

Секція 3. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 637.66

ЗМІНИ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛЕЄНИХ КИШКОВИХ ОБОЛОНОК СМАЖЕНИХ КОВБАС

В.М. Михайлов, В.М. Онищенко, В.А. Большакова, С.Т. Инжиянц

Визначено закономірності змін товщини, міцності на розрив, міцності зв'язку між шарами та відносного подовження склеєних кишкових оболонок у технології та під час зберігання смажених ковбас. Доведено, що смаження приводить до формування стійкого зчеплення завдяки теплової коагуляції та денатурації склеєних кишкових оболонок і дозволяє зменшити кількісні втрати під час виробництва і зберігання готової продукції.

Ключові слова: склеєні кишкові оболонки, міцність, відносне подовження, товщина, смажені ковбаси.

ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СКЛЕЕННЫХ КИШЕЧНЫХ ОБОЛОЧЕК ЖАРЕННЫХ КОЛБАС

В.М. Михайлов, В.Н. Онищенко, В.А. Большакова, С.Т. Инжиянц

Определены закономерности изменений толщины, прочности на разрыв, прочности связи между слоями и относительного удлинения склеенных кишечных оболочек в технологии и процессе хранения жареных колбас. Доказано, что жарение приводит к формированию стойкого сцепления благодаря тепловой коагуляции и денатурации склеенных кишечных оболочек и позволяет уменьшить количественные потери в процессе производства и хранения готовой продукции.

Ключевые слова: склеенные кишечные оболочки, прочность, относительное удлинение, толщина, жареные колбасы.

MODIFICATIONS OF STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES OF GLUED INTESTINAL CASINGS OF FRIED SAUSAGES

V. Mykhailov, V. Onyshchenko, V. Bolshakova, S. Inzhyyants

Frying of stuffed intestinal casings as a determining process factor in the technology of fried sausages leads to significant quantitative and qualitative changes in the contents of casings, which, along with the formation of finished products identification signs, results in significant losses of moisture. Therefore, the output of finished products for these sausages is one of the lowest. In the conditions of the current shortage of domestic proposals of natural casings, the

need for rational use of intestinal raw materials by the closest technological purpose in recent years, the use of glued intestinal membranes in the technology of fried sausages is promising. Their perspective of attraction is also reinforced by the presence of several (two or three) layers, resulting in the creation of the possibility to reduce weight loss. In this regard, the requirements to structural-mechanical characteristics of sausage casings, the main of which are durability and elasticity, are essential.

The regularities of changes in structural-mechanical properties (thickness, tensile strength, bond strength between layers and elongation) of glued intestinal membranes in technology and during storage of fried sausages are determined. It is shown that the most noticeable changes of these properties are observed during the stages of casings preparation and frying of sausage.

It is found that at the stage of casings preparation, hydrophilic properties of proteins of intestinal films in the state close to native, result in the increase of thickness by 1,44–1,60 times (from 75 mcm to 120 mcm in two-layer, and from 107 mcm to 154 mcm in three-layer), reduction of the tensile strength by 2,7–2,9 times (from 2,81–7,88 MPa to 1,06–2,72 MPa) and strength of bonds between the layers by 3,14 times (from 358 N/m to 114 N/m).

It is shown that frying and, as a consequence, denaturation of proteins, compaction of molecules, transition of most globules into fibrils, loss of a significant amount of moisture and hydrophobicity, bring the value of the tensile strength of dry glued casings to the level of 62–65% of the original, and enforce the strength layers of glued intestinal casings, compared to the wet state at the preparation stage, 1,7 times (up to 197–198 N/m), which provides about 55% of the strength values in the dry state of casings. This fact enables effective use of glued intestinal membranes in the technology of fried sausages, taking into account strengthening of the protective properties due to their two and three layers, as well as the formation of stable adhesion due to thermal coagulation and denaturation, which will reduce quantitative losses in the production of finished products.

The obtained regularities of changes in the relative elongation are mostly inverse.

