



# Зберігання та переробка продукції

УДК 636.52/.58:082.2

© 2024

## ВИКОРИСТАННЯ ЛИСТЯ ГОРІХА ВОЛОСЬКОГО (*JUGLANS REGIA*) ЯК АНТИОКСИДАНТУ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ПТИЦІ

О.В. Гавілей<sup>1</sup>, С.М. Панькова<sup>2</sup>,  
Л.Л. Полякова<sup>3</sup>, Г.В. Чорна<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>кандидати сільськогосподарських наук  
Державна дослідна станція птахівництва НААН  
вул. Центральна, 20, с. Бірки Чугуївського р-ну Харківської обл., 63421, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>elena.gaviley@gmail.com, <sup>2</sup>svet\_my@ukr.net,  
<sup>3</sup>luda.polyakova@ukr.net, <sup>4</sup>chernayaanna65@gmail.com  
ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-3635-0777, <sup>2</sup>0000-0001-7504-9878,  
<sup>3</sup>0000-0003-2235-7062, <sup>4</sup>0000-0002-1104-5621

Надійшла 06.09.2023

**Мета.** Дослідити вплив листя горіха волоського (*Juglans regia*) на окислювальну стабільність приготованих комбікормів для птиці порівняно з синтетичним антиоксидантним засобом і контрольним (без антиоксиданту). **Методи.** Об'єктом досліджень були три зразки повнораціонного комбікорму для батьківського стада дорослих курей яєчного напрямку продуктивності: БР — базовий раціон без додавання антиоксидантів; БРСА — базовий раціон із додаванням синтетичного антиоксиданту; БРЛГ — базовий раціон із додаванням сухого меленого листя горіха волоського (2%). Усі зразки зберігали в однакових умовах впродовж 120 діб. У процесі зберігання контролювали показники окислювального статусу (кислотне і перекисне числа жиру) та вітамінного забезпечення (вміст вітамінів А і Е). **Результати.** В процесі зберігання комбікорми з синтетичним (БРСА) та природним (БРЛГ) антиоксидантами мали кращі показники окислювальної стабільності порівняно зі зразком, що не містив консервуючих добавок. Обидва зразки корму з антиоксидантами через 120 діб зберігання за показниками кислотного і перекисного чисел жиру залишалися в нормативних межах, тоді як у базовому зразку (БР) кислотне число вже на 90-ту добу зберігання перевищувало критичне значення (30,96 мг КОН/г), а перекисне число (0,35%J<sub>2</sub>) — наприкінці досліджу, що робило цей зразок непридатним для згодовування птиці. Додавання до комбікорму горіхового листя та синтетичного антиоксиданту також сприяло кращій збереженості вітамінів А та Е, підтримувало їх вміст у нормативних межах. Втрати вітаміну А після 120 діб зберігання корму

становили 12% для БРСА та 34,4% для БРЛГ, а вітаміну Е — 8,2% та 15,5% відповідно. На противагу цьому в базовому комбікормі збережуваність вітамінів значно гірша: вміст вітаміну А стає нижче гранично необхідної норми після 90 діб зберігання, а вітаміну Е — вже через 60 діб. **Висновки.** Підтверджено антиоксидантні та консервуючі властивості листя горіха волоського. Додавання його до комбікорму для курей за тривалого зберігання гальмує окислювальні та гідролітичні процеси ліпідів і підвищує збережуваність вітамінів. Це робить листя горіха волоського альтернативою синтетичному антиоксиданту.

**Ключові слова:** птиця, комбікорм, окислювальна стабільність, антиоксиданти, кислотне число, перекисне число, вітаміни.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-09>

