

УДК 637.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЗМІН М'ЯСА ПЕРЕПЕЛІВ В ПРОЦЕСІ ЗАМОРОЖУВАННЯ

**В. М. ПАСІЧНИЙ\***, **А. І. УКРАЇНЕЦЬ**, **АЛЬ-Х. ХАЙДЕР М.**, **М. М. ПОЛУМБРИК**

Національний університет харчових технологій, Київ, УКРАЇНА

\*email: [pasww1@ukr.net](mailto:pasww1@ukr.net)

**АНОТАЦІЯ.** Описані зміни в структурі м'яса перепелів при заморожуванні і тривалому його зберіганні, протягом 6 місяців, які спричиняють порушення цілісності скелетної поперечно-м'язової тканини, з появою порожнин в міжм'язовому просторі, і ушкодження м'язових волокон. Втрати маси м'язової тканини перепелів внаслідок заморожування і зберігання склали: при заморожуванні парного м'яса - 17,7-21,1%, охолодженого - 20,3-24,8% і остиглого - 30,1-32,0%. У процесі заморожування в м'ясі перепелів спостерігається зменшення діаметра м'язових волокон в області грудки на 15,6-29,2% і стегна - на 13,9-27,1%, а також зниження їх кількості на 14,2-20,3% і 4,8-19,1% відповідно. Найменші зміни в структурі скелетної м'язової тканини відзначені у парного та охолодженого м'яса перепелів, найбільші - при заморожуванні остиглого м'яса.

**Ключові слова:** м'ясо перепелів, мікроструктура, заморожування, зберігання, м'язові волокна.

## INVESTIGATIONS OF QUAILS MEAT STRUCTURE CHANGES N CHILLING PROCESSES

**A. UKRAINETS, V. PASICHNIY\***, **AL-H. HAIDER M.**, **M. POLUMBRYK**

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

**ABSTRACT.** Domestic quails meat production has been risen every year and has reached an industrial scale in some countries. Quails meat differs from other types of poultry meats by its chemical composition and has received much attention because of its low fat content as well as optimal essential aminoacids ratio.

Unfortunately, quails meat chilling and further long-term storage during 6 months resulted in the disorders of the clouded muscoskeletal tissue in the forms of the hollows in the intermuscular space and damages of muscular fibers. Moreover, meat chilling considerably affects the sensory properties of meat including: surface color changes, sensory features decline and increased manufacturing losses. The meat juice release has observed during thawing due to muscular damages. According to the data of physicochemical investigations, chilling, prolonged storage and further thawing cause partial damage of muscular fibers and irreversible changes of the muscular proteins.

The losses of muscoskeletal tissue of quails during chilling and storage of the fresh-killed meat are 17,7-21,1%, and chilled and cooled are 20,3-24,8% and 30,1-32,0%, respectively. The drop of muscular fiber diameter has observed during chilling in the side area by 15,6-29,2% and thigh – by 13,9-27,1%, as well as decrease of their quantity by 14,2-20,3% and 4,8-19,1%, respectively. The least changes of the muscoskeletal tissue structure were found in fresh-killed and cooled quails meat, whereas the largest changes have observed at the frozen cooled meat.

**Keywords:** quail meat, microstructure, chilling, storage, muscular fibers.

### Вступ

Використання одомашнених перепелів для одержання м'яса з кожним роком стає актуальнішим і в деяких країнах досягає промислових масштабів. М'ясо перепелів за своїм хімічним складом відрізняється від м'яса інших видів сільськогосподарської птиці меншим вмістом жиру і оптимальним співвідношенням незамінних амінокислот, що дозволяє віднести його до високоякісних продуктів харчування [1].

Тушки перепелів реалізують охолодженими - з терміном зберігання до 3 діб, копченими - з терміном зберігання до 15 діб, замороженими в блоках - з

терміном зберігання до 6 місяців, а також використовують при виготовленні ковбас, сосисок та інших продуктів глибокої переробки.