Keywords: *glued intestinal casings, strength, relative elongation, thickness, fried sausage.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Розширення асортименту смажених ковбас за рахунок застосування новачій у їх рецептурному складі та технологічних процесах, спрямованих на підвищення виходу готової продукції внаслідок збільшення масової частки вологи у фарші, висуває підвищені вимоги до структурно-механічних властивостей кишкових оболонки, які традиційно використовуються для виготовлення цього виду продукції. Відомо, що збільшення масової частки води в батонах ковбасних виробів змінює характер і величину зусиль, що виникають під час нагрівання фаршу в оболонці. Запропоновано залежність і визначено коефіцієнт, що

характеризує температурне розширення дисперсної системи під впливом теплової обробки. Оскільки фарш, як дисперсна система, містить велику кількість вологи, щільність цієї дисперсної системи та її зміна залежно від температури визначаються щільністю води та її коефіцієнтом температурного розширення [1–3]. Отже, вимоги до структурно-механічних характеристик ковбасних оболонки, основними з яких є міцність і еластичність, мають важливе значення.

Смаження наповнених фаршем кишкових оболонки, як визначальний процесний чинник технології смажених ковбас, приводить до значущих кількісних та якісних змін умісту оболонки, у результаті яких разом із формуванням ідентифікаційних ознак готової продукції відбуваються значні втрати вологи, унаслідок чого вихід готової продукції для цих ковбас є одним з найменших [4; 5].

У сучасних умовах дефіциту вітчизняних пропозицій натуральної оболонки, необхідності раціонального використання кишкової сировини за найближчим технологічним призначенням останнім часом перспективним є використання в технології смажених ковбас склеєних кишкових оболонки. Перспективність їх застосування обумовлюється також наявністю в них декількох (двох або трьох) шарів, унаслідок чого створюється можливість зменшення втрат маси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз науково-практичної літератури свідчить, що структурно-механічні властивості кишкових оболонки визначаються їх морфологічними особливостями, будовою та хімічним складом [6; 7]. Досліджено зміни структурно-механічних характеристик фабрикатів свинячих у процесі виготовлення та зберігання сардельок [6], міцнісні властивості натуральних ковбасних оболонки після обробки водними екстрактами рослин [8]. Проте вплив фізико-хімічних чинників склеювання кишкових оболонки на зміни їх структурно-механічних властивостей у технології та під час зберігання смажених ковбас не вивчено.

Мета статті – дослідження змін структурно-механічних властивостей склеєних кишкових оболонки у технології та під час зберігання смажених ковбас.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як відомо, оболонки ковбасних виробів під впливом технологічних чинників їх виробництва та під час зберігання готової продукції порівняно з вихідним станом зазнають змін структурно-механічних властивостей, що залежать від виду, ступеня термічної обробки та здатні впливати на якісні й кількісні показники ковбас [6]. Жорсткий тепловий вплив процесу смаження ковбас зумовлює високі масові втрати, пошкодження цілісності оболонки тощо, у результаті чого

погіршується якість готової продукції та знижуються показники ефективності технології [4; 5]. Одним зі способів послаблення інтенсивності перебігу масообмінних процесів та формування якості смажених ковбас є використання склеєних кишкових оболонок, які виготовляються дво- та тришаровими.

