
БІОХІМІЯ

УДК [633.13:577.1]:[636.598:591.3]
DOI 10.31654/2786-8478-2023-BN-1-55-63

Данченко О. О.

доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
nndea@ukr.net
orcid.org/0000-0001-5049-3446

Майборода Д. О.

здобувач, асистент кафедри харчових технологій
та готельно-ресторанної справи,
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
group.dan@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7555-6511

Данченко М. М.

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри вищої математики і фізики
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
nndea2@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7555-6511

Ангеловська А. О.

здобувач, асистент кафедри харчових технологій
та готельно-ресторанної справи
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного
alla.anhelovska@tsatu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-6157-521X

**ФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ ВІВСА ПОСІВНОГО ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ
АДАПТАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГУСЕЙ В ОНТОГЕНЕЗІ**

У складі вівса посівного наявні унікальні фенольні сполуки, що володіють потужною антиоксидантною активністю. Метою дослідження було з'ясування впливу біологічно активних сполук вівса посівного на антиоксидантну активність м'язової тканини гусей під час фізіологічної напруги формування ювенального пір'я. У 35-ти добовому віці гусенят за принципом аналогів було сформовано 3 групи (контрольну і 2 дослідні) по 26 голів. Птицю контрольної групи утримували на стандартному раціоні. Гусенятам I дослідної групи додавали водний екстракт вівса, а II дослідної групи – еквівалентну кількість зеленої маси вівса. Забій птиці і відбір тканин для біохімічних досліджень проводили щотижнево з 35-ої до 63-ої доби. Встановлено, що в гусенят I дослідної групи впродовж усього досліді спостерігалось достовірне зниження вмісту продуктів ліпопероксидації порівняно з контролем (на 17,4–22,1%). Для II дослідної групи гусей достовірне зниження вмісту продуктів ліпопероксидації у м'язової тканині встановлено у 49-ти і 56-добовому віці. На тлі фізіологічної напруги в 49-добових гусей додавання екстракту вівса до раціону сприяло більш потужній активізації антиоксидантної

системи м'язової тканини: коефіцієнт антиоксидантної активності цієї тканини гусей I дослідної групи перевищує відповідний показник контрольної на 50,0 %, а II дослідної – на 25,0 %. Встановлено достовірне збільшення середнього вмісту загальних ліпідів у м'язовій тканині обох дослідних груп гусей (на 16,3 % та 18,3 %) та стабілізуючий вплив вівса на вміст загальних ліпідів. Отже, незалежно від способів додавання до раціону гусей овес посівний сприяє підвищенню антиоксидантної активності м'язової тканини гусей. Однак більш стійкий антиоксидантний вплив спостерігається при додаванні до раціону гусей екстракту вівса.
Ключові слова: гуси, м'язова тканина, фізіологічна напруга, овес, пероксидне окиснення, антиоксидантна активність, ліпіди, продукти окиснення.

Вступ. Овес (*Avena sativa* L.) відомий з давнини як корисне зерно, з потужною харчовою цінністю і користю для здоров'я. Він багатий на білки, клітковину, кальцій, вітаміни (B, C, E і K), амінокислоти та антиоксиданти (β -каротин, поліфеноли, хлорофіл та флавоноїди) [1–5]. Крім того, це унікальне джерело авенантрамідів (Avns), що за будовою молекул являють собою фенольні амідні з фрагментами антранілової і гидроксикоричної кислоти. Ці сполуки мають важливі корисні для здоров'я властивості, зумовлені антиоксидантним, протизапальним і антипроліферативним ефектом [6–9]. Avns покращують стан імунної системи, виводять з організму шкідливі речовини, знижують вміст холестерину в крові, а також допомагають при дієтичному схудненні за рахунок покращення ліпідного профілю та зниження жиру в організмі [10]. За даними [11] споживання вівса може бути корисним для підтримки здорового артеріального тиску. Виявлено потенційно нову біоактивність Avns в модулюванні кишкової мікробіоти, полегшенні ожиріння та запобіганні хронічним захворюванням, таким як атеросклероз і остеопороз. Встановлено, що існують різні потенційні механізми протизапальної дії Avns, включаючи інгібування ліпоксигеназ, які актуалізують оксигенацію поліненасичених жирних кислот у потужні сигнальні молекули, що беруть участь у запальних процесах [12–14].