Збереження якості продукту впродовж тривалого часу — одне з найважливіших завдань виробників харчової та комбікормової промисловості. В комбікормах для тварин та птиці під час зберігання можуть відбуватися численні хімічні зміни, що супроводжуються утворенням небезпечних вторинних продуктів. Пояснюється це тим, що під час приготування кормів для досягнення потрібного енергетичного рівня широко використовують жири, схильні до окислення при контакті із киснем повітря. У підсумку утворюються і накопичуються токсичні продукти ненасичених сполук (перекис, альдегіди, кетони та ін.). Найбільшу небезпеку становлять ланцюгове окислення поліненасичених жирних кислот та перекисне окислення ліпідів (ПОЛ). Ці процеси призводять до погіршення якості кормів, руйнування багатьох вітамінів, внаслідок чого втрачається кормова цінність продукту [1]. Споживання таких кормів негативно впливає на продуктивність та життєздатність тварин і птиці: спостерігається відставання в рості і розвитку, відбуваються патологічні зміни в крові, печінці, нирках, що можуть викликати захворювання. Вважається, що окислювальний стрес зумовлює такі захворювання птахів, як негерметичність кишечника, кокцидіоз та асцит [2]. Окислені харчові ліпіди сповільнюють ріст, погіршують антиоксидантний статус і послаблюють деякі імунні функції собак [3].

Для підвищення окислювальної стабільності кормів під час їх зберігання можуть бути використані різні стратегії, включаючи уникнення світла, кисню та високих

температур, а також додавання антиоксидантних сполук. Одним із найпоширеніших способів стабілізації складу комбікормів та захисту їх від впливу окисних процесів є застосування антиоксидантів, які пригнічують активність ферментів, що зумовлюють окислювальні реакції в кормах, і тим самим подовжують термін їх зберігання [4, 5].

У кормовиробництві здебільшого використовують синтетичні антиоксидантні сполуки, найбільшого поширення серед яких набули фенольні інгібітори окислення — бутилгідрокситолуол та бутилгідроксіанізол [6, 7]. Однак синтетичні антиоксиданти не є безпечними для здоров'я людини і тварин, тому їх наявність у кормах вважається небажаною. Це стимулює тенденцію до переходу на натуральні антиоксиданти, роль яких здатні виконувати фенольні сполуки, що містяться у рослинах [8].

Рослинні екстракти, як-от чебрець, куркумін, розмарин, орегано, багаті на поліфеноли та інші біологічно активні речовини, що у разі додавання до харчових продуктів та кормів для тварин виявляють антиоксидантну дію [9, 10]. Зокрема, для уповільнення окислення ліпідів під час зберігання кормів для собак гарний ефект дає використання екстрактів виноградних кісточок, куркумину, гранату і журавлини [11]. Доведено можливість заміни синтетичного антиоксиданту бутилгідрокситолуолу в екструдованих кормах для риб екстрактом розмарину, який добре захищає від індукованого окислення за зберігання впродовж 24 тижнів [12]. Повідомлялося про ефективність тимолу, що є складовою орегано

як природної альтернативи антиоксиданту, використовуюваному для підвищення окислювальної стабільності кормів для птиці [13], та про потенційну корисність антиоксидантних властивостей рослинних екстрактів для покращення фізіологічного стану і продуктивних показників птиці [14].

За оцінками багатьох дослідників, листя горіха волоського також має значний уміст природних фенольних сполук, які проявляють антиоксидантну активність [15, 16], а наявність у його складі юглону зумовлює консервуючий ефект та антибактеріальний потенціал [17, 18]. Є дані про ефективність використання горіхового листя як антиоксиданту у соняшниковій олії для підвищення її стійкості до процесів окислення [19]. Проте жодних досліджень щодо використання листя горіха волоського як натурального антиоксиданту для збереження ліпідів у кормах для птахів, схоже, не проводилося.

**Мета досліджень** — оцінити вплив сухого меленого листя горіха волоського, доданого в комбікорм для курей, на його окислювальну стабільність.

**Матеріали та методи досліджень.** Експериментальні дослідження проводили

### 1. Рецепт базового комбікорму

Компоненти комбікорму	Уміст компонентів, %
Кукурудза	49,40
Пшениця	10,00
Макуха соняшникова	12,30
Макуха соєва	14,10
Борошно м'ясо-кісткове	5,00
Крейда	6,00
Черепашка	1,50
Борошно кісткове	1,15
Лізін	0,08
Метіонін	0,11
Суміш лимонної кислоти, вітамінів та мікроелементів	0,20
Сіль кухонна	0,16

Примітка. 100 г комбікорму містить: обмінної енергії — 2648,3 ккал/кг; сирого протеїну — 16,6%; сирого жиру — 4,8%; сирі клітковини — 4,3%.

