

4. Brusilo, Y. V., Cherepko, A. E. (2013). Investigation of properties of coatings deposited by different arc spraying methods. *Science-Based Technologies*, 4 (20), 366–371.

5. Ruzhov, E. V., Chystopian, A. F., Kharchenkov, V. S. (1973). O prochnosti stseplenyia pokrutyia, nanosymoho napulenyem, so stalnoi osnovoi. *Vest. Mashynostroeniia*, 12, 32–35.

6. Liashenko, B. A. (1980). O kryteryakh adheztonno-kohezyonnoi ravnoprochnosti y termostoikosty zashchytynukh pokrutyi. *Problemu prochnosti*, 10, 114.

7. Sokolov, Y. K., Eremychev, A. N. (1993). Vlyianye sposoba podgotovky napuliaemoi poverkhnosti na prochnost

stseplenyia hazotermicheskoho pokrutyia. *Poroshkovaja metallurgija*, 2, 26–30.

8. Harlamov, Ju. A. (1990). Prognozirovaniye poristosti poroshkovykh pokrytij. *Poroshkovaja metallurgija*, 12, 36–41.

9. Dehtjar, L. I. (1968). Opredeleniye ostatocnykh naprazhenij v pokrytijah i bimetallah. *Kishenev: Kartja moldovenjaske*, 175.

10. Harlamov, Ju. L. (1983). O roli skorosti i temperatury chastic pri gazotermicheskom napylenii. *Fizika i himija obrabotki materialov*, 3, 69–73.

*Дата надходження рукопису 28.10.2016*

**Дмитриченко Николай Федорович**, доктор технических наук, профессор, ректор, Национальный транспортный университет, ул. Суворова, 1, г. Киев, Украина, 01010

E-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua

**Тамаргазин Александр Анатолиевич**, доктор технических наук, профессор, кафедра технологий аэропортов, Национальный авиационный университет, пр. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, Украина, 03058

E-mail: avia-icao@mail.ru

**Пугачевская Евгения Петровна**, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий аэропортов, Национальный авиационный университет, пр. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, Украина, 03058

E-mail: janed2003@ukr.net

**Dmitrichenko Nikolay**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector, National Transport University, Suvorova str, 1, Kyiv, Ukraine, 01010

E-mail: dmitrichenko@ntu.edu.ua

**Tamargazin Alexander**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department major technologies airports, National Aviation University, Kosmonavta Komarova ave., 1, Kyiv, Ukraine, 03058

E-mail: avia-icao@mail.ru

**Pugachevskaya Evgenya**, PhD, associate professor, Department major technologies airports, National Aviation University, Kosmonavta Komarova ave., 1, Kyiv, Ukraine, 03058

E-mail: janed2003@ukr.net

УДК 637.04

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.86272

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСУ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛКА ТВАРИННОГО

© О. Б. Дроменко, М. О. Янчева

## RESEARCH OF THE COMPLEX OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF ANIMAL PROTEIN

© О. Dromenko, M. Yancheva

*Представлено аналіз результатів аналітичних та практичних досліджень комплексу функціонально-технологічних властивостей білка тваринного марки Gelexcel A-95 як основи для створення функціональних комплексних добавок. Встановлено закономірності їх змін залежно від технологічних чинників, визначено раціональні параметри регідратації білка тваринного, умови гелеутворення, емульгування для подальшого застосування в технологічному процесі виробництва м'ясопродуктів*

**Ключові слова:** тваринний білок, регідратація, вологопоглинаюча здатність, гелі, суспензії, емульсії, температура, м'ясопродукти

*The analysis of the results of analytical and practical research of the complex of functional and technological properties of animal protein Gelexcel A-95 as the basis for creation of complex functional additives is shown. The regularities of their changes are determined depending on technological factors. Rational parameters of animal protein rehydration, gelation conditions, emulsification for further use in the process of production of meat products are identified*

**Keywords:** animal protein, rehydration, moisture-absorbing ability, gels, suspensions, emulsions, temperature, meat products

