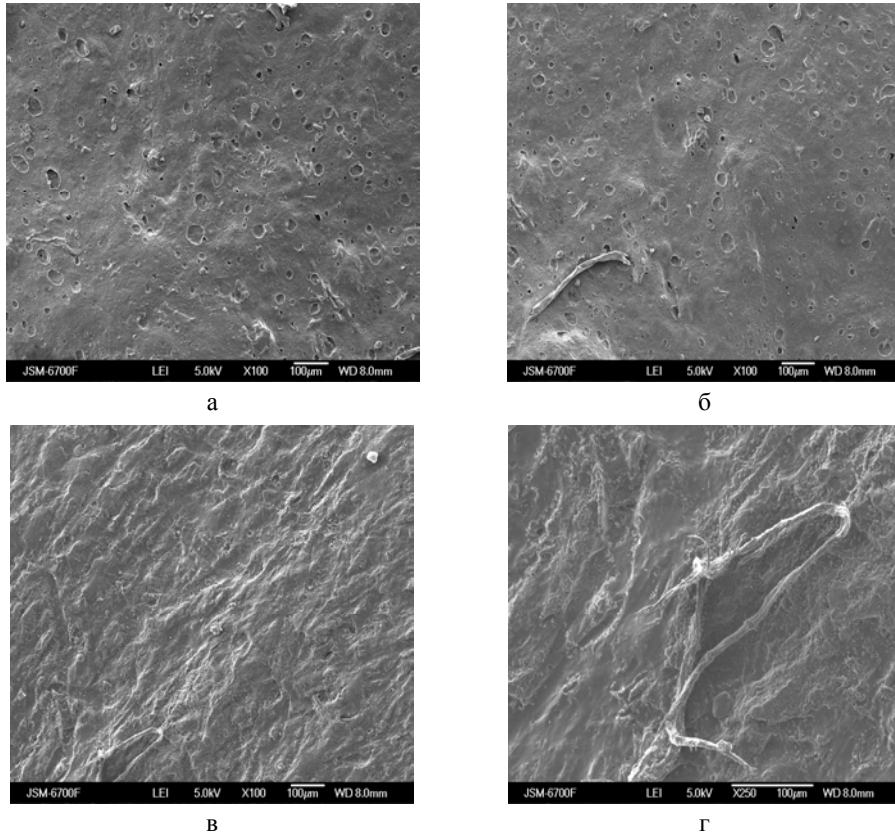
*Таблиця 1. Вплив форми внесення білкозину на характеристики текстури фаршу*

Зразок	КП	ПП	ЕП	ПБП
1	51,2±2,2	11,5±0,9	1,2±0,05	675±23
2	0	0	0	1000
3	20,3±1,4	37,5±1,2	1,96±0,06	840±35

Як видно з табл. 1, внесення білкозину у гідратованій формі призводить до отримання рівної поверхні фаршу, в якій відсутні порожнини більше 0,2 мм<sup>2</sup>. При цьому, внаслідок його використання в негідратованій формі, кількість порожнин суттєво зростає до 51,2 при суттєвому підвищенні площі порожнин. Слід відмітити, що внесення білкозину навіть в негідратованій формі покращує текстуру фаршу порівняно із зразком, виготовленим за стандартною рецептурою. Це проявляється в зниженні середньої площі порожнин з 37,5 до 11,5 мм<sup>2</sup>, а також суттєвого зменшення їх еліптичності. Хоча зразок фаршу, виготовленого за стандартною рецептурою, містить меншу кількість порожнин, і, відповідно, більшу площу поверхні без порожнин. Порівняно із зразком фаршу з гідратованим білкозином, він характеризується нерівномірним розподілом порожнин неправильної форми.

Колаген, який є основою білкозину, зумовлює зміни текстури фаршу. Відомо, що збільшення вмісту колагену в м'ясній сировині зумовлює зниження ніжності і соковитості готових виробів [9]. Це пояснюється зменшенням зшиванням фрагментів колагену між собою та іншими фрагментами сполуч-

них тканин унаслідок зменшення ступеня гідратації. Мікрофотографії зразків фаршу проілюстровані за допомогою рис. 1.



**Рис. 1. Скануючі електронні фотографії зразків фаршу з гідратованим білкозином (а\*) та (б\*); негідратованим білкозином (в\*, г\*\*), \* 100 кратне збільшення зображення; \*\* 250 кратне збільшення зображення**

Як видно з рис. 1, у зразку фаршу, виготовленого з негідратованим білкозином на поверхні відсутні порожнини (рис. 1в). При цьому візуально спостерігаються фрагменти колагену на поверхні зразку з гідратованим (1б) і негідратованим (1г) білкозином. Останній являю собою частково модифікований за рахунок лужного гідролізу колагеновий білок [3]. На нашу думку, на стадії фаршескладання, пептиди білкозину зазнають гідратації, зумовлюючи пом'якшення текстури готових виробів. При цьому негідролізовані фрагменти колагену залишаються незмінними і фактично не впливають на формування текстури фаршу.

