

Амінокислотний склад екструдованих кормових сумішей

Тракало Т.О., аспірант, Шаповаленко О.І., доктор технічних наук, Янюк Т.І., кандидат технічних наук, Шаран А.В., кандидат технічних наук, Національний університет харчових технологій

Досліджено амінокислотний склад екструдованих кормових сумішей із використанням лляного екстракту на основі води. Проведені дослідження показали, що у представлених зірцях екструдованих кормових сумішей для сільськогосподарських тварин присутні всі незамінні амінокислоти, вони є збалансованими за вмістом амінокислотного складу. Розраховано амінокислотний скор і визначено біологічну цінність білка екструдованих кормових сумішей.

Ключові слова: білок, амінокислотний склад, біологічна цінність.

Исследованы аминокислотный состав экструдированных кормовых смесей. Проведенные исследования показали, что в представленных образцах экструдированных кормовых смесей для сельскохозяйственных животных присутствуют все незаменимые аминокислоты, они сбалансированы по содержанию аминокислотного состава. Рассчитан аминокислотный скор и определена биологическая ценность белка экструдированных кормовых смесей.

Ключевые слова: белок, аминокислотный состав, биологическая ценность.

Годівля має вирішальний вплив на ріст, розвиток, здоров'я та продуктивність сільськогосподарських тварин і птиці. Як відомо, поживність корму не можна виразити одним показником, вона має бути комплексною. В системі комплексної оцінки поживності кормів особлива роль належить протеїну. Забезпечення протеїнового харчування тварин – це одне з найважливіших питань в організації годівлі.

В організмі постійно проходить розпад і синтез білків. Джерелом синтезу білків тіла можуть бути тільки білки корму. У травному тракті білки розпадаються до амінокислот і всмоктуються у кров. З амінокислот клітини синтезують свої власні білки. Білки неможливо замінити іншими поживними речовинами, оскільки їхній синтез в організмі можливий тільки з амінокислот, але білок може замінити собою жири та вуглеводи, тобто використовуватися для синтезу цих сполук. У рослинних і тваринних кормах міститься 20 амінокислот. Не всі амінокислоти, які складають білки, є рівноцінними для організму. Деякі

амінокислоти не можуть синтезуватися в організмі і повинні обов'язково надходити з кормами. Ці амінокислоти називаються життєво необхідними, або незамінними [8].

Незамінні та замінні амінокислоти беруть участь у процесах метаболізму, побудові тканин організму, регулюванні синтезу антитіл тощо. Обмін вітамінів і мінеральних речовин тісно пов'язаний з амінокислотами. Деякі амінокислоти безпосередньо забезпечують енергією м'язову тканину, відіграють роль нейромедіаторів або є їхніми попередниками [1, 2].

Велике значення має присутність у кормах вільних протеїногенних амінокислот, тобто тих, які не входять до складу білків, а знаходяться у вільному стані. Вільні амінокислоти безпосередньо з корму всмоктуються в кров і включаються в процеси метаболізму, минаючи стадію гідролізу в шлунково-кишковому тракті, що є дуже важливо для молодих тварин, які ростуть, або хворих [3]. З 20 протеїногенних амінокислот сільськогосподарських тварин не здатні синтезувати 10, зокрема аргінін, гістидин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонин, триптофан, ва-

лін, ізолейцин і лейцин [4]. Таким чином, ці 10 амінокислот повинні бути присутніми в кормах для сільськогосподарських тварин і є незамінними. Якщо молодняк, що росте, не отримуватиме ці незамінні амінокислоти з кормами, то його ріст зупиняється.

Відсутність або нестача цих амінокислот у кормах призводить до порушення обміну речовин – негативного азотного балансу, припинення росту, регенерації білків, виникнення патологічних змін у нервовій системі, внутрішніх органах, органах внутрішньої секреції, складі крові, шкіри. Настає закономірне зниження активності ферментних систем, порушуються функції печінки, нирок тощо.

