

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТУ ПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ ПОВІДОН-ЙОДУ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ, ОТРИМАНОЇ ВІД БРОЙЛЕРІВ ТА КУРЕЙ-НЕСУЧОК

Фотіна Тетяна Іванівна

доктор ветеринарних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5079-2390
tif_ua@meta.ua

Вареник Людмила Володимирівна

аспірантка
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-7675-7216
lydmyla19@ukr.net

Чернігівська та Сумська області є регіонами з ендемічним дефіцитом йоду. Тому рекомендується доповнювати корм для птиці йодом, марганцем і цинком. Метою досліджень було кількісне визначення накопичення йоду в м'ясі бройлерів, а також у столових яйцях та в печінці курей – несучок із застосуванням препарату стабільного концентрованого йоду замість звичайного йодистого калію. Дослідження проводились у навчально – науковій лабораторії «Інноваційні технології та безпека і якість харчових продуктів» факультеті ветеринарної медицини Сумського НАУ та в польових умовах на бройлерній фермі «Путівельський бройлер» та на фермі по вирощуванню яєчної птиці ТОВ «Сумитехнокорм», Сумської області. Для дослідження використовували добових курчат із попереднім визначенням статі, яких розподілили на три групи по 100 особин (50 самців і 50 самок) і вирощували разом до 42-денного віку. Контрольна група отримувала стандартний комбікорм. Препарат розводили у питній воді безпосередньо перед застосуванням і задавали перорально в дозі 0,02 мл на 1 кг маси тіла, або 200 мл препарату на 1000 л води що відповідає 4 мг повідон-йоду та 24 мкг натрію селеніту. Курс тривалістю 7 днів проводили із розрахунку, що рівень рН питної води становить не менше 6-7. Включення до питної води повідон – йоду (полівінілпіролідон – йодиду) комплексу йоду з полівінілпіролідоном (ПВП), який має бактерицидну дію на грампозитивні та грамнегативні бактерії, а також має віруліцидну, фунгіцидну, спороцидну, антипротозойну дію (200 мл препарату на 1000 л питної води) призвело до підвищення вмісту йоду в м'ясі бройлерів у середньому на 15 та 75 % порівняно з контрольною групою, яка не отримувала препарат. Яйця від курей-несучок, які отримували питну воду з повідон – йодом містили на 25 і 95 % більше йоду, ніж яйця від курей – несучок контрольної групи. Також встановлено, що задавання препарату курям – несучкам призвело до збільшення вмісту йоду в печінці курей на 12,5 – 25 %. Збагачене йодом м'ясо птиці та яйця яке можна рекомендувати як функціональну їжу населенню.

Ключові слова: йододефіцит, бройлери, кури-несучки, яйця, функціональне харчування.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.3.8>

Вступ. Йод є одним з найважливіших мікроелементів, необхідних для підтримання здоров'я людини. За даними досліджень, близько 800 мільйонів людей у світі страждають на йододефіцит та мають відповідні симптоми недостатності. Симптоми йододефіциту можуть розвиватися та проявлятися як у людей, так і у тварин (Grossman, 1994). Приблизно 29 % населення планети мають проблеми зі здоров'ям, спричинені дефіцитом цього елемента. Зокрема, 655 мільйонів людей у всьому світі, включаючи 11 % європейців, стикаються зі збільшенням щитовидної залози. Ще 43 мільйони жителів світу страждають на психічні розлади, які викликані безпосередньо через дефіцит йоду в організмі матері під час вагітності (Helzel & Mano, 1989). Таким чином, забезпечення населення продуктами харчування, збагаченими йодом, залишається одним із ключових завдань для дієтологів.

У своїх дослідженнях Флаховський (Flachowsky, 2007) визначив, що потреба в йоді залежить від віку, фізіологічного стану організму і суттєво відрізняється у різних видів тварин. Зокрема, організм жінки під час

вагітності та лактації потребує більшої кількості цього мікроелемента. Існують також значні відмінності в даних щодо максимально допустимих рівнів споживання йоду здоровими людьми. Для дорослих людей рекомендована добова норма становить приблизно 200 мкг йоду, тоді як верхня межа безпечного споживання визначена на рівні близько 600 мкг на день (SCF, 2002). Таким чином, співвідношення між рекомендованою нормою і допустимою верхньою межею споживання складає 1:3.

Йод відноситься до I категорії мікроелементів з підвищеним ризиком дефіциту з глобальної точки зору, а також до категорії високого ризику (Gassmann, 2006). У зв'язку з цим необхідно ретельно підбирати продукти харчування, щоб уникнути як дефіциту, так і надлишку йоду в організмі людини.

Тому для проведення досліджень важливо враховувати норми потреби йоду людиною залежно від вікової категорії та фізіологічного стану (табл. 1), а також верхню допустиму межу споживання йоду в залежності від вікової категорії та фізіологічного стану (Flachowsky, 2007).