Зважаючи на значний вплив колагенового білка на загальну консистенцію м'яса, а також виробів з нього, важливим етапом досліджень є визначення видів м'ясної сировини, яка найбільш морфологічно споріднена з білкозином. Для цього було використано метод електронної мікроскопії, який з успіхом застосовується для дослідження структури поверхні біологічних об'єктів. Як

об'єкти досліджень були обрані зразки м'яса свинини, яловичини м'ясних порід і м'яса бройлерів. Зразки були попередньо висушені.

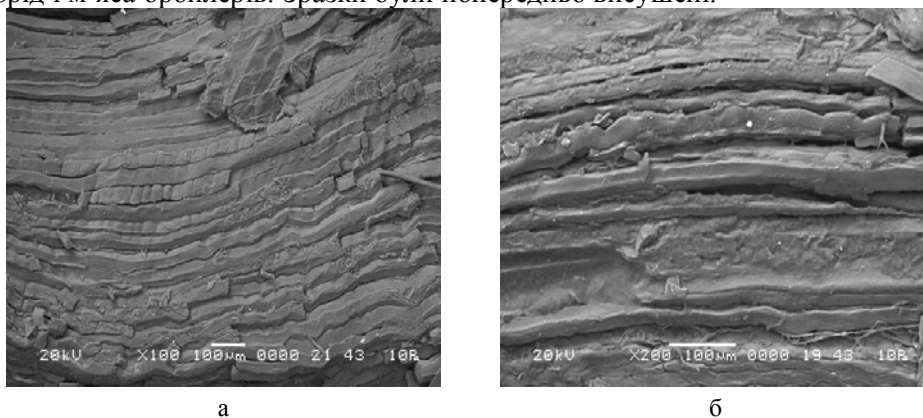


Рис. 2. Скануючі електронні фотографії зразків м'яса яловичини (а) та свинини (б)

Як видно з рис. 2, зразки сухої яловичини та свинини характеризуються високою щільністю поверхні, що пояснюється значним вмістом фракцій сполучних білків у м'язовій тканині яловичини й свинини [9]. Також нами було проведений аналіз морфології поверхні зразків м'яса курчат-бройлерів і білкозину (рис. 3).

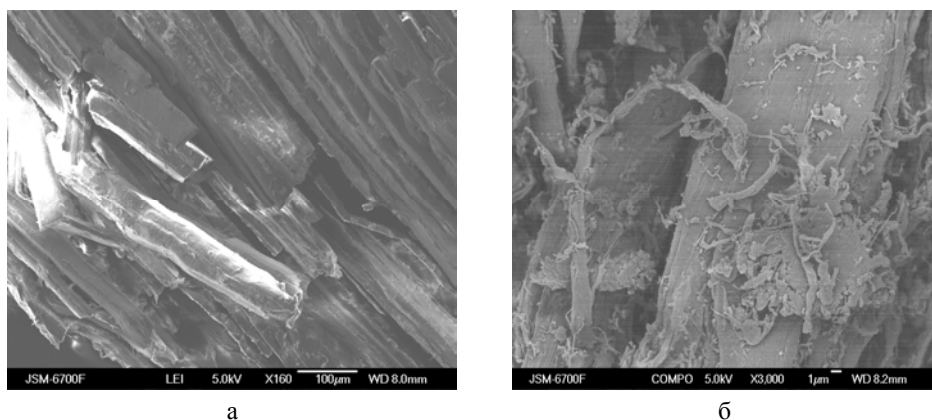


Рис. 3. Скануючі електронні фотографії зразків м'яса бройлерів (а) і білкозину (б)

Як видно з рис. 2, 3, саме м'ясо курчат-бройлерів вирізняється найменш щільною морфологією поверхні серед усіх досліджених зразків основної сировини. Відомо, що колаген м'язової тканини містить термостабільні і термолабільні фрагменти, кількість яких залежить від типу м'яса й віку тварини. Термолабільні з'єднання більш превалюють у м'язовій тканині молодих тварин, тоді як термостабільні — у більш старих. Одразу після забою відбувається зшивання волокон колагену, що призводить до підвищення щільності м'яса і зменшення його еластичності. Саме цим пояснюється відомий факт зменшення соковитості м'яса при підвищенні частки колагену в

ньому [10]. Слід зазначити, що консистенція м'яса і готових виробів з нього визначає перетравлюваність готових виробів. Чим вища щільність м'яса, тим менша доступність білків м'яса до ферментації, що призводить до зниження біологічної цінності. Таким чином, виникає необхідність певної модифікації колагенового структуроутворювача, яка б унеможливила зшивання.

Цілий ряд технологічних операцій застосовується для зменшення твердості м'язових волокон, насамперед використання високовартісних ферментативних препаратів. При дослідженні було застосовано спосіб, що ґрунтується на якісному підборі сировини, в яку відбувалося внесення структуроутворювача білкозин, підвищуючи соковитість і ніжність готових виробів з його використанням. Як видно з рис. 2, 3, саме м'ясо курчат-бройлерів, а не яловичини є найбільш структурно подібним до білкозину.

