

В. В. ШКАРБАН, здобувач наукового ступеня доктора філософії*,
М. Ю. СИЧОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,
E-mail: sychov@ukr.net

ЕНЕРГЕТИЧНА ПОЖИВНІСТЬ ТА ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН високопротеїнового соняшникового концентрату в годівлі курчат-бройлерів

Анотація. Дослідження проводились у науково-дослідній лабораторії "Кормових добавок" і ННВЛ "Живлення тварин та якості кормів" кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України на курчатах-бройлерах кросу "Кобб-500". Метою роботи було дослідити фактичну енергетичну поживність і перетравність поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату в годівлі курчат-бройлерів.

Визначення перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату проводили простим способом, у двох модифікаціях: прямим методом і методом інертних речовин. Як інертну речовину використовували природний компонент кормів рослинного походження – лігнін.

Дослід проведено на 12 курчатах-бройлерах віком 32-42 доби. Птицю утримували в індивідуальних клітках. Площа на одну голову становила 0,2 м², фронт годівлі – 25 см, напування – 3 см.

Тривалість досліду становила 10 діб. Одночасно перетравність різними способами визначали у групі піддослідних курчат.

Фізіологічний дослід складався з підготовчого та основного періодів. У підготовчий період досліду, тривалістю 5 діб, птицю привчали до споживання досліджуваного корму та нових умов утримання, встановлювали рівень споживання корму.

Перетравність сирого протеїну виявилася порівняно високою та становила 95%.

Причому розбіжність між показниками, отриманими за визначення перетравності прямим методом і методом інертних речовин, була мінімальною, менше 1%.

Така сама картина спостерігалася за перетравністю сирого жиру, показник був у межах 85%. Розбіжність між двома методами виявилася мінімальною – 0,5%.

Перетравність структурних вуглеводів була не високою, що є характерним, передусім, для молодняку птиці.

Загальна енергетична цінність високопротеїнового соняшникового концентрату для курчат-бройлерів є на рівні 11,624-13,968 МДж/кг.

Ключові слова: енергетична поживність, годівля, технологія, перетравність поживних речовин, високоротеїновий соняшниковий концентрат, курчата бройлери

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор М. Ю. Сичов



Актуальність. Споживання білків з високою біологічною цінністю має однаково важливе значення як для людини, так і для тварин. Враховуючи, що витрати на корми становлять близько 60-70% собівартості продукції птахівництва (Thirumalaisamy, 2019). Важливими чинниками підвищення конкурентоспроможності виробництва є здешевлення кормів, а, особливо високопротеїнових компонентів. Як альтернативу соєвим продуктам, значна частина виробників в якості білкової складової використовують більш дешевий продукт – соняшниковий шрот. За прогнозом, у 2024/2025 маркетинговому році (МР) в Україні виробництво соняшникового шроту становитиме 5,9 млн т, а експорт прогнозується на рівні 4,5 млн т, що порівняно з 2023/2024 МР менше, відповідно, на 165 тис. т і 200 тис. т (USDA, 2024). Заміна до 50% соєвого шроту соняшниковим дозволяє без зниження продуктивності підвищити рентабельність виробництва продукції птахівництва (Mbukwane et al., 2022). Однак залишки олійного виробництва мають ряд обмежень для використання в годівлі моногастричних тварин, найважливіший – високий вміст клітковини, що значно знижує перетравність цих продуктів і раціону загалом (Karkelanov et al., 2021). Сучасні технології додаткової обробки відходів олійного виробництва дозволяють виробляти високопротеїнові соняшникові концентрати, які за протеїновою цінністю та вмістом структурних вуглеводів значно відрізняються від вихідної сировини і містять до 44% протеїну та 4-6% сирі клітковини. Їх використання дозволяє повністю замінити соєві продукти (Gavilej et al., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вчені вивчали ефективність використання мікронізованого очищеного повітрям соняшникового шроту (СП 42%) у раціонах індиків. Повідомляється, що використання такого шроту обумовило збільшення маси грудних і стегнових м'язів. Такі м'язи мали нижчу концентрацію холестерину та вищий уміст фосфоліпідів за одночасного зниження виробничих витрат (Laudadio et al., 2014b).