Останнім часом кількість відомих Avns зросла завдяки розробкам у техніці тандемної мас-спектрометрії високої роздільної здатності. Виявлення повного спектру авенантрамідів може сприяти кращому розумінню хімічних і біологічних властивостей окремих Avns і використанню цієї інформації при розробці нових сортів вівса та нових функціональних харчових продуктів [15–16]. Встановлено, що вміст Avns у проростках вівса в 25 разів більший, ніж у насінні. Авенантраміди 2p, 2c і 2f, які зазвичай описуються як основні авенантраміди, становлять менше 20 % від їх загального вмісту в проростках [17]. Практично усі продукти з вівса для споживачів є джерелом фенольних кислот та Avns. Вміст фенолів, антиоксидантні властивості та антипроліферативна здатність вівсяних висівок у більшості випадків вищі, ніж у відповідних цільних вівсяних каш [17, 18]. Доведено, що коливання вмісту Avns зумовлені не тільки його сортовими особливостями, а й також іншими чинниками, такими як тип ґрунту та погодні умови [14, 15].

Аналіз результатів проведених досліджень [15, 16] свідчить про те, що вибір генотипу та технології процесів очищення від лушпиння, які використовуються, є важливими аспектами у виробництві продуктів на основі вівса з високим вмістом Avns та додатковою користю для здоров'я. Багаточисельні дослідження біологічної активності Avns доводять потужну антиоксидантну дію цих сполук, але низьку біодоступність.

Включення до раціону свійських тварин і птиці вівса і продуктів його переробки також сприяє підвищенню антиоксидантного статусу їхнього організму і показників розвитку, що, в кінцевому рахунку, призводить до підвищення якості отриманої продукції тваринництва.

Проведеними раніше дослідженнями на гусях [19] встановлено, що додавання екстракту вівса до їхнього раціону сприяє посиленню адаптивної відповіді організму гусей на фізіологічний стрес, зумовлений формуванням ювенального пір'я, що проявляється у підвищенні антиоксидантної активності тканин гусей. Підвищення адаптаційного потенціалу організму гусей позначилось достовірним збільшенням маси гусей наприкінці досліду та покращенням їхніх птерилографічних показників. Втім, економічна складова застосування екстракту вівса в годівлі свійської птиці

зумовлює доцільність проведення подальших досліджень з визначенням оптимального співвідношення біодоступності і собівартості технології застосування вівса.

Одним з можливих критеріїв оцінки адаптаційного потенціалу організму є стан його антиоксидантної системи, як у цілому, так і на рівні окремих тканин.

Мета дослідження – визначення особливостей впливу біологічно активних сполук вівса посівного на антиоксидантну активність м'язової тканини гусей під час фізіологічної напруги формування ювенального пір'я.

Методи дослідження. Гуси, як об'єкт дослідження, обрані за високу інтенсивність росту та метаболізму, великий вміст ліпідів та їх значну ненасиченість, що зумовлює підвищену чутливість організму цієї птиці до порушення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги за дії чинників різного походження, в тому числі й антропогенних [20].

Дослідження проводили на гусях датської породи Легарт. Гуси цієї породи мають високі смакові і поживні показники харчової цінності м'яса, а також якісний і дорогий пух. Ці гуси відрізняються високим рівнем засвоєння поживних речовин при використанні меншої кількості зернового корму порівняно з класичними породами гусей. Основна маса жирових відкладень гусей породи Легарт локалізована під шкіряним покривом і не змішується з м'ясними волокнами [21].

У 35-ти добовому віці гусенят за принципом аналогів було сформовано 3 групи (контрольну і 2 дослідні) по 26 голів у кожній з середньою масою однієї голови (2370 ± 85) г. Впродовж дослідів птицю контрольної групи утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією, протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [22]. Гусенят І дослідної групи до стандартного раціону додавали екстракт вівса. Для екстракції фенольних сполук використовували надземну частину вівса посівного (*Avena sativa L.*) у фазу колосіння і цвітіння. Вилучення флавоноїдів з вихідної сировини проводили водою. Гусенята ІІ дослідної групи у складі раціону отримували еквівалентну кількість зеленої маси вівса.

Забій гусей і відбір біологічного матеріалу для біохімічних досліджень проводили з дотриманням норм конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, які використовуються в наукових дослідженнях (Strasbourg, 1986) та І наукового конгресу України з біоетики (September, 2001).

Біохімічні дослідження проводили у тканинах скелетних м'язів. Відомо, що особливості перебігу процесів ліпопероксидації та функціонування антиоксидантної системи в цій тканині зумовлені як специфічним розподілом ліпідів, так і відносно низьким рівнем споживання кисню [19].

Після забою птиці з тушок вирізали грудні м'язи, їх для подальших біохімічних досліджень зберігали в морозильній камері при температурі -18°C не більше 7 діб.

