



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.  
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.  
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519-2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9501

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 636.084.52:636.5

## Influence of alimentary factors on the absorption of feed nutrients and poultry productivity

B. Ya. Kyryliv<sup>1</sup>, A. V. Hunchak<sup>1</sup>, I. B. Ratych<sup>1</sup>, B. V. Gutyj<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology NAAS, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 06.04.2021

Received in revised form

10.05.2021

Accepted 11.05.2021

**Kyryliv, B. Ya., Hunchak, A. V., Ratych, I. B., & Gutyj, B. V. (2021). Influence of alimentary factors on the absorption of feed nutrients and poultry productivity. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 23(95), 3–14. doi: 10.32718/nvlvet-a9501**

Institute of Animal Biology NAAS,  
V. Stus Str., 38, Lviv,  
79034, Ukraine.  
Tel: +38-098-266-52-53  
E-mail: a.gunchak@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.

The article is a summary of the literature on the main aspects of the modern bird feeding system. Theoretical aspects and results of experimental research of scientists on the substantiation of parameters of protein and amino acid nutrition are given, which is an important factor that, under appropriate conditions can significantly guarantee the realization of the genetic potential of corresponding breeds and crosses of poultry. It is shown that an important aspect of protein nutrition is the ratio of feed amino acids. Their negative interaction can be caused by a deficiency of one or more amino acids, an imbalance between them, antagonism, and toxicity. This is accompanied by effects on various physiological and biochemical processes, significantly affects appetite, intestinal absorption, renal reabsorption and transport of amino acids, their catabolism, rate of protein decomposition, synthesis, and formation of toxic metabolic products. The data show that the required level of energy for the bird's body is provided by carbohydrates (mainly of plant origin) and lipids (fat supplements of various origins). It is noted that lipids promote the absorption, transport, and deposition of fat-soluble vitamins. The effectiveness of using fat supplements as energy depends on their source. At the same time, among the indispensable nutrients that have a significant impact on growth intensity, reproductive quality, poultry productivity, and biological value of products, an important role is played by macro- and micronutrients. Many researchers emphasize that along with the use of traditional feeds in poultry feeding, the possibilities of non-traditional cereals rich in protein and lipids are not fully used. A limiting factor in their use is the presence in their composition of anti-nutrients contained in many feeds. Once in the digestive tract of animals, they negatively affect the absorption of feed nutrients. In most cases, the consumption of such feed by animals is manifested in growth retardation, increased feed consumption, hormonal effects, and, less frequently, in the dysfunction of certain organs.

**Key words:** poultry, proteins, fats, carbohydrates, micro- and macronutrients, amino acids, vitamins, anti-nutrients.

## Вплив аліментарних чинників на засвоєння поживних речовин корму та продуктивність птиці

Б. Я. Кирилів<sup>1</sup>, А. В. Гунчак<sup>1</sup>, І. Б. Ратич<sup>1</sup>, Б. В. Гутий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Стаття є узагальненням даних літератури про основні аспекти сучасної системи живлення птиці. Наведені теоретичні аспекти та результати експериментальних досліджень вчених з обґрунтування параметрів протеїнового і амінокислотного живлення, що є вагомим чинником, який, за відповідних умов значною мірою може гарантувати реалізацію генетичного потенціалу відпо-

відних порід і кросів сільськогосподарської птиці. Показано, що важливим аспектом протеїнового живлення є співвідношення амінокислот корму. Негативна їхня взаємодія може бути викликана дефіцитом однієї або декількох амінокислот, незбалансованістю між ними, антагонізмом і токсичністю. Це супроводжується впливом на перебіг різних фізіолого-біохімічних процесів, суттєво впливає на апетит, кишкову абсорбцію, ниркову реабсорбцію і транспорт амінокислот, їх катаболізм, швидкість розкладання протеїнів, синтез та утворення токсичних продуктів метаболізму. Наведені дані про те, що необхідний рівень енергії для організму птиці забезпечується за рахунок вуглеводів (в основному рослинного походження) та ліпідів (жирові добавки різного походження). При цьому відзначено, що ліпіди сприяють всмоктуванню, транспортуванню та депонуванню жиророзчинних вітамінів. Ефективність використання жиркових добавок як енергії залежить від їх джерела. Водночас серед незамінних чинників живлення, що здійснюють суттєвий вплив на інтенсивність росту, репродуктивні якості, продуктивність птиці та біологічну цінність продукції, важлива роль відводиться макро- та мікроелементам. Чимало дослідників наголошують, що поряд з використанням традиційних кормових засобів в годівлі птиці можливості нетрадиційних зернових культур, багатих на протеїн та ліпіди – використовують не повністю. Обмежуючим чинником їх використання є наявність в їхньому складі антипоживних речовин, що містяться у багатьох кормах. Потрапляючи у травний канал тварин вони негативно впливають на засвоєння поживних речовин корму. У більшості випадків споживання тваринами таких кормів проявляється у затримці росту, підвищенні витрат кормів, гормональних впливах та рідше – у порушенні функцій окремих органів.

**Ключові слова:** птиця, протеїни, жири, вуглеводи, мікро- та макроелементи, амінокислоти, вітаміни, антипоживні речовини.

## Вступ

Ефективність галузі птахівництва залежить від багатьох чинників. Зокрема – від виду птиці та генетичного потенціалу відповідних порід і кросів, дотримання ветеринарно-профілактичних вимог певної технології утримання, параметрів мікроклімату, типу годівлі та її повноцінності. При цьому в отриманні максимальної продуктивності птиці саме годівлі належить надважлива роль.

В основу сучасної системи живлення птиці покладено балансування раціонів за вмістом основних поживних (протеїнів, жирів, вуглеводів) та біологічно-активних (мікро- та макроелементів, вітамінів, амінокислот) речовин (Dychakovska, 2011; Balanchuk, 2014) з обов'язковим урахуванням віку птиці, її фізіологічного стану та напряду продуктивності (Balukh, 2012).

Білки або протеїни, що в перекладі з грецької означає “перші” або “найважливіші”, кількісно переважають над всіма іншими макромолекулами, присутніми в живій клітині і становлять близько половини сухої маси більшості організмів. У клітині наявні тисячі різновидів протеїнів і кожний із них виконує специфічну функцію, яка визначається певним геном. Отже, протеїни – це не тільки найчисленніші, а й виключно різноманітні за своїми функціями макромолекули (Balukh, 2012; Balanchuk, 2014). У тілі птиці на частку протеїнів припадає 18–22 % маси, а в сухій речовині продуктів птахівництва (м'ясо, яйце, перо) – 50–90 %. Перетворення протеїнів корму в протеїн тіла та яєчної продукції у курей складає 16,5–17,3 % (Biriukova & Tatarukh, 2011).

Оскільки білки тканин, що інтенсивно беруть участь в обміні речовин, складаються із ензимних протеїнів, перша умова для синтезу достатньої кількості ензимів полягає в достатньому забезпеченні тварин високоякісним протеїном (Lemme et al., 2004; Sterling et al., 2005; Jiang et al., 2005).

## Результати та їх обговорення

Синтез тканинних протеїнів організму птиці перебуває у прямій залежності від кількості та якості протеїну, що поступає з кормом. Протеїни корму є основним джерелом амінокислот, що використовуються

для утворення протеїнів тканин і яєць (Lemesheva, 2013), а їх вміст у раціонах має вирішальне значення в забезпеченні птиці пластичним матеріалом, необхідним для нормального протеїнового синтезу (Ionov et al., 2011).

Незбалансованість амінокислотного складу раціону призводить до значних перевитрат сировини та зниження продуктивності птиці (Dean et al., 2006; Nishchemenko et al., 2014). Водночас, зважаючи на те, що протеїни організму характеризуються властивим лише кожному із них амінокислотним складом, з кормами повинні надходити певні амінокислоти в необхідному співвідношенні (Dean et al., 2006).

При цьому вміст і співвідношення незамінних амінокислот (лізину, метіоніну, триптофану, треоніну, аргініну, лейцину, ізолейцину, фенілаланіну, цистину), які птицею не синтезуються, є визначальним для синтезу протеїнів в організмі птиці. Однак дефіцитними або критично важливими в сучасних раціонах, за даними різних авторів, називають три: лізин, метіонін і треонін або ще – цистин, триптофан і аргінін (Podobed et al., 2006). Варто враховувати, що в кормах тваринного походження незамінних амінокислот більше, ніж у рослинних. Нестача, відсутність або дисбаланс незамінних амінокислот в раціонах птиці супроводжується погіршенням використання протеїну, порушенням обмінних процесів та зниженням продуктивності (Sychoy, 2014; 2015). Швидкість всмоктування амінокислот залежить від наявності метаболічних інгібіторів, вітамінної забезпеченості, віку, стану здоров'я та інтенсивності поглинання пептидів у кишечнику.

Доведено, що біологічна доступність амінокислот із кукурудзи складає 97–99 %, пшениці – 91–98 %, високопротеїнового вівса – 91–97 %, звичайного вівса – 70–90 %, ячменю – 75–88 %, соєвого борошна – 91–93 %. За умови згодовування комбікормів із пониженим рівнем протеїну, знижується швидкість засвоєння амінокислот, а з підвищеним вмістом протеїну – навпаки, підвищується (Sknar, 2012; Sychoy, 2015).