У дослідженні як об'єкти використано дво- та тришарові склеєні кишкові оболонки діаметром 40–44 мм, виготовлені зі свинячих черев, наповнені фаршем за рецептурою ковбаси смаженої «Української» вищого гатунку. Виготовлення смажених ковбас включало традиційні послідовні операції: підготовку сировини та матеріалів, подрібнення та приготування фаршу, наповнення оболонок, ошпарювання гарячою водою ($t=90\dots 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau=2\text{--}3\text{ хв}$), обсмажування на плиті ($t=180\dots 200\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau=45\text{--}50\text{ хв}$) та охолодження. Як структурно-механічні властивості вивчали товщину, міцність на розрив та відносне подовження (еластичність) у поперечному (ПП) та поздовжньому (ПД) напрямках, міцність зв'язку між шарами склеєних кишкових оболонок у вихідному стані, після бланшування, смаження та зберігання ($t=0\dots 6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi=75\text{--}78\%$, $\tau=5\text{ діб}$, без додаткового пакування у підвішеному стані). Товщину оболонок d (м) визначали мікрометром. Міцність σ_r (Па) та подовження ε_r (%) визначали за допомогою розривної машини Shimadzu Autograph AGS-X й розраховували як $\sigma_r=F_r/A_0$ (F_r – навантаження розтягування до розриву, Н; A_0 – початковий поперечний переріз дослідного зразка, м^2) та $\varepsilon_r=\Delta l_{or}/l_0\times 100$ (l_0 – початкова розрахункова довжина дослідного зразка, м; Δl_{or} – зміна розрахункової довжини дослідного зразка в момент розриву, м). Міцність зв'язку між шарами склеєних кишкових оболонок M_3 (Н/м) визначали з використанням вагового навантажування та розраховували як $M_3=B_p/\Pi_n$, де B_p – вагове навантажування до розшарування, Н; Π_n – ширина зразка склеєної кишкової плівки, м [9].

Дані рис. 1 свідчать про зміни товщини під час підготовки склеєних оболонок, виготовлення та зберігання смажених ковбас із їх використанням. На етапі підготовки спостерігається збільшення товщини в 1,44–1,60 разу (від 75 мкм до 120 мкм у двошарових та від 107 мкм до 154 мкм у тришарових), що відбувається внаслідок водопоглинання. Подальше незначне нарощування товщини в 1,25–1,33 разу (до 159 мкм та 193 мкм відповідно) зумовлене набряканням колагеново-еластинової основи плівок під одночасним впливом високої температури та вологого середовища. Після обсмаження наповнені фаршем оболонки ставали тоншими в 4,11–4,42 разу (товщина двошарових зменшувалася до 36 мкм, тришарових – до 47 мкм), після чого зберігання протягом 5 діб неупакованих ковбас у підвішеному стані доводило значення товщини до 34 мкм та 45 мкм відповідно.

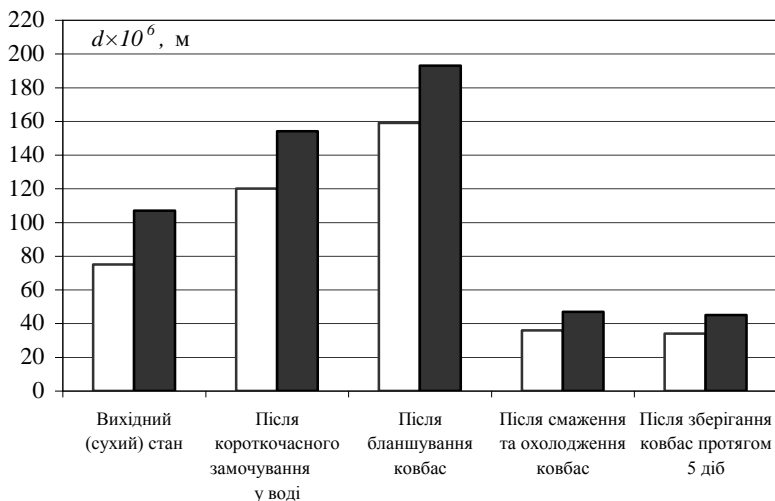


Рис. 1. Зміни товщини (d) склеєних кишкових оболонок смажених ковбас: □ – двошарові оболонки; ■ – тришарові оболонки

Зазначені зміни товщини можуть бути пояснені гідрофільними властивостями білків кишкових плівок у стані, близькому до нативного. Під час короткочасного бланшування смажених ковбас відбувається часткове зварювання та набрякання, здебільшого, колагену, що спричиняє незначне подальше збільшення товщини. Смаження приводить до денатурації білків, у результаті чого ущільнюються молекули, більшість глобул переходить у фібрили. Перехід у денатурований стан супроводжується втратою значної кількості вологи та набуттям гідрофобності. Зберігання смажених ковбас майже не позначається на товщині оболонок, подальше незначне зменшення якої пов'язане з незначними втратами вологи готовою продукцією. При цьому є відмінності у зміні товщини дво- та тришарових кишкових оболонок, які вказують на послаблення інтенсивності перепадів її значень за збільшення кількості шарів.