Нормативи потреби людини в йоді (мкг на добу)

Вік/ фізіологічний стан	Науковий комітет		
	Всесвітня організація охорони здоров'я (2001)	Референтні дістичні норми споживання (2001)	Німецьке товариство харчування (2000)
0 – 1 років		110 – 130	40 – 80
0 – 6 років	90		
1 – 8 років		90	
1 – 15 років			100 – 200
6 – 12 років	120		
9 – 13 років		120	
14 – 18 років/ дорослі	150	150	180 – 200
Вагітність		220	
Вагітність/лактація	200		
Лактація		290	260

У 2005 році Європейська комісія звернулася до Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA), зокрема до його підрозділу Харчових і кормових добавок та продуктів (FEEDAP), із завданням оцінити фізіологічні потреби різних видів тварин у йоді, а також потенційний вплив йодовмісних добавок на здоров'я людей, тварин і навколишнє середовище.

За результатами оцінки підрозділ FEEDAP (Харчових і кормових добавок та продуктів) дійшов висновку, що додавання йоду в корм є безпечним (табл. 2). Проте було зазначено, що чинні максимальні рівні використання йодовмісних препаратів для молочних корів і курей-несучок можуть бути занадто високими і відповідно може спричинити перевищення верхньої межі споживання йоду в організмі людини (EFSA, 2005).

Було вжито багато заходів для покращення надходження йоду в раціон людини, наприклад використання йодованої солі (Zimmermann, 2004), а також інші методи додавання йоду до їжі рослинного або тваринного походження, зокрема через корм для тварин, щоб збільшити вміст йоду продуктах тваринного походження (Flachowsky, 2007). З 1987 року в науці про харчування

людини було запропоновано концепцію «функціональної їжі», яка передбачає розробку загальноживаних продуктів таким чином, щоб вони не лише мали високу поживну цінність, а й надавали додатковий фізіологічний ефект, знижували ризик захворювань і позитивно впливали на імунну систему.

Розробка функціонального харчування є важливим сучасним викликом вдосконалення харчування людини та профілактика захворювань (Schrauzer, 2000). М'ясо птиці та яйця також можуть сприяти розширенню асортименту функціональних продуктів харчування (Fu et al., 2022). Біологічно активні речовини, які зазвичай містяться в м'ясі птиці та яйцях у змінних кількостях, можна збільшити шляхом збагачення кормів для птиці вітамінами, мінералами та специфічними мікроелементами. Встановлено, що йод який міститься в яйцях, легко засвоюється організмом людини (Stanbury, 1996; Gružauskas et al., 2002; Jeroch et al., 2002). Програми охорони здоров'я в багатьох країнах намагаються подолати дефіцит йоду, шляхом вживання йодованої солі, а також виробництвом продуктів, збагачених йодом (Flynn et al., 2003; EFSA, 2005). Однак рішення цього питання

Таблиця 2

Максимально допустимі рівні споживання йоду для людини (мкг на добу)

Вік/ фізіологічний стан	Науковий комітет			
	Рада з харчування та харчових продуктів у США (2001)	Науковий комітет з питань продовольства (2002)	Всесвітня організація охорони здоров'я (1994)	Німецьке товариство харчування (2000)
1 – 3 років	200	200	Менше 1 мг (1000 мкг на добу вважаються безпечними)	Менше 500 мкг на добу вважаються безпечними
4 – 6 років	-	250		
4 – 8 років	300	-		
7 – 10 років	-	300		
9 – 13 років	600	-		
11 – 14 років	-	450		
14 – 18 років	900	-		
15 – 17 років	-	500		
Старше 19 років/дорослі	1100	600		
Вагітність	900	600		
Лактація	1100	600		

ускладнюється тим, що йод є летючим, нестабільним і може випаровуватися, навіть якщо входить до складу інших хімічних сполук (Sirvydis et al., 2000; Semaška et al., 2001).

Ще в 1998 році українські науковці застосували спеціальну технологію для насичення води біологічно активними іонами йоду. Концентрація йоду в 20 мг на 1 л води залишалася стабільною протягом тривалого часу, навіть при термічній обробці. Також була зафіксована висока швидкість засвоєння йоду організмом людини та тварин.