Цими ж авторами проводилося дослідження на курках-несучках у віці 20 тижнів. У дослідженні використовували повітряно-очищений соняшниковий шрот (СП 41%). Вказується, що заміна соєвого шроту на очищений соняшниковий шрот не вплинула на яєчну продуктивність, але привела до отримання більшої кількості яєць середнього розміру (Laudadio et al., 2014a).

Chobanova (2019) у своїх дослідженнях провела оцінку впливу високопротеїнового соняшникового шроту на показники росту курчат-бройлерів. Встановлено, що використання 10 і 15% такого шроту збільшує споживання корму птицею відповідно на 2,7 та 4,2% та призводить до зниження живої маси птиці наприкінці вирощування.

Відзначається, що використання високопротеїнового соняшникового шроту (СП 48,7%) у годівлі курчат-бройлерів призвело до зниження живої маси під час вирощування (Karkelanov et al., 2020).

Група авторів повідомляє, що повна заміна соєвого шроту на високопротеїновий соняшниковий шрот призвела до зниження маси патраної тушки курчат-бройлерів (Penchev et al., 2022).

Згідно з дослідженнями, проведеними на курчат-бройлерах з використанням високопротеїнового соняшникового шроту (СП 45,4%), рекомендований рівень введення шроту становить 10% у стартовий період, до 20% – у ростовий та до 23% – у фінішний період (Gerzilov and Petrov, 2022).

Вчені стверджують, що протеїновий соняшниковий концентрат може використовуватися у раціонах для курчат-бройлерів і замінювати до 70% соєвого шроту та макухи за умови додаткового введення синтетичного лізину. Автори публікації вказують, що за використання протеїнового соняшникового концентрату в бройлерів була висока збереженість поголів'я (98%), відбулося збільшення живої маси птиці на 20,3% та покращення конверсії корму на 15,3%, між тим, вихід патраної тушки збільшився на 5,5% (Gavilej et al., 2020).

S. M. Waititu et al. (2018) стверджують, що високий вміст нефітатного фосфору та низький загальний вміст некрохмалистих полісахаридів роблять привабливим альтернативним джерелом білка соняшниковий білковий концентрат для раціонів бройлерів.

Мета роботи – дослідити фактичну енергетичну поживність і перетравність поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату в годівлі курчат-бройлерів.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили у науково-дослідній лабораторії "Кормових добавок" і ННВЛ "Живлення тварин та якості кормів" кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України на курчатах-бройлерах кросу "Кобб-500".

Усі експериментальні дослідження проведено згідно сучасних методологічних підходів і з дотриманням відповідних вимог і стандартів, зокрема відповідають вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2005. Утримання тварин і всі маніпуляції здійснювали відповідно до положень Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах (European convention, 1986; Наказ №249, 2012).

Перетравність поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату проводили простим способом, у двох модифікаціях: прямим методом і методом інертних речовин. Як інертну речовину використовували природний компонент кормів рослинного походження – лігнін.

Визначення перетравності у птиці проведено на 12 бройлерах віком 32-42 доби (табл. 1). Курчат утримували в індивідуальних клітках. Площа на одну голову становила 0,2 м², фронт годівлі – 25 см, напування – 3 см.

Дослід тривав 10 діб. Одночасно перетравність різними способами визначали у групі піддослідних курчат.

Фізіологічний дослід складався з підготовчого й основного періодів. У підготовчий період дослід (тривалістю 5 діб птицю) привчали до споживання досліджуваного корму та нових умов утримання, встановлювали рівень споживання корму.