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) в отриманому біоматеріалі оцінювали за вмістом продуктів ліпопероксидації, які реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою – ТБКАП [23]. Визначення цих речовин проводили у гомогенатах тканин (ТБКАП_{вих}) та за ініціації ПОЛ Fe^{2+} (ТБКАП_{інк}). Стан системи антиоксидантного захисту (АОЗ) оцінювали за допомогою інтегрального показника – коефіцієнта антиоксидантної активності ($K_{\text{АОЗ}}$), який рахували як відношення ТБКАП_{вих} до ТБКАП_{інк} [19], оскільки в гомогенатах тканин міститься не тільки субстрат пероксидації, а й компоненти АОЗ, здатні гальмувати пероксидацію ліпідів. Окрім того, у відібраному біоматеріалі визначали загальний вміст ліпідів [23]. Математична обробка результатів досліджень здійснювалася методами математичної статистики, у тому числі багатовимірною кореляційною і кластерною аналізів, з використанням пакету комп'ютерної програми SPSS-13,0 і програми MS Excel 2000.

Результати досліджень та їх обговорення. Зазначений проміжок онтогенезу гусей характеризується фізіологічною напругою в організмі птиці (з 42-ої до 56-ої доби), зумовленої формуванням ювенального пір'я. Цей процес потребує достатньо високих витрат енергії і амінокислот, у тому числі сульфуровмісних. Тому навіть на тлі збалансованого за обмінною енергією і протеїном раціону процес формування ювенального пір'я супроводжується напругою в системі АОЗ [24].

Порівняльний аналіз динаміки вмісту ТБКАП_{вих} у м'язовій тканині гусей контрольної і дослідних груп свідчить (рис. 1), що додавання екстракту вівса до раціону

гусей I дослідної групи навіть впродовж тижня сприяє достовірному зниженню рівня ТБКАП_{вих} у їхній м'язовій тканині (на 19,0 %, $p \leq 0,05$).

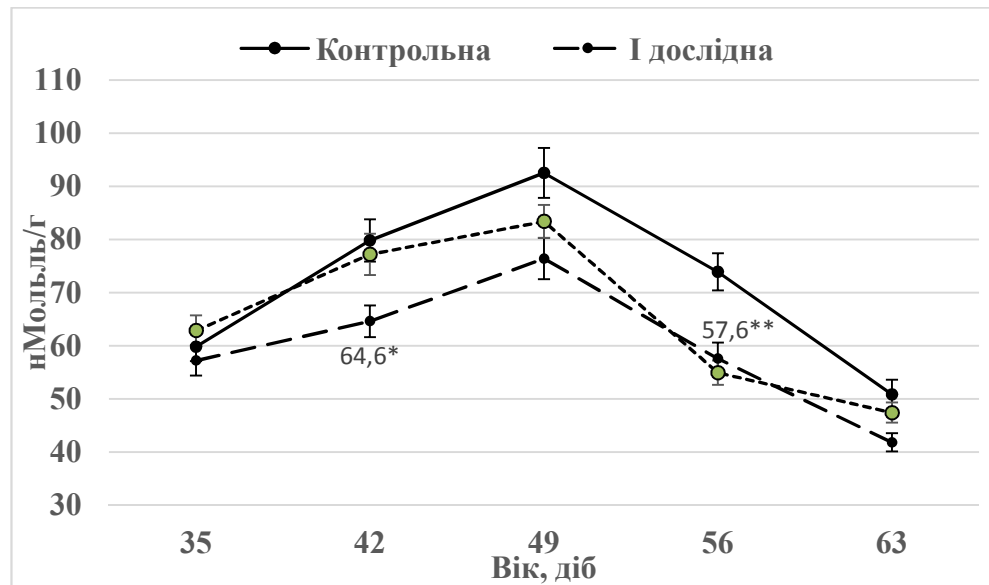


Рис. 1. Динаміка вмісту ТБКАП_{вих} у м'язовій тканині гусей контрольної і дослідних груп, нМоль/г ($M \pm m$, $n=5$)

У 49-добових гусенят I дослідної групи під час максимальної напруги формування ювенального оперення і надалі до кінця дослідження вміст цих продуктів ПОЛ залишався достовірно нижчим за відповідний показник контрольної групи гусенят (на 17,4 %-22,1 %, $p \leq 0,05$).