При заморожуванні м'яса птиці помітно змінюються його властивості: змінюється колір поверхні тушки, знижуються смакові властивості, збільшуються втрати при приготуванні м'яса. Вже при розморожуванні з м'яса птиці виділяється м'ясний сік як наслідок ушкодження м'язової тканини. Фізико-хімічні дослідження м'яса показують, що заморожування, зберігання і подальше розморожування викликають часткове пошкодження

м'язових волокон і незворотні зміни м'язових білків [2].

### Мета роботи

Істотний вплив на збереження м'яса птиці чинять умови заморожування, у зв'язку з чим, була поставлена мета - дослідити структурні зміни в м'ясі перепелів при заморожуванні в різному термічному стані. Крім того, ґрунтуючись на результатах дослідження дати рекомендації про найбільш оптимальні умови заморожування і зберігання м'яса перепелів.

### Виклад основного матеріалу

Актуальними в умовах розвитку галузі перепілкування залишаються проблеми визначення умов заморожування і зберігання м'яса перепелів. При зберіганні м'язові волокна пошкоджуються кристалами льоду, що утворюються при замерзанні води в міжволокнистому просторі і розривають їх гострими гранями або розчавлюють між сусідніми кристалами льоду, тобто механічним шляхом. Розмір утворених кристалів льоду визначається швидкістю заморожування м'яса: при повільному заморожуванні утворюються крупні кристали льоду і ушкодження м'язових волокон при заморожуванні глибші, порівняно з швидким заморожуванням, коли утворюються дрібні кристали льоду [3].

Після заморожування і подальшого танення в м'ясі помітно активізуються м'язові ферменти. У кілька разів збільшується активність цитохромоксидази. Збільшення активності м'язових ферментів, як наслідок руйнування клітин при заморожуванні м'яса, є настільки характерним, що за величиною активності цитохромоксидази можна точно визначити факт заморожування м'ясної сировини [4].

Швидкість заморожування визначається властивостями, температурою і швидкістю руху теплоносія (величиною тепловіддачі), лінійними розмірами тушки. Чим нижче температура заморожування, вище швидкість руху теплоносія і менше розміри тушки, тим вище швидкість заморожування. Тому низька температура заморожування є одним з основних і обов'язкових умов швидкого заморожування і утворення дрібних кристалів льоду. Однак, під час зберігання м'яса при більш високій температурі можливий ріст великих кристалів при скороченні числа дрібних, відбувається перекристалізація льоду. Тому важливо не тільки заморозити м'ясо при низькій температурі, але і зберігати його за таких самих режимів, уникаючи навіть короточасного її підвищення [5].

Характер кристалоутворення льоду, істотно впливає і на денатураційні зміни м'язових білків м'яса. При повільному заморожуванні кристали льоду

утворюються в міжволокнистому просторі. У міру їх зростання з м'язових волокон дифундує вода, що витрачається на утворення льоду, концентрація солей у внутрішньоклітинній рідині м'язового волокна зростає настільки, що це викликає денатураційні зміни білків. Цей процес є незворотнім, оскільки денатурація білків супроводжується їх коагуляційними перетвореннями. При утворенні крупніших кристалів льоду, більшу кількість води витрачаються на їх утворення, відповідно вище концентрація солей, що викликає більш глибокі перетворення білків [6].

При швидкому заморожуванні дрібні кристали льоду утворюються не тільки в міжволокнистому просторі, а й усередині м'язових волокон. При цьому концентрація солей у внутрішньоклітинній рідині істотно не збільшується.

Зміна забарвлення поверхні тушки також залежить від характеру кристалоутворення. Великі кристали, що утворюються при повільному заморожуванні, добре пропускають світло, яке, проходячи через шкіру і підшкірний шар, поглинається темною м'язовою тканиною, що робить всю тушку більш темною. Дрібні кристали льоду, які утворюються при швидкому заморожуванні, відображають велику частину падаючого на тушку світла, при цьому темна м'язова тканина не проглядається і поверхня тушки зберігає світле забарвлення. При надшвидкому заморожуванні птиці в рідкому теплоносії при дуже низькій температурі поверхня стає біло-кремового кольору, помітно відрізняючись від природного забарвлення поверхні тушки. При середній швидкості заморожування, наприклад, на повітрі при температурі  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  забарвлення поверхні морожених тушок стає кремово-коричневою, іноді з темно-червоним відтінком. При швидкому заморожуванні тушок на повітрі при температурі  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  і швидкості циркуляції повітря 3 м/с забарвлення поверхні тушок залишається близькою до природної [7].

