

УДК 575.16:636,538±577.155

*О.О. ДАНЧЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор**Г.В. РУБАН, асистент**Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,**В.П. БОРОДАЙ, доктор сільськогосподарських наук, професор**Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Специфічність окисного псування і змін жирнокислотного складу ліпідів м'яса гусей під час його низькотемпературного зберігання

Досліджено специфічність окисного псування і змін жирнокислотного складу ліпідів м'яса гусей під час зберігання при -6°C , -12°C , -18°C . Встановлено, що при -6°C вміст ТБК-активних продуктів у м'ясі за період зберігання збільшується в 9,2 рази, а ненасиченість жирних кислот зменшується на 20,3 %. При -12°C у м'ясі відбувається вигогідне гальмування ліпопероксидації, стабілізація ненасиченості жирнокислотного складу і підвищення вмісту незамінних жирних кислот. Подальше зниження температури зберігання до -18°C суттєво не змінює рівень ліпопероксидації. Найбільш стабільний жирнокислотний склад ліпідів м'яса гусей при -18°C .

Окисне псування, ліпопероксидація, ТБК-активні продукти, жирнокислотний склад, незамінні жирні кислоти.

В умовах низькотемпературного зберігання м'яса, при гальмуванні розвитку мікрофлори, інтенсифікація пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) є основним процесом, що погіршує якість м'ясної продукції. Нагромадження продуктів ліпопероксидації супроводжується змінами жирнокислотного складу ліпідів м'яса і зменшенням вмісту низькомолекулярних антиоксидантів, у тому числі й вітамінів [1-3].

Чутливість м'яса до ПОЛ залежить від вмісту в ньому поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) [4]. М'ясо гусей характеризується специфічним жирнокислотним складом з високим рівнем ПНЖК. При вирощуванні гусей на м'ясо економічна доцільність примушує господарства обмежувати термін їх утримання 8- і 9-тижневим віком. Подальша реалізація гусячих тушок передбачає їхнє низькотемпературне зберігання.

Метою роботи було з'ясування специфічності окисного псування і змін жирнокислотного складу ліпідів м'яса гусей за різних температур його зберігання.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на гусях італійської породи.

Впродовж усього періоду постнатального розвитку гусей утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [5-6]. Забій птиці проводили у 63-добовому віці. Після забою з тушок гусей виділяли грудні м'язи, швидко заморожували і надалі зберігали при температурах -6°C , -12°C , -18°C (відповідно перший, другий і третій зразки м'яса). Термін зберігання м'яса обмежувався ДСТУ: при температурі -6°C він тривав 120 діб, при -12°C і -18°C – 210 діб. Інтенсивність ПОЛ у м'ясі гусей оцінювали за вмістом продуктів пероксидації, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою – ТБК-активних продуктів (ТБКАП) [7].

Ліпідні екстракти для визначення жирнокислотного складу одержували за методом E.G. Bligh та W.I. Dyer [8] із рекомендаціями F.B. Palmer [9]. Жирнокислотний склад визначали у ліпідному екстракті методом газорідинної хроматографії на хроматографі Carlo Erba (Італія) зі скляними набивними колонками (2,5мх3мм). В якості носія використовували Chromosorb W/DP із нанесеною 10%-ю

фазою Silar 5CP ("Serva", Німеччина) в умовах програмованої температури $140 - 250^{\circ}\text{C}$, $2^{\circ}\text{C}/\text{хв}$. [4]. Математична обробка експериментальних даних здійснювалася відомими методами математичної статистики [10].

Результати досліджень. Аналіз вмісту ТБКАП у м'ясі під час зберігання при температурах -6°C , -12°C , -18°C свідчить, що загальні закономірності динаміки вторинних продуктів ліпопероксидації в межах зазначеного інтервалу температур зберігаються (коефіцієнт кореляції змін цього показника для досліджуваних зразків м'яса $r = 0,744 - 0,908$).

Відмінності динаміки цього показника в межах досліджених температур полягають у тому, що чим нижча температура зберігання м'яса, тим більш тривалим є стартовий період прооксидантно-антиоксидантної рівноваги зі стабільним рівнем ТБКАП. Зрозуміло, що найшвидше активізація процесів ПОЛ відбувається при температурі -6°C . Проте збільшення вмісту ТБКАП не є монотонним, воно відбувається з певними коливаннями. Така динаміка вторинних продуктів ПОЛ у м'ясі під час його зберігання, ймовірно,

пояснюється тим, що процеси окиснення в анаеробних умовах, які виникають у тканинах відразу після забою тварин, через нестачу акцепторів гідрогену глибоко відбуватись не можуть [2]. Тому в середині досліду спостерігається різке зменшення вмісту ТБКАП. Подальша активація ПОЛ з 90-ої доби пояснюється накопиченням ендogenousного кисню. Загалом за 120 діб зберігання м'яса при температурі -6°C вміст вторинних продуктів ліпопероксидації збільшився в 9,2 рази.