На відміну від екстракту вівса, додавання його зеленої маси до раціону гусенят II дослідної групи на початку дослідження достовірних змін цього показника не спричинило. Втім, у 49-добових гусенят цієї групи на тлі формування ювенального оперення спостерігалось зниження вмісту ТБКАП_{вих} порівняно з контролем на 10,9 % ($p \leq 0,05$). Надалі, у 56-добових гусенят ця різниця збільшилась до 25,7 %, але наприкінці дослідження вміст кінцевих продуктів ПОЛ у м'язовій тканині гусей контрольної і II дослідної групи достовірно не відрізнявся (6,7 %).

Результати кореляційного аналізу динаміки ТБКАП_{вих} контрольної і дослідних груп гусей свідчать, що додавання зеленої маси вівса до раціону гусей суттєво не змінює характер динаміки цього показника в гусей обох дослідних груп порівняно з контрольною, про що свідчать коефіцієнти міжгрупових кореляції змін вмісту ТБКАП_{вих} (контрольної і дослідних груп): $r_1 = 0,950$ ($\gamma = 0,01$) та $r_2 = 0,863$ ($\gamma = 0,06$). Під впливом екстракту вівса посівного в гусей I дослідної групи відбулось зниження середнього за термін дослідження рівня ТБКАП_{вих} відносно контролю на 16,6 %, а II дослідної – на 9,7 % відповідно.

За середнім рівнем K_{AOA} , що характеризує здатність м'язової тканини утримувати стан прооксидантно-антиоксидантної рівноваги на фізіологічному рівні, обидві дослідні групи гусенят перевищили середнє значення K_{AOA} контрольної групи на 16,9 % та 12,4 % ($p \leq 0,05$) відповідно (рис. 2).

Однак, імовірно, більш важливою є активізація системи АОЗ під час фізіологічної напруги формування ювенального пір'я в 49-добових гусей. Саме в цьому віці K_{AOA} м'язової тканині гусей I дослідної групи перевищив відповідний показник контрольної на 50,0 %, а II дослідної – на 25,0 %. Окрім того, під впливом біологічно активних сполук вівса відбулась стабілізація рівня K_{AOA} , що підтверджується зменшенням коефіцієнтів варіації цього показника дослідних груп (на 10,2 % і 12,0 %) порівняно з контрольною (16,5 %).

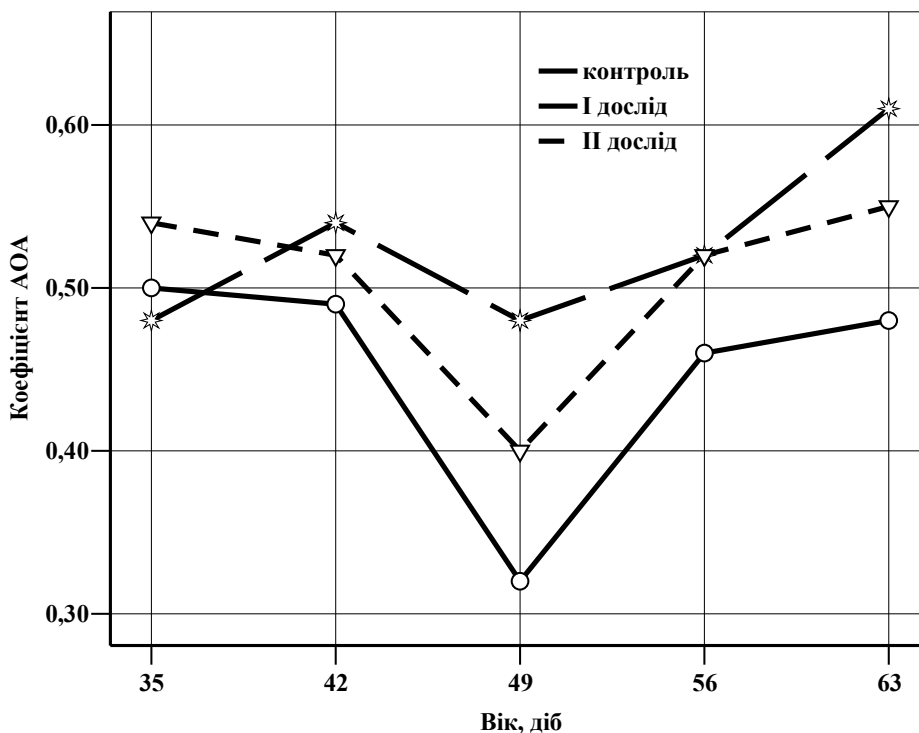


Рис. 2. Динаміка K_{AOA} у м'язовій тканині гусей контрольної і дослідних груп ($M \pm m$, $n=5$)

Аналіз динаміки загальних ліпідів (рис. 3) свідчить про стабілізуючий вплив БАР вівса на їх вміст. Так, коефіцієнт варіації вмісту загальних ліпідів у м'язовій тканині гусей I і II дослідних груп на 28,4 % і 39,8 % нижчий за відповідний показник контрольної групи.