Глибина змін білків, викликана заморожуванням м'яса, залежить від його стану. М'ясо, заморожене в стані посмертного задубіння, під час відтавання виділяє більшу кількість м'ясного соку в порівнянні з замороженим в парному стані або замороженим після посмертного задубіння. При заморожуванні м'яса в стані посмертного задубіння через низьку вологозв'язуючу здатність такого м'яса замерзає більша кількість води і як наслідок у внутрішньоклітинній рідині утворюється більш висока концентрація солей, що викликає більш глибокі денатураційні зміни білків [8].

Кількість м'ясного соку, що витікає при таненні морожених тушок, визначається глибиною тих пошкоджень, що виникли в м'язових волокнах під час заморожування і зберігання та залежить від кількості поглинутої води під час обробки птиці, особливо під час охолодження зануренням у воду.

Втрати від власне заморожування складають приблизно 1-3 % (залежно від умов обробки), а втрати, обумовлені поглинанням води при охолодженні зануренням, можуть досягати 10 % і більше.

Втрата м'ясного соку при розморожуванні впливає на зміну смакових властивостей м'яса. Охолоджене м'ясо в порівнянні з замороженим оцінюється як більш ароматне, смачне і особливо як більш ніжне і соковите. Розморожене м'ясо значно частіше оцінюють як жорстке, сухе, несмачне. Особливо помітно знижуються смакові властивості м'яса, замороженого в стані посмертного задубіння [9].

Заморожування на повітрі здійснюють у морозильних апаратах, тунелях і камерах з примусовою циркуляцією повітря зі швидкістю руху 0,5-5 м/с і в камерах з природною циркуляцією повітря зі швидкістю до 0,3 м/с [10].

У морозильних агрегатах і тунелях з примусовою циркуляцією швидше заморожуються незапаковані тушки птиці. Однак, у промислових умовах переважно заморожують запаковані тушки перепелів. Охолоджену або остиглу птицю упаковують в ящики і направляють на заморожування. В останньому випадку помітно погіршуються умови теплообміну, що призводить до збільшення тривалості заморожування, але дещо зменшуються витрати ручної праці на запаковування птиці. Крім того, умови праці при пакуванні охолодженої або остиглої птиці краще, ніж при пакуванні замороженої: її можна сформувати більш щільно і рівно укласти в ящики, процес проводять при низькій температурі [11].

На заморожування може надходити парна, остигла або охолоджена птиця (залежить від прийнятої технології на підприємстві). За відсутності умов для заморожування птиці у воді, краще її заморожувати в парному стані. При низькій температурі заморожування (не вище - 23 °С) і примусовій циркуляції повітря заморожене м'ясо зберігає високу вологозв'язувальну здатність, ніжність і соковитість парного м'яса. Заморожувати м'ясо в охолоджену стані, коли воно може ще перебувати в стані посмертного задубіння, по можливості, слід уникати. Краще піддати його двостадійному заморожуванню, тобто на першій стадії тушки охолодити до 0 °С, а на другий – заморозити [12-13]. При заморожуванні м'яса, упакованого в полімерну плівку (або пакети з неї), тривалість заморожування через погіршення умов теплообміну дещо збільшується, але при цьому повністю виключаються втрати при заморожуванні.