Наприклад, при нестачі протеїну у раціонах свиней, що знаходяться на відгодівлі, ними витрачається 10-12 корм. од. на 1 кг приросту, а при збалансованому раціоні – 4-4,5 корм. од.

Білки корму, що містять у своєму складі всі життєво необхідні амінокислоти, називаються повноцінними. До них належать тваринні білки (молоко, яйця, м'ясо). Ті білки, які не мають у своєму складі або містять недостатню кількість амінокислот, необхідних для синтезу білків тіла тварин, називаються неповноцінними (рослинні білки). Для порівняльної характеристики білкової поживності різних кормів необхідно знати їхній амінокислотний склад. Чим більше незамінних і, особливо, критичних (лізин, метіонін, триптофан) амінокислот матиме корм, тим більше він буде повноцінним порівняно з іншим кормом, де цих амінокислот буде менше.

Питання оцінки та нормування протеїнового й амінокислотного живлення сільськогосподарських тварин були розглянуті в роботах Г.О. Богданова, В.М. Баканова, М.А. Коваленка, П.С. Попехіної [12-15].

Матеріали і методи. Матеріалом для досліджень біли взірці проб екструдованих кормових сумішей на основі лляного екстракту для сільськогосподарських тварин. Зразки кормів заздалегідь розтирали у фарфорових ступках до порошкоподібного стану. Екстракцію амінокислот проводили в суміші хлороформ-вода в співвідношенні 1:1 при постійному струшуванні протягом 3 год. Потім центрифугували 15 хв. при 8000 об./хв. Водну фазу відбирали і проводили осадження білків сульфосаліциловою кислотою протягом 30 хв. за температури 4°C із подальшим центрифугуванням (15 хв. при 8000 об./хв.). Отримані супернатанти розводили 0,6 М літій-цитратним буфером (рН 2,1).

Концентрацію вільних амінокислот визначали методом іонообмінної хроматографії на амінокислотному аналізаторі «BIOTRONIK LC 6001» (Німеччина). Суть методу ґрунтується на фотометричному визначенні (570 нм) забарвленого комплексу нінгідрину з амінокислотами та подальшим перетворенням коефіцієнта пропускання в коефіцієнт поглинання, пропорційний концентрації розчиненої речовини за допомогою логарифмічного підсилювача, що дозволяє здійснити це перетворення, полегшуючи подальші розрахунки [5]. Як стандарт амінокислот використовувався Amino Acid Calibration Standard (Benson Company, USA). Даний метод є одним із кращих високочутливих кількісних методів у білковій хімії. Він

дає абсолютні та точні (до 10 нмоль) значення вмісту амінокислот у будь-яких фізіологічних рідинах, екстрактах тканин, харчових сумішах тощо.

Розрізняють біологічно цінні (повноцінні) та менш цінні (неповноцінні) білки. Перші містять всі незамінні (есенціальні) амінокислоти. Склад менш цінних білків дефіцитний за однією або декількома незамінними амінокислотами. Важливе значення мають як незамінні амінокислоти, так і замінні, має значення також певна збалансованість незамінних амінокислот у продукті. Для визначення біологічної цінності білків використовують різні методи (хімічні, біологічні, розрахункові).

Біологічна цінність кормових сумішей обумовлюється складом і вмістом незамінних амінокислот, яку визначають шляхом порівняння амінокислотного складу досліджуваного білка за довідковою шкалою амінокислот гіпотетичного «ідеального» білка. Цей методичний прийом отримав назву амінокислотного скору. Амінокислотний скор – показник біологічної цінності білка, що становить собою відсоткове відношення частки певної незамінної амінокислоти загального вмісту амінокислот у досліджуваному білку до стандартного (рекомендованого) значення [6, 7]. Існує кілька способів розрахунку амінокислотного скору, найпростішим є відношення кількості кожної незамінної амінокислоти у випробуваному білку до кількості цієї ж амінокислоти в гіпотетичному «ідеальному» білку, повністю збалансованому за амінокислотним складом. FAO/WHO запропонувала стандартну амінокислотну шкалу, за якою порівнюють склад досліджуваного білка. Розрахунок амінокислотного скору кожної незамінної амінокислоти було розраховано за формулою (1):

$$C_j = \frac{AK_i}{AK_{i\text{etal}}} \times 100, \quad (1)$$

де C_j – амінокислотний скор i -ої незамінної амінокислоти білка, %; AK_i – вміст незамінної амінокислоти білка екструдованої кормової суміші, г/100 г білка; $AK_{i\text{etal}}$ – вміст незамінної амінокислоти в еталонному білку, г/100 г еталонного білка.