За прямого способу визначення перетравності, в обліковий період вели ретельний облік спожитого кожною птицею корму, його решток, а також виділеного посліду. Послід збирали від кожної птиці окремо у відповідну місткість, зважували та зразки зберігали у скляних банках, консервуючи їх розчином соляної кислоти. Щодня відбирали зразки спожитих кормів і з'їдів у банки, що зберігались у холодильнику. Коефіцієнти перетравності сирих протеїну, жиру, клітковини, БЕР та нейтрально-детергентної й кислотнo-детергентної клітковини розраховували за формулою:

$$КП = \frac{ППР}{ПРкорму} \times 100 \quad (1)$$

де КП – коефіцієнт перетравності, %; ППР – перетравна поживна речовина корму, г; ПРкорму – вміст поживної речовини в спожитому кормі, г.

За визначення перетравності високопротеїнового соняшникового концентрату методом інертних речовин, точне зважування спожитого корму і виділеного посліду не проводилося. Застосовуючи індикаторні речовини, можна уникнути необхідності проведення кількісного обліку виділеного калу та спожитих кормів. У наших дослідженнях ми використовували внутрішній індикатор кормів рослинного походження – лігнін. Коефіцієнт перетравності за одним індикатором визначається за формулою:

$$КП = \left(1 - \frac{ІРкорму \times ПРкалу}{ІРкалу \times ПРкорму}\right) \times 100, \quad (2)$$

де КП – коефіцієнт перетравності, %; ІРкорму – вміст інертної речовини в кормі, %; ПРкалу – вміст поживної речовини в калі, %; ІРкалу – вміст інертної речовини в калі, %; ПРкорму – вміст поживних речовин у кормі, %.

1. Схема фізіологічного дослідіу із визначення перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату в курчат-бройлерів

Метод визначення перетравності	Період дослідіу	Тривалість, діб	Годівля	Вік, діб
Прямий	підготовчий	5	високопротеїновий соняшниковий концентрат	32-37
	обліковий	5	високопротеїновий соняшниковий концентрат	38-42
Інертних речовин	підготовчий	5	високопротеїновий соняшниковий концентрат	32-37
	обліковий	5	високопротеїновий соняшниковий концентрат	38-42

Визначення хімічного складу комбікормів проводили методом Венде. Лабораторні аналізи корму та посліду проводили відповідно до чинних методологій, що відповідали *Commission Regulation (EC) No 152/2009 (2009)*, що встановлює методи відбору проб і лабораторних досліджень для офіційного контролю кормів.

Енергетичну поживність високопротеїнового соняшникового концентрату розраховували у Дж обмінної енергії, за даними вмісту перетравних протеїну, жиру, клітковини та (БЕР), визначеними у досліді. Для цього було використано наступні способи:

1. Прямий спосіб:

$$OE_{\text{прямий}} = VE_{\text{корму}} - VE_{\text{посліду}} \quad (3)$$

де, $VE_{\text{корму}}$ – валова енергія корму, $VE_{\text{посліду}}$ – валова енергія посліду.

2. Рівняння регресії (класичний):

$$OE_{\text{класичний}} = 17,84 \text{ пП} + 39,78 \text{ пЖ} + 17,71 \text{ пК} + 17,71 \text{ пБЕР} \quad (4)$$

де пП – перетравний протеїн, г пЖ – перетравний жир, г пК – перетравна клітковина, г пБЕР – перетравні безазотисті екстрактивні речовини, г.

3. За сумою перетравних поживних речовин:

$$OE_{\text{СППР}} = \text{СППР} * K * 0,96 \quad (5)$$

де СППР – сума (г) перетравних поживних речовин (протеїн, жир *2,25, клітковина і БЕР), K – коефіцієнт, який дорівнює 18,43 кДж на кожний грам СППР; 0,96 – співвідношення між перетравною та обмінною енергією.

Біометричну обробку даних, отриманих під час дослідження, проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel 2013 з використанням вбудованих статистичних функцій. Відмінності між групами птиці обчислювали за допомогою Т-тесту. Для дослідження були використані такі рівні значущості: $P < 0,05$, $P < 0,01$ і $P < 0,001$.

