

## Optimal in-feed threonine and tryptophan ratio for replacement chickens: the theoretical background

M.J. Kryvenok, I.I. Ilchuk, V.M. Mykhalska

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev*

*E-mail: [nj19@ukr.net](mailto:njk19@ukr.net), [ilchukigor@ukr.net](mailto:ilchukigor@ukr.net), [vitam@bigmir.net](mailto:vitam@bigmir.net)*

We determined the optimal content and ratio of threonine and tryptophan in the mix fodder of replacement chicks at different periods of their growing. We studied the effect of different levels of threonine and tryptophan in mixed fodder on chicken growth and development. We registered that under optimal AA content and ratio the replacement chickens at the end of the growing period outweighed the chickens from control group by 140 g. We also studied the influence of different content of AA and temporal changes in their ratio on digestibility of feed nutrients by replacement chickens from market egg flock. It was found that the optimal content of threonine and tryptophan and their ratio at certain periods of chicken growth caused the increase in digestibility of protein by 2 %, fiber – by 1 %, and BEV – by 2 %. We also proved that the decrease or increase of AA ratio in mix fodder of replacement chickens leads to the manifestation of antagonism between amino acids and the deterioration of their function in bird organism. The changes in AA ratio had significant effects on chicken productivity, the digestibility of feed nutrients, the assimilation, and efficiency of amino acid use. This effects were considerably stronger than the effect of changes in AA content. The degree of influence of the ratio between threonine and tryptophan varies throughout the growing period, it has been established that the ratio of threonine to tryptophan in the period of limited chick feeding (9-6 weeks) has a lesser effect on the productivity of repair young ( $R^2 = 0.89$ ) the second one ( $R^2 = 0.92$ ) and the last growing periods ( $R^2 = 0.92$ ). We performed a mathematical model (polynomial trend line) to describe the growth of replacement chickens during all experiment periods, the pattern of dependences between chicken organism and AA content, AA ratio, age, and productivity. This nonlinear model is more relevant and reliable than linear dependence.

**Key words:** replacement chickens; essential amino acids; threonine; tryptophan; optimal dietary AA ration

---

## Теоретичне обґрунтування співвідношення треоніну і триптофану у раціонах ремонтних курчат

М.Я. Кривенок, І.І. Ільчук, В.М. Михальська

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

*E-mail: [nj19@ukr.net](mailto:njk19@ukr.net), [ilchukigor@ukr.net](mailto:ilchukigor@ukr.net), [vitam@bigmir.net](mailto:vitam@bigmir.net)*

Експериментально досліджено і встановлено ефективні рівні та співвідношення треоніну і триптофану у раціонах ремонтних курчат на різних етапах їх вирощування. Встановлено, що за оптимального рівня та співвідношення амінокислот у раціонах, ремонтні курчата у кінці періоду вирощування достовірно переважали за вагою курчат з контрольної групи на 140 г. Нами також було досліджено вплив різних рівнів амінокислот та їх співвідношень на перетравність поживних речовин корму у організмі ремонтного молодняка яєчного напрямку продуктивності. Встановлено, що оптимальний рівень треоніну і триптофану та їх оптимальне співвідношення у певні періоди вирощування сприяли підвищенню показників перетравності протеїну на 2 %, клітковини – на 1 % та БЕР – на 2 %. Доведено, що зменшення або збільшення співвідношень амінокислот у раціонах ремонтного молодняка призводить до прояву антагонізму між амінокислотами та погіршення їх використання в організмі тварин. Зміна співвідношень між треоніном і триптофаном у раціонах птиці має більш виражений вплив на продуктивність, перетравність поживних речовин корму, засвоєння та ефективність використання амінокислот курчатами, ніж зміна концентрацій цих амінокислот. Оскільки співвідношення між треоніном і триптофаном протягом усього періоду

виращування курчат змінюється, нами було встановлено, що відношення треоніну до триптофану у період обмеженої годівлі курчат (9-6 тижнів) меншою мірою впливає на продуктивність ремонтного молодняку ( $R^2=0,89$ ) порівняно з другим ( $R^2=0,92$ ) та останнім періодами виращування ( $R^2=0,92$ ).

Ми побудували математичну модель з нелінійною характеристикою (поліноміальна лінія тренду), яка значно краще описує ріст ремонтного молодняку протягом експерименту, характер залежності організму птаці від зміни концентрацій та співвідношення між амінокислотами у комбікормі, віком та продуктивністю, ніж лінійна функція.