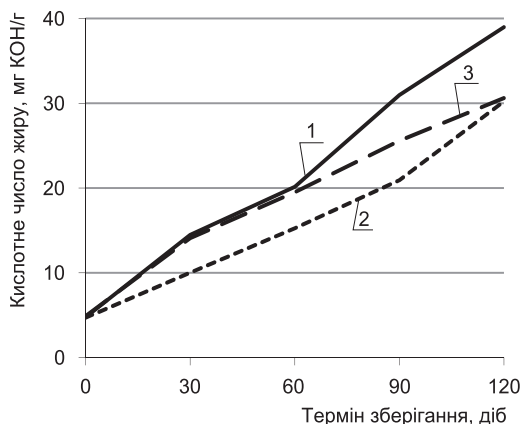
в умовах випробувальної лабораторії відділу оцінки якості та безпечності кормів і продукції птахівництва Державної дослідної станції птахівництва НААН (ДДСП НААН) із використанням наявного лабораторного та аналітичного обладнання.

Матеріалом для досліджень слугував повнораціонний комбікорм для батьківського стада дорослих курей яєчного напрямку продуктивності. Готували три різні зразки кормів: БР — базовий раціон без додавання антиоксидантів; БРСА — базовий раціон із додаванням синтетичного антиоксиданту, до складу якого (відповідно до інструкції із застосування препарату) входять бутилгідрокситолуол (ВНТ), пропілгалат (Е310), лимонна кислота (Е330), фосфат натрію (Е339) і колоїдна кремнієва кислота (Е551а); БРЛГ — базовий раціон із додаванням сухого меленого листя горіха волоського у кількості 20 г/кг. Базовий раціон було складено відповідно до стандарту для батьківського стада яєчних курей (вміст сирого протеїну — 17%, кількість обмінної енергії — 2650 ккал/кг). Рецепт комбікорму наведено в табл. 1.

Листя горіха волоського збирали на початку червня в суху погоду з дорослих рослин, що ростуть на території ДДСП НААН і не підлягають фітосанітарним обробкам. Рослину сировину сушили в природних умовах — за температури навколишнього середовища (20–24 °С) у темному (без доступу прямих сонячних променів), добре провітрюваному приміщенні. Зразки подрібнювали в електричному млині до фракції, яка проходить крізь сито з діаметром вічок 1 мм.

Загалом дослідження проводили на трьох зразках комбікорму масою 1 кг кожний, які зберігалися в однакових умовах за кімнатної температури (18–22 °С) упродовж 4 міс. У процесі зберігання щомісяця перевіряли якість кормів та визначали їх стійкість до окислення за показниками кислотного і перекисного чисел жиру та вмісту вітамінів А й Е. Ці показники досліджували за використання загальноприйнятих методик [20].

**Результати досліджень.** Отримані показники кислотних та перекисних чисел жиру досліджуваних зразків комбікорму свідчать про досить активне протікання



**Рис. 1.** Динаміка рівня кислотного числа жиру в досліджуваних комбікормах у процесі їх зберігання: 1 — БР; 2 — БРСА; 3 — БРЛГ

перекисних процесів у базовому зразку, приготованому без використання антиоксидантів (рис. 1, 2).

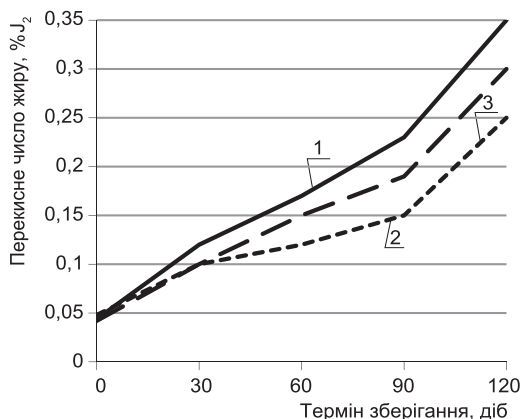
Кислотне число жиру в комбікормі на початку досліджуваної роботи дорівнювало 4,69–4,75 мг КОН/г (рис. 1). Упродовж зберігання відбувалося поступове збільшення цього показника в усіх зразках, тож до кінця 4-го місяця він зростав до 30,21–38,98 мг КОН/г, що у 6,3–8,2 рази вище за початковий рівень. При цьому відмічено позитивний вплив додавання до базового раціону горіхового листя. Від початку експерименту до 60 днів зберігання кислотне число жиру в такому комбікормі (БРЛГ) було нижче, ніж у базовому (БР), на 2,7–3,2%. У наступні періоди спостереження різниця за цим показником між комбікормами БР та БРЛГ досягла вже 17,4–21,5%.