Взаємодія амінокислот корму є важливим аспектом протеїнового живлення (Sychoy, 2014). Негативна взаємодія може бути викликана дефіцитом однієї або декількох амінокислот, незбалансованістю між ними, антагонізмом і токсичністю. Це супроводжується впливом на перебіг різних фізіолого-біохімічних про-

цесів, суттєво впливає на апетит, кишкову абсорбцію, ниркову реабсорбцію і транспорт амінокислот, їх катаболізм, швидкість розкладання протеїнів, синтез та утворення токсичних продуктів метаболізму (Skopichev et al., 2003; Sychov, 2015; Faitarone et al., 2016). У досліджах на птиці встановлено антагонізм між треоніном і триптофаном, тирозином і треоніном, метіоніном і триптофаном, метіоніном і гліцином, метіоніном і аргініном, аргініном і гліцином (Kyryliv et al., 2002; Mejia et al., 2011).

У раціонах для птиці основним джерелом незамінних амінокислот в основному є корми тваринного походження. Це насамперед м'ясо-кісткове та рибне борошно. Такі складники є дороговартісними і тому їх стараються частково замінити додаванням інших нетрадиційних складових або синтетичними амінокислотами. Деякі дослідники вважають, що протеїн кормів тваринного походження можна повністю замінити за рахунок протеїну рослинних кормів, а також 20 % протеїнових кормів рослинного походження – шляхом додавання синтетичних амінокислот без негативного впливу на продуктивність (Domingues et al., 2012). Низка інших повідомлень вказують на те, що заміна кормів тваринного походження рослинними без додавання синтетичних амінокислот призводить до зниження продуктивності (Valizadeh et al., 2014).

Потреба в амінокислотах завжди змінюється залежно від рівня згодовуваного протеїну. Відносно співвідношення різних амінокислот в раціоні є важливішим за сумарний вміст протеїну. Зокрема, за умови підвищення рівня протеїну необхідний відносний вміст якоїсь з амінокислот, наприклад лізину, рівень якого знижується (Podobed et al., 2006). Амінокислоти характеризуються індивідуальними специфічними властивостями, які залежать від багатьох чинників (Adeola & Cowieson, 2011).

Лізин використовується для синтезу всіх тканинних протеїнів, ензимів та гормонів і вважається першою лімітуючою амінокислотою для моногастричних тварин та птиці. За його нестачі знижується ріст і розвиток, м'ясна і яєчна продуктивність, підвищується витрата кормів та відхід у процесі вирощування і утримання внаслідок анемії, м'язової дистрофії та порушення розвитку скелета (Kocher et al., 2015).

Лізин самостійно або з іншими амінокислотами впливає на процеси абсорбції мінеральних речовин, зокрема Кальцію, Фосфору та Феруму, що визначається наявністю в цій амінокислоті Е-аміногрупи (Campestrini et al., 2010). Вона відіграє провідну роль у процесах глюконеогенезу на рівні мітохондрій, у перетворенні сукцинату в глюкозу через посередництво малату. Також виявлено стимулюючу дію лізину в процесі синтезу глюкози в тканині печінки за участю лактатдегідрогенази (Vieira & Angel, 2012).

Рівень лізину в раціоні впливає на розщеплення та засвоєння протеїнів рослинного походження, зокрема швидкість і ступінь вивільнення амінокислот із протеїну (Baker et al., 2002). Дослідженнями з використанням радіоактивної мітки встановлено, що лізин швидко проходить через тонкий кишечник, тому близько 50 % його не встигає всмоктатися і поступає просто в

товстий кишечник, де всмоктування цієї амінокислоти обмежене (Berres et al., 2010).

У процесі травлення і всмоктування існує взаємодія між компонентами, які поступають з кормом. Як регулюючі аліментарні чинники виступають речовини різноманітної природи, зокрема амінокислоти, мінеральні речовини, вітаміни, вуглеводи, жири та інші. Зокрема, встановлено, що низка нейтральних амінокислот – лейцин, метіонін, аланін проявляють стимулювальну дію на всмоктування лізину, а інші, такі як ізолейцин, триптофан, валін, пролін, цистин (Rocha et al., 2009; Cupertino et al., 2009) і деякі основні амінокислоти – аргінін і орнітин інгібують цей процес. Припускають, що стимулювальний ефект обумовлений наявністю обміну між лізином і нейтральними амінокислотами, інгібуючий – конкуренцією за транспортну систему (Corzo et al., 2009; Berres et al., 2010; Campos et al., 2012). У результаті цих досліджень було встановлено, що всі нейтральні амінокислоти, крім ізолейцину, є дис-інгібіторами і транс-стимуляторами транспорту лізину.

Щодо взаємовідносин амінокислот і цукрів у процесі резорбції, то є дані про взаємне інгібування цих груп речовин (Hale et al., 2004; Mejia et al., 2011; Duarte et al., 2013) і припущення про конкуренцію за джерело енергії під час транспорту (Egorov & Tarasov, 2012) або із підвищенням концентрації натрію з внутрішнього боку мембран (Zheinova, 2016). Іншими ж дослідниками інгібуючого впливу цукрів не виявлено або, навпаки, виявлено їх стимулювальний вплив (Ibatullin et al., 2013). Причиною таких протиріч можуть бути різні концентрації використаних в експериментах цукрів.

У літературі наводяться дані про стимулювальний вплив на абсорбцію лізину деяких антибіотиків та жирних кислот (Ibatullin et al., 2014; Barnard, 2015).

У молодняку птиці для росту пір'я існує висока потреба в сульфуровмісних амінокислотах, зокрема метіоніні, що є головним донором метильних груп і Сульфору та займає провідне місце у протеїновому обміні. Проте, за даними деяких дослідників, частину необхідного елемента для синтезу кератину пір'я можна забезпечити за рахунок сульфату натрію, що доказано в дослідженнях з використанням міченого Сульфору 35S. Дефіцит метіоніну в раціоні супроводжується зниженням швидкості (до 25 %) включення L-C-14 лізину в протеїни печінки, м'язової тканини, підшлункової залози, кишечнику і плазми крові, порівняно зі збалансованим амінокислотним живленням. Поряд з цим спостерігається зниження відносного вмісту альбумінів у сироватці крові на 18 %, у печінці на 14 % і в м'язовій тканині на 11–12 % порівняно з контролем (Ratych, 1999; Lisna, 2004).

Численними дослідженнями встановлено позитивний вплив метіоніну на продуктивність, ефективність використання корму, покращення оперення та підвищення збереженості. Встановлено позитивну кореляцію між вмістом метіоніну в раціоні та вмістом у жовтку яєць, метіоніну, цистину, треоніну, валіну, лейцину, ізолейцину, аланіну і орнітину (Ratych, 1999; Goulart et al., 2011; Marchenkov, 2012). У літературі наводиться низка даних щодо існування тристорон-

нього зв'язку між метіоніном, холіном і неорганічним сульфатом та їхнім впливом на інтенсивність біосинтетичних процесів і продуктивність.

Метіонін впливає на функціональну здатність щитоподібної залози та детоксикаційну функцію печінки. При цьому характер впливу – дозозалежний: надлишок метіоніну може гальмувати ріст і синтезувальну активність залози, а нестача – призводить до зниження маси тіла курей і несучості та підвищення витрати кормів на одиницю продукції (Goulart et al., 2011). Дефіцит метіоніну в раціоні супроводжується зниженням включення  $^{14}\text{C}$  лізину в протеїни печінки, м'язової тканини, підшлункової залози, кишечнику і плазми крові птиці (Brumano et al., 2010). Додавання до раціону птиці лізину і метіоніну також сприяє накопиченню глікогену в печінці. Так, у курей, які споживали комбікорми із додатковим включенням у них тільки метіоніну, у період спадання несучості, вміст глікогену в печінці зростав на 32 %. За умови включення до раціону лізину та метіоніну рівень глікогену в печінці підвищувався на 57 % (Krzystanek et al., 2011).

Однією із важливих амінокислот, яка також підвищує ефективність використання поживних речовин корму, є триптофан (Rocha et al., 2009; Campestrini et al., 2010; Fouad, 2021). Його роль визначається участю в синтезі нікотинової кислоти, нікотинамиду, НАД, НАДФ та впливом на енергетичний та ліпідний обмін. Дефіцит триптофану особливо відчутний в кукурудзяно-соевих раціонах. Тому при його додаванні до таких раціонів спостерігається найвища ефективність (Liu et al., 2015; Zheanova, 2016). За нестачі триптофану в раціоні птиці пригнічується інтенсивність синтезу протеїнів та підвищуються окислювальні процеси, що призводить до зниження ефективності використання енергії (Kryvenok & Pchuk, 2015). З метою зменшення негативного впливу дефіциту триптофану рекомендується додавати кристалічний DL-триптофан, який нормалізує біосинтетичні процеси в організмі, підвищує продуктивність, якість м'яса та яєць за рахунок підвищення маси сухих речовин і оптимізації функцій між нагромадженням азотистих речовин та ліпідів (Rocha et al., 2009). Важливим чинником, який впливає на інтенсивність процесів травлення і засвоєння поживних та біологічно активних речовин, є рівень енергії в раціоні. Наприклад, наявні повідомлення про те, що дефіцит енергії в раціонах курей-несучок знижує інтенсивність яйцекладки, масу яєць, синтез протеїнів і ліпідів в організмі. При цьому збільшення рівня енергії в раціоні більшою мірою сприяє підвищенню маси яєць, ніж збільшення рівня протеїну (Krzystanek et al., 2011; Pavlichenko & Holubiev, 2011; Kryvenok & Pchuk, 2015; Kryvenko et al., 2017).

