

В.М. Онищенко, канд. техн. наук

Л.Ю. Шубіна, канд. техн. наук

І.С. Острроверх, асп.

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАТУРАЛЬНИХ КОВБАСНИХ ОБОЛОНОК ТА МЕТОДІВ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ

Проаналізовано методи визначення механічних характеристик оболонки. Проведено дослідження міцності та еластичності кишок та встановлено закономірності їх змін залежно від виду худоби, анатомічних частин ШКТ, способів оброблення, консервування та якості.

Проанализированы методы определения механических характеристик оболочек. Исследованы прочность и эластичность кишок и установлены закономерности их изменений в зависимости от вида скота, анатомических частей ЖКТ, способов обработки, консервирования и качества.

The methods of determination of mechanical descriptions of casings are analyzed. The durability and elasticity of guts were investigated, the regularities of their changes depending on the type of cattle, anatomic parts of gastrointestinal tract, methods of treatment, canning and quality were determined.

Постановка проблеми у загальному вигляді. До міцності як характеристики оболонки ставляться особливо високі вимоги, оскільки зменшення технологічного браку у виробництві ковбасних виробів, поряд з іншими чинниками, можливе завдяки саме заданим та стабільним значенням міцності оболонки, які здатні витримувати високі внутрішні тиски, зумовлені збільшенням масової частки води у фарші ковбас, використанням високоефективного технологічного обладнання тощо. Іншою важливою характеристикою оболонки є залишкова пружність, тобто здатність створювати напруження усередині батона протягом усього технологічного циклу виготовлення, а також у процесі зберігання ковбас. Одним з критеріїв, за яким можна оцінити пружні властивості, є здатність оболонки до усадки (термічної та внаслідок зберігання). Як правило, чим вище відсоток термоусадки (зменшення діаметра і довжини оболонки під впливом температури), тим краще виявляються пружні властивості оболонки. Надалі ж, як зазначено, усадка виявляється і під час зберігання [1]. У кондиційному (вихідному) стані здатність оболонки до усадки може бути характеризована її еластичністю.

Активний розвиток хімічної промисловості, створення низки полімерів та їх композицій з високими механічними характеристиками були неможливі без визначення їх заданих значень. Тому нормативна документація на той чи інший штучний матеріал або оболонки обов'язково містить нормовані значення цих показників, існують нормативні методи їх контролювання, хоча зазначені характеристики й розрізняються за фізичним розумінням (еластичність, модуль еластичності, розтяжність під певним навантаженням, розривне зусилля, міцність під час розтягування, витримування тиску стисненого повітря тощо), характеризують різні властивості і надаються у різних одиницях [2].

Метод випробування на розтяжність полімерних плівок регламентовано ГОСТ 14236, згідно з яким визначають міцність за розтягування та розривання (МПа або Н/мм²), відносно подовження за максимального навантаження та розривання (%). За допомогою іншого методу (за використання приладу Шоппера-Даллена) визначають міцність плівки не в якомусь напрямку, як під час випробувань на розтяжність, а за всією площею досліджуваного зразка (шляхом тиску повітря), і за характером руйнування оцінюють найбільш слабке місце матеріалу. Щодо натуральних оболонок, то державний стандарт на кишки худоби, призначені для виробництва ковбасних виробів (ДСТУ 4285) передбачає визначення міцності їх стінок шляхом наповнення повітрям або водою (залежно від класифікаційних ознак вони повинні витримувати тиск води або повітря від 0,01 до 0,1 МПа); детальний опис проведення аналізу та посилання на відповідний стандарт відсутні [3].

Метод визначення межі міцності під час розтягування заснований на вимірюванні навантаження (МПа), спрямованого уздовж зразка певних розмірів, за яких зразок руйнується (розривається). Величину розривного тиску (МПа) фіксують манометром шляхом подачі стисненого повітря у герметично закріплену оболонку. Оболонку одягають на циліндричну частину корпусу приладу, один кінець затискають між конічною частиною корпусу та конусом за допомогою гайки, а другий фіксують затискачем. Стиснуте повітря через редуктор протягом 3...5 с подають в оболонку до її розривання, а максимальний тиск, який витримує оболонка, визначають за показаннями манометра.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями оцінки механічних властивостей натуральних оболонок займалися у своїх дослідженнях А.М. Миронов, О.О. Дергунова, Н.М. Шишкіна, Т.М. Воронцова, І.В. Сусь, Н.М. Крехов, Ю.В. Татулов, які визначали міцнісні характеристики як під час розтягування, так і під тиском повітря. Проте дані з міцності та еластичності кишок худоби,

призначених для виробництва ковбасних виробів, залежно від виду худоби, виробничих (або анатомічних) назв, способів оброблення, консервування і якості на сьогодні відсутні.

