



Особливості впливу екстракту вівса посівного на антиоксидантну активність печінки гусей

Ю. В. Ніколаєва¹, О. О. Данченко²

nndea@ukr.net

¹Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, просп. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна

Застосування антиоксидантів у годівлі птиці сприяє послабленню стресів різної етіології. Природні антиоксиданти мають низку переваг над синтетичними. Метою роботи було з'ясувати вплив екстракту вівса посівного *Avena sativa* на особливості функціонування антиоксидантної системи печінки гусей під час фізіологічної напруги формування контурного і ювенального пір'я (з 14- до 56-ї доби). Стан антиоксидантної системи в тканинах печінки визначали за коефіцієнтом антиоксидантної активності, вмістом кінцевих продуктів ліпопероксидації, активністю антиоксидантних ензимів та вмістом жиророзчинних вітамінів. За результатами проведеного експерименту доведено, що в гусенят контрольної групи під час формування контурного пір'я відбувається зниження антиоксидантної активності печінки у 2,36 раза, а ювенального — в 1,9 раза порівняно з вихідним значенням. Додавання екстракту вівса до раціону гусей під час формування пір'я підвищує антиоксидантну активність їхньої печінки. Під впливом екстракту фізіологічна напруга, пов'язана з формуванням контурного пір'я (28-а доба), суттєво послаблюється завдяки зменшенню вмісту головного субстрату ліпопероксидації ненасичених жирних кислот попри зниження активності усіх антиоксидантних ензимів. Підвищення антиоксидантної активності у печінці під час формування ювенального пір'я відбувається завдяки залученню альтернативних механізмів антиоксидантного захисту, які реалізуються збільшенням активності ендогенних антиоксидантів: супероксиддисмутази на 29,6% ($P \leq 0,05$), каталази на 34,6% ($P \leq 0,05$), глутатіопероксидази на 41,2% ($P \leq 0,01$), а також вмісту вітаміну Е на 32,7% ($P \leq 0,05$) і β -каротину на 30,9% ($P \leq 0,05$). Під впливом екстракту відбувається не тільки вірогідне підвищення маси гусей наприкінці досліду, але й покращення їхніх птерилографічних показників. Тому надалі доцільно було б провести аналогічні дослідження на диких видах птахів у дичинорозплідниках, оскільки процес формування пір'я саме для цих птахів має принципове значення.

Ключові слова: антиоксидантна активність, продукти ліпопероксидації, ензими, вітаміни, печінка, фізіологічна напруга, формування пір'я, птерилографічні показники

Використання антиоксидантів у годівлі птиці допомагає усунути шкідливий вплив негативних факторів різної етіології. Застосування природних антиоксидантних домішок в годівлі птиці має низку переваг над традиційними синтетичними добавками. Сьогодні увагу науковців з багатьох країн світу привертає унікальність комплексу біологічно активних сполук, які входять до складу вівса (*Avena sativa*) [2, 21]. І на це є вагомі підстави. Серед відомих фенольних сполук в останні роки особливого значення набувають знайдені поки що тільки у складі вівса сполуки широ-

кого спектру біохімічної дії — авенантраміди [11, 15]. Авенантраміди є поліфункціональними сполуками, що зумовлено присутністю в їхніх молекулах, окрім фенольної гідроксогрупи, також аміно- і карбоксильної груп. Наявність єдиного електронного ланцюга бензольних ядер і подвійних зв'язків у молекулах авенантрамідів визначає надзвичайно високу термодинамічну стабільність їхніх радикалів. Доведено, що антиоксидантна активність цих сполук у 10–30 разів вища, ніж у відомих біофлавоноїдів [13, 14, 16, 18].

Жирні кислоти є основними компонентами клітинних мембран. Вони відіграють ключову роль в енергетичному гомеостазі і беруть участь в антиоксидантній відповіді тканин. Відомо, що за дії природних флавоноїдів відбувається інгібування синтази жирних кислот — мультиензимного комплексу, який каталізує синтез жирних кислот *de novo* [19, 20, 23] та інших ензимів ліпідного обміну. Це може призвести до зниження ненасиченості ліпідів і, як наслідок, підвищення резистентності тканин до дії вільних радикалів.