**Ключові слова:** ремонтний молодняк; незамінні амінокислоти; треонін; триптофан

## Вступ

Нормування протеїнового живлення тварин без урахування його біологічної цінності неможливе у нинішніх умовах виробництва продукції птахівництва, адже сучасні кроси птаці відселекціоновані на дуже високий рівень продуктивності і, як наслідок, дуже високий рівень обміну речовин у їх організмі. Тому фахівці з годівлі птаці повинні обов'язково контролювати не тільки кількісні показники вмісту протеїну у комбікормах, а і якісний склад його білків, який залежить від вмісту у ньому амінокислот (Arkhyrov et al., 1984; Svezhentsov et al., 2008; [Christian et al., 2013](#)). Актуальними питаннями сьогодення є, як удосконалення систем оцінки поживності кормів та розробки рецептів найбільш ефективних комбікормів, так і нових підходів у нормуванні амінокислотного живлення птаці (Kryvenok, 2016; Samadi, Liebert, 2008).

Потреба птаці в незамінних амінокислотах залежить від рівня протеїну у раціоні. Співвідношення азоту та незамінних і замінних амінокислот у протеїні, повинно бути постійним. Отже, з підвищенням рівня останнього в раціоні пропорційно повинні підвищуватись обидві ці групи амінокислот (Podobed, 2010; Mack S. et al., 1999).

Повністю реалізувати генотип птаці можливо лише за умови її годівлі комбікормами, збалансованими відповідно до потреби. При цьому бажано враховувати рівень вмісту 11 незамінних амінокислот: метіоніну, лізину, триптофану, аргініну, валіну, гістидину, лейцину, ізолейцину, треоніну, фенілаланіну і гліцину (Rymbak, 2008; Mehri, 2012).

Багатьма науковцями (Arkhyrov et al., 1984; Podobed, 2010; Rymbak, 2008; Han, 1991, Baker et al., 2002) проведені численні дослідження з вивчення змін потреб організму птаці у тій чи іншій амінокислоті залежно від часу, фізіологічного стану, зміни рівня продуктивності та запропоновані математичні методи визначення цих потреб, у тому числі і методи теоретичних розрахунків.

Проте, необхідно зазначити, що для багатьох явищ живої природи частіше типовими є випадкові залежності. Такі залежності між двома ознаками мають місце у загальному випадку тоді, коли існують певні випадкові фактори, що діють тільки на першу або другу ознаку. При цьому, якщо одна ознака змінюється на яку-небудь визначену величину, то інша може приймати різні значення.

Існують три основні складові, які зумовлюють оптимальне співвідношення незамінних амінокислот. Так, згідно з рекомендаціями (Han, 1991) оптимальне співвідношення незамінних амінокислот для птаці залежить від чистої потреби на утворення протеїну тіла і пір'я, потреби на підтримання життя, від використання засвоєваних амінокислот на синтез протеїну. Виявлено, що оптимальне співвідношення амінокислот у раціонах молодняку птаці залежно від цілі їх виращування дуже різниться між собою (Chung, 1992; Corrent, 2011).

Треонін вважається регулятором використання амінокислот у організмі та обміну білка у цілому, а тому є найважливішим активатором росту м'язової тканини у бройлерів та ремонтного молодняку (Podobed, 2010).

Дефіцит триптофану особливо відчувається у раціонах птаці з високим вмістом зерна кукурудзи (Svezhentsov et al., 2008). Ця амінокислота часто виступає третьою чи четвертою лімітуючою у раціонах птаці. Триптофан поряд з участю в синтезі білків є вихідним продуктом для утворення в організмі нікотинової кислоти (вітамін PP), яка є складовою частиною ферментів НАД і НАДФ, каталізуючих окисно-відновні реакції в організмі. Численними експериментами встановлено, що згодовування тваринам треоніну і триптофану у невідповідному співвідношенні призводить до дезагрегації полірибосом і незворотного розпаду рибосомальної РНК, тому що, відповідний рівень амінокислот у організмі є однією з основних умов розвитку ендоплазматичної сітки, необхідної кількості полірибосом та здатності останніх синтезувати білок (Calderon, 1990; Cave, 1982).

**Мета дослідження** – обґрунтування вмісту та співвідношення треоніну і триптофану у комбікормах для ремонтних курчат в залежності від різних періодів виращування.