Міцність на розрив склеєних кишкових оболонок зменшується в усіх випадках у результаті підготовки (короткочасного замочування) та подальшого бланшування. Смаження повертає значення міцності сухих склеєних оболонок на рівні 62–65% від вихідних (рис. 2).

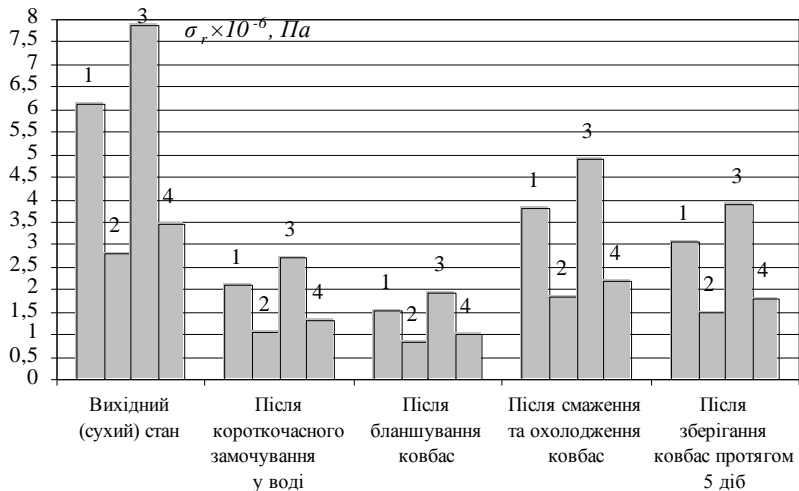


Рис. 2. Зміни міцності на розрив (σ_r) склеєних кишкових оболонок смажених ковбас: 1 – двошарові оболонки в ПД-напрямку; 2 – двошарові оболонки в ПП-напрямку; 3 – тришарові оболонки в ПД-напрямку; 4 – тришарові оболонки в ПП-напрямку

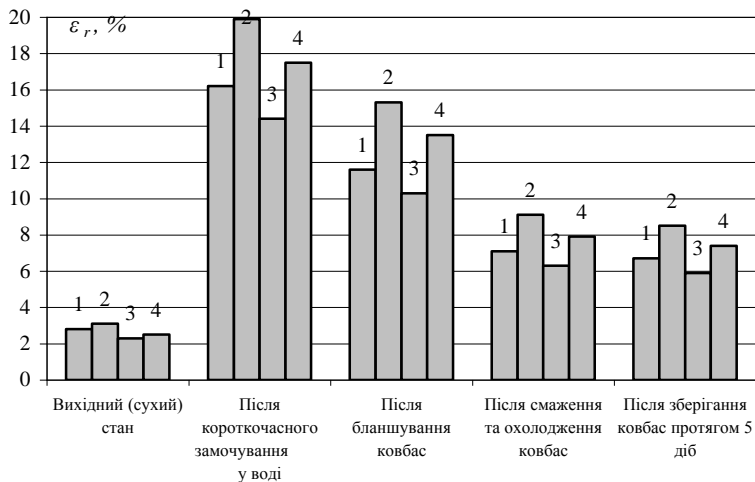


Рис. 3. Зміни відносного подовження (ϵ_r) склеєних кишкових оболонок смажених ковбас: 1 – двошарові оболонки в ПД-напрямку; 2 – двошарові оболонки в ПП-напрямку; 3 – тришарові оболонки в ПД-напрямку; 4 – тришарові оболонки в ПП-напрямку

Одержані закономірності змін відносного подовження мають в основному зворотний характер (рис. 3). Так, у міру наповнення білкової структури склеєних кишкових оболонок водою еластичність збільшується у 5,8–7,0 разів (від 2,3–3,1% до 14,4–19,9% в абсолютному вираженні). Коагуляція та подальша деструкція колагену й еластину внаслідок впливу високої температури й водного середовища під час бланшування та смаження доводять значення відносного подовження до 6,3–9,1%, після чого зберігання незначно змінює показники в менший бік.