Використання комбікормів із раціональними рівнями обмінної енергії, однак з нижчою протеїновою (26 і 18 %) та амінокислотою (лізин – 1,31 і 0,90 %, метіонін+цистин – 0,95 і 0,65 %) поживністю, порівняно з контролем, знижує живу масу перепелят на 14,1 %, забійний вихід патрених тушок самок і самців на 2,0–2,6 % ( $P < 0,01$ – $0,001$ ) і масу їстівних частин на 17,7–19,4 %. Однак при цьому збільшуються витрати

корму для одержання 1 кг приросту живої маси на 38,2 %, зменшується вміст вільних амінокислот у плазмі крові, хімусі, а також протеїну в м'язовій тканині й печінці за одночасного зниження активності травних ензимів (King et al., 2013).

Необхідний рівень енергії забезпечується за рахунок вуглеводів та ліпідів. Джерелом вуглеводів в основному є корми рослинного походження, а ліпідів – жирові добавки різного походження. Ефективність використання жирових добавок як енергії залежить від їх джерела (Wecke & Liebert, 2013).

Використання жирів у годівлі птиці сприяє підвищенню поживної цінності кормів, а також спричиняє зниження швидкості проходження кормових мас через травний канал. Як наслідок – підвищується ступінь перетравності кормів (Sychoy, 2010; Kystsiv et al., 2016). Водночас доведено, що жири тваринного походження засвоюються гірше, порівняно з рослинними, в середньому на 20 %, а використання їх у суміші підвищує засвоєння на 10–15 %. Рівень ліпідів у раціоні впливає на кількість спожитого корму та швидкість його перетравлення і засвоєння. Використання наявної в ліпідах обмінної енергії тісно пов'язане з інтенсивністю всмоктування жирних кислот у травному тракті (Dozier et al., 2008).

Як жирові добавки до раціонів птиці використовують соєву, ріпакову, соняшникову, кукурудзяну, пальмову та інші рослинні олії. Вони характеризуються високим вмістом фосfolіпідів та ненасичених жирних кислот (Honda et al., 2009; Duarte et al., 2010).

Є повідомлення про те, що добавка до раціону жиру може бути лімітуючим чинником споживання кількості корму в курчат. У виведеного молодяку в травному каналі відсутня здатність всмоктувати жири. Така функціональна властивість у птиці розвивається в зв'язку з віком. Однак інтенсивність всмоктування залежить від походження і якості ліпідних добавок. Зокрема, жири з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (наприклад кукурудзяна олія) всмоктуються досить добре навіть курчатами 14-добового віку. Водночас яловичий жир в травному каналі курочок може всмоктуватись тільки після досягнення птицею 56–58-добового віку. Про це свідчать результати досліджень, що передбачали зниження рівня волового жиру в раціоні з 20 до 10 %. За таких умов інтенсивність всмоктування в організмі птиці значно підвищувалась (Oliveira et al., 2010).

Згідно з іншими даними літератури, ліпіди сприяють всмоктуванню, транспортуванню та депонуванню жиророзчинних вітамінів. Тобто, за умови нестачі жиру в раціоні знижується рівень поступлення та інтенсивність використання цих вітамінів птицею (Kyryliv et al., 2009; Kononenko, 2014).

Водночас згодовування птиці комбікормів із вмістом 18 % сирого жиру спричиняє зниження ліполітичної активності внутрішнього жиру (Usatiuk et al., 2010) та кишечнику (Kononenko, 2014). Показано, що за умови введення до раціону підвищеного рівня жиру інтенсифікується синтез протеїнів у грудних м'язах курей-несучок та скелетних м'язах курчат-бройлерів і гусей (Lopez & Leeson, 2008; Urdzik, 2008; 2013). Це обумовлено посиленням окисненням жирних кислот у

м'язах та інгібуючим впливом на катаболізм амінокислот.

Про вплив жирів на обмін амінокислот в організмі птиці свідчать дослідження активності амінотрансфераз. Так, за додавання до раціонів курей-несучок соняшникової олії та риб'ячого жиру встановлено підвищення активності АлАТ в печінці, скелетних м'язах, шкірі і слизовій оболонці дванадцятипалої кишки. Тобто, в досліджуваних органах і тканинах посилюється синтез аланіну шляхом переамінування амінокислот. Значення аланіну при цьому може полягати в активації глюкозо-аланінового циклу, що забезпечує синтез глюкози з аланіну, утвореного в скелетних м'язах і транспортованого кров'ю у печінку (Kutkina, 2006; Hunchak et al., 2010).

Використання у складі комбікорму для курей соняшникової чи ріпакової макухи достовірно підвищує у плазмі крові рівень таких амінокислот, як гліцин, валін, ізолейцин і фенілаланін, що свідчить про позитивний вплив вказаних годівельних чинників на амінокислотне забезпечення процесів синтезу тканинних протеїнів та протеїнових компонентів яйця (Kuziak & Yanovych, 2001).

Встановлено, що застосування рослинних жирів у годівлі сільськогосподарської птиці призводить до зменшення використання амінокислот у тканинній енергетиці, завдяки чому активується їхня участь в синтезі протеїнів печінки і м'язової тканини (Biletskyi & Artemenko, 2007).

Серед незамінних чинників живлення, що здійснюють суттєвий вплив на інтенсивність росту, репродуктивні якості, продуктивність птиці та біологічну цінність продукції, важлива роль відводиться мікроелементам. При цьому на особливу увагу заслуговують Цинк, Купрум і Манган.

Цинк є мікроелементом, функції якого в організмі дуже різноманітні. Як кофактор він входить до складу понад 300 металоензимів і відіграє важливу роль у багатьох метаболічних процесах, включаючи синтез протеїнів. Через здатність впливати на відтворювальну здатність організму його ще називають мікроелементом розмноження. За дефіциту Цинку в несучок зменшується яєчна продуктивність, витонщується шкаралупа яєць, знижується виводимість молодняку, в ембріонів виникають аномалії скелету (Biletskyi & Artemenko, 2007). За даними Фісініна В. І. та співавт. (2011) встановлена позитивна кореляція між кількістю Цинку в жовтку та заплідненістю яєць, виводом пташенят і виводимістю яєць (Fisinin et al., 2011).

Купрум необхідний для утворення еритроцитів, кісток, еластину, нормальної мієлінізації клітин головного і спинного мозку, максимальної імунної відповіді, нормальної пігментації пір'я. Введення в рослинний комбікорм 7,5 г/т Купруму підвищувало несучість індичок на 2,3 %, а також заплідненість яєць на 2,0 % та вивід пташенят на 1,1 % (Lemesheva & Jurchenko, 2015).

Цинк і Купрум вкрай необхідні для утворення структурного протеїну колагену. Нормальний розвиток хрящової тканини також залежить від Мангану. Він є більше необхіднішим елементом для птиці, ніж для ссавців. Активує багато ензимних процесів,

сприяє кровотворенню, проявляє антиоксидантні властивості, бере участь в утилізації жирів, протидіє дегенерації печінки, підвищує якість шкаралупи яєць, покращує стан ембріонів, впливає на дію вітамінів групи В, Е, С і мінеральних речовин – Феруму, Кальцію, Фосфору, поліпшує функціонування залоз внутрішньої секреції, сприяє збереженню репродуктивної функції. Встановлено, що зі зниженням вмісту Мангану в організмі підвищується процес окостеніння (Timofeeva, 2012; Ao & Pierce, 2013). Брак елементу призводить до зменшення синтезу інсуліну, зниження або втрати здатності до розмноження, анемії, порушення процесів кісткоутворення, тобто захворювання перозис. У дорослої птиці знижується несучість і виводимість курчат.

Поряд з використанням традиційних кормових засобів в годівлі птиці не повністю використовують можливості нетрадиційних зернових культур, багатих на протеїн та ліпіди. Це такі культури, як горох, кормові боби, сочевиця, безалкалоїдний люпин, ріпак, льон та інші. Обмежуючим чинником їх використання є наявність в їхньому складі антипоживних речовин (Ratyck et al., 2007; Timofeeva, 2012).

Антипоживні речовини містяться у багатьох кормах. Потрапляючи у травний канал тварин, вони негативно впливають на засвоєння поживних речовин корму. У більшості випадків споживання тваринами таких кормів, що містять певну кількість антипоживних речовин, проявляється у затримці росту, підвищенні витрат кормів, гормональних впливах та рідше – у порушенні функцій окремих органів (Obertiukh & Kulyk, 2002; Chabb, 2005; Abouelezz et al., 2012).

Утворення антипоживних речовин у рослинах є особливості механізмів обміну, одним зі способів збереження поживних речовин та захисту. За механізмами фізіологічної дії антипоживні речовини ділять на три групи: сполуки, що пригнічують процеси травлення і використання поживних речовин корму (інгібітори протеаз); сполуки, що знижують розчинність та використання мінеральних речовин (фітинова кислота, щавлева кислота), та сполуки, що інактивують певні вітаміни або збільшують потребу в них (антивітаміни А, Д, Е, К, В) (Akande et al., 2010).

Загальний вміст інгібіторів протеаз у зерні бобових коливається в межах 6–10 % від загальної кількості протеїну (Ratyck et al., 2007; Akande et al., 2010). Увагу вчених і практиків привернули інгібітори, які містяться в сої, оскільки ця культура займає особливе місце в годівлі птиці. Основна дія інгібіторів протеаз супроводжується впливом на розвиток підшлункової залози, що обумовлено надмірною секрецією ензимів з метою подолання впливу інгібіторів (Ratyck et al., 2005; Tufarelli et al., 2018).