Дослідження щодо годування птиці кормами з різними формами та дозуваннями йоду проводяться в різних наукових підрозділах з метою покращення якості продукції птахівництва. У Техаському аграрному дослідницькому центрі дослідники Стенлі та Бейлі (1998) вивчали вплив збагаченої йодом в різних концентраціях питної води на вирощування бройлерів. Було встановлено, що додавання йоду до питної води значно покращує приріст бройлерів. Німецькі та литовські дослідники провели спільне дослідження щодо курей-несучок і виявили, що додавання несучкам 2 мг йоду/кг корму збільшує кількість йоду в яйцях до 4 мкг в порівнянні з результатом 11 мкг у яйцях від курей, яких годували контрольним кормом з 0,5 мг йоду/кг корму (Jerock et al., 2002). Якщо кількість йоду в кормі та жовтку перевищує критичні рівні, можуть виникнути негативні реакції, такі як затримка статевої зрілості, зниження яйценосності в період піку яйцекладки, а при дозах 2500 мг йоду/кг корму і більше може повністю припинитися овуляція. За даними чеських дослідників, тривале годування надмірною кількістю йоду негативно впливає на несучість, масу тіла, індекс жовтку та якість яєчної шкаралупи (Lichovnikova et al., 2003). Згідно з Baker et al. (2003), додавання бромиду в корм допомагає подолати негативні наслідки передозування йоду у курчат при годуванні. Турецькі дослідники проводили експерименти з додаванням в корм курей – несучок 3, 6, 12 і 24 мг/кг йоду у вигляді йодату кальцію. Високі рівні добавок (12 і 24 мг/кг) мали небажаний вплив на коефіцієнт конверсії корму, масу яєць і якість білка. Додавання йоду в корм істотно збільшило вміст йоду в яйцях, але лише рівні до 6 мг/кг не мали негативного впливу на несучість і якість яєць (Yaşın et al., 2004). Додатковий корм для курей-несучок, з різними комбінаціями та дозами йоду і селену, може зміцнити їхню імунну систему (Zhigang et al., 2006). Оскільки в Україні існують регіони в яких спостерігається ендемічний дефіцит йоду, дослідницька лабораторія біологічного різноманіття і технологій Литовського університету освітніх наук зробила певний внесок у дослідження цієї теми. Під час комплексних досліджень, проведених у 2000 – 2001 роках, було виявлено, що оптимальна кількість йоду в воді 10 – 12 мкг/л підвищує вміст нуклеїнових кислот і загального білка в крові курей, позитивно впливає на роботу щитовидної залози, швидкість росту та загальний стан здоров'я.

У м'ясі бройлерів і курей – несучок, а також в яєчних жовтках курей, що отримували воду, збагачену йодом, вміст його був у 3 – 5 разів вищим в порівнянні з контрольними групами. Рівень йоду в м'язовій та печінко-

вій тканинах б – тижневого бройлерів був максимально досягнений завдяки додаванню 30 мкг/дм³ йоду до питної води. Загальний вміст йоду в м'язах у оброблених бройлерів був у 4 – 5 разів вищим, ніж у групи контролю. У курей – несучок, що отримували 15 мкг/дм³ йоду з питною водою у віці 20, 22 і 24 тижні, рівень йоду в яєчних жовтках був у 2 – 4 рази більший, ніж у контрольній групі.

Найвища життєздатність бройлерів (96 %) була зафіксована при рівні йоду 30 мкг/дм³ у питній воді (Sirvydis et al., 2000; Gudavičiūtė et al., 2002). Подальші дослідження з бройлерами, проведені у 2003 – 2004 роках, лише підтвердили ці результати.

Дослідження функціонального стану щитовидної залози та рівня гормонів проводили шляхом аналізу сироватки крові бройлерів. Виявлено, що збагачення питної води стабільним йодом у концентраціях 0,5 мг/л та 5 мг/л сприяло зниженню активності щитовидної залози у дослідних групах. Встановлено також залежність рівня вільного тироксину (Т4) від дози стабільного йоду у воді. У контрольній групі, яка отримувала корм із додаванням йодиду калію (1 мг йоду на 1 кг корму), активність щитовидної залози була вищою. Окрім того, високий рівень йоду (5 мг/л води) призводив до зменшення маси печінки у бройлерів (Sirvydis et al., 2004; Kepalienė et al., 2006).

Концентрація йоду в щитовидній залозі значно перевищує його рівень у крові — приблизно в 30 разів. Гормони щитовидної залози відіграють ключову роль у процесах терморегуляції, енергетичному обміні, репродуктивній функції, розвитку тканин, росту, розвитку кровообігу та м'язовій активності. Вони впливають на інтенсивність окислювальних процесів у клітинах, функціонування інших ендокринних залоз і метаболізм, зокрема води та мінералів. Йод як мікроелемент є необхідним для синтезу тиреоїдних гормонів — тироксину (Т4) та трийодтироніну (Т3). Функція щитовидної залози тісно пов'язана з умовами навколишнього середовища, і як дефіцит, так і надлишок йоду можуть призводити до її патологій даної залози. Хоча кури здатні витримувати невеликий дефіцит йоду без значних втрат продуктивності, серйозний брак тиреоїдних гормонів може призводити до уповільнення росту, зниження несучості, погіршення виводимості яєць і недостатнього оперення (Grossman, 1992; Weetman, 1997). На сьогодні це питання є актуальним, тому метою досліджень було кількісне визначення накопичення йоду в м'ясі бройлерів, харчових столових яйцях і печінці курей-несучок при використанні стабільного препарату а основі повідон-йоду.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в умовах птахогосподарств «Путівський бройлер» та ТОВ «Сумитехнокорм» Сумської області на поголів'ї бройлерів породи КОББ-500 та кур-несучок породи Хайсекс Браун. Використовували препарат «Комбійод» який містить: повідон-йод — 200 мг та натрію селеніт — 1,2 мг. Повідон-йод (полівінілпіролідону йодид) — комплекс йоду з полівінілпіролідонем (ПВП), який справляє бактерицидну дію на грампозитивних та грамнегативних бактерій, а також має віруліцидну, фунгіцидну, спорицидну, антипротозойну дію. Під час контакту зі слизовими оболонками або пошкодженими тканинами вивільнення