Лімітованою біологічною цінністю вважається амінокислота, скор якої має найменше значення [10].

Коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) показує середню величину надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот у порівнянні з найменшим рівнем скору будь-якої незамінної амінокислоти (надлишкова кількість незамінних амінокислот, що не використовуються на пластичні потреби). КРАС розраховується за формулою (2):

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{j=1}^N \Delta PAC}{n}, \quad (2)$$

де ΔPAC – розбіжність амінокислотного скору амінокислоти, яка розраховується за формулою (3):

$$\Delta PAC = C_i - C_{\text{min}}, \quad (3)$$

де C_i – надлишок скору i -ої незамінної амінокислоти, %; $С_{\min}$ – мінімальний із скорів незамінної амінокислоти досліджуваного білка по відношенню до еталону, %; n – кількість незамінних амінокислот.

Величина біологічної цінності визначається за формулою (4):

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (4)$$

Чим менша величина КРАС, тим вища якість білка [9, 11].

Основна частина дослідження. Проведені дослідження амінокислотного складу екструдованих кормових сумішей дозволили ідентифікувати і кількісно визначити 9 незамінних амінокислот (валін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, аргінін, гістидин) та 8 замісних амінокислот (аспарагінова кислота, цистеїн, серін, тирозин, глютамінова кислота, гліцин, пролін та аланін), також наведено розрахунки амінокислотного скору екструдованих кормових сумішей, який дозволяє отримати дані щодо кожної амінокислоти, визначити першу лімітовану амінокислоту, розрахувати коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) і показник біологічної цінності (БЦ) білка кожного з досліджуваних зразків екструдату. Також враховувалася сума сірковмісних амінокислот, таких як метіонін, що в організмі перетворюється на цистеїн, сума ароматичних амінокислот, тому що фенілаланін перетворюється на тирозин. Отримані результати наведено в таблиці.

Значення вмісту замісних амінокислот екструдованих кормових сумішей наведено на рисунку.

Відомо [16, 18], що повноцінність білків визначається не тільки кількісним вмістом амінокислот, але й певним їхнім співвідношенням, збалансованістю, легкою перетравлюваністю та гарною засвоюваністю.

При визначенні амінокислотного складу білка екструдованих зернових сумішей (табл.) встановлено, що найбільшу кількість незамінних амінокислот містять суміші №1 (42,82% на 100 г білка) та №2 (41,27% на 100 г білка). Найменшим вмістом есенціальних амінокислот відрізнялася суміш №4 (36% на 100 г білка), проте, судячи з рисунку, ця суміш лідирує за вмістом замісних амінокислот (64% на 100 г білка).

Аналізуючи амінокислотний склад білка екструдованих кормових сумішей, слід відзначити, що серед незамінних амінокислот високим вмістом вирізняються лейцин, лізин і треонін. Їхній вміст у білку сумішей становить 8,34-9,8%/100 г, 3,44-3,84%/100 г і 2,67-3,75%/100 г відповідно, що підтверджує високу цінність білка екструдованих кормових сумішей.

Відомо [17, 20, 24], що лейцин є необхідним для побудови та розвитку м'язової тканини. Ця амінокислота сприяє синтезу білка в м'язах і печінці, відновним процесам у тканинах і перешкоджає руйнуванню білка м'язів. Значний вміст лейцину (від 9,8 г/100 г у суміші №1 до 8,34 г/100 г у суміші №4) свідчить про те, що екструдовані кормові суміші можна віднести до багатих природних джерел цієї амінокислоти поряд з яєчним білком, казеїном, білком лісового горіха тощо.