Дослідження проводилися наступним чином: частини тушки і м'якоть перепела зважували на вагах RADWAG WPS 360/c/1c точністю до 0,001 грама і заморожували в блоки по 5 штук при різному термічному стані: в парному вигляді - через 15-30

хвилин після забою, остиглому вигляді - через 4 год після забою, у стані посмертного задубіння і охолоджену вигляді - через 24 години після забою і температурі зберігання 0 - + 4 °С. Заморожування проводили в морозильній камері з функцією ноуфрост при температурі - 25 °С і швидкості руху повітря 1 м/с.

Після 6 місяців зберігання в морозильній камері м'ясо грудки і ніг зважували, а потім розморожували при температурі 0 - + 4 °С протягом 8 годин.

### Обговорення результатів

Результати морфологічного аналізу напівфабрикатів з тушок перепела японського показують, що грудка перепела має масу в середньому 50,4 г і становить 47,1 % від маси тушки без шкіри. Їстівна частина (м'якоть) утворює 85,9 % грудки перепела і становить у середньому 43,3 г. Таким чином, напівфабрикат «грудинка перепела» становить майже половину тушки і характеризується високим коефіцієнтом м'ясності - 6,1.

Зміни маси м'язової тканини перепелів у процесі заморожування представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Зміни маси м'язової тканини перепелів при заморожуванні і зберіганні

№	Маса, г		
	До заморожування	Після заморожування і зберігання (протягом 6 місяців)	
		заморожене	розморожене
<b>Грудинка перепела</b>			
1	36,646 ± 0,957	30,787 ± 0,939	29,233 ± 0,712
2	36,174 ± 0,602	28,181 ± 1,101	25,394 ± 0,482
3	35,388 ± 0,613	29,156 ± 1,071	27,073 ± 0,590
<b>Втрати, %</b>			
	зберігання		розморожування
1	15,99		5,05
2	22,10		9,89
3	17,61		7,14
<b>Ніжки перепела</b>			
1	25,980 ± 0,328	21,459 ± 0,264	21,395 ± 0,258
2	25,310 ± 0,490	17,877 ± 0,225	17,748 ± 0,387
3	25,110 ± 0,253	20,063 ± 0,336	19,995 ± 0,694
<b>Втрати, %</b>			
	зберігання		розморожування
1	17,40		0,30
2	29,37		0,72
3	20,10		0,34

За даними табл. 1, маса м'язів в процесі остигання і охолодження знижується, що пов'язано з випаровуванням вологи з поверхні м'яса. Маса грудних м'язів зменшується на 1,29 % і 3,43 %, а м'язів ніг - на 2,58 % і 3,35 %, відповідно.

Ніжки перепела мають середню масу 30,0 г або по 15,0 г кожна. Вихід ніжок в тушці становить 28,1%. М'якоть утворює 76,7 % ніжок і має масу в середньому 23,0 г. Таким чином, напівфабрикат «ніжки перепела» становить трохи більше четвертої частини тушки і має коефіцієнт м'якості вище середнього - 3,29.

Спинно-газова частина тушки має середню масу 26,5 г і становить 24,8 % від маси тушки без шкіри. М'якоть становить 30,6 % або 8,1 г. Таким чином, напівфабрикат «спинка перепела» становить четверту частини тушки і має низький коефіцієнт м'якості - 0,44.

Морфологічна оцінка тушок перепела японського показала, що напівфабрикати грудка і ніжки перепела складають основну частину або 75,2 % від маси тушки і мають високий відсоток їстівної частини 76,7-85,9 %.

Після заморожування і зберігання маса м'язів змінювалася не однаково, так втрати маси м'язів ніг були більш істотними і склали 17,4-29,4 %, ніж м'язів грудки, втрати яких коливалися в межах 16,0-22,1%. На нашу думку, така різниця пов'язана з більшою масою грудних м'язів і особливостями їх будови.

Найменші втрати маси в процесі зберігання встановлені у парного м'яса 16,0-17,4 % (група № 1), найбільші втрати - у остиглого м'яса 22,1-29,4 % (група № 2). Втрати маси при зберіганні охолодженого м'яса становили проміжні значення 17,6-20,1 % (група № 3).