### 1. Вступ

На сьогодні на продовольчому ринку України білки тваринні представлено достатньо широким номенклатурним рядом, який формується як різними виробниками, так і марками в межах одного виробника. Вищезазначене обумовлює необхідність ґрунтовного вибору найбільш ефективного білка тваринного з огляду на його фізико-хімічні, функціонально-технологічні властивості та їх прояв в конкретному технологічному процесі.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Застосування багатих на колаген вторинних продуктів м'ясної галузі для виготовлення ліверних ковбас, зельців, м'ясних студнів, супових наборів, начинок для кулінарних виробів слід визнати історично традиційним [1]. Фізико-хімічна природа змін колагену у процесі виготовлення м'ясних виробів полягає в зварюванні та гідротермічному розпаді з утворенням желеподібної структури [2]. Новий напрям використання сировини з високою часткою сполучної тканини в м'ясопереробному виробництві – отримання біологічно цінних білкових препаратів із високим рівнем водозв'язуючої та емульгуючої здатності у вигляді пастоподібних суспензій, емульсій та білкових мас, білково-жиро-рослинних дисперсних емульгованих систем, полікомпонентних структуроутворювачів із додатковим включенням в їх склад додаткових компонентів [3]. Останнім часом найбільшу зацікавленість у фахівців м'ясопереробних підприємств викликають концентрати білків тваринного походження на основі колагену, частка білка в яких складає 90 % і більше [4]. Більшість тваринних білків, представлених на вітчизняному ринку, виробляють на основі водорозчинних і лугорозчинних білків [5]. Препарати тваринних білків характеризуються доступністю та високими функціонально-технологічними властивостями, вони перевищують соєві за рівнем гідратації та здатністю стабілізувати консистенцію готових виробів, а, відповідно, потребують менших витрат, що позначається на вартості продукції; перевагою є також ідентичність смако-ароматичних характеристик білкових препаратів із колагенвмісної сировини та м'ясної сировини [6]. Тваринні білки під час виготовлення м'ясних виробів застосовують у сухому вигляді в процесі кутерування м'ясної сировини з наступним внесенням води для гідратації; у вигляді гель-форми; у вигляді білково-жирової емульсії; у складі розсолів та структурованих форм [7]. Разом із тим за існування загального масиву інформації стосовно їх використання в складі харчової продукції розробка конкретної технології потребує визначення абсолютних значень їх функціонально-технологічних властивостей, які будуть визначати технологічні параметри регідратації, емульгування та інші.

### 3. Мета та задачі дослідження

Метою проведених досліджень було встановлення закономірностей змін основних фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивос-

тей білка тваринного, як основи для створення функціональних комплексних добавок, залежно від технологічних чинників.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

1. Досліджено хімічний склад, харчову та біологічну цінність білка тваринного.
2. Визначено раціональні параметри регідратації білка тваринного.
3. Досліджено основні функціонально-технологічні показники білка тваринного та їх зміна під впливом технологічних чинників.

### 4. Матеріали і методи досліджень

Об'єктами досліджень було обрано:

- білок тваринний Gelexcel A-95 (фірма-виробник «Scanflavour», Данія);
- суспензії та гелі на основі білка тваринного за концентрації 1...15 %;
- емульсійні системи на основі білка тваринного зі вмістом жирової фази 20...90 %.

Суспензії та гелі білка тваринного одержували шляхом диспергування наважки білка тваринного у воді питній за визначених температур протягом (3...4)×60 с, перемішували та витримували впродовж (30...40)×60 с за визначених температур.

Емульсійні системи одержували на лабораторному емульсаторі за частоти обертання робочих органів 3000 об/хв шляхом введення олії соняшникової рафінованої дезодорованої в попередньо гідратований білок тваринний.

Дослідження загального хімічного складу визначали за наступними методиками: масову частку сухих речовин – за ГОСТ 7636, вміст загального білка – методом К'ельдаля, масову частку жиру – методом Сокслета, масову частку загальних мінеральних речовин – спаленням наважки з подальшою мінералізацією за температури 450 °С.

Амінокислотний скор білка тваринного та ступінь збалансованості амінокислот визначали методом, запропонованим ФАО/ВООЗ [8].