Встановлено також достовірне збільшення середнього за термін дослідження вмісту загальних ліпідів у м'язовій тканині для обох дослідних груп гусей відносно контрольної (на 16,3 % та 18,3 % відповідно). Високий рівень кореляції вмісту загальних ліпідів у м'язовій тканині гусей контрольної і дослідних груп ($r = 0,949-0,980$, $\gamma = 0,01$) доводить незмінний характер динаміки цього показника. Водночас у м'язовій тканині гусей усіх груп встановлено монотонно спадаючий в часі характер змін вмісту ліпідів (коефіцієнт кореляції з часом цього показника в межах від - 0,896 до - 0,984 ($\gamma \leq 0,04$)).

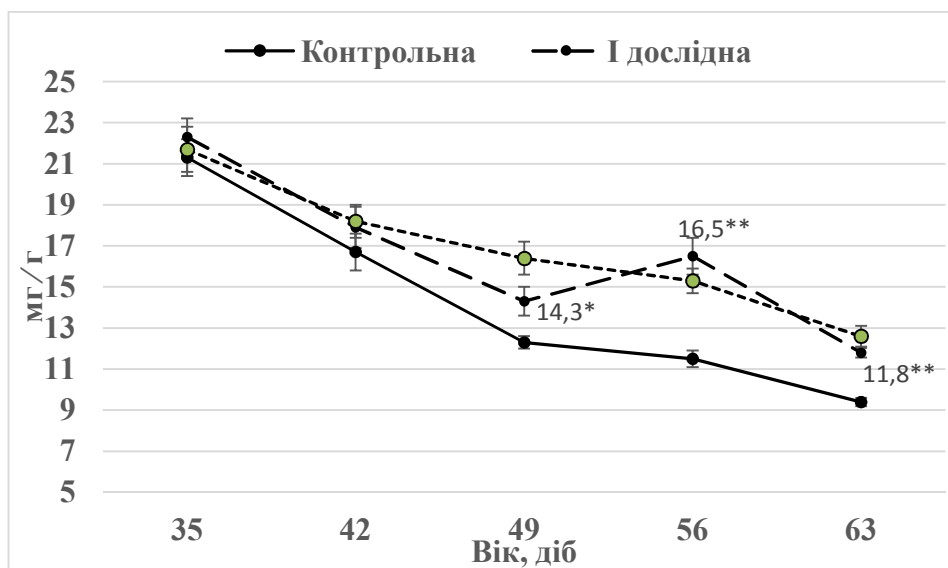


Рис. 3. Динаміка вмісту загальних ліпідів у м'язовій тканині гусей контрольної і дослідних груп, мг/г ($M \pm m$, $n=5$)

Висновки. БАР вівса посівного, незалежно від способу їхнього додавання до раціону гусей, сприяють підвищенню антиоксидантної активності м'язової тканини гусей. Втім, на тлі фізіологічної напруги додавання екстракту вівса до раціону гусей сприяє більш потужній активізації антиоксидантної системи цих тканин, ніж додавання зеленої маси вівса. Однак, отримання екстракту вівса потребує більших витрат. Тому остаточні висновки щодо способу застосування вівса в годівлі гусей в промислових умовах можна робити після порівняльних досліджень, які передбачають аналіз змін жирнокислотного, амінокислотного і вітамінного складу м'язової тканини гусей з урахуванням доцільності витрат на екстрагування.