У роботі [8] оприлюднено особливості змін жирнокислотного складу в тканинах мозку, печінки і скелетних м'язів гусей за дії екстракту вівса посівного. Встановлено аномальні коливання жирнокислотного складу ліпідів цих тканин під час фізіологічної напруги формування пір'я. Втім, механізми підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги визначаються не тільки морфологічними особливостями тканин, але й періодами онтогенезу птиці.

Тому **метою цієї роботи** було з'ясування впливу екстракту вівса посівного *Avena sativa* на особливості функціонування антиоксидантної системи печінки гусей під час фізіологічної напруги формування контурного і ювенального пір'я.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на гусах данської породи Легарт. Птиця цієї породи має високі смакові і поживні показники м'яса з низьким рівнем жиру, а також якісний і дорогий пух. Ці гуси відрізняються високим рівнем засвоєння поживних речовин за використання меншої кількості зернового корму порівняно з класичними породами гусей. Основна маса жирових відкладень гусей породи Легарт розташована під шкірним покривом і не змішується з м'ясними волокнами [9].

У 14-добовому віці за принципом аналогів було сформовано 2 групи гусенят — контрольну і дослідну, по 26 особин у кожній. Впродовж усього дослідження птицю контрольної групи утримували на стандартному раціоні, збалансованому за обмінною енергією, протеїном і вітамінами згідно з рекомендаціями [3].

Гусенят дослідної групи впродовж дослідження до стандартного раціону додавали екстракт вівса (непримусове випоювання). Для екстракції фенольних сполук використовували надземну частину вівса посівного *Avena sativa* у фазі колосіння і цвітіння. Вилучення флавоноїдів з вихідної сировини проводили водою у співвідношенні маси вівса і води 3:10. Забір гусей і відбір біологічного матеріалу для біохімічних досліджень проводили з дотриманням норм конвенції Ради Європи щодо захисту тварин, які використовуються в наукових дослідженнях (Страсбург, 1986) та I наукового конгресу України з біоетики (вересень 2001).

Визначення антиоксидантної активності тканин печінки здійснювали у фізіологічно обґрунтованих термінах: 14-а доба — завершення постнатальної адаптації,

28-а і 49-а — формування контурного і ювенального пір'я відповідно, 56-а доба — наявність сформованого оперення, стабілізація прооксидантно-антиоксидантної рівноваги.

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення (ПОЛ) оцінювали за вмістом його кінцевих продуктів в гомогенатах тканин (ТВКАП_{вих}) та за ініціації ПОЛ Fe²⁺ (ТВКАП_{інк}) [10].

Як інтегральний показник стану системи антиоксидантного захисту (АОЗ) використовували коефіцієнт антиоксидантної активності (K_{АОА}). Його рахували як відношення ТВКАП_{вих} до ТВКАП_{інк}, оскільки в гомогенатах тканин міститься не тільки субстрат пероксидації, а й компоненти системи АОЗ, здатні гальмувати пероксидацію ліпідів [6]. Окрім того, у відібраному біоматеріалі визначали вміст ліпідів, активність антиоксидантних ензимів супероксиддисмутази (СОД), каталази (КАТ) і глутатіонпероксидази (ГПО) та вміст жиророзчинних вітамінів (Е, А і β-каротину) [10]. Паралельно контролювали динаміку живої маси гусей та їхні птерилографічні показники. Статистичну обробку отриманих результатів проводили із застосуванням пакету програм *Microsoft Office Excel 2013* та *SPSS v. 13* з *t*-критерієм Стьюдента [12, 17].

Результати й обговорення

Формування адаптивної відповіді на умови постнатального існування впродовж перших двох тижнів життя гусенят супроводжується підвищенням антиоксидантного статусу їхнього організму. Результати проведеного експерименту підтверджують, що в межах дослідженого проміжку онтогенезу нижчий вміст кінцевих продуктів ліпопероксидації і найвищий K_{АОА} саме у печінці 14-добових гусенят (табл. 1).