Вологопоглинаючу здатність суспензій гідратованого білка тваринного визначали за методом [9], суть якого полягає в дослідженні розділення системи під дією сили тяжіння з утворенням надосадочного шару залежно від технологічних чинників (вміст білка тваринного (1...10 %), температури та тривалості ((1...60)×60 с) регідратації).

Визначення міцності гелів на основі білка тваринного проводили на приладі Валента.

Емульгуючу здатність білка тваринного оцінювали за методикою Гурова О. М. [10].

Стабільність емульсій визначали, фіксуючи об'єм водної та жирової фаз, що відділилися після центрифугування та термостатування емульсій за температури 90,0±1 °С та повторному центрифугуванні протягом 5×60 с. Величину кінетичної та агрегативної стабільності визначали як відношення об'єму фаз, що відділилися, до загального об'єму емульсії.

Агрегативну ( $A_{cm}$ , %) та кінетичну ( $K_{cm}$ , %) стабільність визначали за формулами (1), (2).

$$A_{cm} = 100 - \frac{V_{ж.ф.}}{V_e} \times 100, \quad (1)$$

$$K_{cm} = 100 - \frac{V_{в.ф.}}{V_e} \times 100, \quad (2)$$

де  $V_{ж.ф.}$  – об’єм жирової фази, що відділилася з емульсії, мл;  $V_{в.ф.}$  – об’єм водної фази, що відділилася з емульсії, мл;  $V_e$  – загальний об’єм емульсії, мл.

**5. Результати експериментальних досліджень фізико-хімічних та функціонально-технологічних властивостей білка тваринного під впливом технологічних чинників.**

Блок тваринний Gelexcel A-95 (надалі – БТ) є різновидом желатину й являє собою суміш високофункціональних білків із визначеною молекулярною масою, які одержують внаслідок гідролітичного розпаду колагену.

Результати досліджень фізико-хімічних показників БТ наведено в табл. 1.

Дослідження амінокислотного складу БТ довели, що він аналогічний амінокислотному складу більшості тваринних білків із колагенвмісної сировини [11]. Домінуючими за вмістом є чотири амінокислоти – гліцин (20,3 %), пролін (11,9 %), оксипролін

(10,3 %) та глютамінова кислота (10,4 %), практично відсутні триптофан (0,2 %) та цистин (0,4 %). Кількісний аналіз амінокислотного складу БТ дозволяє стверджувати, що він містить усі незамінні амінокислоти, однак якісний аналіз (табл. 2) свідчить про недостатню їх кількість порівняно з рекомендованим вмістом (ФАО/ВООЗ) та м’ясом яловичини, що характеризує його як джерело неповноцінного білка.

Проте можна прогнозувати, що в разі комбінування м’ясної сировини, яку «перевантажено» амінокислотами, з БТ за різних співвідношень, амінокислотний склад м’ясних систем буде наближено до оптимальних значень.

Експериментально досліджено умови регідратації БТ та визначено показники ВПЗ (рис. 1).

Таблиця 1

Показники	Вміст	
	в продукті	на суху речовину
Масова частка сухих речовин, %	97,5±0,3	100,0
Масова частка білка, %	91,5±0,3	93,8
Масова частка жиру, %	4,8±0,1	4,9
Масова частка золи, %	1,2±0,1	1,3
pH 5% розчину	7,0±0,1	–

Таблиця 2

Незамінні амінокислоти	Амінокислотний склад, %				
	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг АК/1 г білка	М’ясо яловичини II сорту		БТ	
		мг/ г білка	скор, %	мг/ г білка	скор, %
Валін	50,0	55,3	110,6	27,0	54,0
Ізолейцин	40,0	42,9	107,2	16,0	40,0
Лейцин	70,0	78,5	112,1	36,0	51,4
Лізин	55,0	85,5	154,7	39,0	70,9
Метіонін+цистин	35,0	37,6	107,4	13,0	37,1
Треонін	40,0	43,0	107,5	21,0	52,5
Триптофан	10,0	10,7	107,0	2,0	20,0
Фенілаланін+тирозин	60,0	79,6	132,6	37,0	61,7