Водночас найкращим за окисною стабільністю виявився комбікорм із синтетичним антиоксидантом (БРСА), кислотне число жиру в якому було нижчим, ніж у двох інших зразках, упродовж усього періоду їх зберігання. Зниження цього показника в комбікормі з синтетичним антиоксидантом відносно базового було максимальним, різниця залежно від періоду спостереження становила 22,5–32,4%. Порівняно з комбікормом, що містив листя горіха (БРЛГ), різниці за кислотним числом жиру були меншими (18,2–28,9%), а наприкінці досліджуваної роботи (120 днів зберігання) зразки майже зрівнялися за цим показником — різниця

становила 1,3% на користь комбікорму з синтетичним антиоксидантом (БРСА). У комбікормах з натуральним та синтетичним антиоксидантами гранично допустиме значення кислотного числа жиру (30 мг КОН/г) після 120 днів зберігання досягало критичного рівня (30,2–30,6 мг КОН/г). У зразку без стабілізуючих домішок (БР) критичне значення цього показника (30,96 мг КОН/г) було зафіксовано вже на 90-ту добу зберігання, а наприкінці досліджуваної роботи він перевищував гранично допустимий рівень у 1,26 рази, що зробило зазначений зразок непридатним для годівництва птиці.

Дані про динаміку зміни перекисних чисел жиру в досліджуваних зразках комбікорму свідчать про те, що кількість перекисів у них у процесі досліджуваної роботи змінювалася (рис. 2). Після 120 днів зберігання цей показник у 6–8 разів перевищував початкове значення. Комбікорм БР, вільний від антиоксидантних домішок, наприкінці досліджуваної роботи став непридатним для споживання птицею, оскільки мав у 1,17 рази більше перекисне число жиру порівняно з гранично допустимим ( $0,3\%J_2$ ).

Додавання до комбікормів натурального та синтетичного антиоксидантів викликало значне зниження значень перекисного числа жиру порівняно з контрольним зразком (БР). Після 30 днів зберігання перекисне число жиру в цих двох зразках було на одному рівні —  $0,1\%J_2$ , що на 16,7% нижче за



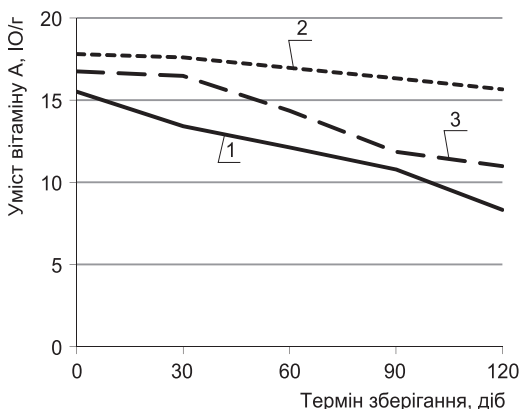
**Рис. 2.** Динаміка рівня перекисного числа жиру в досліджуваних комбікормах у процесі їх зберігання: 1 — БР; 2 — БРСА; 3 — БРЛГ

аналогічний показник базового комбікорму. У подальшому комбікорм із горіховим листям посідав проміжне положення, а зразок із синтетичним антиоксидантом виявляв найвищу стабільність щодо перекисних процесів. Після 120 діб зберігання перекисне число жиру комбікорму, що містив добавку листя горіха, не перевищувало гранично допустимого значення — становило  $0,3\%J_2$ , що на 14,3% нижче, ніж у БР, та на 16,7% вище, ніж у БРСА.