Мета і завдання статті. Метою роботи було визначення механічних характеристик кишок (міцності та еластичності) залежно від їх класифікаційних ознак – виду худоби, виробничих назв (анатомічних частин), способів оброблення, консервування і якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роботі використані зразки кишок, отриманих під час забою худоби на виробничих площах ТОВ «Вовчанський м'ясокомбінат» та оброблених згідно з вимогами чинних технологічних інструкцій на потоково-механізованих лініях.

Міцність на розривання та відносне подовження під час розривання визначали за ГОСТ 14236 на розривній машині типу РТ-250, що мала фіксуєчу шкалу подовження та шкалу навантажень. З цією метою вирізалися зразки плівок прямокутної форми у повздожньому (ПД) та поперечному (ПП) напрямках.

Міцність розраховували як

$$\sigma_{rr} = \frac{F_r}{A_o},$$

де σ_{rr} – міцність під час розривання, Па; F_r – розтягуюче навантаження в момент розривання, Н; A_o – початковий поперечний переріз зразка плівки, мм² (визначається як добуток товщини d на товщину b).

Відносне подовження під час розривання (еластичність) у повздожньому (ПД) та поперечному (ПП) напрямках розраховували у відсотках за наступною формулою:

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta l_{0r}}{l_o},$$

де l_o – початкова розрахункова довжина зразка, мм; Δl_{0r} – зміна розрахункової довжини зразка в момент розривання, мм.

Максимальний тиск σ_{rp} , який витримує оболонка, визначали за показаннями манометра як описано вище. Розривну міцність під тиском повітря, міцність на розривання під час розтягування та еластичність (відносне подовження за розривання під час розтягування) визначали залежно від: виду худоби – в яловичих, свинячих, баранячих і козячих кишках; назв кишок (анатомічних

частин): яловичих – у стравоходах, черевах, синюгах, кругах, прохідниках та міхурах; свинячих – черевах, глухарках, гузенках, кучерявках та міхурах; баранячих і козячих – черевах, синюгах та гузенках; способів оброблення – в кишках-сирцю, кишках-фабрикаті; способів консервування – в соленому та сухому вигляді; якості – у кишках вищого, першого та другого сортів (табл. 1-3).

Таблиця 1 – Механічні характеристики яловичих кишок

Назва та сорт кишок	Механічні характеристики				
	Розривна міцність під тиском повітря $\sigma_{rr} \times 10^6$, Па	Міцність на розривання під час розтягування $\sigma_{rr} \times 10^6$, Па		Еластичність, %	
		ПД	ПП	ПД	ПП
<i>Кишки-сирець</i>					
Череві	0,23±0,02	27,2±1,9	15,1±1,1	20,6±1,4	25,3±1,8
Синюги	0,33±0,03	37,6±2,6	21,8±1,4	19,3±1,4	22,8±1,6
Круги	0,29±0,03	34,1±2,4	17,9±1,3	20,5±1,4	25,0±1,8
Прохідники	0,29±0,03	34,2±2,4	19,0±1,3	20,2±1,4	24,0±1,7
<i>Кишки-фабрикат</i>					
Стравоходи	0,22±0,02	25,3±1,8	14,9±1,0	20,3±1,4	24,2±1,7
Череві 1 сорту	0,20±0,02	24,1±1,7	13,3±0,9	21,0±1,5	25,8±1,8
Череві 2 сорту	0,15±0,02	18,3±1,4	10,2±0,8	18,4±1,3	22,3±1,6
Синюги	0,29±0,03	34,2±2,3	20,1±1,4	19,8±1,4	23,2±1,6
Круги	0,26±0,03	30,4±2,1	16,9±1,2	21,0±1,5	25,3±1,7
Прохідники	0,26±0,03	30,9±2,2	17,2±1,2	20,7±1,4	24,8±1,7
Міхури солені	0,23±0,02	27,6±1,9	16,2±1,1	20,8±1,5	24,8±1,7
Міхури сухі 1 сорту	0,24±0,02	28,3±2,0	18,5±1,3	18,9±1,3	22,3±1,6
Міхури сухі 2 сорту	0,21±0,02	25,2±1,8	15,5±1,1	18,7±1,3	22,1±1,5

Очевидним є те, що найміцнішими є яловичі кишки, після яких за цим показником розташовуються свинячі і баранячі (козячі), що може бути пояснене, перш за все, різними строками досягнення стиглості, рівнем вгодовування. Зрозуміло, що за одного виду худоби визначальним чинником буде вік.