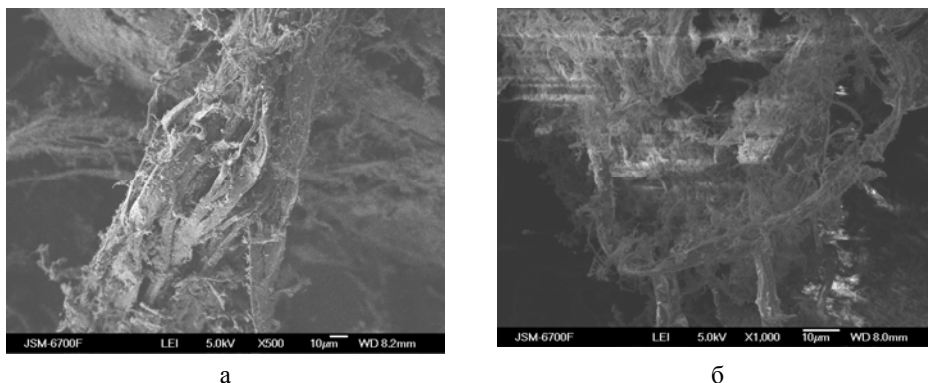


Рис. 4. Скануючі електронні фотографії зразків білкозину,  
а — 500-кратне збільшення; б — 1000-кратне збільшення зображення

Білкозин являє собою гідролізовану в кислому середовищі яловичу шкіру. У структурі білкозину добре видно тривимірні спіралі, характерні для колагену (рис. 1, 3, 4). Відсутність щільного упакування (рис. 4б) вказує на незначну частку міжмолекулярного зшивання між колагеновими спіралями. Таким чином, слід очікувати, що внесення білкозину до складу рецептур продуктів, які виготовляються з м'яса курчат-бройлерів, призведе до покращення як органолептичних показників готових виробів, так і перетравлюваності, а отже, сприятиме підвищенню біологічної цінності ковбасних виробів.

### Висновок

Методом сканувальної електронної мікроскопії проведено кількісне оцінювання показників структури фаршів з різних видів м'ясної сировини, що в подальшому дає змогу ідентифікувати наявність в їхньому складі тваринного білка білкозин. Показано, що внесення білкозину в гідратованій формі сприяє утворенню більш рівномірної структури фаршу порівняно з внесенням даного білка в негідратованій формі.

Доведено, що незалежно від форм внесення можливо провести чітку ідентифікацію наявності полімерної структури колагену з використанням методу

СЕМ, що надає можливість виявити можливу фальсифікацію м'ясопродуктів за наявністю в їхньому складі сполучнотканинного білка колагену.

### Література

1. Galvao A., Pereira T., Mendes E. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages // *Meat Sci.* — 2011. — Vol. 89, # 4, — P. 519—525.
2. G.A. Prabhu, D.R. Doerscher, D.H. Hull Utilization of Pork Collagen Protein in Emulsified and Whole Muscle Meat Products / *J. Food Sci.* — 2004. Vol. 69, # 5, — P. 388—392.
3. Ukrainets A. Effect of collagen based protein isolate Bilkozyne on biological value of boiled sausages / A. Ukrainets, V. Pasichniy, M. Polumbryk, M. Polumbryk // *Ukrainian Food Journal.* — Київ : NUFT, 2016. — V. 5. Issue 4. — P. 724—732.
4. Пасічний В.М. Білкозин — альтернативний інгредієнт в композиційних сумішах / В.М. Пасічний, М.М. Полумбрик, М.О. Полумбрик // *Науковий журнал «Харчова промисловість».* — Київ, НУХТ, 2016. — № 19. — С. 36—40.
5. Shao J., Deng Y., Song Y. et.al. Investigation the effects of protein hydration states on the mobility water and fat in meat batters by LF-NMR technique // *Food Sci. Technol.* — 2015. — Vol. 65, # 3. — P. 137—144.
6. Sheen S., Bao G., Cooke P. Food surface texture measurement using reflective confocal laser scanning microscopy // *J.Food Sci* — 2009. — Vol. 73, # 5. — P. e227—e234.
7. Природные антиоксиданты пищевых продуктов / М.О. Полумбрик, З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Л.В. Баль-Прилипко. — Минск: ИВЦ Минфина, 2017. — 158 с.
8. Caballo J., Fernandez P., Barreto G. et.al. Morphology and texture bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white // *J. Food Sci.* — 1996. — Vol 61, # 3. — P. 652—655.
9. Encyclopedia of food sciences and nutrition. 2th edition (edited by B. Caballero, P. Finglas, L. Trugo et.al.). 2003. Oxford.: Academic Press. — 6000 p.
10. Українець А.І. Вплив білоквісних композицій на основі колагену на якість ковбасних виробів / А.І. Українець, В.М. Пасічний, Ю.В. Желуденко, М.М. Полумбрик // *Науково-виробничий журнал «Харчова наука і технологія».* — Одеса, 2016. — Том 10, випуск 3. — С. 50—55.