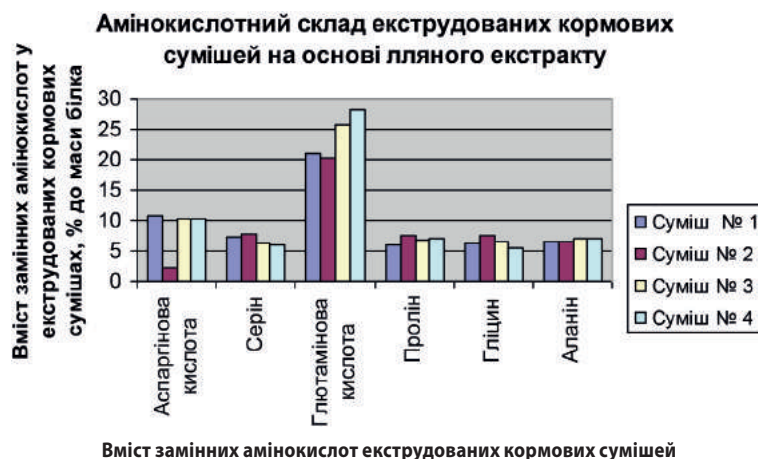
Лізин є ациклічною амінокислотою і належить до групи діамінокарбонових кислот. У природі зустрічається тільки в L-формі. В процесі метаболізму при амінокислотному обміні лізин посідає особливе місце, оскільки він бере участь у реакціях переамінування. Після відщеплення метальної групи відновлення лізину з інших джерел азоту не відбувається.

Встановлено [23-25], що лізин впливає на мінеральний обмін (сприяє засвоєнню кальцію та фосфору і всмоктуванню заліза; в кишечнику він здатен виконувати функції катіонів калію при дефіциті в раціоні цього елемента), впливає на кровотворну функцію кісткового мозку, перетворення каротину на вітамін А, стан нервової системи, активність ферментів.

У більшості випадків лізин є першою найбільш дефіцитною амінокислотою в раціонах свиней, птиці і навіть жуйних тварин. Він є необхідним для продовження росту, молочної продуктивності та формування скелету. При його нестачі відзначають мускульну дегенерацію, пригнічення росту, зниження молочної продуктивності [20].

■ Амінокислотний склад екструдованих зернових сумішей, % до маси білка

Амінокислота	Еталон	Співвідношення компонентів (пшениця : кукурудза : лляний екстракт на основі води)				Співвідношення компонентів (пшеничні висівки : кукурудза : лляний екстракт на основі води)			
		суміш №1 (40:40:20)		суміш №2 (45:45:10)		суміш №3 (40:40:20)		суміш №4 (45:45:10)	
		вміст	скор	вміст	скор	вміст	скор	вміст	скор
Валін	5,0	3,06	61	2,79	56	2,91	58	2,6	52
Лізин	5,5	3,84	70	3,65	66	3,5	64	3,44	63
Лейцин	7,0	9,8	140	9,4	134	8,52	122	8,34	120
Ізолейцин	4,0	2,38	60	2,44	61	1,57	40	1,54	40
Треонін	4,0	3,66	92	3,75	94	2,84	71	2,67	67
Метіонін + цистеїн	3,5	3,31	95	3,25	93	3,19	91	3,07	88
Фенілаланін + тирозин	6,0	8,04	134	7,65	128	6,71	112	6,39	107
Гістидин	-	2,61	-	2,31	-	2,14	-	2,01	-
Аргінін	-	6,42	-	6,03	-	6,07	-	5,94	-
Сума незамінних амінокислот		42,82		41,27		37,45		36,0	
Σ ДРАС			232		220		278		257
КРАС			29,75		27,5		34,75		32,13
Б Ц			70,25		72,5		65,25		67,87



Вміст замісних амінокислот екструдованих кормових сумішей

Всі досліджувані зразки екструдованих кормових сумішей мали приблизно однакову кількість лізину – від 3,44%/100 г білка (суміш №4) до 3,84%/100 г білка (суміш №1), що повністю забезпечує добову потребу тварин у лізині, яка становить 1,5-4 г [19, 26].

