

РУБАН Г.В., здобувач

ДАНЧЕНКО О.О., д-р с.-г. наук

e-mail: [danchenko.ea@mail.ru](mailto:danchenko.ea@mail.ru)

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького*

### **СПЕЦИФІЧНІСТЬ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ ЛІПОПЕРОКСИДАЦІЇ І ЗМІН ВМІСТУ ЖИРОРОЗЧИННИХ ВІТАМІНІВ У М'ЯСІ ГУСЕЙ ПІД ЧАС ЙОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЗБЕРІГАННЯ**

З'ясовано вплив температури (-6 °С, -12 °С, -18 °С) на динаміку накопичення вторинних продуктів ліпопероксидації і вмісту вітамінів Е, А і β-каротину в м'ясі гусей при його низькотемпературному зберіганні. Доведено, що гальмування процесів ліпопероксидації є достатньо ефективним вже при температурі -12 °С. Проте для стабілізації вмісту вітаміну А і β-каротину доцільне зниження температури зберігання до -18 °С.

**Ключові слова:** ліпопероксидація, ТБК-активні продукти, вітаміни, температура зберігання.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найнебезпечнішим агентом, що порушує тваринні клітини при зберіганні м'яса, є Оксиген, а саме його активні форми [1-2]. В цих клітинах перебуває багато ферумвмісних білків, які при ушкодженні клітин здатні перетворювати звичайний кисень у небезпечний для м'яса супероксид. Саме супероксид відіграє роль ініціатора ліпопероксидації. В умовах низькотемпературного зберігання за гальмування розвитку мікрофлори найбільш негативним процесом, що визначає якість продукту, є нагромадження продуктів ліпопероксидації, яке супроводжується падінням вмісту низькомолекулярних антиоксидантів, у тому числі й вітамінів [3-4]. М'ясо водоплавної птиці, в першу чергу гусей, характеризується високим вмістом головного субстрату ліпопероксидації ненасичених жирних кислот [5].

**Мета роботи** – визначення особливостей перебігу процесів ліпопероксидації і змін вмісту жиророзчинних вітамінів Е, А і β-каротину залежно від температури зберігання гусячого м'яса.

**Матеріал і методи досліджень.** Впродовж усього періоду постнатального розвитку гусей утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [6-7]. Забій птиці проводили у 63-добовому віці. Після забою з тушок гусей виділяли грудні м'язи, швидко заморожували і надалі зберігали при температурах -6 °С, -12 °С, -18 °С (відповідно першу, другу і третю серії проб м'яса). Термін зберігання м'яса обмежувався ДСТУ. Інтенсивність процесів ліпопероксидації визначали за вмістом вторинних продуктів пероксидації, здатних взаємодіяти з 2-тіобарбітуровою кислотою (ТБК-активні продукти, ТБКАП) з утворенням триметинового комплексу [8]. Вміст вітамінів А, Е, і β-каротину в досліджених зразках м'яса визначали спектрофотометричним методом [9]. Математична обробка експериментальних даних здійснювалася відомими методами математичної статистики [10].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Аналіз динаміки ТБКАП при трьох досліджених температурах (-6°С, -12°С, -18°С) свідчить, що загальні закономірності нагромадження вторинних продуктів ліпопероксидації зі зниженням температури зберігання принципово не змінюються (рис. 1–3). Апроксимовані в SPSS результати описуються квадратичними функціями. Відмінності динаміки цих функцій полягають у тому, що чим нижче температура, тим більш тривалим є період прооксидантно-антиоксидантної рівноваги зі стабільним рівнем ТБКАП.

Зрозуміло, що найшвидше активізація процесів ПОЛ відбувається при температурі -6°С. Так, вже впродовж першого місяця спостерігається збільшення вмісту ТБКАП у 4,0 рази, надалі зміна цього показника наближається до квадратичної залежності і до 120-добового терміну зберігання м'яса вміст ТБКАП у ньому збільшується у 50 разів (рис. 1).