Міцність у поздовжньому напрямку протягом усього дослідження залишається більшою порівняно з поперечним напрямком, а відносне подовження, навпаки, у поперечному напрямку характеризується більшими значеннями. Це, імовірно, пов'язано зі специфікою поздовжніх і кільцеподібних волокон кишок, зумовленою їх прижиттєвими функціями, зокрема рухом вмісту. Закономірною також є більша міцність тришарових оболонок порівняно із двошаровими. Нарощування третього шару забезпечує збільшення міцності в 1,21–1,29 разу.

Важливою характеристикою досліджуваних плівок є міцність зв'язку між шарами склеєних кишкових оболонок, оскільки оберненість процесу їх склеювання-розшарування у вологому стані може призвести до виникнення технологічного браку.

Як видно на рис. 4, міцність зв'язку між шарами склеєних дво- та тришарових кишкових оболонок за інших однакових умов майже не відрізняється (у вихідному сухому стані – 358 Н/м, після короткочасного замочування у воді – 114 Н/м та 116 Н/м, після бланшування – 121 Н/м та 124 Н/м, смаження – 197 Н/м та 198 Н/м, зберігання – 193 Н/м та 194 Н/м відповідно). Короткочасне замочування зменшує міцність зв'язку між шарами у 3,09–3,14 разу (до 114–116 Н/м), що зумовлено послабленням їх глютинізації внаслідок набрякання колагенових та еластинових волокон і створює можливість для розшарування оболонок. Під час бланшування спостерігається незначне збільшення міцності (до 121–124 Н/м).

Смаження підсилює міцність зв'язку шарів склеєних кишкових оболонок, порівняно зі зволеним станом на етапі підготовки, в 1,7 разу (до 197–198 Н/м). При цьому забезпечується рівень, що становить близько 55% значень міцності у вихідному (сухому) стані оболонок. Це дає можливість ефективного використання склеєних кишкових оболонок у технології смажених ковбас із урахуванням посилення захисних властивостей завдяки їх дво- та тришаровості, а також формування стійкого зчеплення завдяки тепловій коагуляції та денатурації, що дозволить зменшити кількісні втрати під час виробництва продукції.

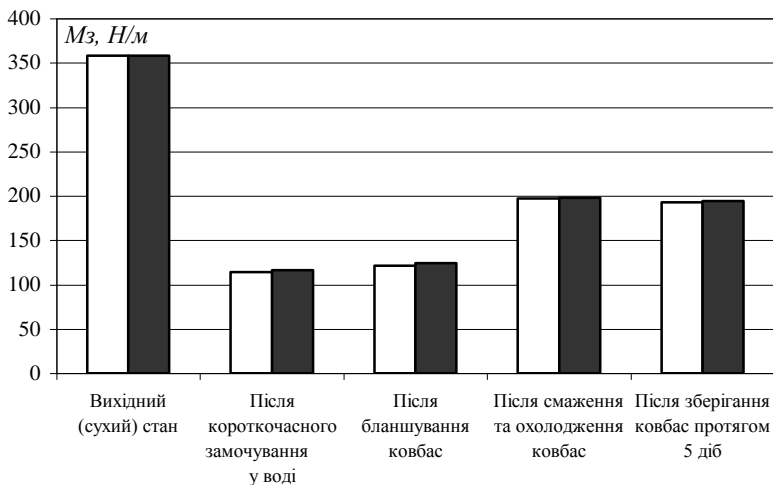


Рис. 4. Зміни міцності зв'язку (M_z) між шарами склеєних кишкових оболонок смажених ковбас: □ – двошарові оболонки; ■ – тришарові оболонки