активного йоду з йод-полімерного комплексу. Активний йод вступає в реакцію з окиснювальними сульфідними (SH-) та гідроксильними (OH-) групами амінокислот, що входять до складу ферментів і білків мікроорганізмів, і викликає їх інактивацію або руйнування. Комплексне утворення з полівінілпіролідом (ПВП) знижує подразнювальну дію йоду, характерну для його спиртових розчинів. Завдяки значному розміру молекули повідон-йод практично не проникає через біологічні бар'єри, що мінімізує системний вплив йоду на організм. У поєднанні з допоміжними речовинами повідон-йод забезпечує антисептичний і протизапальний ефект, при цьому у мікроорганізмів не формується резистентність до нього. Тривале застосування препарату може призводити до часткового всмоктування йоду у тонкому кишечнику. Упродовж двох годин після всмоктування йод розподіляється у міжклітинному просторі, накопичуючись у щитоподібній залозі, нирках, шлунку, молочних і слинних залозах. Концентрація йоду в плазмі крові може досягати 10 нг/мл. При цьому його вміст у молоці, слині та шлунковому соці перевищує концентрацію в плазмі крові у 30 разів. Основний шлях виведення йоду з організму – через сечу. У меншій кількості йод виводиться через легені та з калом. Йод є однією зі складових тироксину й трийодтироніну – гормонів щитоподібної залози, які регулюють майже всі основні види обміну речовин. Тироксин бере участь у забезпеченні енергетичного обміну й термогенезу, а також виступає каталізатором утворення енергії в клітинах. Селен, у свою чергу, відіграє важливу роль у синтезі понад 30 необхідних для організму гормонів, ферментів і біологічно активних сполук. Селен відіграє значну роль в утворенні понад 30-ти необхідних організму гормонів, ферментів та інших біологічно-активних речовин. Він сприяє стимуляції еритроцитопоезу та покращує постачання клітин киснем, забезпечуючи їхнє ефективне функціонування. Для дослідження використовували добових курчат із попереднім визначенням статі, яких розподілили на три групи по 100 особин (50 самців і 50 самок) і вирощували разом до 42-денного віку. Контрольна група отримувала стандартний комбікорм. Препарат розводили у питній воді безпосередньо перед застосуванням і задавали перорально в дозі 0,02 мл на 1 кг маси тіла, або 200 мл препарату на 1000 л води що відповідає 4 мг повідон-йоду та 24 мкг натрію селеніту. Курс тривалістю 7 днів проводили із розрахунку, що рівень рН питної води становить не менше 6-7. При використанні жорсткішої води дозу препарату збільшували на 5-10 %. Вміст мікроелемента йоду в м'ясі бройлерів визначали кількісно за допомогою газового хроматографа GC/ECD. Зразки м'яса аналізували після дозрівання при температурі 0 – +4°C. Матеріал для дослідження відбирали із м'язів стегна та грудної області (кіль). При цьому визначали органолептичні та біохімічні показники. При органолептичному дослідженні враховували зовнішній вигляд, колір, запах, консистенцію м'язової тканини і жиру, стан м'язів на зрізі, а також прозорість і аромат бульйону. Для біохімічних досліджень використовували витяжку, приготовлену у співвідношенні м'яса і води 1:3. Витяжки з червоних і білих м'я-

зів готували окремо. Реакцію на пероксидазу визначали методом, заснованим на окисненні бензидину пероксидом водню за наявності пероксидази, з утворенням продуктів, які спочатку забарвлювалися у блакитно-зелений колір, а згодом набували буро-коричневого відтінку. Якісну реакцію на аміак і солі амонію проводили із використанням реактиву Неслера. Цей метод ґрунтується на утворенні жовто-оранжевої комплексної солі йодистого димеркурамонію. Для визначення продуктів первинного розпаду білків у бульйоні використовували сірчанокислу мідь. Реакція заснована на осадженні білків м'яса під час нагрівання і утворенні у фільтраті комплексів сірчано-кислої міді з продуктами первинного розпаду білків, що випадають в осад. Для визначення летких жирних кислот (ЛЖК) використовували метод перегонки з водяною парою. Проби фаршу піддавали перегонці, а кількість ЛЖК визначали титруванням ідким калієм. Аналіз виконували на спеціальному приладі для перегонки водяною парою. Одночасно, за аналогічних умов, проводили контрольний аналіз для оцінки витрати луґу на титрування дистилляту, отриманого з реактивів без додавання м'яса.