З 14-ї до 28-ї доби відбувалось формування контурного пір'я і в печінці гусенят контрольної групи спостерігали збільшення вмісту ТВКАП_{вих} на 55,3%, а K_{АОА} при цьому зменшилось у 2,36 рази. Водночас у 28-добових гусенят дослідної групи за дії екстракту вівса вміст продуктів ПОЛ утримувався на сталому рівні, а K_{АОА} перевищив відповідний показник контрольної групи на 48,0% (P≤0,01). З 28-ї до 49-ї доби вірогідне зростання вмісту ТВКАП_{вих} встановлено в печінці дослідної групи гусей на 34% (P≤0,01, в контрольній групі на рівні тенденції), але ТВКАП_{інк} контрольної групи на 34,7% (P≤0,05) вищий за цей показник дослідної, і K_{АОА} на 35,5% (P≤0,05) вищий у дослідної групи гусей. Відновлення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в 56-добових гусей супроводжувалось зниженням вмісту ТВКАП_{вих} і ТВКАП_{інк} в печінці гусей обох груп, при цьому зберігалась вірогідна різниця K_{АОА} на 26,2% (P≤0,05).

За середнім рівнем впродовж дослідження K_{АОА} дослідної групи гусей перевищив відповідний контрольний показник на 21,6% (P≤0,05) і водночас стабілізувався — коефіцієнт варіації K_{АОА} дослідної групи на 44,7% (P≤0,01) нижчий за контроль.

Таблиця 1. Вміст ліпідів, продуктів ліпопероксидації і коефіцієнт антиоксидантної активності в печінці гусей ($M \pm m$, $n=6$)
Table 1. The content of lipids, lipoperoxidation products and the coefficient of antioxidant activity in the geese liver ($M \pm m$, $n=6$)

Вік, доба, Age, day	Група Group	ТБАКПвих, нМоль/г ТВААPorig nMol/g	ТБАКПінк, нМоль/г ТВААPinit, nMol/g	Ліпіди, мг/г Lipids, mg/g	K_{AOA}
14	Контрольна / Control	54,8±3,8	93,1±3,7	22,7±1,1	0,59±0,03
	Дослідна / Experiment	54,8±3,4	93,1±3,9	23,4±1,0	0,59±0,02
28	Контрольна / Control	85,1±3,2	340,3±10,3	15,1±0,5	0,25±0,00
	Дослідна / Experiment	61,7±2,8*	166,8±7,3**	14,8±0,4	0,37±0,03**
49	Контрольна / Control	93,5±4,7	301,6±14,2	13,9±0,6	0,31±0,01
	Дослідна / Experiment	82,7±3,8	196,9±8,7**	12,8±0,5	0,42±0,02**
56	Контрольна / Control	69,3±3,1	165,1±7,1	11,0±0,4	0,42±0,02
	Дослідна / Experiment	55,7±2,6**	105,3±4,8**	10,7±0,5	0,53±0,01**

Примітка. Тут і в далі різниця вірогідна порівняно з контролем: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$.

Note. Here and further, the difference is significant compared to the control: * — $P \leq 0,05$; ** — $P \leq 0,01$.

Таблиця 2. Активність ензимів і вміст вітамінів у печінці гусей ($M \pm m$, $n=6$)
Table 2. Enzyme activity and vitamin content in geese liver ($M \pm m$, $n=6$)

Вік, доба, Age, day	Група Group	Активність ензимів Enzyme activity			Вміст вітамінів, мкг/г Vitamin content, $\mu\text{g/g}$		
		СОД, ум.од./ (хв·г) SOD, conv. un./ (min·g)	КАТ · 10–5, Нкат/г CAT · 10–5, nkat/g	ГПО · 104, мкМоль/(хв·г) GPO · 104, мкМоль/(min·g)	A	E	β -каротин β -carotene
14	Контрольна / Control	14,29±0,57	27,54±1,23	5,83±0,24	4,95±0,23	13,49±0,61	10,73±0,39
	Дослідна / Experiment	12,97±0,49	26,29±1,12	5,47±0,24	4,62±0,19	13,93±0,62	10,47±0,43
28	Контрольна / Control	8,31±0,39	15,02±0,65	4,57±0,19	4,19±0,21	12,14±0,53	10,03±0,42
	Дослідна / Experiment	6,36±0,27*	13,99±0,62	4,11±0,20	4,35±0,21	14,29±0,72*	11,07±0,43
49	Контрольна / Control	7,33±0,38	11,05±0,43	3,91±0,18	4,32±0,25	10,18±0,43	9,57±0,43
	Дослідна / Experiment	9,50±0,31*	14,87±0,63*	5,52±0,29*	4,65±0,23	13,51±0,62*	12,53±0,57
56	Контрольна / Control	10,04±0,39	12,85±0,53	5,52±0,24	4,53±0,21	11,32±0,51	10,21±0,47
	Дослідна / Experiment	14,97±0,62**	17,81±0,69*	6,15±0,30	4,83±0,19	13,57±0,49*	12,84±0,53*