Таким чином, максимальні стабілізуючі властивості, що сприяють тривалому збереженню якості корму, виявляв синтетичний антиоксидант. Горіхове листя завдяки вмісту в ньому низки поліфенольних сполук та юглону сприяло значному сповільненню окисних процесів порівняно зі зразком, вільним від включень антиоксидантів. Додавання до комбікорму листя горіха волоського як природного антиоксиданту дало можливість подовжити термін його зберігання щонайменше на 30 діб порівняно з базовим зразком.

Стабілізувальну дію природного та синтетичного антиоксидантів оцінювали з огляду на динаміку вмісту в комбікормах вітамінів А і Е, які додавали в процесі зберігання (рис. 3, 4). Враховуючи зазвичай недостатній уміст вітамінів у кормах та його значне зниження у процесі зберігання, нормативним значенням прийнято вважати гарантійне їх внесення в комбікорм (без урахування їх вмісту в компонентах). В комбікормах для батьківського стада яєчних курей гранично необхідним умістом вітаміну А вважається 10 ІО/г, вітаміну Е — 30 мкг/г.

Відмічено незначну різницю за вмістом вітаміну А у зразках комбікорму вже на початку експерименту, коли, ймовірно, завдяки його наявності у добавках до базового раціону початковий уміст цього вітаміну в комбікормах БРСА та БРЛГ був дещо вищим. Те саме стосується і вітаміну Е, однак якщо між базовим зразком та зразком із синтетичним антиоксидантом різниця на початку експерименту була незначною, то комбікорм, до якого було додано горіхове листя, мав порівняно з ними вміст вітаміну Е, на 41,7–49,7% вищий. Це, вочевидь, пов'язано з доволі високою концентрацією вітаміну Е в листі горіха волоського, яка,

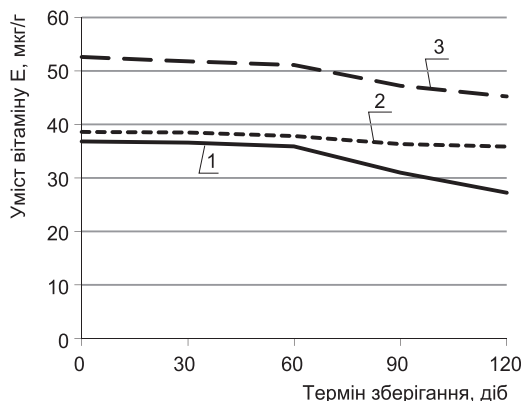


**Рис. 3.** Динаміка рівня вмісту вітаміну А в досліджуваних комбікормах в процесі їх зберігання: 1 — БР; 2 — БРСА; 3 — БРЛГ

за нашими даними, становить 128,8 мкг/г, а за даними Untea et al. [21] — 157,54 мкг/г.

Установлено, що додавання до комбікорму горіхового листя і синтетичного антиоксиданту гальмує окислювальні та гідролітичні процеси ліпідів і тим самим підвищує збережуваність вітамінів А та Е. Як видно з рис. 3, втрати вітаміну А в базовому зразку комбікорму після 120 діб зберігання становили 46,4%, у той час як у дослідних зразках за використання антиоксидантних властивостей листя горіха волоського і синтетичного засобу — 34,4 та 12% відповідно. Як бачимо, показник вмісту вітаміну А у базовому комбікормі перетнув гранично необхідну норму після 90 діб зберігання, тоді як дослідні зразки, стабілізовані синтетичним та природним антиоксидантами, до 120 діб залишалися в нормативних межах. Водночас у дослідженні І. Дударева зі співавторами [22] відмічено гіршу збережуваність вітаміну А в комбікормі для курей, оскільки після 60 діб його зберігання без консерванту втрати становили 57% (у нашому випадку — 21,9%), а у разі додавання синтетичного антиоксиданту — 25% (у нашому досліді — 4,7%).