Одержані результати змін міцності й подовження склеєних кишкових оболонок пояснюються в першу чергу ступенем ущільнення їх структури, змінами стану структурних клітин оболонки, постійною напругою, що викликана фаршем, втратою вологи та іншими активними релаксаційними, міжмолекулярними процесами, які відбуваються під час виробництва та зберігання смажених ковбас.

Подальше зберігання смажених ковбас не чинить суттєвого впливу на зміни міцності зв'язку між шарами плівок, фіксується незначне її зменшення (до 193–194 Н/м).

Висновки. Визначено закономірності змін структурно-механічних властивостей (товщини, міцності на розрив, міцності зв'язку між шарами та відносного подовження) склеєних кишкових оболонок у технології та під час зберігання смажених ковбас. Виявлено, що найпомітніші зміни зазначених властивостей спостерігаються на етапах підготовки оболонок та смаження ковбас.

Установлено, що на етапі підготовки оболонок гідрофільні властивості білків кишкових плівок у стані, близькому до нативного, приводять до збільшення товщини в 1,44–1,60 разу (від 75 мкм до 120 мкм у двошарових та від 107 мкм до 154 мкм у тришарових), зменшення міцності на розрив у 2,7–2,9 разу (від 2,81–7,88 МПа до 1,06–2,72 МПа) та міцності зв'язку між шарами в 3,14 разу (від 358 Н/м до 114 Н/м).

Смаження та, як наслідок, денатурація білків, ущільнення молекул, перехід більшості глобул у фібрили, втрата значної кількості вологи та набуття гідрофобності доводять значення міцності на розрив сухих склеєних оболонок до рівня 62...65% від вихідних показників та підсилюють міцність зв'язку шарів склеєних кишкових оболонок, порівняно зі зволженим станом на етапі підготовки, в 1,7 разу (до 197–198 Н/м), що забезпечує близько 55% значень міцності у вихідному (сухому) стані оболонок. Це дає можливість ефективного використання склеєних кишкових оболонок у технології смажених ковбас із урахуванням посилення захисних властивостей завдяки їх дво- та тришаровості, а також формування стійкого зчеплення завдяки теплової коагуляції та денатурації, що дозволить зменшити кількісні втрати під час виробництва продукції.

Одержані закономірності змін відносного подовження мають здебільшого зворотний характер. Еластичність склеєних кишкових плівок різко зростає на етапі їх підготовки (короткочасного замочування) – у 5,8–7,0 разів (від 2,3–3,1% до 14,4–19,9% в абсолютному вираженні). Коагуляція та подальша деструкція колагену й еластину внаслідок впливу високої температури й водного середовища під час бланшування та смаження доводять значення відносного подовження до 6,3–9,1%.

Список джерел інформації / References

1. Исследование барьерных свойств полиамидных оболочек / В. В. Леваничев, Т. И. Ларченкова, Л. Г. Бакало, Т. М. Терещенко // Мясное дело. – 2003. – № 1. – С. 10–11.

Levanichev, V., Larchenkova, T., Bakalo, L., Tereshchenko, T. (2003), “Research of barrier properties of nylon coatings” [“Issledovaniye bar'jernyh svojstv poliamidnyh obolochek”], *Myasnoye delo*, No. 1, pp. 10-11.

2. Леваничев В. В. Исследование процесса термоусадки в полиамидных колбасных оболочках / В. В. Леваничев, Т. И. Ларченкова, А. В. Шаповалова // Мясное дело. – 2002. – № 3. – С. 8–9.

Levanichev, V., Larchenkova, T., Shapovalova, A. (2002), “Research of the process of thermal shrinkage in nylon sausage coatings” [“Issledovaniye processa termousadki v poliamidnyh kolbasnyh obolochkah”], *Myasnoye delo*, No. 3, pp. 8-9.