Аналіз динаміки загальних ліпідів свідчить, що цей показник монотонно знижується в часі для печінки гусенят обох дослідних груп: коефіцієнт кореляції з часом $r = -0,924$ ($P \leq 0,05$).

СОД належить важлива фізіологічна роль в регуляції процесів ВРО. Про це свідчать дані гальмування ПОЛ в нативних мембранах мітохондрій, мікросом, лізосом. СОД-активність та ПОЛ є взаємодоповнювальними компонентами в регуляції вільнорадикальних процесів, дія яких спрямована на стабілізацію мембранних структур клітин. Як стабілізатор клітинного метаболізму та гомеостазу, СОД тісно зв'язана з КАТ і ГПО, вітаміном Е, аскорбатом, глутатионом [1].

Фізіологічна напруга, пов'язана з формуванням пір'я в організмі гусей, характеризувалась зниженням рівня СОД-активності в печінці гусей контрольної групи з 14-ї до 49-ї доби в 1,95 раза і тільки наприкінці дослі-

ду на тлі відновлення рівноваги ПОЛ↔АОА активність цього ензиму підвищилась на 40,0% ($P \leq 0,05$) (табл. 2). З динамікою СОД-активності контрольної групи корелюють зміни КАТ- ($r=0,933$; $P \leq 0,10$) та ГПО-активності ($r=0,958$; $P \leq 0,05$). Саме на тлі формування ювенального пір'я встановлено мінімальну активність не тільки СОД, але й КАТ і ГПО в печінці гусей контрольної групи. Що стосується змін вмісту вітамінів, то вони менш суттєві. Вміст вітаміну А і β -каротину впродовж дослідження втримувався на сталому рівні, а для вітаміну Е мінімальний рівень встановлено у 49-добових гусей, що на 24,5% ($P \leq 0,05$) поступився вихідному значенню.

У печінці гусей дослідної групи зниження СОД-активності встановлено тільки впродовж двох перших тижнів (на 41,8%, $P \leq 0,01$), а з 28-ої доби до кінця дослідження активність цього ензиму зросла у 2,35 раза. Наприкінці дослідження в 56-добових гусенят СОД-активність

печінки дослідної групи на 49,1% ($P \leq 0,01$) перевищила відповідний показник контрольної. Зі змінами СОД-активності дослідної групи корелює динаміка ГПО-активності ($r=0,908$, $P=0,093$). У гусей дослідної групи наприкінці досліду КАТ-активність на відміну від СОД і ГПО не відновлюється до вихідного рівня, впродовж досліду зменшується на 32,3% ($P \leq 0,05$).

Вірогідна різниця за вмістом вітаміну Е у контрольній і дослідній груп гусей встановлена з 28-ї доби до кінця досліду, а β -каротину — тільки в 56-добовому віці.

Отже, підвищення антиоксидантної активності печінки гусей дослідної групи порівняно з контрольною під час формування контурного пір'я спостерігалось на тлі вірогідного зниження СОД-активності і тенденцій до зниження активності КАТ і ГПО. З усіх показників тільки вміст вітаміну Е у дослідній групі вірогідно вищий за контроль. Підвищення антиоксидантної активності під час формування ювенального пір'я відбувається на тлі активізації усіх досліджених ензимів: СОД на 29,6% ($P \leq 0,05$), КАТ — на 34,6% ($P \leq 0,05$), ГПО — на 41,2% ($P \leq 0,01$) та збільшення вмісту вітаміну Е на 32,7% ($P \leq 0,05$) і β -каротину на 30,9% ($P \leq 0,05$).