## Методи дослідження

Дослід проводили за методом груп (табл. 1), згідно якого було відібрано 400 курчат добового віку кросу «Браун нік», з яких за принципом аналогів сформували чотири групи: контрольну і три дослідні, по 100 голів у кожній. Основний період тривав 126 дб.

Таблиця 1. Схема науково-господарського досліджу

Вік, тижнів	Показники	Групи			
		1	2	3	4
1 - 3	Треонін,%	0,80	0,80	0,80	0,80
	Триптофан,%	0,23	0,25	0,27	0,30
	Співвідношення	3,48	3,20	2,96	2,67
4 - 8	Треонін,%	0,70	0,70	0,70	0,70
	Триптофан,%	0,21	0,23	0,25	0,27
	Співвідношення	3,33	3,04	2,80	2,59
9 - 16	Треонін,%	0,50	0,50	0,50	0,50
	Триптофан,%	0,16	0,18	0,20	0,22
	Співвідношення	3,13	2,78	2,50	2,27
17 - 19	Треонін,%	0,60	0,60	0,60	0,60
	Триптофан,%	0,20	0,22	0,24	0,26
	Співвідношення	3,0	2,73	2,50	2,31

Годували курчат у обліковий період повнораціонними розсіпними комбікормами, збалансованими згідно існуючих норм запропонованих розробником кросу, а курчатам дослідних груп годували комбікорми з різним рівнем амінокислот, вміст яких змінювали введенням або виключенням з його складу їх синтетичних препаратів.

Визначення живої маси птиці та витрати корму проводили на вагах марки ВЛР-200 (Koponen et al., 2000). Перетравність поживних речовин (органічна речовина, протеїн, жир, клітковина, БЕР) визначали згідно загальноприйнятих методів (Koponen et al., 2000).

Отримані матеріали експериментальних досліджень статистично обробляли з використанням середніх арифметичних величин (M), середньої квадратичної похибки (m) і ступеня вірогідності різниці (p) між показниками. Вірогідність різниці між показниками оцінювали за критерієм Стьюдента (Lakin, 1990).

## Результати дослідження

Рівень обмінної енергії, поживних та біологічно активних речовин у комбікормах піддослідних курчат змінювався відповідно до фаз їх використання, а рівень амінокислот – відповідно до схеми досліджу. Склад комбікорму для дослідних курчат був традиційним, основу якого складали зернові корми, шроти сої і соняшнику. Вміст обмінної енергії, поживних і мінеральних речовин для курчат дослідної групи наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Вміст основних поживних речовин та енергії у 100 г комбікорму,%

Показник	Вік, тижнів			
	1 - 3	4 - 8	9 - 17	17 - 19
Обмінна енергія, МДж	1,20	1,14	1,14	1,14
Сирий протеїн, г	20,0	18,50	14,50	17,5
Сира клітковина, г	5,0	5,0	7,0	5,50
Кальцій, г	1,05	1,00	0,90	2,00
Фосфор, г	0,75	0,70	0,58	0,65
Лінолева кислота, г	2,00	1,40	1,00	1,00
Натрій, г	0,18	0,17	0,16	0,16
Хлор, г	0,20	0,19	0,16	0,16

Кількість обмінної енергії та вміст поживних і біологічно активних речовин у 100 г комбікорму відповідали нормам, встановленим для ремонтних курчат кросу «Браун нік» у різні періоди їх вирощування.

Головним показником продуктивності ремонтного молодняка є приріст його живої маси (табл. 3), що повинен змінюватись поступово у певних межах відповідно до програми вирощування, рекомендованої розробником кросу, адже занадто високі та низькі прирости живої маси негативно впливають на продуктивність курей у майбутньому.

Найвища жива маса була у курчат третьої дослідної групи (табл. 3). Достовірна різниця у кінці вирощування порівняно з контролем становила 140 г. Загальні витрати корму на одну голову були найвищими для курчат третьої групи, проте на виробництво 1 кг приросту живої маси вони були найнижчими з показників усіх груп; порівняно з контролем ця різниця становила 412 г або 8,2 %.

Показники зміни живої маси тварин, зазвичай, свідчать про реалізацію генетичного потенціалу птиці через створення для неї оптимальних умов, а вивчення ступеня перетравлювання поживних речовин корму дає уявлення про ефективність її годівлі (табл. 4).