3. Улицкий З. З. Оболочки «Поли-Пак» – надежная защита колбасных изделий / З. З. Улицкий // Мясная индустрия. – 2002. – № 2 – С. 33–34.

Ulitkiy, Z. (2002), “Poly-pack” coatings is a reliable protection of sausage products” [“Obolochki “Poli-Pak” – nadejnaja zachshita kolbasnyh izdelij”], *Myasnaya industriya*, No. 2, pp. 33-34.

4. Справочник технолога колбасного производства / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Б. Е. Гутник, Р. М. Ибрагимов, Л. Ф. Митасева. – М. : Колос, 1993. – 431 с.

Rohov, I., Zabashta, A., Hutnyk, B., Ibrahimov, R., Mitaseva, L. (1993), *A directory of the sausage production technologist [Spravochnik tehnologa kolbasnogo proizvodstva]*, Kolos, Moscow, 431 p.

5. Дослідження кількісних та якісних показників у технології субпродуктових смажених ковбас / В. М. Онищенко, О. Б. Дроменко, Г. А. Селютіна, А. В. Онищенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2017. – Вип. 2 (26). – С. 263–270.

Onyshchenko, V., Seljutina, G., Dromenko, O., Onyshchenko, A. (2017), “Research of quantitative and qualitative indicators in the technology of offal fried sausages”, *Progressive technique and technologies of food production of restaurant economy and trade* [“Doslidzhennya kil’kisnyh ta yakisnyh pokaznykiv u tehnologii subproduktovyh smazhenyh kovbas”], KSUFT, Kharkiv, Vol. 2(26), pp. 263-270.

6. Онищенко В. М. Наукові та практичні аспекти виробництва і застосування натуральних ковбасних оболонок : монографія / В. М. Онищенко, Л. Ю. Шубіна, М. О. Янчева. – Х. : ХДУХТ, 2009. – 149 с.

Onishchenko, V., Shubina, L., Yancheva, M. (2009), *Scientific and practical aspects of the manufacture and use of natural sausage coatings [Naukovi ta praktychni aspekty vyrobnyctva i zastosuvannya natural'nyh kovbasnyh obolonok: monografija]*, KSUFTT, Kharkiv, 149 p.

7. Сидорова Е. В. Кишечное производство. Наука и практика / Е. В. Сидорова, И. В. Сусь. – М. : Эдиториал сервис, 2011. – 228 с.

Sidorova, E., Sus, I. (2011), *Intestinal production. Science and practice [Kishechnoye proizvodstvo. Nauka i praktika]*, Editorial service, Moscow, 228 p.

8. Доманова О. В. Динаміка міцністних властивостей натуральних ковбасних оболонок після обробки водними екстрактами рослин / О. В. Доманова, Л. Ю. Шубіна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х. : ХДУХТ, 2012. – Вип. 2 (16). – С. 205–209.

Domanova, O., Shubina, L. (2012), “Dynamics of strength properties of natural sausage casings after treatment with aqueous plant extracts”, *Progressive technique and technologies of food production of restaurant economy and trade* [“Dynamika micznistnyh vlastyvoстей naturalnyh kovbasnyh obolonok pislya obrobky vodnyu ekstraktyamy roslin”], KSUFTT, Kharkiv, Vol. 2 (16), pp. 205-209.

9. Пат. на корисну модель 118522 Україна: МПК (2017.01) G01N 33/02 (2006.01), A22C 17/14 (2006.01), A22C 13/00. Спосіб визначення міцності зв'язку між шарами склеєних кишкових плівок / Михайлов В. М., Онищенко В. М., Головка С. В., Онищенко А. В. ; заявник і патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u201702236 ; заявл. 10.03.2017 ; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15. – 2 с.