Відомо, що одним з механізмів підвищення антиоксидантної активності тканин функціонуючого організму може бути зниження вмісту головного субстрату пероксидного окиснення ліпідів ненасичених жирних кислот (НЖК) і, відповідно, здатності ліпідів біомембран до окисного пошкодження [4, 5, 6, 19, 20, 22, 23]. Дослідження змін жирнокислотного складу (ЖКС) ліпідів тканин гусей під час формування контурного і ювенального пір'я дозволило визначити рівень впливу цього механізму на підвищення адаптивних потенцій гусей в зазначеному періоді їхнього розвитку. Результати досліджень ЖКС тканин гусей в цьому досліді було оприлюднено раніше [8]. Доведено, що саме під час формування контурного пір'я в 28-добових гусенят підвищення антиоксидантної активності тканин, і в тому числі й печінки, під впливом екстракту відбувалось на тлі різкого падіння як сумарного вмісту НЖК, так ненасиченості ЖК ліпідів. Отже, підвищення антиоксидантної активності тканин за дії екстракту вівса під час формування контурного пір'я проявляється вибірковим модулюванням синтезу або окиснення жирних кислот. Підвищення антиоксидантної активності під час формування ювенального пір'я в 49-добових гусей відбувається за рахунок активізації ендогенних антиоксидантів на тлі вирівнювання ЖКС контрольної і дослідної груп, насамперед сумарного вмісту НЖК і, відповідно, ненасиченості.

Контроль динаміки маси гусенят впродовж досліду свідчить про певну тенденцію до збільшення маси гусенят дослідної групи порівняно з контрольною. Втім, вірогідно більшою маса гусей дослідної групи порівняно з контрольною (на 17,9%, $P \leq 0,05$) стає тільки наприкінці досліду в 56-добовому віці і це є додатковим підтвердженням активізації системи АОЗ гусей під впливом екстракту вівса.

Висновки

Порівняльний аналіз загального виду та стану оперення в гусей контрольної і дослідної груп наприкінці досліду доводить, що в гусей контрольної групи оперення птиці виглядає менш сформованим, особливо махові пера. Розвиток пір'яного покриву дещо затримується, особливо першорядних і другорядних махових і рульових пір'їн порівняно з контурними, окрім того, затримується ріст пір'я на стегах, боках тулуба.

В експериментальній групі оперення загалом і на окремих птериліях виглядає здоровим, свіжим. Продовжують відростати махові і рульові пір'їни на спині. На інших птериліях зростання і розвиток пір'я завершений, у тому числі пухового пір'я і пір'я-пензлика у хвостовій частині.

Таким чином, додавання екстракту вівса до раціону гусей під час формування пір'я підвищує антиоксидантну активність їхньої печінки. Антиоксидантна дія екстракту проявляється під час формування як контурного, так і ювенального пір'я. Втім, механізми реалізації цього впливу суттєво різняться. Під впливом екстракту вівса фізіологічна напруга в тканинах печінки, пов'язана з формуванням контурного пір'я, суттєво послаблюється завдяки вибірковому гальмуванню синтезу НЖК. Підвищення антиоксидантної активності у цих тканинах гусей під час формування ювенального пір'я відбувається за рахунок залучення альтернативних механізмів антиоксидантного захисту, які реалізуються підвищенням активності ендогенних антиоксидантів, передусім СОД і КАТ-активності без вірогідних змін ЖКС. За дії екстракту вівса встановлено не тільки вірогідне підвищення маси гусей наприкінці досліду, але й покращення їхніх птерилографічних показників.

Перспективи подальших досліджень

У наступних дослідженнях доцільно було б провести аналогічні дослідження на диких видах птахів у дичинорозплідниках, оскільки процес формування пір'я саме для цих птахів має принципове значення.