Втрати в результаті розморожування білого і червоного м'яса перепелів також відрізнялися. Маса м'язів грудки знижувалася на 5,1-9,9 %, а м'язів ніг лише на 0,3-0,7 %. Це пояснюється наявністю в м'язах ніг більшої кількості сполучнотканинних прошарків, що утримують м'ясний сік.

Найменші втрати м'ясного соку встановлені при розморожуванні парного м'яса до 5,1% (група № 1), найбільші у остиглого м'яса - до 9,9% (група № 2). Втрати охолодженого м'яса мали середнє значення - 7,4% (група № 3).

### Висновки

Таким чином, кращим для заморожування і тривалого зберігання слід вважати парне м'ясо перепелів, втрати маси якого складають 17,7-21,1%. Враховуючи складнощі при заморожуванні м'яса перепелів в парному стані, більш оптимальним для заморожування слід вважати охолоджене м'ясо, втрати маси якого складають 20,3-24,8%. Втрати маси остиглого м'яса після розморожування складають 30,1-32,0%, тому не рекомендується заморожувати м'ясо перепелів в стані посмертного задубіння.

Проведений комплекс досліджень дає можливість рекомендувати господарству використовувати для заморожування і тривалого зберігання парне або охолоджене м'ясо, що дозволить

скоротити втрати м'язової маси і знизити пошкодження в процесі заморожування.

### Список літератури

- 1 Гришуткіна, С. «Интерптица»: ставка на нетрадиционные виды / С. Гришуткіна // Птицеводство. – 2007. - №06. –С. 27-29.
- 2 Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2000. – С. 378.
- 3 Забашта, А.Г. Производство замороженных полуфабрикатов в тесте: справочник / А.Г. Забашта. - М.: Колос, 2006. – С. 551.
- 4 Кайм, Генрих Технология переработки мяса. Немецкая практика: Пер. с нем./ Генрих Кайм. - СПб.: Профессия, 2006. – С. 487.
- 5 Антипова, Л.В. Микроструктурные изменения мяса перепелов в процессе автолиза / Л.В. Антипова, А.В. Макаров, С.М. Сулейманов // Мясная индустрия. - 2007. - № 2. - С. 54-56.
- 6 Котарев, В.И. Микроструктурная организация парного мяса перепелов / В.И. Котарев, Н.А. Каширина, И.Н. Пономарева, С.М. Сулейманов // Птица и птицепродукты. - 2010. - № 3. - С. 40.
- 7 Ляйтнер Л. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов питания / Л. Ляйтнер, Г. Гоулд // ВНИИ мясной промышленности - М., 2006. – С. 236.
- 8 Feiner, G. Meat Products Handbook: Practical Science and Technology / G. Feiner // CRC Press, 2006. - 672 p.
- 9 Youssef M.K., Barbut S. Physicochemical Effects of the Lipid Phase and Protein Level on Meat Emulsion Stability, Texture, and Microstructure // J. Food Sci. 2010. v. 75, p. 1147-1150.
- 10 Кулишев, Б.В. Технологии переработки мяса птицы / Б.В. Кулишев // Пищевая промышленность. - № 12. 2000 - С. 16-17.
- 11 Casey M. Owens. Poultry Meat Processing, 2nd Edition / Casey M. Owens, Christine Alvarado, Alan R. Sams // CRC Press: Boca Raton, 2010. - 430 p.
- 12 Biochemistry Eighth Edition / Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, Lubert Stryer // W. H. Freeman, 2015. - 1120 p.
- 13 Sams, A.R. Poultry meat processing / Edited by Alan R. Sams. -New York, 2001. - 432 p.