Ветеринарно-санітарну оцінку харчових яєць проводили відповідно до загальноприйнятих методів. Для проведення досліду з курами-несучками було одібрано 120 дорослих птиць, які були розподілені на три групи по 40 голів у кожній. Дослідним групам вводили препарат на основі повідон-йоду у дозі 200 мл препарату на 1000 л питної води протягом 5 днів. Після п'ятиденного періоду перерви задавання препарату повторювали. Після періоду задавання препарату визначали кількість йоду в яйцях і печінці за методом описаним Моксоном і Діксоном (1980). Бройлери і кури-несучки мали вільний доступ до води через автоматичні системи напування. Бройлерів утримували на глибокій підстилці, кур-несучок в клітках. Умови утримання відповідали стандартам, прийнятими для цих категорій птиці. Отримані дані аналізували за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) із використанням програмного забезпечення JMP (версія 5.1, SAS Institute). Статистичну значущість відмінностей між середніми значеннями оцінювали за допомогою t-тесту.

Результати. При вивченні впливу стабільного йоду на його накопиченні в м'ясі бройлерів було встановлено, що у м'ясі дослідної групи, які отримували воду з 0,5 мг йоду/л, вміст йоду збільшився на 0,3 і 1,4 мкг/100 г, що відповідно складає збільшення на 4,6 % і 27,5 % у порівнянні з контрольною групою (табл.3).

В третій дослідній групі де дозування було 5 мг йоду/л води в м'ясі самців його рівень збільшився на 3,0 мкг/100 г що на 46,1% більше йоду, ніж у контрольної групи, тоді як у м'ясі курей на 5,4 мкг/100 г що на 105,9 % більше йоду, ніж в контрольній групі (P<0,001). Виявлене збільшення накопичення йоду в м'ясі самок-бройлерів може бути типовою біологічною особливістю або результатом похибки вибірки, що потребує підтвердження незалежних спроб з більшими числами. У цілому, вміст йоду в м'ясі бройлерів і яєчних жовтках курей-несучок, які отримували питну воду із додаванням йоду, був у 3–5 разів вищим порівняно з контрольною групою

Порівняльні показники кількості вмісту йоду в м'ясі бройлерів у 42-денному віці

Група №	Особливості годівлі	Вміст йоду в м'ясі бройлерів, мкг/100 г продукту	
		Півні	Кури
1	К + KI (йодистий калій) (дозування: 1 мг йоду/кг корму)	6,5±0,33	5,1±0,23
2	K1 + Концентрат стабільного йоду (дозування: 0.5 мг йоду/л води)	6,8±0,85	6,5±0,15*
3	K1 + Концентрат стабільного йоду (дозування: 5 мг йоду/л води)	9,5±0,11*	10,5±0,16**

Примітка: різниця між контрольною та дослідною групами є статистично значущою при (* $P < 0,01$), (** $P < 0,001$).

(Gudavičiūtė et al., 2002; Sirvydis et al., 2004; Kepalienė et al., 2006). Отримані дані свідчать про ефективність збагачення води йодом для підвищення його концентрації в продуктах птахівництва, а саме у м'ясі.

На наступному етапі ми вивчили вплив препаратів йоду на якість харчових яєць. Дане дослідження демонструє, що заміна традиційного йодиду калію на сухий стабільний концентрований йод у кормі для курей-несучок значно збільшує кількість йоду в яйцях. Різні рівні додавання йоду в корм дозволяють отримати яйця з підвищеним вмістом цього елемента, забезпечуючи більшу ефективність засвоєння йоду (табл. 4).

Використання стабільного йодного концентрату у дозі 1 мг йоду/кг корму призвело до збільшення вмісту йоду у зразках яєць на 1,4 мкг/100 г, що на 24 % більше в порівнянні з контрольною групою ($P < 0,01$). При збільшенні дозування до 4 мг йоду/кг корму, спостерігається зростання вмісту йоду на 11,4 мкг/100 г, що на 196 % у порівнянні з контрольною групою ($P < 0,001$). Дані, отримані в ході дослідження, підтверджують ефективність підвищення рівня йоду в раціоні для збагачення яєчної продукції.

Таким чином, м'ясо птиці та яйця будуть мати дефіцит йоду, якщо до кормів або питної води не додавати

йод. Корм збагачений додатково звичайним йодистим калієм не дає максимального ефекту, оскільки цей елемент є летким і нестабільним у складі кормів. Концентрат стабільного йоду може стати ефективною альтернативою, оскільки його можна застосовувати як у рідкій, так і в сухій формі. За даними деяких дослідників, йод добре засвоюється організмом, зокрема проникаючи в печінку та інші тканини великої рогатої худоби та свиней.

Концентрація йоду в тканинах печінки значно зростає із підвищенням його рівня в раціоні (Flachowsky, 2007). При визначенні вмісту йоду в печінці курей-несучок було встановлено, що кількість йоду в печінці курей-несучок дослідних груп була вищою в порівнянні з контрольною групою (табл. 5).

Додавання стабільного йодного концентрату до корму в дозі 1 мг/кг (група 2) призвело до збільшення вмісту йоду в печінці на 0,1 мкг/100 г, що є на 12,5 % більше порівняно з контрольною групою. Вміст йоду в печінці шарів третя група (4 мг йоду/кг корму) була вищою на 0,2 мкг/100 г тобто на 25 % в порівнянні з контрольною групою.