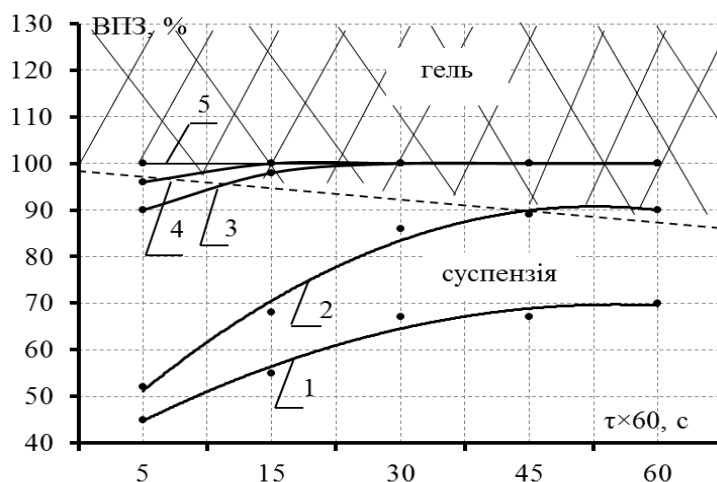


Рис. 1. Залежність ВПЗ систем на основі БТ за температури води питної 12,0±0,5° С від тривалості регідратації та концентрації БТ, %: 1 – 1,0; 2 – 3,0; 3 – 5,0; 4 – 7,0; 5 – 10,0

Визначено, що ВПЗ зростає як з підвищенням концентрації БТ, так і зі збільшенням часу регідратації, що пов'язано з набряканням часточок БТ та розчиненням низькомолекулярних сполук модифікованої колагенової сировини; доведено, що температура води питної в інтервалі 2,0...20,0° С впливає на показник ВПЗ незначним чином (1,0...1,5 %).

Згідно проведених досліджень визначено критичну концентрацію гелеутворення БТ, яка відповідає 5,0 %. Системи з вмістом БТ менше 5,0 % являють собою пастоподібну суспензію з різною величиною седиментаційної стійкості (67...90 %), більше 5,0 % – структуровані системи – гелі з різною міцністю ((0,1...4,5)×10<sup>3</sup> Па).

На підставі встановлених закономірностей визначено раціональні параметри регідратації БТ: температура – 10,0...12,0° С; тривалість – (30±1)×60 с.

Гелі, що утворюються в системах за вмісту БТ 5,0 % та 6,0 % легко руйнуються за умови механічного впливу. Із підвищенням концентрації БТ (7,0...10,0 %) системи набувають виражених пружно-пластичних властивостей, модуль пружності яких коливається в межах 1,35...4,50 Па.

Експериментальні дослідження поверхнево-активних властивостей БТ довели, що системам на основі БТ (за концентрації БТ 1,0...10,0 %) притаманна висока емульгуюча ємність (48...91 %) (рис. 2).

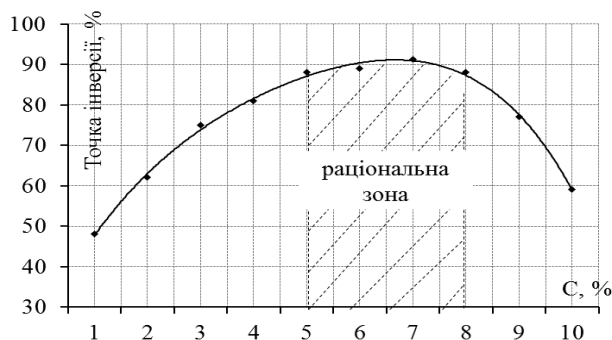


Рис. 2. Залежність точки інверсії фаз емульсії від концентрації БТ

З рис. 2 видно, що в інтервалі концентрацій БТ 1,0...5,0 % спостерігається стрімке збільшення емульгуючої ємності (~ в 1,8 рази); за концентрації БТ 5,0...8,0 % емульгуюча ємність є сталою величиною (88...91 %). Подальше підвищення концентрації БТ призводить до зниження його емульгуючої ємності, яка для систем зі вмістом БТ 9,0 % та 10,0 % складає 78±1 % та 60±1 % відповідно, що пояснюються, з одного боку, конкурентною адсорбцією білків на межі розподілу фаз, а з іншого, – високою в'язкістю систем й утворенням за концентрацій 7,0...10,0 % гелів з пружно-пластичними властивостями, що ускладнює процес емульгування.