Менш помітними в усіх зразках були втрати вітаміну Е (рис. 4). В базовому комбікормі на початку експерименту його вміст відповідав нормі (31,8 мкг/г), а наприкінці — знизився на 30%. Однак зменшення концентрації вітаміну Е в контрольному зразку нижче нормативної межі спостерігали вже



**Рис. 4.** Динаміка рівня вмісту вітаміну Е в досліджуваних комбікормах в процесі їх зберігання: 1 — БР; 2 — БРСА; 3 — БРЛГ

після 60 діб зберігання. Водночас уміст вітаміну Е під час зберігання комбікорму з горіховим листям та синтетичним антиоксидантом змінювався не так суттєво. Його кількість до кінця дослідження знижувалася на 15,5% у зразку з листям горіха волоського (БРЛГ) і на 8,2% — у зразку, стабілізованому синтетичним антиоксидантом (БРСА). При цьому обидва дослідні зразки за вмістом вітаміну Е залишалися в нормативних межах впродовж усього експерименту (120 діб). Очевидно, що його збереженість у комбікормі, до якого додавали горіхове листя, можлива завдяки наявності БАР (фенольних сполук, у тому числі юглону), які володіють антиоксидантними

властивостями, та вищому початковому вмісту вітаміну Е. І. Дударев зі співавторами [22] спостерігали більш стрімке зниження концентрації вітаміну Е в комбікормі для курей після 60 діб зберігання — на 23,2% у зразках, що не містили консерванту (за нашими даними — 2,9%), та на 12,2% у зразку із синтетичним антиоксидантом (у нашому випадку — 2,3%). Такі розбіжності, найімовірніше, пов'язані з тим, що ще на початку здійснюваних цими науковцями експериментів комбікорм містив недостатню кількість вітамінів А і Е, що і зумовило швидшу їх втрату під час зберігання.

Отримані дані щодо зміни концентрації вітамінів А та Е в комбікормах у процесі зберігання свідчать про кращу їх збереженість у зразках, стабілізованих натуральним (БРЛГ) і синтетичним антиоксидантами (БРСА). Така стабілізація дає змогу підтримувати вміст цих вітамінів у дослідних кормах у нормативних межах упродовж щонайменше 120 діб, на противагу чому їх уміст у базовому кормі (БР) знижувався до критичного рівня вже після 60 діб зберігання.

Отже, з огляду на антиоксидантні та консервуючі властивості листя горіха волоського, можна стверджувати, що його варто використовувати як альтернативу синтетичному антиоксиданту, здатному стабілізувати значення кислотного та перекисного чисел комбікормів і збільшити збереженість у них вітамінів А та Е до 4 місяців.

## Висновки

Результати дослідження окислювального статусу та вітамінного забезпечення комбікормів за тривалого зберігання свідчать про позитивний вплив на них синтетичного та природного антиоксидантів, а саме про окислативний захист кормів упродовж 120 діб зберігання. Найнижчу стійкість до окислення і критичну втрату вітамінів А та Е вже після 60 діб зберігання показав зразок, що не містив антиоксидантів. Найменш окисленим та з мінімальними втратами вітамінів виявився комбікорм з синтетичним антиоксидантом. Водночас відмічено суттєве

зниження значень кислотного і перекисного чисел жиру та втрат вітамінів у комбікормі, до якого було додано листя горіха волоського в концентрації 2% відносно базового рецепта без антиоксиданту. Це підтверджує ефективність використання цієї рослинної сировини для покращення окислювальної стабільності, збереженості вітамінів та подовження терміну зберігання кормів. Отже, листя горіха волоського можна рекомендувати як потужне джерело природних антиоксидантів та альтернативу синтетичним стабілізаторам для захисту комбікормів від окислення.