Обговорення. Для задоволення потреб споживачів у якісному харчуванні виробники м'яса та яєць птиці праг-

Таблиця 4

Вміст йоду в яйцях після трьох тижнів експериментальної годівлі зі стабільним концентратом йоду

Група №	Особливості годівлі	Вміст йоду в яйцях (мкг/100 г)
1	К + KI (йодистий калій) (доза: 1 мг йоду/кг корму)	5,8±0,09
2	K1 + Концентрат стабільного йоду (доза: 1 мг йоду/кг корму)	7,2±0,08*
3	K1 + Концентрат стабільного йоду (доза: 4 мг йоду/кг корму)	17,2±0,10**

Примітка: різниця між контрольною та дослідною групами є статистично значущою при (* $P < 0,01$), (** $P < 0,001$).

Таблиця 5

Порівняльні показники вмісту йоду в печінці курей-несучок

Група №	Особливості годівлі	Кількість йоду в печінці, мкг/100 г
1	Корм з йодистим калієм (доза: 1 мг йоду/кг корму)	0,8±0,05
2	Корм із стабільним йодним концентратом (доза: 1 мг йоду/кг корму)	0,9±0,05**
3	Корм із стабільним йодним концентратом (доза: 4 мг йоду/кг корму)	1,0±0,05**

Примітка: різниця між контрольною та дослідною групами є статистично значущою при ** $P < 0,001$.

нуть виробляти продукти з доданою вартістю, які мають вищу конкурентоспроможність на насичених ринках. Яйця та м'ясо, збагачені йодом завдяки введенню відповідних препаратів у корм чи воду для птиці, можуть суттєво доповнити асортимент функціональних продуктів харчування.

Під час досліджень у Данії курам-несучкам задавали стерилізовану йодом питну воду. Встановлено, що вміст йоду в яйцях варіювався від 13 до 170 мкг, залежно від кількості йоду, що надходила з кормом і водою (Larsen et al., 2002). У Польщі вчені використовували 1 % премікси, що містили 150 та 300 мг йоду/кг. Розрахунки показали, що споживання одного яйця, збагаченого йодом, забезпечує від 33 до 35 % рекомендованої добової норми йоду (Dobrzański et al., 2001). Для збагачення кормів рекомендовано використовувати сполуки йоду, зокрема рослинного походження, проте вони зазвичай містять невелику і нестабільну кількість йоду. Основним недоліком є нестабільність йодиду натрію та йодиду калію, які хоч і є найбільш поширеними джерелами йоду, не забезпечують довготривалого ефекту. Натомість концентрат стабільного йоду, доступний у рідкій та сухій формах, і рекомендується як альтернатива замість нестабільного йодиду калію для додавання в корм птиці. У різних частинах світу з'являються нові методи, проводяться дослідження спрямовані на підвищення якісних характеристик і поживності яєць (Galobart et al., 2002; Jeroch et al., 2002; Yaroshenko et al., 2003; Gudavičiūtė et al., 2006).

У Литві було проведено дослідження щодо збагачення продукції птахівництва йодом (Gudavičiūtė et al., 2002; Kepalienė et al., 2006). Додавання концентрату

стабільного йоду у питну воду (у концентраціях 0,5 та 5 мг йоду/л H₂O) сприяло підвищенню вмісту йоду в м'ясі бройлерів у середньому на 16 % і 76 % відповідно, в порівнянні з контрольною групою, яка отримувала йод у вигляді йодиду калію з кормом. У яйцях курей-несучок, які споживали комбікорм із додаванням концентрату стабільного йоду (у кількостях 1 і 4 мг йоду/кг корму), вміст йоду зріс на 24 % і 196 % відповідно, у порівнянні з яйцями контрольної групи. Також встановлено, що введення концентрату стабільного йоду до раціону несучок збільшувало вміст йоду в їхній печінці на 12,5–25 %.

Висновки. Результати дослідження підтверджують ефективність використання стабільного концентрату йоду в раціонах птиці для збагачення продукції птахівництва. Застосування препарату з повідон-йодом і натрію селенітом (Комбійод) значно збільшує вміст йоду в м'ясі бройлерів і яйцях курей-несучок, забезпечуючи зростання концентрації цього елемента в продуктах на 16–76 % та 24–196 % відповідно. Це створює умови для розширення асортименту функціональних продуктів харчування, що відповідають сучасним запитам споживачів на продукти з доданою харчовою цінністю. Додавання стабільного йоду до кормів і води для птиці є ефективним способом підвищення біологічної доступності йоду без зменшення якості продукції. Застосування цього методу дозволяє уникнути недоліків традиційних джерел йоду, таких як нестабільність йодидів, і забезпечує довготривалий ефект. Враховуючи позитивний вплив стабільного йоду на якісні показники продукції птахівництва, доцільно рекомендувати його для впровадження у практику з метою виробництва функціональних харчових продуктів, збагачених йодом.