Лектини – широко розповсюджені в рослинах, особливо у бобових. Їх ще називають фітогемаглютеїнами у зв'язку зі здатністю викликати аглютинацію еритроцитів. Вважають, що механізм токсичної дії лектинів полягає у їхній здатності зв'язувати ділянки специфічних рецепторів на поверхні клітин кишкового епітелію, що призводить до неспецифічного пригнічення процесів всмоктування поживних речовин у кишечнику і проявляється зниженням швидкості

ті перетравлення протеїну та всмоктування амінокислот (Ratych et al., 2005; Bak et al., 2012).

Деякі лектини імітують дію гормонів. Наприклад, лектин із зародків може імітувати дію інсуліну на жирові клітини, взаємодіючи з інсуліновим рецептором, чим і обумовлюється його інсуліноподібний вплив (Kohrle, 2000; Antoniuk, 2013). Багато різних лектинів взаємодіють з клітинами кишечника та ворсинками, змінюючи при цьому фізіологічний стан клітин, у результаті чого знижується їхня здатність до абсорбції поживних речовин у шлунково-кишковому тракці, що спричиняє зниження інтенсивності росту птиці (Allan, 2010; Antoniuk et al., 2013). Лектини зерна сої, залежно від їхньої концентрації, у травному каналі викликають численні тромбози в капілярах слизових, що призводить до зниження засвоєння поживних речовин і значного розладу функцій травлення (Kienle & Kiene, 2010).

Значну шкоду здоров'ю тварин і птахів завдають алкалоїди, що містяться у зернах люпину, сої, ячменю. Механізм їхньої дії дуже різноманітний. Одні з них збуджують центральну нервову систему, а інші – пригнічують їх діяльність або справляють стимулювальний вплив на серцево-судинну систему та функціональну діяльність м'язів. Алкалоїди люпину впливають переважно на травну і серцево-судинну системи (Czerwiński et al., 2005; Sharon, 2007; Kienle & Kiene, 2010; Obertiukh, 2012).

Токсичний вплив на організм тварин і птиці проявляють глікозиди та сапоніни, які є широко поширеною групою глікозидів рослинного походження. Вони активують виділення кишкового і шлункового соків, сприяють секреції жовчі та її розрідженню. Токсична дія сапонінів проявляється за надлишкового їх поступлення в організм (Obertiukh, 2012). За наявності в раціоні 0,3 % сапоніну птиця відстає у рості. Вміст 0,4–0,5 % сапоніну в раціоні призводить до різкого зниження споживання корму, маси яєць і маси тіла та суттєво впливає на зниження ліпідів у печінці (Czerwiński et al., 2005; Akande et al., 2010).

Всі зернові складники раціонів містять таніни, які є сумішшю дубильних речовин і здатні утворювати поперечні зв'язки з протеїнами та іншими полімерами (наприклад з целюлозою, пектинами), зумовлюючи їх здатність інгібувати дію ензимів (Hunchak et al., 2016; Tufarelli et al., 2018). Найбільше танінів містять кормові боби, сорго, ріпак. При згодовуванні кормів з високим вмістом цих дубильних речовин, у курей-несучок знижується ефективність використання корму і несучість (Hassan et al., 2003).

Відомо, що мінеральні речовини, які містяться в складі рослинних кормів, в тому числі олійних культур, характеризуються низькою біологічною доступністю (Hassan et al., 2003; Shimada et al., 2006). Особливо це стосується Фосфору, більша частина якого перебуває в недоступній формі у вигляді фітатів (Liu et al., 2008). Це пов'язано із наявністю у зерні рослин фітинової кислоти, переважно у вигляді солей. Сполуки Ca і Mg – солей фітинової кислоти називають фітином. Фітинова кислота є основною формою зберігання Фосфору зерна рослин, який використовується при проростанні для синтезу енергетичних фосфорор-

ганічних сполук. Фітинова кислота має сильні хелатуючі властивості, тому вважається негативним годівельним чинником, оскільки утворює нерозчинні комплекси з важливими у живленні тварин і птиці мінеральними елементами (Ca, P, Zn, Mg, Fe), знижуючи їх біодоступність, а також амінокислотами, що може негативно впливати на розщеплення протеїну. Соевий шрот містить приблизно у два рази більше Фосфору, ніж інші зернові, проте 50–70 % його – у формі фітинової кислоти, тому при його згодовуванні виникає дефіцит цього елементу. Під час обробки соєвого шроту утворюється комплекс фітинової кислоти з мінеральними речовинами, внаслідок чого знижується доступність Кальцію, Фосфору, Цинку, Купруму, Мангану, Молібдену і Феруму (Liu et al., 2008; Diarra et al., 2010; Podobied, 2015).

Негативний вплив на обмінні процеси проявляють антитиреоїдні сполуки (синоніми: струмогени, гойтрогени, ендокринні дизраптори – речовини, здатні блокувати функції щитоподібної залози і викликати її ріст). Гойтрогени – це сполуки, які гальмують синтез і секрецію тиреоїдних гормонів у щитоподібній залозі. За високого їх рівня в кормах у тварин виникає гіпотиреоїдоз (Selle et al., 2009; 2012).

До групи антивітамінів належать природні органічні сполуки, здатні руйнувати певні вітаміни або з'єднуватись із ними й утворювати незасвоєвані комплекси. Механізм дії антивітамінів зводиться до витіснення хіміко-споріднених вітамінів з відповідних ензимних систем, що беруть участь у обмінних процесах. Антивітаміни вступають у реакції з вітамінами та утворюють інактивний комплекс, внаслідок чого в клітинах і тканинах припиняються біохімічні процеси, що відбуваються за їхньої участі. Антивітаміни є шкідливими для тварин і птиці, проте в більшості випадків немає можливості враховувати їх при складанні раціонів в зв'язку з відсутністю даних про їх вміст в кормах, що призводить до підвищеного використання вітамінних препаратів (Auhatova & Il'bul'din, 1998; Ratych et al., 2003). З метою зниження негативного впливу вищезазначених поживних речовин застосовують різні методи їх знешкодження. До них належать фізичні, хімічні, селекційно-генетичні та біологічні. До фізичних способів – термічна і гідротермічна обробка, мікронізація та екструджування. Хімічними способами знешкоджують антипоживні речовини різними реагентами. Селекційно-генетичні методи спрямовані на виведення сортів з низьким вмістом антипоживних речовин або не стійких до дії фізичних, хімічних та біологічних способів їх знешкодження. Найбільше вивчені й описані способи знешкодження антипоживних речовин, що містяться в сої, оскільки вона широко використовується в годівлі тварин і птиці. Однак ці методи можуть бути успішно використані також для інактивації антипоживних речовин, що містяться в зерні інших бобових культур (Auhatova & Il'bul'din, 1998; Akande et al., 2010; Kienle & Kiene, 2010).

Склад раціону визначає активність низки панкреатичних та кишечних ензимів (Ratych et al., 2003), а також транспортних систем в тонкій кишці різних тварин (Ramalho et al., 2008; Ovsienko et al., 2010).

При цьому тривалість адаптаційних процесів перебування ензимної активності коливається від 1 до 7 діб, а в деяких випадках і довше (Jamroz et al., 2002). Характерним є те, що зміна швидкості синтезу ензимів спостерігається уже через 2–4 години після зміни складу раціону, тимчасом як підвищення активності ензимів – тільки через 24 години (Khalid et al., 2010; Svihus, 2014). Транспорт амінокислот відбувається за допомогою спеціальних, пов'язаних з гідролазою переносників вільних амінокислот, що є в складі травно-транспортних комплексів. Підвищення рівня протеїну в раціоні супроводжується підвищенням кількості аміно-і дипептидаз в слизовій кишечнику, які відповідають за кінцевий етап протеолізу (Ao et al., 2008; Sacranie et al., 2012; Svihus, 2014), та посиленням транспорту вільних амінокислот і амінокислот, що звільнилися в результаті пептидного гідролізу (Frikha et al., 2009).

Отже, з'ясовано вплив складу раціону на інтенсивність каталітичної активності ензимів, що беруть участь в проміжних і кінцевих стадіях гідролізу протеїнів, а також на активність транспортних систем для амінокислот. Про вплив же складу раціону на розподіл пептидаз вздовж тонкої кишки і на активність ензимних систем, відповідальних за засвоєння вільних амінокислот і амінокислот, що звільнилися при гідролізі пептидів в умовах полісубстратного травлення до кінця – не відомо. Проте отримані в результаті досліджень дані вказують на зміну активності ензимів двох груп – мембранних і внутріклітинних, після 23-денної годівлі птиці експериментальними раціонами (Ibuki et al., 2014). Для мембранної гліциллейциндипептидази спостерігається пряма залежність між рівнем протеїну в раціоні і величиною ензимної активності на всіх досліджуваних ділянках тонкої кишки. Однак максимальна залежність спостерігалася у медіальному відділі. При 30 % вмісті протеїну в раціоні гідроліз гліцин- $\dot{L}$ -лейцину в цьому відділі підвищувався на 17,9 % порівняно з контролем (20 % протеїну), а при дефіциті протеїну (10 %) – знижувався на 24,5 %. Для гомогенату слизової характерно, що при 30 % вмісті протеїну в раціоні рівень пептидазної активності підвищується по всій тонкій кишці, зокрема, на 14,5 % – у проксимальному, на 24,9 % – у медіальному і 30,6 % – у дистальному відділах порівняно з контролем. Згодовування комбікорму з 10 % рівнем протеїну викликає зниження пептидазної активності гомогенату слизової лише в проксимальному відділі на 91 % та медіальному – на 27,8 %.