Література

1. Boz H. Phenolic amides (avenanthramides) in oats – a review. *Czech Journal of Food Sciences*. 2105. Vol. 33. No. 5. P. 399–404. URL: <https://doi.org/10.17221/696/2014-cjfs>
2. Sang S., Chu Y. Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2017. Vol. 61. No 7. P. 1600715. URL: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600715>
3. Kim I.-S. et al. Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (*avena sativa* L.) in human health. *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. No 9. P. 1454. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox10091454>
4. Pretorius C. J., Dubery I. A. Avenanthramides, distinctive hydroxycinnamoyl conjugates of oat, *avena sativa* L.: an update on the biosynthesis, chemistry, and bioactivities. *Plants*. 2023. Vol. 12. No 6. P. 1388. URL: <https://doi.org/10.3390/plants12061388>
5. S. Leonova et al. Diversity of avenanthramide content in wild and cultivated oats. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020. Vol. 181. No 1. P. 30–47. URL: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-30-47>
6. E. Turrini et al. Overview of the anticancer profile of avenanthramides from oat. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20. No 18. P. 4536. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms20184536>
7. Tripathi V., Singh A., Ashraf M. T. Avenanthramides of oats: Medicinal importance and future perspectives. *Pharmacogn. Rev.* 2018. 12 P. 66-71. DOI: 10.4103/phrev.phrev_34_17
8. Gilissen L., van der Meer I., Smulders M. Why oats are safe and healthy for celiac disease patients. *Medical Sciences*. 2016. Vol. 4. No. 4. P. 21. URL: <https://doi.org/10.3390/medsci4040021>
9. Sur et R. al. Avenanthramides, polyphenols from oats, exhibit anti-inflammatory and anti-itch activity. *Archives of Dermatological Research*. 2008. Vol. 300. No 10. P. 569–574. URL: <https://doi.org/10.1007/s00403-008-0858-x>
10. Zhang Y. et al. Consumption of avenanthramides extracted from oats reduces weight gain, oxidative stress, inflammation and regulates intestinal microflora in high fat diet-induced mice. *Journal of Functional Foods*. 2020. Vol. 65. P. 103774. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103774>
11. Perrelli A. et al. Biological Activities, Health Benefits, and Therapeutic Properties of Avenanthramides: From Skin Protection to Prevention and Treatment of Cerebrovascular Diseases. *Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Article ID 6015351, 2018. 17 p. <https://doi.org/10.1155/2018/6015351>
12. Spencer J. et al. Chronic Vascular Effects of Oat Phenolic Acids and Avenanthramides in Pre- or Stage 1 Hypertensive Adults. *Current Developments in Nutrition*. 2020. Vol. 4, Supplement_2. P. 478. URL: https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa045_111
13. Zhouyao H. et al. The inhibition of intestinal glucose absorption by oat-derived avenanthramides. *Journal of Food Biochemistry*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1111/jfbc.14324>
14. Thies F. et al. Oats and bowel disease: a systematic literature review. *British Journal of Nutrition*. 2014. Vol. 112, S2. P. S31–S43. URL: <https://doi.org/10.1017/s0007114514002293>
15. Xie Z. et al. Rapid quantitation of avenanthramides in oat-containing products by high-performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry (HPLC-TQMS), *Food Chemistry*. 2017. Vol. 224 (1). P. 280-288. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.12.079
16. Soyacan G. et al. Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: are oats an important polyphenol source for consumers? *Food Chemistry*. 2019. Vol. 3. P. 1-10. DOI: 10.1016/j.fochx.2019.100047
17. Wouter J. C. de Bruijn et al. Mass spectrometric characterisation of avenanthramides and enhancing their production by germination of oat (*Avena sativa*), *Food Chemistry*. 2019. Vol. 277(30). P. 682-690. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.11.013

18. Pridal A. A., Böttger W., Ross A. B. Analysis of avenanthramides in oat products and estimation of avenanthramide intake in humans. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 253. P. 93–100. DOI:10.1016/j.foodchem.2018.01.138
19. Ніколаєва Ю. В., Данченко О. О. Особливості впливу екстракту вівса посівного на антиоксидантну активність печінки гусей. *Біологія тварин*. 2021. Т. 23, № 2. С. 41–46. DOI: 10.15407/animbol23.02
20. Шеремет Д. О., Мельник В. В. Розведення гусей у присадибному господарстві: вибір породи і формування батьківського стада. *Сучасне птахівництво*. 2014. № 6. С. 14–15.
21. Федорович Є. І., Заплатинський В. С. Сучасний стан та перспективи розвитку гусівництва України. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 3 (63). С. 322–329.
22. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / ред. Ю. О. Рябокіль. Бірки: Інститут птахівництва УААН, 2005. 101 с.
23. Іонів І. А. Критерії та методи контролю метаболізму в організмі тварин та птахів. Харків: Інститут тваринництва НААН, 2011. 376 с.
24. Danchenko O. O. Effect of extract from common oat on the antioxidant activity and fatty acid composition of the muscular tissues of geese. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. Vol. 12. № 2. P. 307–314. DOI: <https://doi.org/10.15421/022141>