Бібліографічні посилання:

1. Baker, D. H., Parr, T. M., & Augspurger, N. R. (2003). Oral iodine toxicity in chicks can be reversed by supplemental bromine. *The Journal of nutrition*, 133(7), 2309–2312. <https://doi.org/10.1093/jn/133.7.2309>
2. Dobrzański, Z., Górecka, H., Strzelbicka, G., Szczypel, J., & Trziszka, T. (2001). Study on enrichment of hen eggs with selenium and iodine. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, 4(2). [Available online]. [Accessed 2008 February 15]. Retrieved from <http://www.ejpau.media.pl/series/volume4/issue2/animal/art01.html>
3. EFSA (European Food Safety Authority). (2005, February 22). Opinion of the FEEDAP Panel on the use of iodine in feedingstuffs. *EFSA Journal*, 233, 1–11. [Available online]. Retrieved from <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/233>
4. Flachowsky, G. (2007). Iodine in animal nutrition and iodine transfer from feed into food of animal origin. *Lohmann Information*, 42(2). [Available Online]. [Accessed 2007, October 15].
5. Flynn, A., Moreiras, O., Stehle, P., Fletcher, R. J., Müller, D. J., & Rolland, V. (2003). Vitamins and minerals: a model for safe addition to foods. *European journal of nutrition*, 42(2), 118–130. <https://doi.org/10.1007/s00394-003-0391-9>
6. Fu, Z., Zhong, T., Wan, X., Xu, L., Yang, H., Han, H., & Wang, Z. (2022). Effects of Dietary Vitamin E Supplementation on Reproductive Performance, Egg Characteristics, Antioxidant Capacity, and Immune Status in Breeding Geese during the Late Laying Period. *Antioxidants*, 11(10), 2070. <https://doi.org/10.3390/antiox11102070>
7. Galobart, J., Barroeta, A. C., Cortinas, L., Baucells, M. D., & Codony, R. (2002). Accumulation of alpha-tocopherol in eggs enriched with omega3 and omega6 polyunsaturated fatty acids. *Poultry science*, 81(12), 1873–1876. <https://doi.org/10.1093/ps/81.12.1873>
8. Grossman, A. (1992). *Clinical endocrinology*. Blackwell Scientific Publications.
9. Gružasuskas, R., Lukoševičius, L., Danius, S., et al. (2002). Eggs as a functional food. In *Proceedings of the 10th Baltic Poultry Conference* (pp. 18–21). Vilnius.
10. Gudavičiūtė, D., Bobinienė, R., & Sabalionytė, R. (2002). Influence of iodized water on poultry production quality. *Agricultural sciences*, 2, 52–56.
11. Gudavičiūtė, D., Čepulienė, R., Bobinienė, R., & Kepalienė, I. (2006). Influence of prebiotic feed additive on some physiological functions and meat quality of poultry. *Agricultural sciences*, 4, 63–67.
12. Hetzel, B. S., & Mano, M. T. (1989). A review of experimental studies of iodine deficiency during fetal development. *The Journal of nutrition*, 119(2), 145–151. <https://doi.org/10.1093/jn/119.2.145>