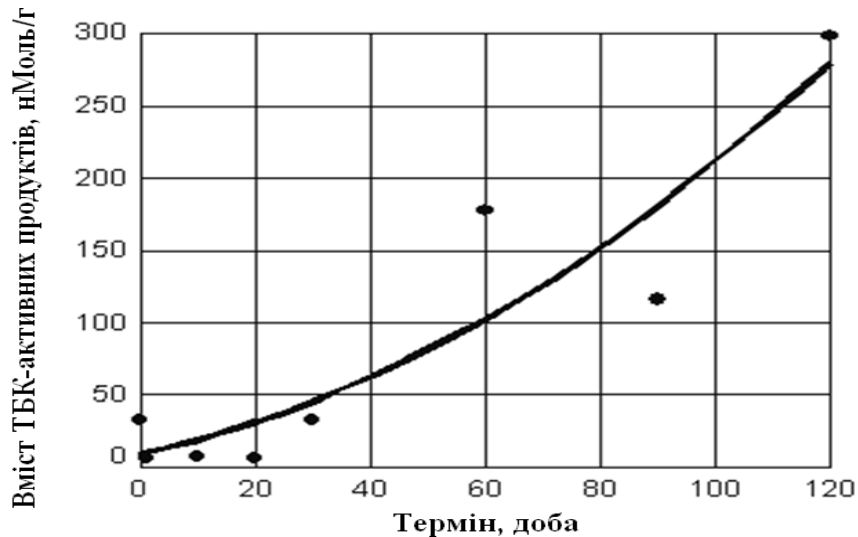


Рис. 1. Динаміка ТБК-активних продуктів в м'язовій тканині при температурі  $-6^{\circ}\text{C}$  та її апроксимація.

Зниження температури до  $-12^{\circ}\text{C}$  сприяє подовженню інтервалу вихідної стабілізації вмісту вторинних продуктів ліпопероксидації у м'ясі. Впродовж перших 30 діб вміст ТБКАП утримується на сталому рівні, і тільки з четвертої декади активізація процесів ПОЛ призводить до нагромадження вторинних продуктів ліпопероксидації. В цілому вміст ТБКАП за 120 діб зберігання, збільшується в 2,0 рази (рис. 2).

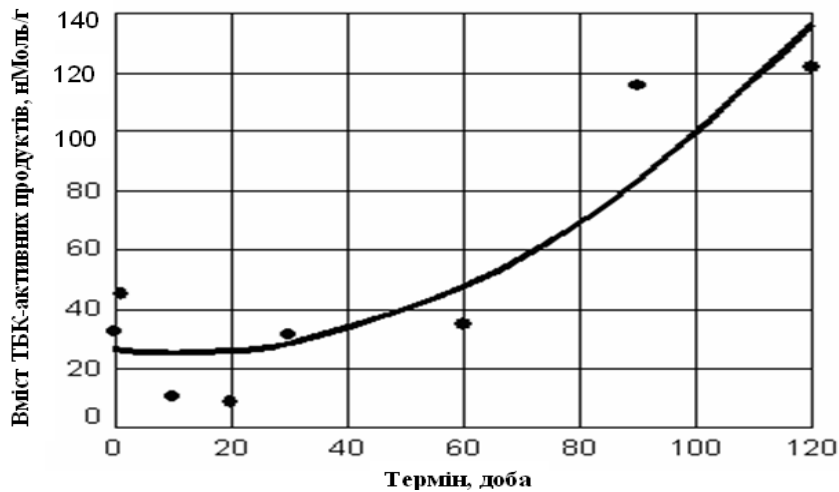


Рис. 2. Динаміка ТБК-активних продуктів в м'язовій тканині при температурі  $-12^{\circ}\text{C}$  та її апроксимація.

Динаміка вмісту вторинних продуктів пероксидації при  $-18^{\circ}\text{C}$  характеризується ще більш тривалим періодом рівноваги між про- і антиоксидантами. Тільки з восьмої декади починається активізація ПОЛ і впродовж останніх п'яти декад вміст ТБКАП досягає рівня відповідного показника для температури  $-12^{\circ}\text{C}$  (рис. 3).