Максимальним значенням точки інверсії фаз – 88...91 % відповідають системи з концентрацією БТ 5,0...8,0 %.

З огляду на те, що емульсії є термодинамічно-нестійкими системами і з часом в них може відбуватися седиментація, флокуляція та коалесценція жирової фази, було досліджено показники кінетич-

ної та агрегативної стабільності емульсії на основі БТ, які представлено у вигляді діаграм стабільності (рис. 3).

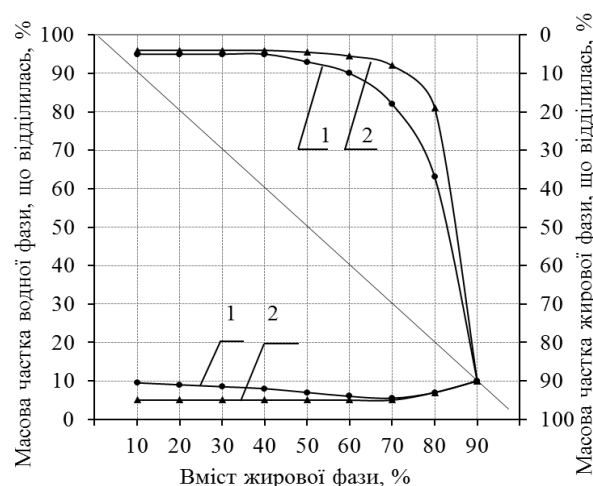


Рис. 3. Стабільність емульсії на основі суспензій БТ 5,0% (1) та 8,0 % (2)

Аналіз проведених досліджень (рис. 3) дозволяє стверджувати, що показники кінетичної та агрегативної стабільності емульсії у всьому діапазоні вмісту жирової фази (10...90 %) є сталими.

На відміну від більшості харчових емульгаторів суспензії БТ являють собою дисперсну гетерогенну систему типу Т-Р (тверде-рідке), за цих умов молекули білків можуть взаємодіяти як з водною, так й з жировою фазами у великій кількості точок контакту. При цьому водна фаза дисперсії являє собою розчин високомолекулярних сполук, а тверда фаза – нерозчинені часточки, що набрякли й приймають участь у процесі адсорбції та гелеутворенні.

## 6. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Досліджено основні фізико-хімічні показники БТ, показники харчової та біологічної цінності.

2. Визначено раціональні параметри регідратації БТ: температура – 10,0...12,0° С; тривалість – (30±1)×60 с.

3. Виконано комплекс досліджень основних функціонально-технологічних властивостей БТ, які дозволяють рекомендувати його як високоефективну добавку при виробництві м'ясних систем.

## Література

1. Салаватуліна, Р. М. Изменение функциональных свойств фарша вареных колбасных изделий, содержащих молочные и соевые белки. Обзорная информация [Текст] / Р. М. Салаватуліна, С. А. Алиев, В. Н. Любченко. – М.: ЦНИИТЭИ мясомолпром, 1984. – 26 с.
2. Прянишников, В. В. Весь спектр животных белков – для инновационных мясных технологий [Текст] / В. В. Прянишников // Пищевая индустрия. – 2011. – Т. 2, № 7. – С. 44–46.
3. Kramlich, C. Sausage products [Text] / C. Kramlich // The Science of meat and meat products. – 1986. – Vol. 19. – P. 326–359.
4. Rivas, R. Europe a tour through tradition and technology [Text] / R. Rivas, D. Osland // Meat Industry. – 1983. – Vol. 29, Issue 9. – P. 24–31.

5. Thedens, P. Emylgatoren und emulgierende Kutterhcefsmittel fur die Herstellung von Bruhwurst [Text] / P. Thedens // Die Fleisherei. – 1984. – Vol. 35, Issue 2. – P. 118–119.