Mykhailov, V., Onyshchenko V., Golovko S., Onyshchenko A. (2017), *The method of determination of links strength between layers of glued gut films [Sposib vyznachennya mitsnosti zv'yazku mizh sharamy skleyenykh kyshkovykh plivok]*, Ukraine, Pat. 118522.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф., кафедра процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)336-74-92; e-mail: v.mykhailov@hduht.edu.ua.

Михайлов Валерій Михайлович, д-р техн. наук, проф., кафедра процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)336-74-92; e-mail: v.mykhailov@hduht.edu.ua.

Mykhailov Valeriy, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Processes, Apparatus and Automation of Food Productions, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)336-74-92; e-mail: v.mykhailov@hduht.edu.ua.

Онищенко В'ячеслав Миколайович, канд. техн. наук, доц., кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: onvm70@gmail.com.

Онищенко Вячеслав Николаевич, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: onvm70@gmail.com.

Onyshchenko Vyacheslav, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-90; e-mail: onvm70@gmail.com.

Большакова Вікторія Анатоліївна, канд. техн. наук, доц., кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: viktbol@gmail.com.

Большакова Виктория Анатольевна, канд. техн. наук, доц., кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: viktbol@gmail.com.

Bolshakova Viktoriia, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-90; e-mail: viktbol@gmail.com.

Инжиянц Самвел Тигранович, асп., кафедра технології м'яса, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: samvel123@gmail.com.

Инжиянц Самвел Тигранович, асп., кафедра технологии мяса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-90; e-mail: samvel123@gmail.com.

Inzhyants Samvel, postgraduate student, Department of Meat Technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-90; e-mail: samvel123@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3592847

УДК 664.8.037.5:613.262.001.73:620.3

ПРОЦЕСИ КРІОМЕХАНОХІМІЇ ТА КРІОМЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ ХЛОРОФІЛОВІСНИХ ОВОЧІВ У ОЗДОРОВЧІ НАНОПРОДУКТИ

**В.В. Погарська, Р.Ю. Павлюк, О.С. Погарський, К.В. Дудник,
Т.В. Котюк, С.М. Лосєва**

Вивчено процеси кріомеханохімії та кріомеханодеструкції під час розробки нанотехнологій харчових добавок (заморожених паст) у нанорозмірній формі із хлорофіловмісних овочів (ХВО) та виявлено приховані зв'язані форми хлорофілу. Нанотехнології засновані на використанні як інновації кріогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного дрібнодисперсного подрібнення, що супроводжуються процесами кріомеханодеструкції та кріомеханохімії. Як сировину використовували ХВО: шпинат, зелень селери та петрушки. Розроблені нанотехнології дають змогу не тільки зберегти хлорофіли α і β , β -каротин та інші БАР вихідної сировини, але й більш повно вилучити приховані, неактивні, зв'язані з біополімерами (білком, полісахаридами) форми БАР у вільну легкозасвоювану форму. Виявлено зв'язані неактивні форми хлорофілу та інших БАР у ХВО під час переробки за кріотехнологією в оздоровчі продукти – заморожені пасту в нанорозмірній формі. Установлено, що у ХВО у зв'язаній формі міститься в 3,0–3,5 рази більше хлорофілу, ніж можна екстрагувати зі свіжих хлорофіловмісних овочів. Доведено, що використання комплексного впливу на ХВО кріогенного «шокового» заморожування до температури в продукті мінус 35 °С та подальшого дрібнодисперсного подрібнення приводить до високого ступеня вилучення з овочів прихованих зв'язаних форм хлорофілу, β -каротину, L-аскорбінової кислоти, фенольних сполук, масова частка яких у 2,5–3,5 рази більше, ніж у свіжих овочах.

Ключові слова: кріомеханохімія, кріогенне «шокове» заморожування, хлорофіловмісні овочі, хлорофіл, оздоровчі продукти, приховані форми БАР.

© Погарська В.В., Павлюк Р.Ю., Погарський О.С., Дудник К.В., Котюк Т.В., Лосєва С.М., 2019