13. Jeroch, H., Eder, K., Schöne, F., Hirche, F., Böttcher, W., Šeškevičienė, J., Kluge, H., et al. (2002). Amounts of essential fatty acids, α-tocopherol, folic acid, selenium and iodine in designer eggs. *International Symposium on Physiology of Livestock*, 31-32. Lithuanian Veterinary Academy.
14. Karsten, H. D., Patterson, P. H., Stout, R., & Crews, G. (2010). Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(1), 45–54. doi:10.1017/S1742170509990214.
15. Kepalienė, I., Bobinienė, R., Sirvydis, V., Miškinienė, M., Semaška, V., Čepulienė, R., Gudavičiūtė, D., & Vencius, D. (2006). Influence of stable iodine on biochemical parameters of blood and on morphology in broiler chicken. *Veterinary Medicine and Zootechnics*, 36(58), 39-43. Lithuanian Veterinary Academy.
16. Larsen, E., H., et al. (2002). Food additives and contaminants. *Food Additives and Contaminants*, 19(1), 33-46.
17. Lewis P. D. (2004). Responses of domestic fowl to excess iodine: a review. *The British journal of nutrition*, 91(1), 29–39. <https://doi.org/10.1079/bjn20031017>
18. Lichovnikova, M., Zeman, L., & Cermakova, M. (2003). The long-term effects of using a higher amount of iodine supplement on the efficiency of laying hens. *British poultry science*, 44(5), 732–734. <https://doi.org/10.1080/0007166031001643741>
19. Moxon, R. E., & Dixon, E. J. (1980). Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. *The Analyst*, 105(1249), 344–352. <https://doi.org/10.1039/an9800500344>
20. Parliament of the Republic of Lithuania. (2001, November 8). Law on the care, welfare and use of animals (Law No. VIII-500). Came into force January 1, 2002. Official Gazette Valstybės žinios, 2002, Nr. 99-3521. [Available online]. Retrieved March 15, 2006, from [insert website URL <https://e-seimas.lrs.lt/portal/documentSearch/lt>].
21. Retrieved from http://www.lohmanninformation.com/content/l_i_42_2007-10_artikel11.pdf.
22. SCF (Scientific Committee on Food). (2004, October 19). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Iron.
23. Schrauzer, G. N. (2000). Organic and functional food: Their emergence and impact on conventional food production. In *Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium* (pp. 373–377). Lexington.
24. Semaška, V., Vencius, D., & Priudokienė, V. (2001). The influence of different doses of iodine on the biochemical indexes of chicken blood. *Proceedings of the Ninth Baltic Poultry Conference*, 33–35. Tartu.
25. Sirvydis, V., Semaška, V., & Drebigkas, V. (2004). Influence of iodine water and soluble phytogetic preparation on iodine utilization in chickens. *Ministry of Health of Lithuania. Health Sciences*, 3, 46–48.
26. Sirvydis, V., Semaška, V., Vencius, D., & Žebelovičius, V. (2000). Influence of iodine on the indices of blood and morphology of thyroid gland of broiler chickens. *Lithuanian Veterinary Academy. Veterinary Medicine and Zootechnics*, 10(32), 138–139.
27. Stanbury, J. B. (1996). Iodine deficiency and iodine deficiency disorders. In *Present knowledge in nutrition* (7th ed., pp. 152–160). ILSI Press. Washington, D.C.
28. Stanley, V. G., Bailey, J. E., & Krueger, W. F. (1989). Effect of iodine-treated water on the performance of broiler chickens reared under various stocking densities. *Poultry science*, 68(3), 435–437. <https://doi.org/10.3382/ps.0680435>
29. Weetman A. P. (1997). Hypothyroidism: screening and subclinical disease. *BMJ (Clinical research ed.)*, 314(7088), 1175–1178. <https://doi.org/10.1136/bmj.314.7088.1175>
30. Wikipedia. (n.d.). Iodine. Retrieved April 3, 2007, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Iodine>
31. Yalçın, S., Kahraman, Z., Yalçın, S., Yalçın, S. S., & Dedeoğlu, H. E. (2004). Effects of supplementary iodine on the performance and egg traits of laying hens. *British poultry science*, 45(4), 499–503. <https://doi.org/10.1080/00071660412331286208>
32. Yaroshenko, F. O., Dvorska, J. E., Surai, P. F., & Sparks, N. H. (2003). Selenium-enriched eggs as a source of selenium for human consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 838-843.
33. Zhigang, S., Yuming, G., & Jianmin, Y. (2006). Effects of dietary iodine and selenium on the activities of blood lymphocytes in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 19(5), 713–719.
34. Zimmermann M. B. (2004). Assessing iodine status and monitoring progress of iodized salt programs. *The Journal of nutrition*, 134(7), 1673–1677. <https://doi.org/10.1093/jn/134.7.fpage>

Fotina T. I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Varenik L. V., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Determination of the effect of a povidone-iodine-based preparation on the quality of products obtained from broilers and laying hens

The Chernihiv and Sumy oblasts, are regions with endemic iodine deficiency. Therefore, it is recommended to supplement poultry feed with iodine, manganese and zinc. The aim of the study was to quantify iodine accumulation in broiler meat, table eggs and liver of laying hens using a stable concentrated iodine preparation instead of conventional potassium iodide. The research was conducted in the educational and scientific laboratory «Innovative Technologies and Food Safety and Quality» at the Faculty of Veterinary Medicine of Sumy NAU and in the field at the broiler farm «Putivsky Broiler» and the egg farm «Sumytechnokorm», Sumy Region. The study used pre-sexed day-old chicks, which were divided into three groups of 100 individuals (50 males and 50 females) and raised together until 42 days of age. The control group received standard feed. The drug was diluted in drinking water immediately before use and administered orally at a dose of 0.02 ml per 1 kg of body weight, or 200 ml of the drug per 1000 l of water, which corresponds to 4 mg of povidone-iodine and 24 µg of sodium selenite. The course of 7 days was carried out assuming that the pH level of drinking water was at least 6-7. The addition of povidone – iodine (polyvinylpyrrolidone iodide) to drinking water is a complex of iodine with polyvinylpyrrolidone (PVP), which has a bactericidal effect on gram – positive and gram – negative bacteria, sporocidal and antiprotozoal effects (200 ml

of the product per 1000 litres of drinking water), increased the iodine content of broiler meat by an average of 15 and 75 %, respectively, compared to the control group that did not receive the product. Eggs from laying hens given drinking water with povidone – iodine contained 25 and 95 % more iodine than eggs from laying hens in the control group. It was also found that administration of the drug to laying hens increased the iodine content of the hens' livers by 12,5 – 25 %. Iodine – enriched poultry meat and eggs can be recommended to the population as a functional food.

Key words: *iodine deficiency, broilers, laying hens, eggs, functional nutrition.*