Результати досліджень та їх обговорення. Коефіцієнти перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату наведені у таблиці 2.

Перетравність сирого протеїну була досить високою та становила 95%, причому розбіжність між показниками, отриманими за визначення перетравності прямим методом і методом інертних речовин були мінімальними, меншими

1%. Таку ж картину спостерігали за перетравністю сирого жиру, показник був у межах 85%. Розбіжність між двома методами була мінімальною – 0,5%. Перетравність структурних вуглеводів була не високою, що є характерним для птиці, особливо молодняку.

Перетравність сирій клітковини коливалася від 13 до 15%, причому відмічалася дещо вища різниця між визначеннями прямим і методом інертних речовин – близько 3%. Досить високий коефіцієнт перетравності нейтрально-детергентної клітковини – 65-66% і низька перетравність кислотно-детергентної клітковини – 5-8%, свідчать, що геміцелюлози високопротеїнового соняшникового концентрату перетравлювалися досить добре. Якщо порівняти різницю між КДК та НДК, то перетравність пентозанів і гексозанів становить 57-61%. Отже, низька перетравність структурних вуглеводів обумовлювалась низьким показником перетравності лігнін-целюлозного комплексу. Слід відмітити, що різниця за перетравністю нейтрально-детергентної клітковини, визначеної двома методами, була мінімальною – менше 1%. Різниця за перетравністю сирій клітковини та кислотно-детергентної клітковини, визначених різними методами, була вищою, відповідно 2,7 та 2,9%.

Загалом, перетравність органічної речовини була досить типовою для корму рослинного походження – 76-77%.

Якщо порівняти перетравність поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату із показниками, отриманими іншими дослідниками, то можна відмітити значну різницю. Так, за даними вітчизняних учених, коефіцієнти перетравності соняшникового шроту становлять: сирого протеїну – 77%, сирого жиру – 84, сирій клітковини – 6 та БЕР – 19% (Ібатулін, 2015). Перетравність сирого протеїну, отримана у наших дослідженнях була вищою на 22%, сирого жиру – аналогічною, сирій клітковини – вищою на 7-9% і БЕР – на 53%. Така значна різниця, очевидно, обумовлена особливостями технологічного процесу екстракції жиру із соняшнику та очищення сировини від лушпиння за отримання високопротеїнового соняшникового концентрату. За низькотемпературної екстракції не проходять процеси глибокої денатурації білка, а очищення сировини знижує рівень структурних вуглеводів, у результаті чого зростає перетравність поживних речовин.

Для розрахунку загальної енергетичної поживності високопротеїнового соняшникового концентрату був використаний хімічний склад і коефіцієнти перетравності, визначені у наших дослідженнях. Був розрахований вміст перетравних поживних речовин у дослідженому кормі та за цими показниками, різними методами, розрахована загальна енергетична поживність для курчат-бройлерів (табл. 3).

Енергетична поживність, розрахована за різницею між енергетичною цінністю раціону та посліду (прямий метод), складала 1,297-1,397 МДж/100 г. Різниця між розрахунками на основі перетравності, отриманої прямим і методом інертних речовин становила 7,7%.

Енергетична цінність високопротеїнового соняшникового концентрату, розрахована за рівнянням регресії (класичний спосіб), складала 1,168-1,180 МДж/100 г. Різниця між різними методами визначення перетравності була не

2. Перетравність поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату в курчат-бройлерів, % ($M \pm m$, $n=12$)

Показник	Значення	
	прямий метод	метод інертних речовин
Сирий протеїн	95,1±0,26	95,2±0,24
Сирий жир	83,5±0,53	84,0±0,55
Сира клітковина	12,6±0,44	15,3±0,76
БЕР	71,3±1,77	72,2±1,56
Органічна речовина	76,2±0,87	77,0±0,81
НДК	64,7±0,41	65,8±0,47
КДК	4,8±0,88	7,7±1,00

3. Загальна енергетична поживність високопротеїнового соняшникового концентрату для курчат-бройлерів МДж/кг ($M \pm m$, $n=12$)

Показник	Значення	
	прямий метод	метод інертних речовин
ОЕ _{прямий}	12,968±0,1398	13,968±0,1398
ОЕ _{класичний}	11,681±0,1316	11,795±0,1220
ОЕ _{СППР}	11,624±0,1314	11,737±0,1217

високою – у межах 1%. Проте, порівняно з розрахунком енергетичної поживності прямим методом отримано дещо нижчий показник – на 9,2-9,8%.