1. Abreu IA, Cabelli DE. Superoxide dismutases—a review of the metal-associated mechanistic variations. *Biochim. Biophys. Acta.* 2010; 1804 (2): 263–274. DOI: 10.1016/j.bbapap.2009.11.005.
2. Antonini E, Diamantini G, Ninfali P. The effect of mechanical processing on avenanthramide and phenol levels in two organically grown Italian oat cultivars. *J. Food Sci. Technol.* 2017; 54: 2279–2287. DOI: 10.1007/s13197-017-2665-x.
3. Bratyshko NI, Gorobets AI, Prytulenko OV. *Recommendations for rationing of poultry feeding.* Ed. by YO Ryabokonya. Borku, Research Institute of Poultry, 2005: 104 p. (in Ukrainian)
4. Damiano F, Giannotti L, Gnoni GV, Siculella L, Gnoni A. Quercetin inhibition of SREBPs and ChREBP expression results in reduced cholesterol and fatty acid synthesis in C6 glioma cells. *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 2019; 117: 105618. DOI: 10.1016/j.biocel.2019.105618.

5. Danchenko OO. The level of consistency of pro-antioxidant balance of goose liver as a criterion for the damaging effects of technological factors. *Sci. Messenger Scientific Messenger LNU Vet. Med. Biotechnol.* 2009; 11, 3 (42): 26–34. (in Ukrainian)
6. Danchenko OO, Kalitka VV, Kolesnik DM. Ontogenetic features of changes in fatty acid composition of goose liver lipids as the main substrate of peroxidation. *Ukr. Biochem. J.* 2003; 75 (3): 124–129. (in Ukrainian)
7. Danchenko OO, Pashchenko JP, Danchenko NM, Zdorovtseva LM. Mechanisms of support prooxidant-antioxidant balance in the liver tissues of geese in hypo- and hyperoxia. *Ukr. Biochem. J.* 2012; 84 (6): 109–114. Available at: <http://ua.ukrbiochemjournal.org/2016/05/mehanizmy-pidtrymky-prooksydantno-antyoksydantnoji-rivnovahy-v-tkanynah-pechinky-husej-v-umovah-hipo-i-hiperoksiji.html> (in Ukrainian)
8. Danchenko O, Zdorovtseva L, Vishchur O, Koshelev O, Halko T, Danchenko M, Nikolayeva Yu, Mayboroda D. Extract of oats as a modulator of fatty acid composition of geese tissues in the conditions of physiological stress. *Biologija.* 2020; 66 (1): 27–34. DOI: 10.6001/biologija.v66i1.4188.
9. Fedorovich EI, Zaplatynsky VS. Current situation and perspectives of geese farming in Ukraine. *Sci. Messenger Scientific Messenger LNU Vet. Med. Biotechnol. Ser. Vet. Med.* 2015; 17 (3): 322–329. Available at: <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/570> (in Ukrainian)
10. Ionov IA, Shapovalov SO, Rudenko EV, Dolgaya MN, Akhtryrsky AV, Zozulya YA, Kornisova TE, Kostyuk IA. *Criteria and methods for controlling metabolism in the body of animals and birds.* Kharkiv, Institute of Animal Husbandry NAAS, 2011: 378 p. (in Russian)
11. Jágr M, Dvořáček V, Čepková PH, Doležalová J. Comprehensive analysis of oat avenanthramides using hybrid quadrupole-Orbitrap mass spectrometry: Possible detection of new compounds. *Rapid Commun. Mass. Spectrom.* 2020; 34 (10): e8718. DOI: 10.1002/rcm.8718.
12. Landau S, Everitt BS. *A handbook of statistical analyses using SPSS.* Chapman and Hall/CRC. 2003, 366 p. ISBN 9780203009765. DOI: 10.1201/9780203009765.
13. Ltaif M, Gargouri M, Magné C, El Feki A, Soussi A. Protective effects of *Avena sativa* against oxidative stress-induced kidney damage resulting from an estrogen deficiency in ovariectomized Swiss mice model. *J. Food Biochem.* 2020: e13205. DOI: 10.1111/jfbc.13205.
14. Meydani M. Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutr. Rev.* 2009; 67 (12): 731–735. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x.
15. Montilla-Bascón G, Broeckling CD, Hoekenga OA, Prats E, Sorrells M, Isidro-Sánchez J. Chromatographic methods to evaluate nutritional quality in oat. *Methods Mol. Biol.* 2017; 1536: 115–125. DOI: 10.1007/978-1-4939-6682-0_8.
16. Nie L, Wise ML, Peterson DM, Meydani M. Avenanthramide a polyphenol from oats, inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and enhances nitric oxide production. *Atherosclerosis.* 2006; 186 (2): 260–266. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2005.07.027.
17. Rostova NS. *Correlations: structure and variability.* Saint Petersburg, Publishing house of SPbSU, 2002: 307 p. (in Russian)
18. Singh R, De S, Belkheir A. *Avena sativa* (oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2013; 53 (2): 126–144. DOI: 10.1080/10408398.2010.526725.
19. Tian WX. Inhibition of fatty acid synthase by polyphenols. *Curr. Med. Chem.* 2006; 13 (8): 967–977. DOI: 10.2174/092986706776361012.
20. Vauzour D, Tejera N, O'Neill C, Booz V, Jude B, Wolf IMA, Rigby N, Silvan JM, Curtis PJ, Cassidy A, de Pascual-Teresa S, Rimbach G, Minihane AM. Anthocyanins do not influence long-chain n-3 fatty acid status: studies in cells, rodents and humans. *J. Nutr. Biochem.* 2015; 26 (3): 211–218. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2014.09.005.
21. Viskupičová J, Ondrejovič M, Šturdík E. Bioavailability and metabolism of flavonoids. *J. Food Nutr. Res.* 2008; 47 (4): 151–162.
22. Zdorovtseva LM, Khromishev VO, Danchenko OO. Fatty acid composition of lipids of the brain and heart of geese in hypo- and hyperoxia. *Biol. Bull. Melitopol State Ped. Univ.* 2012; 2 (3): 9–18. DOI: 10.7905/bbm.spu.v0i3(6).543. (in Ukrainian)
23. Zhang JS, Lei JP, Wei GQ, Chen H, Ma CY, Jiang HZ. Natural fatty acid synthase inhibitors as potent therapeutic agents for cancers: a review. *Pharm Biol.* 2016; 54 (9): 1919–1925. DOI: 10.3109/13880209.2015.1113995.