### Bibliography (transliterated):

1. Grishutkina, S. «Interptitsa»: nontraditional raw materials / S. Grishutkina // Ptitsevodstvo. – 2007. - №06. –P. 27-29.
2. Antipova, L.V. Methods of investigations of meat and meat products / L.V. Antipova – M.: Legkaya I pishevaya promyshlennost', 2000. – P. 378.
3. Zabashta, A.H. Handbook of frozen dough semifinished products / A.H. Zabashta. - M.: Kolos, 2006. – P. 551.
4. Kaim, H. Meat processing. German practice: Transl. from german/ H. Kaim. - SPb.: Proffesiya, 2006. – P. 487.
5. Antipova, L.V. Changes of the quails meat microstructure in autohlysis process / L.V. Antipova, A.V. Makarov, S.M. Suleimanov // Myasnaya industriya. - 2007. - № 2. - P. 54-56.
6. Kotarev, V.I. Microsctructural organization of the fresh-

- killed meat of the quails / V.I. Kotarev, N.A. Kashirina, I.N. Ponomareva, S.M. Suleimanov // Ptitsa i ptitseproducty. - 2010. - № 3. - P. 40.
7. Lyastner L. Barrier technologies: food products stability, safety and quality by combined methods of processing, / L. Lyastner, H. Gould // VNIИ Myasnoi promyshlennosti - M., 2006. – 236 P..
  8. Feiner, G. Meat Products Handbook: Practical Science and Technology / G. Feiner // CRC Press, 2006. - 672 p.
  9. Youssef M.K., Barbut S. Physicochemical Effects of the Lipid Phase and Protein Level on Meat Emulsion Stability, Texture, and Microstructure // J. Food Sci. 2010. v. 75, 1 1147-1150.
  10. Kulishev, B.V. Poultry meat processing / B.V. Kulishev // Pischevaya promyshlennost`. - № 12. 2000 - P. 16-17.
  11. Casey M. Owens. Poultry Meat Processing, 2nd Edition / Casey M. Owens, Christine Alvarado, Alan R. Sams // CRC Press: Boca Raton, 2010. - 430 p.
  12. Biochemistry Eighth Edition / Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko, Gregory J. Gatto, Lubert Stryer // W. H. Freeman, 2015. - 1120 p.
  13. Sams, A.R. Poultry meat processing / Edited by Alan R. Sams. -New York, 2001. - 432 p.

#### Відомості про авторів

**Пасічний Василь Миколайович** – доктор технічних наук, професор, Національний університет харчових технологій, професор кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів, м. Київ, Україна; email: [pasww1@ukr.net](mailto:pasww1@ukr.net)

**Українець Анатолій Іванович** – доктор технічних наук, професор, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.

**Аль-Х. Хайдер М.** – аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.

**Полумбрік Манефа Миколаївна** – аспірант кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна; email: [manefaiv@mail.ru](mailto:manefaiv@mail.ru)

**Vasyl Pasichniy** – Doctor of technical science, Professor, National University of Food Technologies, Professor of the department of meat technology, Kyiv, Ukraine;

**Anatoliy Ukrainets** – Doctor of technical science, Professor, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine;

**Al-H. Haider M.** – post graduate student of the department of meat technology, Kyiv, Ukraine;

**Manyefa Polumbryk** – post graduate student of the department of meat technology, Kyiv, Ukraine;

**АННОТАЦИЯ.** *Описаны процессы, которые происходят при замораживании мяса перепелов и длительном его хранении, в течение 6 месяцев. В ходе исследований обнаружены нарушения целостности поперечнополосатой мышечной ткани в виде появления полостей в межмышечном пространстве и повреждения мышечных волокон. Потери массы мышечной ткани перепелов вследствие замораживания и хранения составили: при заморозке парного мяса - 17,7-21,1 %, охлажденного - 20,3-24,8 % и остывшего - 30,1-32,0 %. В процессе замораживания в мясе перепелов наблюдается уменьшение диаметра мышечных волокон в области грудки на 15,6-29,2 % и бедра – на 13,9-27,1 %, а также снижение их количества на 14,2-20,3% и 4,8-19,1% соответственно. Наименьшие изменения в структуре скелетной мышечной ткани отмечены у парного и охлажденного мяса перепелов, наибольшие - при замораживании остывшего мяса.*

**Ключевые слова:** *мясо перепелов, микроструктура, замораживание, хранение, мышечные волокна.*

Надійшла 18.12.2015