Таблиця 2 – Механічні характеристики свинячих кишок

Назва та сорт кишок	Механічні характеристики				
	Розривна міцність під тиском повітря $\sigma_r \times 10^6$, Па	Міцність на розривання під час розтягування $\sigma_r \times 10^6$, Па		Еластичність, %	
		ПД	ПП	ПД	ПП
<i>Кишки-сирець</i>					
Череві	0,16±0,01	19,2±1,3	10,7±0,7	22,1±1,5	26,6±1,8
<i>Кишки-фабрикат</i>					
Череві 1 сорту	0,15±0,01	17,9±1,3	9,9±0,7	22,7±1,6	27,4±1,9
Череві 2 сорту	0,11±0,01	13,1±0,9	7,3±0,5	22,2±1,6	27,0±1,9
Глухарки	0,18±0,01	21,1±1,5	12,4±0,9	20,4±1,4	24,3±1,7
Гузенки	0,18±0,01	21,1±1,5	12,4±0,9	20,4±1,4	24,3±1,7
Кучерявки	0,18±0,01	21,1±1,5	12,4±0,9	20,4±1,4	24,3±1,7
Міхури солені	0,16±0,01	19,1±1,3	10,6±0,7	22,0±1,5	26,8±1,9
Міхури сухі	0,16±0,01	19,1±1,3	10,6±0,7	21,5±1,5	26,4±1,9

Таблиця 3 – Механічні характеристики баранячих і козячих кишок

Назва та сорт кишок	Механічні характеристики				
	Розривна міцність під тиском повітря $\sigma_r \times 10^6$, Па	Міцність на розривання під час розтягування $\sigma_r \times 10^6$, Па		Еластичність, %	
		ПД	ПП	ПД	ПП
<i>Кишки-сирець</i>					
Череві вищого сорту	0,13±0,01	15,5±1,1	8,6±0,6	20,5±1,4	25,2±1,8
Череві 1 сорту	0,10±0,01	12,1±0,8	10,5±0,7	19,5±1,4	23,4±1,6
Синюги 1 сорту	0,20±0,02	23,6±1,7	12,9±0,9	20,0±1,4	24,2±1,7
Синюги 2 сорту	0,17±0,02	20,1±1,4	11,2±0,8	19,5±1,4	22,8±1,6
Гузенки	0,18±0,02	21,2±1,5	12,1±0,8	19,1±1,4	22,3±1,6
<i>Кишки-фабрикат</i>					
Череві вищого сорту	0,13±0,01	15,7±1,1	8,7±0,6	20,7±1,4	25,5±1,8
Череві 1 сорту	0,09±0,01	10,9±0,8	6,2±0,4	19,7±1,4	23,7±1,6
Череві 2 сорту	0,09±0,01	10,9±0,8	6,2±0,4	19,7±1,4	23,7±1,6
Синюги 1 сорту	0,19±0,02	22,4±1,6	12,1±0,8	20,5±1,4	24,8±1,7
Синюги 2 сорту	0,17±0,02	20,1±1,4	11,2±0,8	19,6±1,4	22,9±1,6
Гузенки 1 сорту	0,17±0,02	19,9±1,4	11,4±0,8	19,5±1,4	22,8±1,6
Гузенки 2 сорту	0,16±0,02	18,9±1,3	10,5±0,7	19,6±1,4	22,9±1,6

Вплив анатомічних особливостей на досліджувані властивості зумовлений прижиттєвими функціями того чи іншого відділу ШКТ. Так, якщо прижиттєвою функцією стравоходу є з'єднання глотки із шлунком та проштовхування корму, то для тонкого відділу кишечника характерний процес всмоктування поживних речовин, що підготовлені перетравлюванням. Всмоктування речовин у тонких кишках здійснюється завдяки ворсинок (виступів слизової оболонки усередину отвору кишки). Корм у тонких кишках постійно рухається від шлунка до товстих кишок (в одному напрямку). Ця робота здійснюється м'язовою оболонкою. Але рідкий стан вмісту тонкого кишечника не потребує для свого руху значних зусиль, тому й м'язова оболонка у тонких кишках має незначну товщину.

На відміну від тонких кишок, де відбувається перетравлювання та всмоктання їжі, у товстих кишках, головним чином, всмоктуються вода, формується кал та виділяються в нього з крові через стінку кишок фосфорно- та сірчано-кислі солі. Стінки товстих кишок розвинені сильніше, особливо шар м'язів, внаслідок необхідності пересувати їх більш згущений вміст.