Таким чином, раціони з різним рівнем протеїну змінюють каталітичні властивості пептидаз кишечнику як мембранних, так і внутріклітинних і практично не впливають на їхні регуляторні функції та на розподіл ензимної активності вздовж тонкої кишки (Svihus et al., 2013; Ibuki et al., 2014).

З метою усунення дефіциту протеїну в раціонах важливим елементом є балансування раціонів за амінокислотним складом, особливо за вмістом лізину і метіоніну. За надлишку лізину і метіоніну в раціонах курей-несучок встановлено, що активність протеїнази знижувалася у слизовій залозистого шлунка і дванад-

цятипалої кишки. У слизовій сліпих кишок ці показники істотно не змінювалися. За нестачі метіоніну або лізину і низькому рівні протеїну – знижувалася протеолітична активність і вміст розчинних протеїнів у слизовій залозистого шлунка за одночасного деякого підвищення досліджуваних показників у слизових дванадцятипалої і сліпих кишок (Kyryliv et al., 2002).

Отже, надлишок амінокислот більш негативно впливає на травні процеси в шлунково-кишковому тракті, ніж його дефіцит. Додавання до раціону, дефіцитного на 14,83 % за вмістом сульфуровмісних амінокислот, сульфату натрію проявляло позитивний ефект на активність досліджуваних ензимів (Pivtorak & Kyryliv, 2000).

Зміна складу раціону впливає також на формування ембріонів курчат шляхом зміни активності ензимів. Так, додавання до раціону, дефіцитного за сульфуровмісними амінокислотами, Д $\dot{L}$ -метіоніну в одному випадку і Д $\dot{L}$ -метіоніну та сульфату натрію в іншому – сприяли підвищенню активності протеїнази та амінотрансферази (АлАТ, АсАТ) (Matos et al., 2009).

На активність гідролітичних ензимів впливають й інші інгредієнти раціонів. Відомо, що для підвищення каталітичної активності багатьох ензимів необхідний ще додатковий хімічний компонент-кофактор, роль якого можуть виконувати неорганічні речовини, наприклад такі, як іони Феруму, Купруму, Цинку, Магнію, Мангану, Калію, Нікелю, Молібдену, Селену чи інші (Corzo et al., 2005). Зокрема, вивчали вплив додавання метасилікату натрію на активність протеїнази у залозистому шлунку, дванадцятипалій кишці та підшлунковій залозі курей-несучок. У результаті досліджень встановлено, що активність ензимів у всіх досліджуваних тканинах зростала за його впливу (Ratych & Lisna, 2004).

Отже, інтенсивність розщеплення і всмоктування основних поживних та біологічно активних речовин залежить від видових, вікових та органо-тканинних особливостей активності травних ензимів, які своєю чергою визначаються складом раціону.

Разом з цим зерно основних кормових культур має потужну систему захисту від дії доколишнього середовища, в тому числі від мікробів і грибків. У даному випадку мається на увазі зовнішня оболонка зерна, яка характеризується високим вмістом целюлози і лігніну, тому погано перетравлюється в організмі тварин і особливо птахів. Згодовування цілого зерна навіть жуйним тваринам, не кажучи про моногастричних, супроводжується появою в посліді значної кількості цілих зернин. У неподрібненому зерні присутня міцна білкова оболонка алейронового шару з малою площею поверхні, що знижує доступ травних ензимів у крохмальні зернини. Все це обумовлює нижчу перетравність поживних речовин цілого зерна порівняно з подрібненим (Ahmad et al., 2006; Ratych et al., 2007; Rabinina et al., 2011).

Спосіб годівлі птиці, склад раціону і величина частинки його компонентів впливають на швидкість просування хімусу травним шляхом. За використання сухого способу годівлі повнораціонними розсипними комбікормами кормові маси через травний канал курчат проходять за 3–4 год. Продукти розщеплення

протеїнів (амінокислоти), жирів (гліцерин і жирні кислоти) і вуглеводів (моно- і дисахариди), вода, мінеральні речовини і вітаміни головним чином всмоктуються у тонкому відділі кишечника. У сліпих кишках всмоктуються вода і продукти розщеплення поживних речовин (Iehorov, 2011). Оскільки корм травним шляхом просувається швидко, у тонкому відділі кишечника травлення проходить інтенсивно, то сира клітковина розщеплюється лише на 7–9 % (Brillard, 2001).

На практиці використовують подрібнення зерна до різних розмірів (0,8–1,0 мм; 1,5–1,8 мм; 1,9–2,0 мм). Для птиці вважається оптимальним – 1,9–2,0 мм. Подрібнення, що порушує природну структуру зерна, сприяє підвищенню поживності кукурудзи, ячменю і пшениці на 8–15 % (Ionova, 2013).

Зерно тонкого помелу має ряд недоліків, воно сильно розпилюється, в зв'язку з тим виникає ряд проблем ветеринарного характеру, що супроводжується порушенням легеневої вентиляції і часто є причиною респіраторних інфекцій. Зазвичай після гранулювання кормів споживання їх кількості курчатами-бройлерами збільшується на 10–20 % (Panko et al., 2013). Engberg et al. виявили підвищення активності травних ензимів в організмі за включення в раціон птиці кормів у вигляді поро, порівняно з таблетованим кормом (Engberg & Hedemann, 2002). Водночас показано, що за споживання гранульованих кормів м'язовий шлуночок курей був значно слабше розвинений. За іншими ж даними – збільшення розмірів шлунка відбувається за умови включення до раціону інгредієнтів у вигляді грубих волокон або злаків. При цьому відбувається підвищення інтенсивності травлення як за рахунок збільшення часу утримання корму, так і за рахунок зниження рН та кращого перетравлення (Svihus et al., 2004; Amerah et al., 2007).

Ефективним методом підвищення перетравності та засвоєння поживних речовин із кормів рослинного походження є екструзія, яка поєднує процеси термо-, гідро- і механіко-хімічної обробки зерна з метою отримання продукту з новою структурою і властивостями. У результаті екструзії відбувається денатурація протеїнів, яка сприяє збільшенню пептидів і вільних амінокислот, внаслідок чого підвищується перетравність протеїнів і повне або часткове руйнування антипоживних речовин, таких як інгібітори трипсину (Engberg & Hedemann, 2002).

Таким чином, за допомогою різних способів підготовки кормів можна підвищити ефективність використання поживних та біологічно активних речовин із рослинних складників корму (Svihus & Hetland, 2001; Akande et al., 2010).

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього вкладу та результатів досліджень.

## References

- Abouelezz, F. M. K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., & Solorio-Sanchez, F. (2012). Outdoor egg production using local forages in the tropics. *World's Poultry Science. J.*, 68, 679–692. doi: 10.1017/S0043933912000815.
- Adeola, O., & Cowieson, A. (2011). Board-invited review: Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. *Journal of Animal Science*, 89(10), 3189–3218. doi: 10.2527/jas.2010-3715.
- Ahmad, T., Mushtaq, T., Sarwar, M., Hooge, D., & Mirza, M. (2006). Effect of different non-chloride sodium sources on the performance of heat-stressed broiler chickens. *B.r Poult. Sci.*, 47(3), 249–56. doi: 10.1080/00071660600753342.
- Akande, K. E., Doma, U. D., Agu, H. O., & Adamu, H. M. (2010). Major antinutrients found in plant protein sources: Their effect on nutrition. *Pak. J. Nutr.*, 9, 827–832. doi: 10.3923/pjn.2010.827.832.
- Allan, D. J. (2010). The roles of extracellular proteins, polysaccharides and signals in the interactions of rhizobia with legume roots. *FEMS Microbiol. Rev.*, 34(2), 150–170. doi: 10.1111/j.1574-6976.2009.00205.x.
- Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G., & Thomas, D. G. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63(03), 439–455. doi: 10.1017/S0043933907001560.
- Antoniuk, V. O. (2013). Lektyny: poshyrennia i funktsiia v zhyvykh orhanizmaxh ta osoblyvosti zahotivli syrovy-ny. *Ukrainskyi biofarmatsevtichnyi zhurnal*, 6(29), 4–10 (in Ukrainian).
- Antoniuk, V. O., Panchak, L. V., Starykovich, M. O., & Stoika, R. S. (2013). Novyi manozospetsyfychnyi lektyn z korenevshch liliinyka ruduvatoho (*Hemerocallis fulva* L.): ochystka ta vlastyvoli. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal* 85(2), 27–32 (in Ukrainian).
- Ao, T., Cantor, A., Pescatore, A., & Pierce, J. (2008). In vitro evaluation of feed-grade enzyme activity at pH levels simulating various parts of the avian digestive tract. *Anim. Feed Science. Technol.*, 140(3-4), 462–468. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.004.
- Ao, T., & Pierce, J. (2013). The replacement of inorganic mineral salts with mineral proteinates in Poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, 3(69), 5–16. doi: 10.1017/S0043933913000019.
- Auhatova, S. N., & Il'bul'din, Ju. F. (1998). Vlianie gojtrogennyh veshhestv na jeffektivnost' ispol'zo-vanija joda v organizme zhivotnyh Fundamental'nye i prikladnye aspekty sovremennoj biokhimii: Trudy SPbGMU im. akad. I. P. Pavlova, 2, 331–334 (in Russian).
- Bak, M. J., Hong, S. G., Lee, J. W., & Jeong, W. S. (2012). Red ginseng marc oil inhibits iNOS and COX-2 via NFκB and p38 pathways in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Molecules*, 17(12), 13769–13786. doi: 10.3390/molecules171213769.
- Baker, D. H., Batal, A. B., Parr, T. M., Augspurger, N. R., & Parsons, C. M. (2002). Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks post-hatch. *Poultry Science*, 81(4), 485–494. doi: 10.1093/ps/81.4.485.
- Balanchuk, I. M. (2014). Balans mineralnykh rehovyn v orhanizmi kacheniat za riznykh rivniv proteinovoho