References

1. Boz H. (2015). Phenolic amides (avenanthramides) in oats – a review. *Czech Journal of Food Sciences*. Vol. 33, No. 5. P. 399–404. URL: <https://doi.org/10.17221/696/2014-cjfs> [in EU]
2. Sang, S. & Chu Y. (2017). Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Molecular Nutrition & Food Research*. Vol. 61. No. 7. P. 1600715. URL: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600715> [in EU].
3. I.-S. Kim et al. (2021). Multiple antioxidative and bioactive molecules of oats (*avena sativa* L.) in human health. *Antioxidants*. Vol. 10, No 9. P. 1454. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox10091454> [in EU].
4. Pretorius, C.J. & Dubery, I.A. (2023). Avenanthramides, distinctive hydroxycinnamoyl conjugates of oat, *avena sativa* L.: an update on the biosynthesis, chemistry, and bioactivities. *Plants*. Vol. 12. No 6. P. 1388. URL: <https://doi.org/10.3390/plants12061388> [in EU]
5. S. Leonova et al. (2020). Diversity of avenanthramide content in wild and cultivated oats. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. Vol. 181. No 1. P. 30–47. URL: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-30-47> [in EU]
6. E. Turrini et al. (2019). Overview of the anticancer profile of avenanthramides from oat. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 20. No 18. P. 4536. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms20184536> [in EU]
7. Tripathi, V, Singh, A. & Ashraf, M.T. (2018). Avenanthramides of oats: Medicinal importance and future perspectives. *Pharmacogn. Rev.* 12. P. 66–71. DOI:10.4103/phrev.phrev_34_17 [in English].
8. Gilissen, L., van der Meer, I. & Smulders, M. (2016). Why oats are safe and healthy for celiac disease patients. *Medical Sciences*. Vol. 4. No 4. P. 21. URL: <https://doi.org/10.3390/medsci4040021> [in English].
9. Sur R. et al. (2008). Avenanthramides, polyphenols from oats, exhibit anti-inflammatory and anti-itch activity. *Archives of Dermatological Research*. Vol. 300. No 10. P. 569–574. URL: <https://doi.org/10.1007/s00403-008-0858-x> [in English].
10. Zhang Y. et al. (2020). Consumption of avenanthramides extracted from oats reduces weight gain, oxidative stress, inflammation and regulates intestinal microflora in high fat diet-induced mice. *Journal of Functional Foods*. Vol. 65. P. 103774. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103774> [in English].
11. Perrelli A. et al. (2018). Biological Activities, Health Benefits, and Therapeutic Properties of Avenanthramides: From Skin Protection to Prevention and Treatment of Cerebrovascular Diseases. *Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Article ID 6015351. URL: <https://doi.org/10.1155/2018/6015351> [in English].
12. Spencer J. et al. (2020). Chronic Vascular Effects of Oat Phenolic Acids and Avenanthramides in Pre- or Stage 1 Hypertensive Adults. *Current Developments in Nutrition*. Vol. 4, Supplement 2. P. 478. URL: https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa045_111 [in English].

13. Zhouyao H. et al. (2022). The inhibition of intestinal glucose absorption by oat-derived avenanthramides. *Journal of Food Biochemistry*. URL: <https://doi.org/10.1111/jfbc.14324> [in English].
14. Thies F. et al. (2014). Oats and bowel disease: a systematic literature review. *British Journal of Nutrition*. Vol. 112. S2. P. S31–S43. URL: <https://doi.org/10.1017/s0007114514002293> [in English].
15. Xie Z. et al. (2017). Rapid quantitation of avenanthramides in oat-containing products by high-performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry (HPLC-TQMS). *Food Chemistry*. Vol. 224 (1). P. 280–288. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.12.079 [in English].
16. Soyacan G. et al. (2019). Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: are oats an important polyphenol source for consumers? *Food Chemistry*. Vol. 3. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.fochx.2019.100047 [in English].
17. Wouter J.C. de Bruijn et al. (2019). Mass spectrometric characterisation of avenanthramides and enhancing their production by germination of oat (*Avena sativa*). *Food Chemistry*. Vol. 277(30). P. 682–690. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.11.013 [in English].
18. Pridal, A.A., Böttger, W. & Ross, A.B. (2018). Analysis of avenanthramides in oat products and estimation of avenanthramide intake in humans. *Food Chemistry*. Vol. 253. P. 93–100. DOI:10.1016/j.foodchem.2018.01.138 [in English].
19. Nikolaieva, Yu.V. & Danchenko, O.O. (2021). Osoblyvosti vplyvu ekstraktu vivsa posivnoho na antyoksydantnu aktyvnist pechinky husei [Peculiarities of the effect of seed oat extract on the antioxidant activity of goose liver]. *Biolohiia tvaryn – Biology of animals*. Vol. 23. No 2. P. 41–46. DOI:10.15407/animbol23.02 [in Ukrainian].
20. Sheremet, D.O. & Melnyk, V.V. (2014). Rozvedennia husei u prysadybnomu gospodarstvi: vybir porody i formuvannia batkivskoho stada [Breeding geese in the homestead: selection of the breed and formation of the parent flock]. *Suchasne ptakhivnytstvo – Modern poultry farming*. No 6. P. 14–15 [in Ukrainian].
21. Fedorovych, Ye.I. & Zaplatynskyi, V.S. (2015). Suchasnyi stan ta perspek-tyvy rozvytku husivnytstva Ukrainy [The current state and prospects for the development of goose farming in Ukraine]. *Naukovyi visnyk LNUVMB Tim. S.Z. Hzhyskoho – Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Gzytsky*. Vol. 17. No 3(63). P. 322–329 [in Ukrainian].
22. (2005). Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi ptytsi [Recommendations on rationing of feeding of agricultural poultry]. Yu.O. Riabokin (Ed.). Birky: Instytut ptakhivnytstva UAAN [in Ukrainian].
23. Ionov, I.A. (2011). Kriterii i metody kontrolja metabolizma v organizme zhivotnyh i ptic [Criteria and methods for monitoring metabolism in the body of animals and birds]. Harkov [in Ukrainian].
24. Danchenko, O.O. et al. (2021). Effect of extract from common oat on the antioxidant activity and fatty acid composition of the muscular tissues of geese. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. Vol. 12. No 2. P. 307–314. DOI:[https://doi.org/ 10.15421/022141](https://doi.org/10.15421/022141) [in English].