Зниження температури зберігання м'яса гусей до -12°C подовжує термін стартової рівноваги між про- і антиоксидантами до 60-ти діб і тільки з третього місяця в другому зразку м'яса відмічено вірогідно підвищення вмісту вторинних продуктів ПОЛ (у 3,3 рази) порівняно з попереднім значенням. Проте, м'ясо другого зразка як за максимальним вмістом ТБКАП, так і за середнім значенням цього показника суттєво відрізняється від зразка м'яса, що зберігалось при -6°C (у 2,0 і 1,7 рази відповідно (табл. 1).

Заморожування м'яса до температури -18°C супроводжується ще більшим уповільненням процесів ліпопероксидації в першій половині досліду: на 90-ту добу вміст вторинних продуктів ПОЛ у цьому зразку на 71 % менший за відповідний показник другого зразка м'яса, що зберігалось при температурі -12°C . Проте подальші зміни вмісту ТБКАП у м'ясі при -18°C і -12°C характеризуються високим рівнем узгодженості ($r = 0,908$). За максимальним вмістом ТБКАП і за середнім значенням цього показника м'ясо другого і третього зразків вірогідно не відрізнялось.

Аналіз змін жирнокислотного складу ліпідів досліджених зразків м'яса гусей свідчить, що в першому зразку під час зберігання відбулись достатньо глибокі негативні зміни (табл. 2). Так, на тлі вірогідного підвищення вмісту насичених жирних кислот, у першу чергу стеаринової (на 36,9%), встановлено зниження вмісту НЖК, а саме: лінолевої кислоти – на

1. Статистичні характеристики динаміки ТБКАП, нмоль/г

Статистичні показники	Температура зберігання		
	-6°C	-12°C	-18°C
Середнє значення	131,56	77,12	63,34
Станд. похибка середнього	49,87	16,39	12,40
Станд. відхилення	111,52	46,36	35,08
Мінімальне значення	32,39	31,5	26,09
Максимальне значення	298,40	151,7	125,44
Коефіцієнт варіації, %	84,8	60,1	55,4

2. Жирнокислотний склад ліпідів м'яса гусей (масова частка, ω , %) ($M \pm m$, $n = 3$)

Жирні кислоти	Початок зберігання	Кінець терміну зберігання (за ДСТУ відповідно до температури)		
		-6°C (120 діб)	-12°C (210 діб)	-18°C (210 діб)
Міристинова (14:0)	0,54 \pm 0,03	0,63 \pm 0,03	0,69 \pm 0,03 *	0,62 \pm 0,03
Пальмітинова (16:0)	26,69 \pm 1,33	28,14 \pm 1,41	23,06 \pm 1,01	24,47 \pm 1,14
Пальмітолеїнова (16:1)	6,19 \pm 0,31	6,53 \pm 0,33	7,20 \pm 0,38	7,10 \pm 0,37
Стеаринова (18:0)	13,07 \pm 0,65	17,89 \pm 0,89 *	16,94 \pm 0,78 *	15,24 \pm 0,72
Олеїнова (18:1)	35,47 \pm 1,77	31,84 \pm 1,59 *	30,05 \pm 1,22 *	32,03 \pm 1,44
Лінолева (18:2)	11,48 \pm 0,57	8,64 \pm 0,43 *	12,76 \pm 0,72	12,09 \pm 0,73
Ліноленова (18:3)	0,43 \pm 0,02	0,26 \pm 0,01 *	0,69 \pm 0,03 *	0,75 \pm 0,03 *
Гондова (20:1)	0,48 \pm 0,02	0,89 \pm 0,05 *	0,63 \pm 0,03 *	0,91 \pm 0,03 *
Арахідонова (20:4)	3,92 \pm 0,20	2,35 \pm 0,12 *	4,78 \pm 0,43 *	3,95 \pm 0,28
Докозатетраєнова (22:4)	0,36 \pm 0,02	0,10 \pm 0,01 *	–	–
Докозапентаєнова (22:5)	0,31 \pm 0,02	0,07 \pm 0,01 *	0,43 \pm 0,03 *	0,43 \pm 0,02 *
Сумарна масова частка НЖК	58,64	50,68	56,54	57,26
Сумарна ненасиченість	3,00	2,39	3,04	2,97

Примітка * – відмінності порівняно з вихідним значенням вірогідні при $P < 0,05$.

24,7%, ліноленової – на 39,5%, арахідонової – на 40,0%, докозатетраєнової і докозапентаєнової (ДПК) – у 3,6 і 4,4 рази відповідно. Сумарний вміст НЖК при цьому скоротився на 13,6%, а загальний рівень їхньої ненасиченості – на 20,3%.

Зниження температури збері-

гання м'яса до -12°C сприяло вірогідній стабілізації жирнокислотного складу ліпідів другого зразка м'яса як за сумарним вмістом НЖК, так і загальним рівнем ненасиченості жирних кислот. У м'ясі цього зразка вірогідне підвищення вмісту лінолевої (на 11,1%), ліноленової (на 60,5%), арахідо-

нової (на 21,9%) і ДПК (на 38,7%) супроводжувалось одночасним зниженням вмісту олеїнової кислоти (на 15,3%). Причиною такого підвищення вмісту ПНЖК може бути специфічність впливу низьких температур на активність ферментів різних класів, адже відомо [11], що активність деяких ферментів зберігається і при глибокому охолодженні.