Найменша різниця у енергетичній поживності, за порівняння різних методів визначення перетравності, отримана за розрахунку за сумою перетравних поживних речовин (СППР) – 0,6%. Показник, розрахований цим методом, був нижчим від отриманого прямим способом на 9,7-10,2%.

ВИСНОВКИ

- Встановлено коефіцієнти перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату для курчат-бройлерів прямим методом: сирий протеїн – 95,1%; сирий жир – 83,5%; сира клітковина – 12,6%; безазотисті екстрактивні речовини – 71,3%; органічна речовина – 76,2%; нейтрально-детергентна клітковина – 64,7%; кислотно-детергентна клітковина – 4,8%.
- Досліджено коефіцієнти перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату для курчат-бройлерів методом інертних речовин: сирий протеїн – 95,2%; сирий жир – 84,0%; сира клітковина – 15,3%; безазотисті екстрактивні речовини – 72,2%; органічна речовина – 77,0%; нейтрально-детергентна клітковина – 65,8%; кислотно-детергентна клітковина – 7,7%.
- Загальна енергетична цінність високопротеїнового соняшникового концентрату для курчат-бройлерів становить 11,624-13,968 МДж/кг.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні енергетичної поживності та перетравності поживних речовин високопротеїнового соняшникового концентрату в годівлі курок-несучок. ■

V. V. SHKARBAN, candidate of the degree Doctor of Philosophy,
M. Yu. SYCHOV, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv
E-mail: sychov@ukr.net

DOI: <https://dx.doi.org/10.31548/poultry2024.07-08.003>

Energy nutrition and nutrient digestibility of high-protein sunflower concentrate in feeding broiler chickens

Abstract. The studies were conducted on broiler chickens of the cross "Kobb-500" in the research laboratory of "Feed Additives" and "Animal Nutrition and Feed Quality" of the Department of Animal Nutrition and Feed Technology named after P. D. Pshenychny National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine. The aim of the study was to investigate the actual energy content and nutrient digestibility of high-protein sunflower concentrate in feeding broiler chickens. The digestibility of nutrients in high-protein sunflower concentrate was carried out in a simple way, with two modifications: by the direct method and by the method of inert substances. Lignin, a natural component of plant-based feeds, was used as an inert substance.

The determination of digestibility in broiler chickens was carried out on 12 broilers aged 32-42 days. The chickens were kept in individual cages. The area per head was 0.2 m², the feeding front was 25 cm, and the watering was 3 cm. The experiment lasted 10 days. During this time, various methods were used to determine digestibility in a group of experimental chickens. The physiological experiment consisted of preparatory and primary periods. During the preparatory period, which lasted 5 days, the bird was accustomed to consuming the studied feed and new conditions of detention, and the level of feed consumption was established. The digestibility of crude protein was relatively high, at 95%. Moreover, the discrepancy between the indicators obtained for determining digestibility by the direct method and the method of inert substances was minimal, less than 1%. The same picture was observed for the digestibility of crude fat; the indicator was within 85%. The discrepancy between the two methods was minimal – 0.5%. The digestibility of structural carbohydrates was low, which is typical for poultry, especially young birds. The total energy value of high-protein sunflower concentrate for broiler chickens is 11.624-13.968 MJ/kg.

Key words: energy nutrition, feeding, technology, nutrient digestibility, high-protein sunflower

Література

Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / під ред. І. І. Ібатулліна. Житомир: ПП "Рута", 2015. 422 с.
Наказ №249 від 01.03.2012 "Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах".
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>. (Дата звернення: 10.04.2024).