Features of the influence of oat extract on the antioxidant activity of goose liver

Yu. V. Nikolaeva¹, O. O. Danchenko²
 nndea@ukr.net

¹Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University,
 20 Hetmanska str., Melitopol, Zaporizhzhya district, 72312, Ukraine

²Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university,
 18 Bohdan Kmelnytsky ave., Melitopol, Zaporizhzhya district, 72312, Ukraine

The use of antioxidants in poultry feeding helps to relieve stress of various etiologies. Natural antioxidants have a number of advantages over synthetic ones. The aim of the study was to determine the effect of *Avena sativa* oat extract on the peculiarities of the functioning of the antioxidant system of goose liver during the physiological stress of contour and juvenile feather formation (from the 14th to the 56th day). The state of the antioxidant system in liver tissues was determined by the coefficient of antioxidant activity, the content of the final products of lipoperoxidation, the activity of antioxidant enzymes and the content of fat-soluble vitamins. The results of the experiment showed that the goslings of the control group during the formation of contour feathers have a decrease in antioxidant activity of the liver by 2.36 times, and juvenile — 1.90 times compared to the initial value of this indicator. Adding oat extract to the diet of geese during feather formation increases the antioxidant activity of their liver. Under the influence of the extract, the physiological stress associated with the formation of contour feathers (28 days) is significantly reduced by reducing the content of the main substrate of lipoperoxidation of unsaturated fatty acids, despite the decrease in the activity of all antioxidant enzymes. Increasing antioxidant activity in the liver during the formation of juvenile feathers is due to the inclusion of alternative mechanisms of antioxidant protection, implemented by increasing the activity of endogenous antioxidants: superoxide dismutase by 29.6 (P≤0.05), catalase by 34.6% (P≤0.05), glutathione peroxidase by 41.2% (P≤0.01), and the content of vitamin E by 32.7% (P≤0.05) and β-carotene by 30.9% (P≤0.05). Under the influence of the extract there is not only a significant increase in the weight of geese at the end of the experiment, but also an improvement in their pterylographic performance. Therefore, in the future, it would be advisable to conduct similar studies on wild bird species in kennels, as the process of feather formation is of fundamental importance for these birds.

Key words: antioxidant activity, lipoperoxidation products, enzymes, vitamins, liver, physiological stress, feather formation, pterylographic indicators