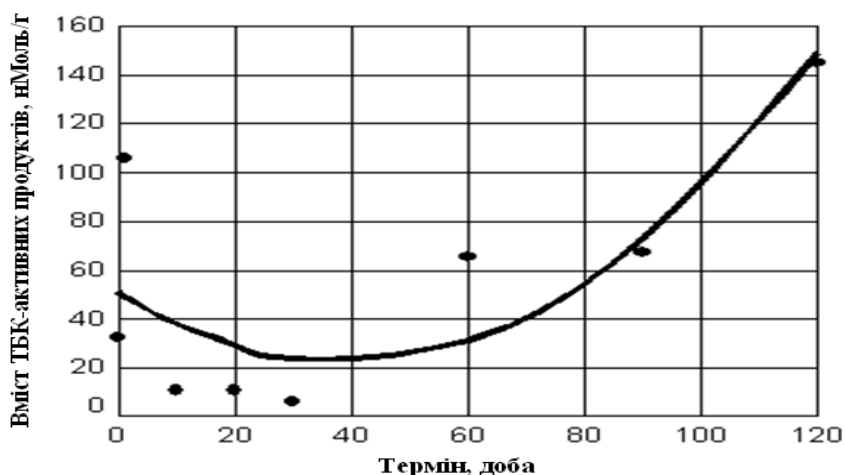


Рис 3. Динаміка ТБК-активних продуктів в м'язовій тканині при температурі -18 °С та її апроксимація.

Аналіз динаміки вітамінів Е, А і β-каротину (табл. 1) свідчить про її більш стабільний характер порівняно з рівнем вторинних продуктів ліпопероксидації.

Вміст вітаміну Е при температурі -6 °С впродовж перших 60 діб утримується на сталому рівні. І навіть активізація ПОЛ з 30-ої доби не призвела до достовірних втрат цього вітаміну. На тлі посилення ліпопероксидації, встановленого в м'ясі гусей в цей період, такий стабільний рівень токоферолу, ймовірно, суперечить статусу вітаміну Е як «головного тканинного антиоксиданту» і, таким чином, посилює сумніви про необмежену здатність вітаміну Е гальмувати ліпопероксидацію, вперше висловлені Г.В. Петровою і Г.В. Донченко [11]. Але з 60 доби спостерігається достовірне падіння рівня вітаміну Е на 28,6 %. Таке зниження вмісту вітаміну Е під час активізації ПОЛ у цей період, імовірно, понад усе, зумовлено його незворотнім окисненням у токоферилхінон [12].

Таблиця 1 – Вміст жиророзчинних вітамінів у м'ясі гусей (мкг/г, n = 5, M ± m)

Температура -6°C			
Термін, доба	Вітамін А	Вітамін Е	β-каротин
1	2,7 ± 0,07	11,9 ± 0,23	8,6 ± 0,24
60	3,4 ± 0,06*	12,3 ± 0,31	7,3 ± 0,28*
120	2,3 ± 0,05*	8,5 ± 0,12*	5,5 ± 0,15*
Температура -12°C			
1	2,7 ± 0,09	11,9 ± 0,41	8,6 ± 0,31
60	3,2 ± 0,12*	12,0 ± 0,36	8,6 ± 0,25
120	2,3 ± 0,08*	11,5 ± 0,28	7,1 ± 0,19*
Температура -18°C			
1	2,7 ± 0,12	11,9 ± 0,44	8,6 ± 0,34
60	2,9 ± 0,10	11,7 ± 0,37	8,8 ± 0,29
120	2,9 ± 0,09	12,9 ± 0,39	7,4 ± 0,31*

Примітка. \*- відмінності порівняно з попереднім значенням достовірні на 0,05 рівні.

Вміст вітаміну А при -6 °С впродовж перших 60 діб збільшився на 25,9 % і досяг максимального значення. Таке підвищення рівня вітаміну А може бути пов'язане з трансформацією

β-каротину у вітамін А за наявності активної каротиндіоксигенази. Адже доведено, що активність цього ферменту певний час зберігається і після зупинки кровообігу [13]. Зниження вмісту β-каротину на 15,1 % у цей період підтверджує таке припущення. Подальші зміни вмісту вітаміну А і β-каротину односпрямовані: впродовж наступних 60-ти діб вміст вітаміну А

скорочується на 32,4 %, а β-каротину – на 24,7 %. Вичерпання пула цих вітамінів, безумовно, є свідченням падіння загального рівня антиоксидантів, що визначає доцільність подальшого зберігання м'яса.

Зниження температури зберігання до -12 °С сприяє стабілізації вмісту вітаміну Е і β-каротину впродовж перших 60 діб. Незначне (на 18,5 %) збільшення вмісту вітаміну А, можливо, зумовлене трансформацією інших каротиноїдів у ретинол. Впродовж наступних 60 діб вміст основного тканинного антиоксиданту вітаміну Е утримується на сталому рівні, а вітаміну А і β-каротину – знижується відповідно на 17,5 і 19,7 %. На тлі активізації процесів ПОЛ така динаміка вітаміну А і β-каротину є додатковим свідченням їх антиоксидантних функцій.