- zhy-vlennia. Suchasne ptakhivnytstvo, 6(139), 8–10 (in Ukrainian).
- Balukh, N. (2012). Vmist mineralnykh elementiv u pechintsi perepilok za dii enzymnoi dobavky. Tvarynnytstvo Ukrainy, 1–2, 40–42 (in Ukrainian).
- Barnard, L. (2015). Pozytyvna diia kombinatsii fermentiv. Nashe ptakhivnytstvo, 3(39), 64–66 (in Ukrainian).
- Berres, J., Vieira, S. L., Dozier, W. A., Cortês, M. E., Nogueira, E. T., & Kutschenko, M. (2010). Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. *The Journal of Applied Poultry Research*, 19(1), 68–79. doi: 10.3382/japr.2009-00085.
- Berres, J., Vieira, S. L., Kidd, M. T., Taschetto, D., Freitas, D. M., Barros, R., & Nogueira, E. T. (2010). Supplementing L-valine and L-isoleucine in low-protein corn and soybean meal all-vegetable diets for broilers. *The Journal of Applied Poultry Research*, 19(4), 373–379. doi: 10.3382/japr.2009-00093.
- Biletskyi, Ye. M., & Artemenko, O. B. (2007). Vplyv mikroelementiv tsynku, midi, marhantsiu ta kobaltu na vidtvorni ta produktyvni yakosti indychok Ptakhivnytstvo: Mizhvid. temat. nauk. zb. IP UAAN, 60, 25–35 (in Ukrainian).
- Biriukova, H., & Tatarchuk, O. (2011). Stres likviduiut vitaminy ta selen. Nashe ptakhivnytstvo, 1, 56–57 (in Ukrainian).
- Brillard, J. P. (2001). Future Strategies For Broiler an International Perspective. *Word's Poul. Sc. J.*, 57(3), 243–250. doi: 10.1079/WPS20010017.
- Brumano, G., Gomes, P. C., Donzele, J. L., Santiago, H., Rostagno, T. C. R., & Carvalho, H. H. M. (2010). Níveis de metionina+ cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(9), 1984–1992. doi: 10.1590/S1516-35982010000900017.
- Campestrini, E., Barbosa, M. J., Nunes, R. V., Gasparino, E. B., Silva, W. T., & Khül, R. (2010). Níveis de lisina digestível com dois balanços eletrolíticos para pintos de corte na fase inicial, de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1), 151–157. doi: 10.1590/S1516-35982010000100020.
- Campos, A. A., Rostagno, H. S., Nogueira, E. T., Albino, L. F., Pereira, J. P., & Maia, R. C. (2012). Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(2), 326–332. doi: 10.1590/S1516-35982012000200014.
- Chabb, L. Dzh. (2005). Antipitalatel'nye faktory v kormlenii zhivotnyh. Novejshie dostizhenija v issledovanii pitanija zhivotnyh. Per. s angl., vyp. 4. "Agropromizdat": Moskva (in Russian).
- Corzo, A., Liar, R., & Kidd, M. (2009). Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. *Poultry Science*, 88(9), 1934–1938. doi: 10.3382/ps.2009-00109.
- Corzo, A.T., Fritts, C. A., Kidd, M. T., & Kerr, B. J. (2005). Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. *Animal Feed Science and Technology*, 118(3–4), 319–327. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.11.007.
- Cupertino, E. S., Gomes, P. C., Albino, L. F., Donzele, J. L., Mello, H. H., Schmidt, M., & Calderano, A. A. (2009). Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 480–487. doi: 10.1590/S1516-35982009000300012.
- Czerwiński, J., Leontowicz, H., Leontowicz, M., & Gralak, M. (2005). Response of rats to a moderate intake of soybean lectin. *J. Anim Feed Science*, 14(1), 537–540. doi: 10.22358/jafs/70731/2005.
- Dean, D. W., Bidner, T. D., & Southern, L. L. (2006). Glycine supplementation of low protein, amino acid-supplemented diets supports equal performance of broiler chicks. *Poultry Science*, 85(2), 288–296. doi: 10.1093/ps/85.2.288.
- Diarra, S. S., Usman, B. A., Igwebuike, J. U., & Yisa, A. G. (2010). Breeding for eficiente phytate-phosphorus utilization by Poultry. *International Journal of Poultry Science*, 9(10), 923–930. doi: 10.3923/ijps.2010.923.930.
- Domingues, C. H., Sgavioli, S. T., Praes, M. F., Duarte, K. F., Castiblanco, D. M., Santos, E. T., & Junqueira, O. M. (2012). Lysine and methionine + cystine for laying hens during the post-molting phase. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(3), 159–232. doi: 10.1590/S1516-635X2012000300005.
- Dozier, D. A., Kerr, B. J., Corzo, A., Kidd, M. T., Weber, T. E., & Bregendahl, K. (2008). Apparent metabolisable energy of glycerine for broiler chickens. *Poultry Science*, 87, 317–322. doi: 10.3382/ps.2011-01510.
- Duarte, F. D., Lara, L. J., Baião, N. C., Cançado, S. V., & Teixeira, J. L. (2010). Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(2), 439–444. doi: 10.1590/S0102-09352010000200025.
- Duarte, K. F., Junqueira, O. M., Filardi, R. S., Siqueira, J. C., Puzotti, M. M., Garcia, E. A., & Laurentiz, A. C. (2013). Digestible tryptophan requirements for broilers from 22 to 42 days old. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(10), 728–733. doi: 10.1590/S1516-35982013001000006.
- Dychakovska, V. (2011). Nyzki pryrosty – nedozvolena rozkish! Nashe ptakhivnytstvo, 4, 24–27 (in Ukrainian).
- Egorov, I. A., & Tarasov, N. V. (2012). Jeffektivnost' obogashhenija kombikormov dlja brojlerov lizinom i metioninom. *Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*, 4, 36–43 (in Russian).
- Engberg, R. M., & Hedemann, M. S. (2002). The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *Br. Poult. Sc.*, 43, 569–579. doi: 10.1080/0007166022000004480.
- Faitarone, A. B., Garcia, E. A., Roça, R. O., Andrade, E. N., Vercese, F., & Pelícia, K. B. (2016). Yolk color and lipid oxidation of the eggs of commercial white layers fed diets supplemented with vegetable oils. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(1), 9–16. doi: 10.1590/1516-635X1801009-016.
- Fisinin, V. I., Egorov, I. A., & Draganov, I. F. (2011). Kormlenie sel'skohozjajstvennoj pticy; GJeOTAR–Medija: Moskva (in Russian).