Gavilei O.<sup>1</sup>, Pankova S.<sup>2</sup>, Poliakova L.<sup>3</sup>, Chorna H.<sup>4</sup>  
State Poultry Research Station of NAAS, 20  
Tsentralna Str., vil. Birki, Chuhuiv district, Kharkiv  
oblast, 63421, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>elena.gavilei@gmail.  
com, <sup>2</sup>sveit\_my@ukr.net, <sup>3</sup>luda.polyakova@ukr.net,  
<sup>4</sup>chernayaanna65@gmail.com; orcid: <sup>1</sup>0000-0003-  
3635-0777, <sup>2</sup>0000-0001-7504-9878, <sup>3</sup>0000-0003-2235-  
7062, <sup>4</sup>0000-0002-1104-5621

### The use of walnut leaves (*Juglans regia*) as an antioxidant during the storage of mixed fodder for poultry

**Goal.** To study the effect of walnut leaves (*Juglans regia*) on the oxidative stability of prepared poultry feed compared to a synthetic antioxidant agent and a control (without antioxidant). **Methods.** The object of research was three samples of complete ration combined feed for the parent herd of adult hens of the egg production direction: BR — basic ration without the addition of antioxidants; BRSA — a basic ration with the addition of a synthetic antioxidant; BRWL — basic ration with the addition of dry ground walnut leaves (2%). All samples were stored in the same conditions for 120 days. In the process of storage, indicators of oxidation status (acid and peroxide values of fat) and vitamin provision (content of vitamins A and E) were monitored. **Results.** In the process of storage, mixed fodder with synthetic (BRSA) and natural (BRWL) antioxidants had better indicators of oxidative stability

compared to the sample that did not contain preservatives. Both samples of feed with antioxidants after 120 days of storage according to indicators of acid and peroxide numbers of fat remained within the normative limits, while in the base sample (BR) the acid number exceeded the critical value already on the 90th day of storage (30.96 mg KOH/g), and the peroxide number (0.35%J2) at the end of the experiment, which made this sample unsuitable for feeding poultry. The addition of walnut leaves and a synthetic antioxidant to the mixed fodder also contributed to better preservation of vitamins A and E and kept their content within the regulatory limits. The loss of vitamin A after 120 days of feed storage was 12% for BRSA and 34.4% for BRWL, and vitamin E was 8.2% and 15.5%, respectively. In contrast to this, the storage of vitamins in the basic compound feed was much worse: the content of vitamin A becomes below the extremely necessary norm after 90 days of storage, and vitamin E — after 60 days. **Conclusions.** The antioxidant and preservative properties of walnut leaves are confirmed. Adding it to mixed fodder for chickens during long-term storage inhibits the oxidative and hydrolytic processes of lipids and increases the preservation of vitamins. This makes walnut leaves a synthetic antioxidant alternative.

**Key words:** poultry, mixed fodder, oxidative stability, antioxidants, acid value, peroxide value, vitamins.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-09>

## Бібліографія

1. Машківський М.М., Галинська Н.В. Стабільність вітамінів у преміксах і комбікормах. *Тваринництво сьогодні*. 2014. № 5. С. 46–51.
2. Desbruslais A., Wealleans A. Oxidation in Poultry Feed: Impact on the Bird and the Efficacy of Dietary Antioxidant Mitigation Strategies. *Poultry*. 2022. V. 1. Is.4. P. 246–277. doi: 10.3390/poultry1040022
3. Turek J.J., Watkins B.A., Schoenlein I.A. et al. Oxidized lipid depresses canine growth, immune function, and bone formation. *The J. of Nutritional Biochemistry*. 2003. V. 14. Is. 1. P. 24–31. doi: 10.1016/S0955-2863(02)00221-8
4. Дударев І.І., Ісаєв М.В., Плачинта І.Г. Стійкість та зберігання комбікормів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. Вип. 90. С. 28–41.
5. Leyva-Porras C., Román-Aguirre M., Cruz-Alcantar P. et al. Application of Antioxidants as an Alternative Improving of Shelf Life in Foods. *Polysaccharides*. 2021. V. 2. Is. 3. P. 594–607. doi: 10.3390/polysaccharides2030036
6. Nieva-Echevarria B., Manzanos M.J., Goicoechea E., Guillén M.D. 2,6-Di-Tert-Butyl-Hydroxytoluene and Its Metabolites in Foods. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2015. V. 14. Is. 1. P. 67–80. doi: 10.1111/1541-4337.12121
7. Zahid Md. A., Seo J.-K., Parvin R. et al. Comparison of Butylated Hydroxytoluene, Ascorbic Acid, and Clove Extract as Antioxidants in Fresh Beef Patties at Refrigerated Storage. *Food Science of Animal Resources*. 2019. V. 39. Is. 5. P. 768–779. doi: 10.5851/kosfa.2019.e67
8. Carocho M., Ferreira I.C.F.R. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*. 2013. V. 51. P. 15–25. doi: 10.1016/j.fct.2012.09.021
9. Kozłowska M., Gruczyńska E. Comparison of the oxidative stability of soybean and sunflower oils enriched with herbal plant extracts. *Chemical Papers*. 2018. V. 72. Is. 10. P. 2607–2615. doi: 10.1007/s11696-018-0516-5
10. Petcu C.D., Mihai O.D., Tăpăloagă D. et al. Effects of Plant-Based Antioxidants in Animal Diets and Meat Products: A Review. *Foods*. 2023. 12(6). P. 1334. doi: 10.3390/foods12061334
11. Glodde F., Günal M., Kinsel M.E., Abu-Ghazaleh A. Effects of Natural Antioxidants on The