Таблиця 3. Продуктивність та витрати кормів

Показник	Групи			
	1	2	3	4
Жива маса у досліді, г:				
- на початку	65,11±0,56	66,07±0,88	65,18±1,05	64,09±1,17
- у кінці	1394,32±5,18	1479,15±7,21	1534,24±4,79	1469,12±8,12
Середньодобовий приріст, г	10,51±0,18	11,23±0,21**	11,71±0,17***	11,24±0,12*
Витрати корму, г:				
- за весь період	6490±9	6502±17	6511±19	6497±22
- на 1 кг приросту	4656±11	4396±9	4244±14	4423±16

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  порівняно з контролем.

Зміна амінокислотного складу раціону птиці певною мірою впливає на її продуктивність, тому логічним є дослідження можливих змін у обміні речовин у організмі, спричинених різним співвідношенням у кормі треоніну і триптофану. Перетравність усіх поживних речовин була доволі високою у птиці усіх дослідних груп, проте найвища перетравність поживних речовин спостерігалась у птиці третьої групи (табл 4). За винятком перетравності жиру, птиця цієї групи переважала аналогів контрольної групи за перетравністю протеїну на 2 %, клітковини – на 1 % та БЕР – на 2 %, що і обумовило, на нашу думку, її вищу продуктивність. Перетравність поживних речовин птиці другої і четвертої дослідних груп була майже на однаковому рівні, за винятком перетравності жиру. Цей показник був менший у птиці усіх груп порівняно з птицею четвертої групи.

Таблиця 4. Перетравність поживних речовин корму

Група	Органічна речовина	Протеїн	Жир	Клітковина	БЕР
1	77	81	59	17	89
2	78	83	59	18	90
3	79	84	59	18	91
4	78	83	60	18	90

Застосування статистичного аналізу для вивчення величини кореляційного зв'язку між досліджуваними факторами та використання сучасних методів математичного моделювання дало можливість описати співвідношення окремих амінокислот у раціонах ремонтного молодняку відповідно до нормалізованого рівня продуктивності та певних періодів їх використання.

Аналіз даних, які характеризують ріст ремонтного молодняку протягом усіх періодів дослідження, дав можливість описати цей процес за допомогою математичної моделі з нелінійною характеристикою (поліноміальна лінія тренду), яка має більш високе значення достовірності апроксимації ( $R^2$ ), ніж лінійна функція. Зв'язок відношення треонін-триптофан у раціонах ремонтного молодняку з його живою масою у різні періоди вирощування математично наведено у табл. 5.

Таблиця 5. Ріст ремонтного молодняку ( $y$ ) залежно від співвідношення треоніну і триптофану ( $x$ ) у раціоні

Вік птиці, тижнів	Регресія (R)	Апроксимація ( $R^2$ )
4-8	$y = -7,61x^2 + 42,65x - 58,99$	0,92
9-16	$y = -6,09x^2 + 30,94x - 38,56$	0,89
17-19	$y = -9,87x^2 + 49,95x - 62,46$	0,92

Відношення треоніну до триптофану у період обмеженої годівлі курчат (9-6 тижнів) меншою мірою впливає на продуктивність ремонтного молодняку ( $R^2=0,89$ ) порівняно з другим ( $R^2= 0,92$ ) та останнім періодами вирощування ( $R^2=0,92$ ). Найбільш ефективне відношення треоніну до триптофану у різні періоди вирощування ремонтного молодняку дорівнює 2,80; 2,54 та 2,53 відповідно. Протягом усього періоду вирощування ремонтного молодняку відношення даних амінокислот зменшується, проте ця зміна має нелінійний характер. З 4- до 8-тижневого віку це зниження стрімке, а в останній період вирощування – незначне.

Слід зазначити, що у період вирощування курчат від однодобового до 3-тижневого віку нами не було встановлено ефективного співвідношення досліджуваних амінокислот через незначну різницю у живій масі курчат та, очевидно, незначний вплив амінокислот у цей час на ріст птиці. Хоча необхідно зауважити, що існує тенденція до відставання у рості та живій масі ремонтного молодняку у період з однодобового до 7-тижневого віку, яке неможливо компенсувати у подальшому. У кінці вирощування такий ремонтний молодняк досягає живої маси, яка відповідає нижньому допустимому рівню стандарту кросу.