Danchenko O.

doctor of agricultural sciences,
 professor of the department food technologies and hotel and restaurant business
 Tavsia State Agrotechnological University named after Dmytro Motorny
 nndea@ukr.net
 orcid.org/0000-0001-5049-3446

Maiboroda D.

Acquirer, assistant of the Department of Food Technologies and hotel
 and restaurant business
 Tavsia State Agrotechnological University named after Dmytro Motorny
 group.dan@gmail.com
 orcid.org/ 0000-0001-7555-6511

Danchenko M.

candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the department of higher mathematics and physics
Tavria State Agrotechnological University named after Dmytro Motorny
nnda2@gmail.com
orcid.org/ 0000-0001-7555-6511

Angelovska A.

Acquirer, assistant of the Department of Food Technologies
and hotel and restaurant business
Tavria State Agrotechnological University named after Dmytro Motorny
alla.anhelovska@tsatu.edu.ua
orcid.org/0000-0001-6157-521X

**PHENOLIC COMPOUNDS OF SEEDED OATS AS A MEANS
OF INCREASING THE ADAPTATIVE POTENTIAL OF GESE IN ONTOGENESIS**

Seed oats contain unique phenolic compounds that have powerful antioxidant activity. The purpose of the study was to find out the influence of biologically active compounds of seed oats on the antioxidant activity of the muscle tissue of geese during the physiological stress of juvenile feather formation. When the goslings were 35 days old, 3 groups (control and 2 experimental) of 26 heads were formed according to the principle of analogues. The birds of the control group were kept on a standard diet. Water extract of oats was added to the goslings of the first experimental group, and the equivalent amount of green mass of oats was added to the second experimental group. Poultry slaughter and tissue selection for biochemical studies were carried out weekly from the 35th to the 63rd day. It was established that a significant decrease in the content of lipoperoxidation products was observed in the goslings of the first experimental group throughout the experiment compared to the control group (by 17.4–22.1 %). For the II experimental group of geese, a significant decrease in the content of lipoperoxidation products in muscle tissue was established at 49 and 56 days of age. Against the background of physiological stress in 49-day-old geese, the addition of oat extract to the diet contributed to a more powerful activation of the antioxidant system of muscle tissue: the coefficient of antioxidant activity of this tissue of geese of the I experimental group exceeded the corresponding indicator of the control group by 50,0 %, and II experimental – by 25,0 %. A significant increase in the average content of total lipids in the muscle tissue of both experimental groups of geese was established (by 16,3 % and 18,3 %) and a moderate stabilizing effect of oats on the content of total lipids. So, regardless of the methods of adding oats to the diet of geese, seeded oats help to increase the antioxidant activity of geese muscle tissue. However, a more stable antioxidant effect was observed when oat extract was added to the diet of geese.

Key words: geese, muscle tissue, physiological tension, oats, peroxide oxidation, antioxidant activity, lipids, oxidation products.

**Стаття до редакції надійшла 27.10.2023 року
Рецензія на статтю надійшла 16.11.2023 року**