Подальше зниження температури зберігання до -18°C для м'яса третього зразка характеризувалось стабілізацією не тільки сумарного вмісту НЖК і загальної рівня ненасиченості жирних кислот, а й вмісту незамінних лінолевої і арахідонової кислот.

Висновки

Таким чином, при температурі -6°C окисне псування м'яса конкурує з мікробіологічним: кінцевий вміст ТБКАП характеризується дев'ятикратним його збільшенням порівняно з вихідним. Зниження температури зберігання до -12°C вірогідно гальмує ліпопероксидацію: максимальний вміст ТБКАП у м'ясі за цієї температури в 4,7 рази перевищив відповідний вихідний показник. Подальше зниження температури зберігання до -18°C суттєво не змінює характер динаміки і рівень продуктів ліпопероксидації.

Зберігання м'яса гусей при температурі -6°C супроводжується перерозподілом жирних кислот, унаслідок якого знижується не тільки рівень їхньої ненасиченості, а й масова частка. При -12°C на тлі сталого рівня ненасиченості і сумарного вмісту НЖК у м'ясі встановлено вірогідне підвищення вмісту незамінних жирних кислот. Найбільш стабільним жирнокислотний склад м'яса залишався при температурі зберігання -18°C .

Исследованы специфичность окислительной порчи и изменений жирнокислотного состава липидов мяса гусей во время хранения при -6°C , -12°C , -18°C . Установлено, что при -6°C содержание ТБК-активных продуктов в мясе при хранении увеличивается в 9,2 раза, а ненасыщенности жирных кислот уменьшается на 20,3%. При -12°C в мясе происходит достоверное торможение липопероксидации, стабилизация ненасыщенности жирнокислотного состава и повышение содержания незаменимых жирных кислот. Снижение температуры хранения до -18°C существенно не влия-

ет на уровень липопероксидации. Наиболее стабильный жирнокислотный состав липидов мяса гусей при -18°C .

Окислительная порча, липопероксидация, ТБК-активные продукты, жирнокислотный состав, незаменимые жирные кислоты

Investigated the specificity of oxidative damage and changes in fatty acid composition of lipids geese meat during storage at -6°C , -12°C , -18°C . Found that at -6°C content of TBA-active products in meat during storage by increases 9,2 times, and unsaturation of fatty acids is reduced by 20,3%. At -12°C in meat is a significant inhibition of lipid peroxidation, stabilizing unsaturation fatty acid composition and increased content of essential fatty acids. Further reduction in the storage temperature to -18°C did not significantly alter the level of lipid peroxidation. The most stable lipid fatty acid composition of meat geese at -18°C .

Oxidative damage, lipids peroxidation, TBA-active products, fatty acid composition, essential fatty acid

Література

1. Путилина Ф.Е. Свободно-радикальное окисление: учебное пособие / Ф.Е.Путилина, О.В.Галкина, Н.Д.Ещенко, И.Е.Красовская. – М.: Колос, 2008. – 172 с.
2. Дмитриева М.А. Качество мяса и свободные радикалы / М.А. Дмитриева, Э.Г. Розанев // Мясная индустрия. – 2006. – № 12. – С. 52 – 54.
3. Данчук В.В. Оксидативний стрес – патологія чи адаптація? / В.В.Данчук, О.В.Данчук, Н.Л.Цепко // Тваринництво України. – 2004. – № 4. – С.21–23.
4. Данченко О.О. Онтогенетичні особливості змін жирнокислотного складу ліпідів печінки гусей як головного субстрату пероксидації / О.О.Данченко, В.В.Калитка, Д.М.Колесник // Укр. біохім. журн. – 2003. – Т. 75, № 3. – С. 124 – 129.
5. Довідник птахівника / М.І. Сахачький, І.І. Івко, І.А. Іонов та ін./ За ред. М.І.Сахачького. – Харків, 2001. – 160 с.
6. Рекомендації з нормування годівлі сільсько-

господарської птиці / Под ред. Ю.О. Рябоконя. – Бірки : Інститут птахівництва УААН, 2005. – 101 с.

7. Владимиров Ю.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. / Ю.А.Владимиров, А.И. Арчаков. – М.: Наука, 1972. – 252 с.

8. Bligh E.G. A rapid method of total lipids extraction and purification / E.G. Bligh, W.I. Dyer // Can. J. Biochem. Physiol. – 1959. – V. 37. – P. 911–917.

9. Palmer F.B. St. C. Lipids and Lipid Metabolism // Biochim. Biophys. Acta. – 1971. – V. 231, №1. – P. 134 – 144.

10. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1973. – 832 с.

11. Опанасенко М.М. Стан ферментативної ланки системи антиоксидантного захисту м'яса птиці за низькотемпературного зберігання / М.М.Опанасенко, В.В.Калитка, О.О.Данченко // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: зб. наук. пр. – Біла Церква, 2010. – Вип. 2(70). – С. 84–88.