Stability of Omega-3 Fatty Acids in Dog Food. *J. of veterinary research*. 2018. V. 62. Is. 1. P. 103–108. doi: 10.1515/jvetres-2018-0014

12. Hernández A., García García B., Jordán M.J., Hernández M.D. Natural antioxidants in extruded fish feed: Protection at different storage temperatures. *Animal Feed Science and Technology*. 2014. V. 195. P. 112–119. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2014.06.003

13. Luna A., Lema-Alba R.C., Dambolena J.S. et al. Thymol as natural antioxidant additive for poultry feed: oxidative stability improvement. *Poultry Science*. 2017. V. 96. Is. 9. P. 3214–3220. doi: 10.3382/ps/pex158

14. Bordunova O.G., Vechorka V.V., Liu C. et al. Antioxidant properties of plant extracts and its application in chicken production. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Livestock*. 2022. V. 4. Is. 47. P. 13–17. doi: 10.32845/bsnau.lvst.2021.4.3]

15. Vieira V., Pereira C., Pires T.C.S.P. et al. Phenolic profile, antioxidant and antibacterial properties of *Juglans regia* L. (walnut) leaves from the Northeast of Portugal. *Industrial Crops and Products*. 2019. V. 134. P. 347–355. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.04.020

16. Mišek M., Ciszkowicz E., Lecka-Szlachta K. et al. Mineral Composition, Antioxidant, Anti-Urease, and Antibiofilm Potential of *Juglans Regia* Leaves and Unripe Fruits. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: FOOD TECHNOLOGY*. 2022. V. 26. Is.1. P. 69–82. doi: 10.2478/auaft-2022-0006

17. Han Q., Yan X., Zhang R. et al. Juglone Inactivates *Pseudomonas Aeruginosa* through Cell Membrane Damage, Biofilm Blockage, and Inhibition of Gene Expression. *Molecules*. 2021. V. 26. Is.19. P. 5854. doi: 10.3390/molecules26195854

18. Прибильський В.Л., Мельник І.В., Омельчук С.В. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв. *Харчова наука і технологія*. 2014. Т. 28. № 3. С. 47–51.

19. Білоус О.В., Демидов І.М., Бухкало С.І. Розробка комплексного антиоксиданту із екстрактів листя горіха волоського та календули. *Eastern-European J. of Enterprise Technologies*. 2015. № 1. № 6. P. 22–26. doi: 10.15587/1729-4061.2015.35995

20. Ионов И.А., Шаповалов С.О., Руденко Е.В. и др. Критерии и методы контроля метаболизма в организме животных и птиц. Харьков: ФЛП Петров В.В., 2011. 376 с.

21. Untea A.E., Varzaru I., Panaite T.D. et al. The Effects of Dietary Inclusion of Bilberry and Walnut Leaves in Laying Hens' Diets on the Antioxidant Properties of Eggs. *Animals*. 2020. V. 10. Is.2. P. 191. doi: 10.3390/ani10020191

22. Дударев І., Уминський С., Яковенко А. та ін. Аналіз зміни вмісту вітамінів в комбікормах під час зберігання. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2020. Вип. 97. С. 129–134. doi: 10.37000/abbsl.2020.97.15