6. Jerold, A. L. Collagen Biosynthesis [Text] / A. L. Jerold, R. M. Karen // Environmental Health Perspectives. – 1984. – Vol. 55. – P. 169–177. doi: 10.2307/3429701

7. Meat processing: Improving quality [Text] / J. Kerry, J. Kerry, D. Ledard (Eds). – Boca Raton: CRC Press. Taylor&Francis Group, 2002. – 440 p. doi: 10.1533/9781855736665

8. Барковский, В. Ф. Основы физико-химических методов анализа [Текст]: учеб. / В. Ф. Барковский, Т. Б. Городенцева, Н. Б. Топорова. – М.: Высшая школа, 1983. – 247 с.

9. Ямлинский, В. П. Коагуляционные контакты в дисперсных системах [Текст] / В. П. Ямлинский, В. А. Пчелин, Е. А. Амелина. – М.: Химия, 1982. – 185 с.

10. Гуров, А. Н. Новые методы оценки эмульгирующих свойств белков [Текст] / А. Н. Гуров, Н. В. Лозинская, Н. А. Ларичев // Физическая химия структурирования пищевых белков. – Таллин, 1983. – С. 55–57.

11. Куприянов, В. А. Особенности использования концентратов животного белка при производстве мясных продуктов [Текст] / В. А. Куприянов, А. Н. Сmodxев // Мясная индустрия. – 2000. – № 7. – С. 43–45.

#### References

1. Salavatulina, R. M., Aliev, S. A., Lyubchenko, V. N. (1984). *Izmenenie funktsionalnykh svoystv farsha varennykh kolbasnykh izdeliy, soderzhaschikh molochnyye i soevyye belki*. Obzornaya informatsiya. Moscow: TsNIITEI myasomolprom, 26.

2. Pryanishnikov, V. V. (2011). *Ves spektr zhyvotnykh belkov – dlya innovatsionnykh myasnykh tekhnologiy*. Pischevaya industriya, 2 (7), 44–46.

3. Kramlich, C. (1986). *Sausage products*. The Science of meat and meat products, 19, 326–359.

4. Rivas, R., Osland, D. (1983). *Europe a tour through tradition and technolo*. Meat Industry, 29 (9), 24–31.

5. Thedens, P. (1984). *Emylgatoren und emulgierende Kutterhcefsmittel fur die Herstellung von Bruhwurst*. Die Fleisherei, 35 (2), 118–119.

6. Last, J. A., Reiser, K. M. (1984). *Collagen Biosynthesis*. Environmental Health Perspectives, 55, 169. doi: 10.2307/3429701

7. Kerry, J., Kerry, J., Ledard, D. (Eds.) (2002). *Meat processing: Improving quality*. Boca Raton: CRC Press. Taylor&Francis Group, 440. doi: 10.1533/9781855736665

8. Barkovskiy, V. F., Gorodentseva, T. B., Toporova, N. B. (1983). *Osnovny fiziko-himicheskikh metodov analiza*. Moscow: Vysshaja shkola, 247.

9. Yamlinskiy, V. P., Pchelin, V. A., Amelina, E. A. (1982). *Koagulyatsionnyye kontakty v dispersnykh sistemah*. Moscow: Himiya, 185.

10. Gurov, A. N., Lozinskaya, N. V., Larichev, N. A. (1983). *Novyye metody otsenki emuliruyuschykh svoystv belkov*. Fizicheskaya himiya strukturirovaniya pischevyykh belkov. Tallin, 55–57.

11. Kupriyanov, V. A., Smodxev, A. N. (2000). *Osobennosti ispolzovaniya kontsentratov zhyvotnogo belka pri proizvodstve myasnykh produktov*. Myasnaya industriya, 7, 43–45.

*Дата надходження рукопису 07.11.2016*

**Дроменко Олена Борисівна**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: elena.dromenko@gmail.com

**Янчева Марина Олександрівна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри, кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі, вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
E-mail: ya\_marina@rambler.ru

**Dromenko Olena**, PhD, Associate Professor, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Klochkovstkaya str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051  
E-mail: elena.dromenko@gmail.com

**Yancheva Marina**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051  
E-mail: ya\_marina@rambler.ru