Динаміка вмісту жиророзчинних вітамінів при -18 °С є ще більш стійкою: вміст вітамінів Е і А впродовж усього дослідження утримується на достовірно незмінному рівні і тільки β-каротин частково (на 16,0 %) втрачається з 60-ої до 120-ої доби. Така динаміка вмісту вітамінів узгоджується з найбільш стабільною картиною ПОЛ саме за цієї температури.

**Висновки.** Таким чином, у межах досліджених термінів низькотемпературного зберігання м'яса гусей гальмування процесів ліпопероксидації є достатньо ефективним вже за температури -12 °С. Проте для збереження жиророзчинних вітамінів доцільне зниження температури його зберігання до -18 °С.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев А.Ю. Метаболизм активных форм кислорода в митохондриях / А.Ю. Андреев, Ю.Е. Кушнарера, А.А.Старков // Биохимия. – 2005. –70, №2. – С. 246 – 264.
2. Данчук В.В. Оксидативний стрес – патологія чи адаптація? / В.В. Данчук, О.В. Данчук, Н.Л. Цепко // Тваринництво України. – 2004. – № 4. – С.21–23.
3. Путилина Ф.Е. Свободно-радикальное окисление: учебное пособие / Ф.Е. Путилина, О.В. Галкина, Н.Д. Ещенко, И.Е.Красовская. – М.: Колос, 2008. – 172с.
4. Дмитриева М.А. Качество мяса и свободные радикалы / М.А. Дмитриева, Э.Г. Розанев // Мясная индустрия. – 2006. – №12. – С. 52-54.
5. 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.
6. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Під ред. Ю.О. Рябоконя. – Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005.–101 с.
7. Довідник птахівника / М.І. Сахацький, І.І. Івко, І.А. Іонов та ін. За ред. М.І.Сахацького. – Харків, 2001. – 160 с.
8. Владимиров Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю.А. Владимиров, А.И. Арчаков.– М.: Наука, 1972.– 252 с.
9. Антонов Б.И. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микробиологические / Б.И. Антонов, Т.Ф. Яковлева, В.И. Дерябина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 278 с.
10. Петрова Г.В. Роль α-токоферола в оксидативном стрессе тимомитов крысы, индуцированном пероксидом водорода и менадионем / Г.В. Петрова, Г.В. Донченко // Укр. біохім. журн. – 2008. – т. 80, № 3. – С. 94-101.
11. Корн Г. Справочник по математике / Г.Корн, Т.Корн. – М.: Наука, 1973. – 832 с.
12. Kang M. Protective effect of retinoic acid on interleukin-1β-induced cytotoxicity of pancreatic β-cells / M. Kang, Y. Yoon, J. Yang, K. Kwon, J. Park, E. Jhee // Mechanisms of Ageing and Development. – 2004. – Vol. 125. – P. 483 – 490.
13. Іонов І.А. Фізіологічний статус птиці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.- г. наук: 03.00.04 «Біохімія» / І.А. Іонов. – Харків, 1997. – 32 с.

#### **Специфичность протекания процессов липопероксидации и изменения содержания жирорастворимых витаминов в мясе гусей при его низкотемпературном хранении**

**Г.В. Рубан, Е.А. Данченко**

Изучено влияние температуры (-6 °С, -12 °С, -18 °С) на динамику накопления вторичных продуктов липопероксидации и содержания витаминов Е, А и β-каротина в мясе гусей при его низкотемпературном хранении. Доказано, что торможение процессов липопероксидации является достаточно эффективным уже при температуре -12 °С. Однако для стабилизации уровня витамина А и β-каротина целесообразно снижение температуры хранения до -18 °С.

**Ключевые слова:** липопероксидація, ТБК-активні продукти, вітаміни, температура хранения.

#### **The specificity of the processes of lipid peroxidation and changes in the content of fat-soluble vitamins in the meat of geese with his low-temperature storage**

**A. Ruban, O. Danchenko**

The effect of temperature (-6 ° C, -12 ° C, -18 ° C) on the dynamics of accumulation of secondary products of lipid peroxidation and the content of vitamins E, A and  $\beta$ -carotene in meat geese with his low-temperature storage. It is proved that the inhibition of lipid peroxidation is quite effective even at a temperature of -12 ° C. However, in order to stabilize the level of vitamin A and  $\beta$ -carotene, it is expedient to reduce the storage temperature to -18 ° C.

**Key words:** lipid peroxidation, TBA-active products, vitamins, storage temperature.