- Fouad, A. M. (2021). Tryptophan in poultry nutrition: Impacts and mechanisms of action. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 2021, doi: 10.1111/jpn.13515.
- Frikha, M., Safaa, H. M., Serrano, M. P., Arbe, X., & Mateos, G. (2009). Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract traits of brown-egg laying pullets. *Poultry Science*, 88(1), 994–1002. doi: 10.3382/ps.2008-00480.
- Goulart, C. C., Costa, F. G. P., Silva, J. H. V., Souza, J. G., Rodrigues, V. P., & Oliveira, C. F. S. (2011). Requirements of digestible methionine+ cystine for broiler chickens at 1 to 42 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(4), 797–803. doi: 10.1590/S1516-35982011000400013.
- Hale, L. L., Barber, S. J., Corzo, A., Kidd, M. T. (2004). Isoleucine needs of thirty- to forty-two day-old female chickens: Growth and carcass responses. *Poult. Sci.*, 83, 1986–1991. doi: 10.1093/ps/83.12.1986.
- Hassan, I. A., Elzubeir, E. A., & Tinay, A. H. (2003). Growth and apparent absorption of minerals in broiler chicks fed diets with low or high tannin contents. *Tropical Animal Health and Production*, 35, 189–196. doi: 10.1023/a:1022833820757.
- Honda, K., Kamisoyama, H., Isshiki, Y., & Hasegawa, S. (2009). Effects of dietary fat levels on nutrients digestibility at different sites of chicken intestines. *J. Poultry Science*, 46, 291–295. doi: 10.2141/jpsa.46.291.
- Hunchak, A. V., Kystsiv, V. O., & Ratych, I. B. (2010). Vydovi osoblyvosti lipidnoho skladu ta vmistu produktiv perekysnoho okysnennia lipidiv u tkanyakh pechinky i zhovtkiv yaiets indykiv ta husei. *Biologhiia tvaryn*, 12(1), 71–75 (in Ukrainian).
- Hunchak, A. V., Sirko, Ya. M., Kyryliv, B. Ya., Kystsiv, V. O., Lisna, B. B., Koretychuk, S. I., Stefanyshyn, O. S., Kaminska, M. V., & Martyniuk, U. A. (2016). Vplyv roslynnykh ekstraktiv na protsesy travlennia v orhanizmi ptytsi, produktyvnist ta yakist produktsii. *Biologhiia tvaryn*, 18(2), 25–35 (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Kryvenok, M., & Ilchuk, I. (2014). Teoretichne ta eksperymentalne obgruntuvannia zminy po-treb kurei batkivskoho stada u treonini i metionini zalezno vid viku ta produktyvnosti. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 2(135), 4–7. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps\\_2014\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps_2014_2_3) (in Ukrainian).
- Ibatullin, I., Kryvenok, M., & Ilchuk, I. (2013). Ratsiony z valinom dlia kurei yaiechnoho napriamu. *Tvarynnytstvo Ukrainy*, 12, 37–42 (in Ukrainian).
- Ibuki, M., Fukui, K., & Yamauchi, K. (2014). Effect of dietary mannanase-hydrolysed copra meal on growth performance and intestinal histology in broiler. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(4), 636–642. doi: 10.1111/jpn.12105.
- Iehorov, B. V. (2011). Tekhnologhiia vyrobnytstva kombi-kormiv: pidruchnyk dlia stud. vyshch. navch. zak-ladiv. *Druka-rskiy dim*: Odesa (in Ukrainian).
- Ionov, I. A., Shapovalov, S. O., & Rudenko, E. V. (2011). Kriterii i metody kontrolja metabolizma v organizme zhivotnyh i ptic; NAAN: Har'kov (in Russian).
- Ionova, I. A. (2013). Efektyvna hodivlia silskohospo-darskoi ptytsi. *Ahrarna nauka: K.* (in Ukrainian).
- Jamroz, D., Wilicziewicz, A., Orda, J., Wertelecki, T., & Skorupińska, J. (2002). Aspects of development of digestive activity of intestine in young chickens, ducks and geese. *J. Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 86(11–12), 353–366. doi: 10.1046/j.1439-0396.2002.00388.x.
- Jiang, Q., Waldroup, P. W., & Fritts, C. A. (2005). Improving utilization of diets low in crude protein for broiler chicken, 1. Evaluation of specific amino acid supplementation to diets low in crude protein. *International Journal Poultry Science*, 4(3), 115–122. doi: 10.3923/ijps.2005.115.122.
- Khalid, K. K., Zuki, A. B., Noordin, M. M., Babjee, S. M., & Zamri-Saad, M. (2010). Morphological study of pancreatic duct in red jungle fowl. *Afri. J. Biotechnol*, 9(42), 7209–7215. doi: 10.5897/AJB10.934.
- Kienle, G., & Kiene, H. (2010). Influence of *Viscum album L* (European Mistletoe) Extracts on Quality of Life in Cancer Patients: A Systematic Review of Controlled Clinical Studies. *Integr. Cancer Ther.*, 9(2), 142–157. doi: 10.1177/1534735410369673.
- King, E. J., Witt, F. H., Merwe, H. J., Hugo, A., & Fair, M. D. (2013). The effect of lipid saturation on nutrient digestibility of layer diets. *South African Journal of Animal Science*, 43(5(1)), 130–134. doi: 10.4314/sajas.v43i5.25.
- Kocher, A., Hower, J. M., & Moran, C. A. (2015). A dualenzyme product containing protease in broiler diet: efficacy and tolerance. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 3(6), 1–14. doi: 10.1017/jan.2015.4.
- Kohrle, I. (2000). Flavonoids as a risk factor for goiter and hypothyroidism. *Merck European Thyroid Symposium*, 2000, 41–53.
- Kononenko, S. I. (2014). Lipidnoe pitanie cypljat-brojlerov. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 6, 40–44 (in Russian).
- Kryvenok, M. Ya., & Ilchuk, I. I. (2015). Obhruntuvannia spivvidnoshen treoninu i tryptofanu u ratsionakh kurei-nesuchok. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 3–4, 4–8. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps\\_2015\\_3-4\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps_2015_3-4_3) (in Ukrainian).
- Krzystanek, M., Palasz, A., Krzystanek, E., Krupka-Matuszczyk, I., Wiaderkiewicz, R., & Skowronek, R. (2011). S-adenosyl L-methionine in CNS diseases. *Psychiatr Pol.*, 45(6), 923–931.
- Kutkina, L. B. (2006). Lipidnyi i Zhymnokyslotnyi Sklad ta Perekysni Protsey u Tkanyakh Embrioniv i Huse-niat za Riznoho Vmistu Lipidiv i Vitaminu E v Ratsioni Husok. *Dysertatsiia kand. nauk*, Instytut biologii tvaryn NAAN (in Ukrainian).
- Kuziak, H. M., & Yanovych, V. H. (2001). Vikovi zminy aminokyslotnoho skladu bilkiv skeletnykh m'iaziv i shkiry kurei yaiechnykh linii. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn instytutu biologii tvaryn*, 1–2, 225–330 (in Ukrainian).
- Kyryliv, B. Ya., Hunchak, A. V., Sirko, Ya. M., Andreieva, L. V., Kystsiv, V. O., & Pasichna, Yu. Ya. (2009). Vplyv kormovoi dobavky, zbahachenoj roslynnymy zhyramy, na lipidnyi sklad tkanyu ta antyoksydantnyi status kurei-nesuchok. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*, 11(41(2)), 128–133 (in Ukrainian).
- Kyryliv, B., Karpa, I., Stojanowska, H., & Ratytsch, I. (2002). Gersten und Bohnen in der Legehennen-

- fütterung. Symposium "Österreichisch-Ukrainische Landwirtschaft", 26–29 August, BAL Gumpenstein, 92–93.
- Kystsiv, V. O., Lisna, B. B., Sirko, Ya. M., & Martyniuk, U. A. (2016). Lipidnyi sklad tkanyh yaponskykh perepeliv za umov zghodovuvannya dobavky Bilo-Aktiv. *Biologhiia tvaryn*, 18(4), 154–154 (in Ukrainian).
- Kryvenko, M. J., Ilchuk, I. I., & Mykhalska, V. M. (2017). Optimal in-feed threonine and tryptophan ratio for replacement chickens: the theoretical background. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 111–115. doi: 10.15421/2017\_57.
- Lemesheva, M. M. (2013). Hodivlia silskohospodarskoi ptytsi. "Slobozhanshchyna": Sumy (in Ukrainian).
- Lemesheva, M. M., & Jurchenko, M. M. (2015). Jeftektivnost' ispol'zovaniya mikrojelementov v kormlenii ptycy. *Kormy i fakty*, 10(62), 10–11 (in Russian).
- Lemme, A., Frakenpohl, U., Petri, A., & Meyer, H. (2004). Effect of reduced dietary protein concentrations with amino acid supplementation on performance and carcass quality in turkey toms 14 to 140 days of age. *International Journal Poultry Science*, 3(6), 391–399. doi: 10.3923/ijps.2004.391.399.
- Lisna, B. B. (2004). Vplyv skladu ratsionu dlia plemynnykh kurei-nesuchok na produktyvnist ta pokaznyky bilkovoho obminu u tkanyakh. *Naukovo-tekhnichnyi biuletyn IBT UAAN*, 5(1–2), 20–25 (in Ukrainian).
- Liu, N., Ru, Y., Cowieson, A., Li, F., & Cheng, X. C. (2008). Effects of phytate and phytase on the performance and immune function of broilers fed. *Animal Sciences Maringa*, 39(2), 157–162. doi: 10.3382/ps.2007-00517.
- Liu, Y., Yuan, J. M., Zhang, L. S., Zhang, Y. R., Cai, S. M., Yu, J. H., & Xia, Z. F. (2015). Effects of tryptophan supplementation on growth performance, antioxidative activity, and meat quality of ducks under high stocking density. *Poult. Sci.*, 94(8), 1894–1901. doi: 10.3382/ps/pev155.
- Liu, N., Ru, Y., Li, F., & Cowieson, A. (2008). Effect of diet containing phytate and phytase on the activity and messenger ribonucleic acid expression of carbohydrase and transporter in chickens. *Journal Animal Science*, 86(12), 3432–3439. doi: 10.2527/jas.2008-1234.
- Lopez, G., & Leeson, S. (2008). Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. *Poultry Science*, 87(2), 298–306. doi: 10.3382/ps.2007-00276.
- Marchenkov, F. (2012). Nesumisni dobavky – nezasvoieni korm. *Nashe ptakhivnytstvo*, 2, 42–43 (in Ukrainian).
- Matos, M. S., Leandro, N. S., Stringhini, J. H., Caffé, M. B., Carvalho, F. B., & Gomes, N. A. (2009). Níveis de lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais Lohmann LSL de 24 a 44 semanas de idade. *Acta Scienceantiarum. Animal Sci.*, 31(1), 19–24. doi: 10.4025/actascianimsci.v31i1.1387.
- Mejia, L., Zumwalt, C., Kim, E., Tillman, P., & Corzo, A. (2011). Digestible isoleucine-to-lysine ratio effects in diets for broilers from 4 to 6 weeks posthatch. *The Journal of Applied Poultry Research*, 20(4), 485–490. doi: 10.3382/japr.2010-00273.
- Nishchemenko, M. P., Poroshynska, O. A., Samorai, M. M., & Stovbetska, L. S. (2014). Zalezhnist peretravnosti pozhyvnykh rechovyn vid aktyvnosti travnykh fermentiv za zghodovuvannya kompleksu nezaminykh aminokyslot. *Naukovi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 13, 169–172. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnm\\_2014\\_13\\_49](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnm_2014_13_49). (in Ukrainian).
- Obertiukh, Yu. V. (2012). Antypozhyvni rechovyny soi, yikh inaktyvatsiia ta tekhnolohii pererobky soievkykh bobiv na promyslovii osnovi y v umovakh hospodarstva. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 71, 62–71 (in Ukrainian).
- Obertiukh, Yu. V., & Kulyk, M. F. (2002). Osnovni sposoby zneshkodzhennia antypozhyvnykh rechovyn zerna soi. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 49, 148–155 (in Ukrainian).
- Oliveira, D. D., Baião, N. C., Caçado, S. V., Figueiredo, T. C., Lara, L. J., & Lana, A. M. (2010). Fontes de lipídios na dieta de poedeiras: desempenho produtivo e qualidade dos ovos. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(3), 718–724. doi: 10.1590/S0102-09352010000300029.
- Ovsiienko, A. I., Khimich, O. V., & Ovsiienko, S. M. (2010). Biologichne zneshkodzhennia antypozhyvnykh rechovyn v zer-ni soi, bobakh kormovykh ta yikh produktyvna i fiziologichna diia na orhanizm dinykh koriv. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 66, 294–303 (in Ukrainian).
- Panko, V. V., Nikolienko, N. K., & Stryhun, T. (2013). Vdoskonalennia tekhnolohii vyhotovlennia kombikormiv dlia kurei nesuchok v umovakh kombikormovoho tsekh. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Hodivlia tvaryn ta tekhnolohiia kormiv*, 1(71), 45–51 (in Ukrainian).
- Pavlichenko, S. V., & Holubiev, M. I. (2011). Pokaznyky zaboivu kacheniat zalezhno vid rivnia metioninu ta sirky v kombikormakh. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 11–12, 20–22 (in Ukrainian).
- Pivtorak, A. Ya., & Kyryliv, Ya. I. (2000). Fiziologichni osoblyvosti formuvannya i funktsionuvannya pidshlunko-voi zalozy kurchat-broileriv. *Naukovi visnyk LDAVM imeni S. Z. Gzhytskoho*, 2(2), 220–224 (in Ukrainian).
- Podobed, L. I., Vovkotrub, Ju. N., & Borovik, V. V. (2006). Proteinovoe i aminokislotinoe pitanie sel'skoho-zhajstvennoj ptycy: struktura, istochniki, optimizaciya; Pechatnyj dom: Odessa (in Russian).
- Podobied, L. (2015). Bezkaltsiievi fosfaty. *Nashe ptakhivnytstvo*, 6(42), 72–74 (in Ukrainian).
- Ramalho, H. M., Dias da Silva, K. H., & Alves dos Santos, V. V. (2008). Effect of retinyl palmitate supplementation on egg yolk retinol and cholesterol concentrations in quail. *British Poultry Science*, 49(4), 475–481. doi: 10.1080/00071660802251723.
- Ratych, I. B. (1999). Biologichna rol sirky i metabolizm sulfatu u ptytsi. Lviv (in Ukrainian).
- Ratych, I. B., & Lisna, B. B. (2004). Vplyv yakosti proteinu kormu dlia plemynnykh kurei-nesuchok na pokaznyky bilkovoho obminu u tkanyakh embrioniv ta dobovykh kurchat. *NTB Istitutu biologii tvaryn*, 5(3), 129–133 (in Ukrainian).