Таким чином, робота того чи іншого відділу кишок визначає їх будову та механічні характеристики стінок.

Іншим чинником, що прямим чином впливає на міцність, є товщина кишок та їх шарів. Слід зазначити, що крім анатомічних частин, товщина стінок кишок однієї тварини може змінюватись навіть в межах окремих їх ділянок. Товщина стінок кишок-сирцю ВРХ коливається від 0,002 до до 0,02 м. Так, наприклад, товщина стінки стравоходу складає 0,006...0,009 м, тонких кишок – 0,002...0,004 м, товстих кишок – 0,010...0,020 м, міхура – 0,0005...0,0025 м (у шийці – до 0,006 м). Товщина тонких кишок-сирцю ДРХ становить 0,0008...0,0015 м, свиней – 0,0008...0,002 м. Причому висока міцність підслизового шару баранячих черев забезпечується їх товщиною лише 0,0001...0,0004 м, а свинячих – 0,0003...0,0005 м. Товщина серозного шару оболонки тонких кишок ВРХ складає 0,0002...0,0004 м, м'язового – 0,0005...0,001 м, підслизового – 0,0007...0,0012 м, слизового – 0,0001...0,0008 м. Серозна оболонка тонких кишок свиней має товщину близько 0,00008 м (у 2...3 рази товща за баранячу), м'язова – 0,0005 м. Звертає на себе увагу міцність серозної та двошарової м'язової оболонок синюги, а також наявність значної кількості кровоносних судин, що виходять з брижі товстими відводами на обидві сторони та розгалужуються на дрібні гілочки [4].

Стінка кишок утворена чотирма шарами (оболонками), розташованими в наступному порядку зовні: серозний, м'язовий,

підслизовий та слизовий. Зовнішня серозна оболонка – еластична, міцна, багата на еластинові волокна та жирові клітини. Завдяки жировим клітинам зменшується тертя кишок об прилягаючі органи під час перистальтики кишечника. При обробці кишок її в деяких випадках (наприклад, з яловичих кругів) видаляють. М'язова оболонка досить міцна, складається з двох шарів мускульних волокон: зовнішнього поздовжнього і внутрішнього кільцевого. М'язову оболонку в оброблених кишках – черевах (яловичих), кругах, синюгах (яловичих, баранячих), міхурах – залишають цілком для збереження їхньої міцності. У стравоходах, тонких баранячих і свинячих кишках цю оболонку видаляють повністю; в яловичих прохідниках залишають лише один поперечний шар. Підслизова оболонка є найміцнішим шаром кишкової стінки. Вона являє собою густу щільну мережу колагенових та еластинових волокон і складає основну тканину кишок. В оброблених тонких баранячих і свинячих кишках залишають лише один підслизовий шар. Слизова оболонка вистилає внутрішню поверхню кишок. У ній розташовані залози, що виділяють травні соки і слиз, який полегшує просування корму. Вона містить велику кількість мікроорганізмів, що викликають надалі псування кишкової сировини, тому при обробці кишок її видаляють. Отже, доволі вагомими є технологічні аспекти обробки кишок, специфічні для видів худоби та анатомічних частин кишечника.

Отримані дані показують, що міцність кишок-сирцю порівняно з фабрикатами у всіх випадках більша (на 10..16%), що є закономірним за рахунок наявності шарів, які в подальшому будуть вилучені під час обробляння.

Загальні способи обробляння кишок стосуються всіх їх видів та можуть за рівних умов однаковою мірою впливати як на міцність, так і на еластичність їх стінок. Так, у технології кишок прийнято розділяти кишки-сирець (кишкова сировина, звільнена від вмісту, промита та розділена за видами), законсервовані кишки-сирець (кишки-сирець, законсервовані кухонною сіллю); кишки-напівфабрикат (оброблені кишки-сирець в соленому або сухому вигляді, не розсортовані за калібрами (діаметрами) та сортами) та кишки-фабрикат (кишки-напівфабрикат, що розсортовані за калібрами (діаметрами) та сортами. У зв'язку з цим механічні властивості кишок-сирцю, як показують отримані результати, переважають аналогічні показники законсервованих кишок-сирцю. У той же час, кишки-напівфабрикат і фабрикат мають більшу міцність і еластичність порівняно з консервованими кишками-сирцем. Можна із впевненістю припустити,

що в разі застосування заморожування зазначені відмінності у вказаному напрямку лише посиляться.