- Chobanova S.** Effects of compound poultry feed with different content of high-protein sunflower meal on growth performance of broiler chickens. *Bulgarian Journal Agricultural Science*. 2019. Vol. 25 (Suppl. 3). P. 91-94.
- Commission Regulation (EC)** No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed (Text with EEA relevance). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009R0152&qid=1725000459537>.
- European convention** for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). URL: <https://rm.coe.int/168007a67b>.
- Gavilej O. V., Pankova S. M., Katerynych O. O., Poliakova L.** Replacement of soybean meal with sunflower one in the diet of broiler chickens and its influence on their growth and development. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98(12). P. 32-40. doi:10.31073/agrovisnyk202012-05.
- Gerzilov V., Petrov P. B.** Effects of partial substitution of soybean meal with high protein sunflower meal in broiler diets. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 28(1). P. 151-157.
- ISO/IEC 17025:2005.** (2006). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50873.
- Karkelanov N., Chobanova S., Whiting, I., Dimitrova K. Rose S. Pirgozliev V.** Pelletizing increases the metabolizable energy of de-hulled sunflower seed meal for broilers. *South African Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 51. P. 290-295.
- Kyrkelanov N., Chobanova S., Atanasoff A.** Investigation of possible use of compound feeds with different level of high-protein sunflower meal in broiler chickens nutrition. *Bulgarian Journal Agricultural Science*. 2020. Vol. 26. P. 121-125.
- Laudadio V., Ceci E., Nahashon S., Introna M., Lastella N. M. B., Tufarelli V.** Influence of substituting dietary soybean for air-classified sunflower (*helianthus annuus L.*) meal on egg production and steroid hormones in early-phase laying hens. *Reproduction in Domestic Animals*. 2013. 49(1), 158-163. doi: 10.1111/rda.12245.
- Laudadio V., Introna M., Lastella N. M. B., Tufarelli, V.** Feeding of low-fibre sunflower (*helianthus annuus L.*) meal as substitute of soybean meal in turkey rations: Effects on growth performance and meat quality. *The Journal of Poultry Science*. 2014b. Vol. 51(2). P. 185-190. doi: 10.2141/jpsa.0130132.
- Mbukwane M. J., Nkukwana T. T., Plumstead P.W., Snyman N.** Sunflower Meal Inclusion Rate and the Effect of Exogenous Enzymes on Growth Performance of Broiler Chickens. *Animals*. 2022. Vol. 12, 253. doi: 10.3390/ani12030253.
- Penchev I. G., Chobanova S., Karkelanov N.** Effect of different levels of high-protein sunflower meal in compound feeds on broiler's carcass characteristics and meat quality. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. 28(2). P. 343-348.
- Thirumalaisamy G., Muralidharan J., Senthilkumar S., Hema Sayee R., Priyadharsini M.** Cost-effective feeding of poultry. *International journal of Environmental Science and Technology*. 2019. Vol. 5. №6. P. 3997-4005.
- USDA:** Україна залишиться найбільшим світовим експортером соняшникової олії. 2024. AgroPortal: офіц. сайт. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/usda-ukrajina-zalishitsya-naybilshim-svitovim-eksporterom-sonyashnikovoji-oliji> (Дата звернення: 16.05.2024).
- Waititu S. M., Sanjayan N., Hossain M. M., Leterme P., Nyachoti C. M.** Improvement of the nutritional value of high-protein sunflower meal for broiler chickens using multi-enzyme mixtures. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97(4), P. 1245-1252. doi:10.3382/ps/pex418.