- Ratysh, I. B., Hunchak, A. V., Stoianovska, H. M., Andreieva, L. V., Kyryliv, B. Ya., & Sirko, Ya. M. (2007). Fiziolo-ho-biokhimichni osnovy zhyvlennia ptytsi. Lviv (in Ukrainian).
- Ratysh, I. B., Kyryliv, Ya. I., Stoianovska, H. M., & Karpa, I. V. (2005). Netradytsiini roslynni kormy u zhyvlenni ptytsi; Lviv (in Ukrainian).
- Ratysh, I., Kovalchuk, O., & Vorotsianka, B. (2003). Efektyvnist vykorystannia netradytsiinykh zernovykh kormiv u ratsionakh plemynnykh kurei. Chernivtsi, 18–19 (in Ukrainian).
- Riabinina, O. V., Ivko, I. I., Hunchak, A. V., & Kyshko, V. I. (2011). Intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia i vidhodivli huseniat dlia otrymannia produktsii, zbahachenoi biolohichno aktyvnymy rechovynamy. Efektyvne ptakhivnytstvo, 11, 32–35 (in Ukrainian).
- Rocha, T. C., Gomez, P. C., Donzele, J. L., Barreto, S. L., Mello, H. H., & Brumano, G. (2009). Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(9), 1726–1731. doi: 10.1590/S1516-35982009000900012.
- Sacranie, A., Svihus, B., Denstadli, V., Moen, B., Iji, P., & Choct, M. (2012). The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. Poultry Science, 91(3), 693–700. doi: 10.3382/ps.2011-01790.
- Selle, P. H., Cowieson, A. J., & Ravindran, V. (2009). Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for Poultry and pigs. Livestock Science, 124(1-3), 126–141. doi: 10.1016/j.livsci.2009.01.006.
- Selle, P. H., Cowieson, A. J., Cowieson, N. P., & Ravindran, V. (2012). Protein–phytate interactions in pig and Poultry nutrition: a reappraisal. Nutrition Research Review, 25(1), 1–17. doi: 10.1017/S0954422411000151.
- Sharon, N. (2007). Lectins: Carbohydrate-specific Reagents and Biological Recognition Molecules. J. Biol. Chem., 282, 2753–2764.
- Shimada, T., Saitoh, T., Sasaki, E., Nishitani, Y., & Osa-wa, R. (2006). Role of tannin–binding salivary proteins and tannase–producing bacteria in the acclimation of the Japanese wood mouse to acorn tannins. Journal of Chemical Ecology, 32, 1165–1180. doi: 10.1007/s10886-006-9078-z.
- Sknar, S. (2012). Treonin dlia kachok. Nashe ptakhivnytstvo, 5, 73–75 (in Ukrainian).
- Skopichev, V. G., Jejsymont, T. A., & Alekseev, N. P. (2003). Fiziologija zhivotnyh i jetologija. M.: Kolos (in Russian).
- Sterling, K. G., Vedenov, D. V., Pesti, G. M., & Bakalli, R. I. (2005). Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. Poultry Science, 84(1), 29–36. doi: 10.1093/ps/84.1.29.
- Svihus, B. (2014). Function of the digestive system. The Journal of Applied Poultry Research, 23(2), 306–314. doi: 10.3382/japr.2014-00937.
- Svihus, B., & Hetland, H. (2001). Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat–based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. Br. Poultry Science, 42, 633–637. doi: 10.1080/00071660120088461.
- Svihus, B., Choct, M., & Classen, H. L. (2013). Function and nutritional roles of the avian caeca: A review. World's Poultry Science J., 69, 249–263. doi: 10.1017/S0043933913000287.
- Svihus, B., Kløvstad, K., Perez, V., Zimonja, O., Sahlström, S., Schüller, R., & Jeksrud, W. (2004). Physical and nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. Anim. Feed Science. Technol., 117(3-4), 281–293. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.08.009.
- Sychov, M. (2014). Aminokysloty i nesuchist. Nashe ptakhivnytstvo, 6(36), 62–64 (in Ukrainian).
- Sychov, M. (2015). Dzherela metioninu. Nashe ptakhivnytstvo, 4(40), 60–63 (in Ukrainian).
- Sychov, M. Yu. (2010). Yaiechna produktyvnist perepeliv za riznykh rivniv syroho zhyru v kombikormakh. Suchasne ptakhivnytstvo, 3–4, 35–37 (in Ukrainian).
- Timofeeva, Je. (2012). Mikrojelementy v kormlenii kur-nesushek. Pticevodstvo, 1, 25–28 (in Russian).
- Tufarelli, V., Ragni, M., & Vito, L. (2018). Feeding Forage in Poultry: A Promising Alternative for the Future of Production Systems Agriculture. World's Poultry Science J., 8(6), 81. doi: 10.3390/agriculture8060081.
- Urdzik, R. M. (2008). Lipidnoe pitanie ptycy. Efektyvne ptakhivnytstvo, 12, 33–37 (in Russian).
- Urdzik, R. M. (2013). Osobennosti kormlenija ptycy v fermerskikh hozjajstvah. Efektyvne ptakhivnytstvo, 2, 22–25 (in Russian).
- Usatiuk, S., Koroliuk, T., & Lutsenko, O. (2010). Vmist zhyrorozchynnykh vitaminiv u perepelynykh yaitsiakh ta produktakh yikh pererobky. Kharchova i pererobna promyslovisht, 2, 22–23 (in Ukrainian).
- Valizadeh, M. R., Sadeghi, A. A., Chamani, M., Shawrang, P., & Feizi, F. (2014). The Effect of increasing dietary threonine to lysine ratio on carcass characteristics, mucin gene expression and morphological analysis of ileum of male broiler chickens challenged with Salmonella. International Journal of BioSciences, 5(11), 138–146. URL: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153071617>.
- Vieira, S. L., & Angel, C. R. (2012). Optimizing broiler performance using different amino acid density diets: What are the limits? The Journal of Applied Poultry Research, 21(1), 149–155. doi: 10.3382/japr.2011-00476.
- Wecke, C., & Liebert, F. (2013). Improving the Reliability of Optimal In–Feed Amino Acid Ratios Based on Individual Amino Acid Efficiency Data from N Balance Studies in Growing Chicken. Animals (Basel), 3(3), 558–573. doi: 10.3390/ani3030558.
- Zheinova, N. (2016). Hodivlia yak ahent vplyvu. Nashe ptakhivnytstvo, 2(44), 56–57 (in Ukrainian).