Як видно, консервування сіллю або сушінням (дослідження кишок проводили у розмоченому стані, що зумовлено правилами їх підготовки у ковбасному виробництві) впливає на механічні характеристики незначно, хоча й простежується, з одного боку, підвищення ступеня відновлення вихідної еластичності у разі застосування соління, а з іншого, збільшення міцності за умови сушіння, що, ймовірно, пов'язане з неоднозначним впливом соління та сушіння на міжмолекулярні зв'язки мікроструктурних компонентів кишок.

Якість кишок є наслідком процесів, що негативно впливають на механічні властивості кишок та розвиваються за порушення вимог до технологічних операцій оброблення, консервування та зберігання, прижиттєвих дефектів кишок тощо. Видно, що чим нижча якість, тим нижчі значення показників міцності і еластичності.

У всіх випадках зафіксовано наявність анізотропії механічних властивостей: як видно, міцність у повздожньому напрямку перебільшувала поперечні значення (практично вдвічі). Така властивість кишкових плівок забезпечується специфічною природною орієнтацією їх волокон, яка має перехресний вигляд, та повздожнім характером руху корму у кишечнику.

Під час визначення динаміки міцності на розривання під час розтягування фіксували зміну довжини оболонки за максимального розривного зусилля (табл. 1-3). Як свідчать отримані результати, відносно подовження (еластичність) у поперечному напрямку стабільно перевищує цю характеристику у повздожньому (на 18...23%) і виявляється у оберненій залежності до міцності. Поряд з цим, схожі закономірності та їх причини характерні і для показників еластичності.

Встановлено, що результати дослідження розривної міцності під тиском повітря σ_p та міцності на розривання під час розтягування σ_r корелюють між собою, підтверджуючи наведені закономірності та доповнюючи один одного шляхом отримання значень міцності як в окремих напрямках, так і за всією площею досліджуваного зразка. Це дозволить оцінити ступінь ізотропії механічних властивостей та визначити за характером руйнування найбільш слабе місце кишкової плівки.

Висновки. Доцільним є визначення міцності та еластичності ковбасних оболонок як під час розривання (у ПД і ПП напрямках), так і за всією площею досліджуваного зразка (шляхом внутрішнього тиску повітря). На підставі отриманих результатів дослідження міцності та еластичності кишок залежно від регламентованих класифікаційних

ознак встановлено, що їх механічні характеристики суттєво розрізняються залежно від виду худоби, анатомічних частин ШКТ, способів оброблення, консервування та якості, що зумовлено, здебільшого, видовою специфікою кишок різної худоби, прижиттєвими функціями тих чи інших анатомічних частин ШКТ, їх товщиною, наявністю прижиттєвих і технологічних дефектів, використаними способами консервування, зберігання та їх дотриманням.

Список літератури

1. Переплетчиков, И. Д. Мировой рынок оболочек – тенденции и перспективы развития [Текст] / И. Д. Переплетчиков // Мясные технологии. – 2006. – № 5. – С. 13–16.
2. ГОСТ 14236-81. Пленки полимерные. Методы испытаний на растяжение [Текст]. – Введ. 01.01.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.
3. ДСТУ 4285:2004. Кишки. Загальні технічні умови [Текст]. – Чинний від 01.07.2005. – К.: Держспоживстандарт України; НРВ ДП «УкрНДНЦ», 2004. – 20 с.
4. Дергунова, А. А. Обработка кишок [Текст] / А. А. Дергунова. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 174 с.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© В.М. Онищенко, Л.Ю. Шубіна, І.С. Островерх, 2009.

УДК 664.68.002.2:633.857.78

О.Г. Шидакова-Каменюка, канд. техн. наук

Г.М. Лисюк, д-р техн. наук

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДОЗУВАННЯ НАСІННЯ ЛЬОНУ ДО ПІСОЧНОГО ПЕЧИВА

Досліджено зміни фізико-хімічних показників якості пісочного печива за умов різного дозування цілого та подрібненого насіння льону. Визначено, що раціонально використовувати ціле насіння льону в кількості 10%, а подрібнене – 7,5% від загальної кількості сировини.

Исследованы изменения физико-химических показателей качества песочного печенья при разном дозировании целого и измельченного льняного семени. Отмечено, что рационально использовать целые семена льна в количестве 10%, а измельченные – 7,5% от общего количества сырья.

The authors of this article studied the changes of physical and chemical index of the butter cake with the different quantities of whole and broken flaxseed. The study has found the most rationally way of using the flaxseed. The quantities of whole flaxseed consist 10% and of broken flaxseed 7,5% of the raw material.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одним з основних завдань сучасної харчової промисловості є створення так