References

- Ibatullin, I. I. (Ed.)** (2015). *Praktykum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn: navchalnyi posibnyk* [Workshop on feeding farm animals: a study guide]. Zhytomyr: PP "Ruta", 422. [in Ukrainian].
- Law of Ukraine No 249** "On the Procedure for Carrying out Experiments and Experiments on Animals by Scientific Institutions". (2012, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>. [in Ukrainian].
- Chobanova, S.** (2019). Effects of compound poultry feed with different content of high-protein sunflower meal on growth performance of broiler chickens. *Bulgarian Journal Agricultural Science*, 25(3), 91-94. [in English].
- Commission Regulation (EC)** No. 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed (Text with EEA relevance). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009R0152&qid=1725000459537>. [in English].
- European convention** for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Retrieved from <https://rm.coe.int/168007a67b>. [in English].
- Gavilej, O. V., Pankova, S. M., Katerynych, O. O., & Poliakova, L.** (2020). Replacement of soybean meal with sunflower one in the diet of broiler chickens and its influence on their growth and development. *Visnyk agrarnoi nauky*, 98(12), 32-40. doi: 10.31073/agrovisnyk202012-05. [in English].
- Gerzilov, V., & Petrov, P. B.** (2022). Effects of partial substitution of soybean meal with high protein sunflower meal in broiler diets. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(1), 151-157. [in English].
- ISO/IEC 17025:2005.** (2006). General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50873. [in English].
- Karkelanov, N., Chobanova, S., Whiting, I., Dimitrova, K., Rose, S., & Pirgozliev, V.** (2021). Pelletizing increases the metabolizable energy of de-hulled sunflower seed meal for broilers. *South African journal of Animal Science*, 51, 290-295. [in English].
- Kyrkelanov, N., Chobanova, S., & Atanasoff, A.** (2020). Investigation of possible use of compound feeds with different level of high-protein sunflower meal in broiler chickens nutrition. *Bulgarian Journal Agricultural Science*, 26, 121-125. [in English].
- Laudadio, V., Ceci, E., Nahashon, S., Introna, M., Lastella, N. M. B., & Tufarelli, V.** (2014a). Influence of substituting dietary soybean for air-classified sunflower (*helianthus annuus L.*) meal on egg production and steroid hormones in early-phase laying hens. *Reproduction in Domestic Animals*, 49(1), 158-163. doi: 10.1111/rda.12245. [in English].
- Laudadio, V., Introna, M., Lastella, N. M. B., & Tufarelli, V.** (2014b). Feeding of low-fibre sunflower (*helianthus annuus L.*) meal as substitute of soybean meal in turkey rations: Effects on growth performance and meat quality. *The Journal of Poultry Science*. doi: 10.2141/jpsa.0130132. [in English].
- Mbukwane, M. J., Nkukwana, T. T., Plumstead, P. W., & Snyman, N.** (2022). Sunflower Meal Inclusion Rate and the Effect of Exogenous Enzymes on Growth Performance of Broiler Chickens. *Animals*, 12, 253. doi: 10.3390/ani12030253. [in English].
- Penchev, I. G., Chobanova, S., & Karkelanov, N.** (2022). Effect of different levels of high-protein sunflower meal in compound feeds on broiler's carcass characteristics and meat quality. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(2), 343-348. [in English].
- Thirumalaisamy, G., Muralidharan, J., Senthilkumar, S., Hema Sayee R., & Priyadharsini, M.** (2019). Cost-effective feeding of poultry. *International journal of Environmental Science and Technology*, 5(6), 3997-4005. [in English].
- USDA.** (2024). Україна залишиться найбільшим світовим експортером соняшникової олії [USDA: Ukraine will remain the world's largest exporter of sunflower oil]. *Ofitsiynyi sait AgroPortal* [Official site AgroPortal]. Retrieved from <https://agroportal.ua/news/ukraina/usda-ukrajina-zalishitsya-naybilshim-svitovim-eksporterom-sonyashnikovoji-oliji> [in Ukrainian].
- Waititu, S. M., Sanjayan, N., Hossain, M. M., Leterme, P., & Nyachoti, C. M.** (2018). Improvement of the nutritional value of high-protein sunflower meal for broiler chickens using multi-enzyme mixtures. *Poultry Science*, 97(4), 1245-1252. doi: 10.3382/ps/pex418. [in English].