## Висновки

Вважаємо, що годівлю ремонтного молодняка птиці слід організувати з урахуванням не тільки вмісту амінокислот у раціонах, а й співвідношення між амінокислотами залежно від віку і продуктивності птахів. Вміст та співвідношення треоніну і триптофану у раціонах ремонтного молодняка птиці впливають на їх ріст і статеве дозрівання, перетравність поживних речовин корму та ефективність використання самих амінокислот у організмі.

Розроблені нами рівняння регресії дозволяють прогнозувати вміст треоніну і триптофану у комбікормі для ремонтного молодняка птиці залежно від періоду їх вирощування, продуктивності та амінокислотного складу кормів, а саме: за зміни кількості цих амінокислот у раціоні їх співвідношення у періоди вирощування птиці (4-8, 9-16 та 17-19 тижнів) повинні становити 2,80; 2,54 та 2,53 відповідно.

## References

- Arkhyrov, A.V., Toporova, L.V. (1984). Proteynovoe y amynokyslotnoe pytanye ptytsy. Moscow, Kolos (in Russian).
- 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 posthatch. *Poult. Sci*, 81, 485–494. doi: 10.1093/ps/81.4.485
- Calderon, V.M., Jensen, L.S. (1990). The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poultry Science*, 69(6), 934–944.
- Cave, N.A. (1982). Use of dietary ammonium sulfate in control of growth rate of broiler breeder replacement pullets from one day of age. *Poultry Science*, 61(9), 1859–1865.
- Chung, T.K., Baker, D.H. (1992). Methionine requirement of pigs between 5 and 20 kilograms body weight. *J. Anim. Science*, 70(6), 1857–1863.
- Corrent, E., Bartelt, J. (2011). Valine and isoleucine: The next limiting amino acids in broiler diets. *Lohmann Inf*, 46, 59–67.
- Han, Y.M., Baker, D.H. (1991). Lysine requirements of fast- and slow-growing broiler chicks. *Poultry Science*, 70(10), 2108–2114.
- Kononenko, V.K., Ibatullin, I.I., Patrov, V.S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynnytvstvi*. Kiev (in Ukrainian).
- Kriukov, B., Bevziu, V., Polunyna, S. (1997). Vybhor kormov s vysokym sodержanyem proteyna. *Ptytsevodstvo*, 6, 17–18 (in Russian).
- Kryvenok, M.Ia., Ilchuk, I.I. (2016). Teoretychne obgruntuвання spivvidnoshennia metioninu i treoninu u ratsionakh remontnykh kurchat. *Suchasne ptakhivnytvstvo*, 6, 10–11 (in Ukrainian).
- Lakyn, H.F. (1990). *Byometryia*. Moscow, Vysshaya shkola (in Russian).
- Mack, S., Becovici, D., De Groote, G., Leclercq, B., Lippens, M. et al. (1999). Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20–40 days age. *Br. Poult. Sci*, 40, 257–265. doi: 10.1080/00071669987683.
- Mehri, M., Davarpanah, A.A., Mirzaei, H.R. (2012). Estimation of ideal ratios of methionine and threonine to lysine in starting broiler chicks using response surface methodology. *Poult. Sci*, 91, 771–777. doi: 10.3382/ps.2011-01818.
- Podobed, L.I. (2010). Proteynovoe y amynokyslotnoe pytanye selskokhoziaistvennoi ptytsy: struktura, ystochnyky, optymyzatsyia. Dnepropetrovsk, OOO PKF ART-PRESS (in Russian).
- Rymbak, M., Khammer, Y. (2008). Usvoiaemye amynokysloty – stroytelnyi material dlia podderzhky y produktyvnosti. *Uspekhi v khlevu*, 1, 16 (in Russian).
- Samadi, L.F. (2008). Modelling the optimal lysine to threonine ratio in growing chickens depending on age and efficiency of dietary amino acid utilisation. *Br. Poult. Sci*, 49, 45–54. doi: 10.1080/00071660701821667.
- Svezhentsov, A.A., Horlach, S.A., Martyniak, S.V. (2008). *Kombykorma, premyksy, BVMD dlia zhyvotnykh y ptytsy*. Dnepropetrovsk, OOO PKF ART-PRESS (in Russian).
- 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)*. 2013 Sep, 3(3), 558–573. doi: 10.3390/ani3030558.

---

### Citation:

Kryvenok, 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.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License