Треонін має два асиметричні атоми вуглецю в α - і β -положеннях. За дії альдолаз треонін розщеплюється на ацетальдегід і гліцин, який також є важливою амінокислотою для молодняка сільськогосподарських тварин. Треонін входить до гіпопластичних амінокислот, із нього утворюється піровиноградна кислота, яка є вихідною речовиною для біосинтезу глюкози та глікогену. Він стимулює імунітет, сприяючи виробленню антитіл, разом із метіоніном бере участь в обміні жирів і позитивно впливає на роботу печінки. Необхідним є треонін і для синтезу білків скелетних м'язів, колагену й еластину, гліцерину, травних ферментів, підтримуючи діяльність шлунково-кишкового тракту, що важливо для нормального розвитку організму тварин [19, 20, 23, 26].

Встановлено, що екструдовані кормові суміші мають також підвищений вміст треоніну, який сприяє підтримці нормального білкового балансу в організмі тварин. Найбільшу його кількість було виявлено у суміші №1 – 3,75 г/100 г білка.

Сірковмісні амінокислоти є джерелом сірки в організмі тварин, яка бере участь у забезпеченні багатьох біохімічних процесів. Найважливішими функціями цих амінокислот є структурне і каталітичне підтримання окисно-відновного потенціалу та транспорту електронів. При нестачі у раціоні цистеїну метіонін стає основним донором сірки. За цих умов із метіоніну утворюється цистеїн, внаслідок чого забезпечується потреба організму тварин у цій амінокислоті. Проте, цей процес є небажаним, тому що метіонін є найбільш незамінною амінокислотою і нестача її призводить до гальмування синтезу білків і зменшення продуктивності. Разом із тим, метіонін – найбільш токсична речовина, яка у надлишку зумовлює розкладання холестерину, а також вапнування судин і утворення злоякісних пухлин. Добова потреба сільськогосподарських тварин усіх вікових груп становить 1,5-3 г [25-28].

Дослідження показали, що в екструдованих кормових сумішах вміст метіоніну та цистеїну становить 3,07-

3,31 г/100 г білка, що повністю забезпечує добову потребу тварин.

Розрахований амінокислотний скор показує, що білки екструдованих кормових сумішей є цінним джерелом фенілаланіну та лейцину. Скор за цими амінокислотами відповідає «еталонному» білку.

За вмістом метіоніну та треоніну білок екструдованих кормових сумішей наближається до «еталону» – 3,5 та 4 г/100 г.

Найменші показники амінокислотного скору було відзначено у досліджуваних сумішах за ізoleyцином і валіном. Слід відзначити, що скор за цими амінокислотами знаходився у межах 40-61%.

Розрахований амінокислотний скор не може повною мірою відображати біологічну цінність білка, тому що не враховує його збалансованість за всіма незамінними амінокислотами [29-30]. Тому для визначення біологічної цінності білка екструдованих кормових сумішей було розраховано коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору білка досліджуваних зразків.

Проведеними розрахунками встановлено, що найвищу біологічну цінність має білок суміші №1 – 70,25. Ця суміш виявилася найбільш збалансованою за амінокислотним складом порівняно з іншими сумішами. Найменший показник біологічної цінності встановлено у суміші №3 – 65,25, що пояснюється більш значним розходженням амінокислотного скору за деякими амінокислотами.

Висновки. Проведеними дослідженнями щодо екструдованих кормових сумішей із використанням лляного екстракту на основі води ідентифіковано 9 незамінних і 8 замісних амінокислот. Серед незамінних амінокислот підвищений вміст мали фенілаланін і лейцин, серед замісних – глютамінова кислота, гліцин та аспаргінова кислота. За амінокислотним складом білок екструдованих кормових сумішей є повноцінним, оскільки до його складу входять усі незамінні амінокислоти, в тому числі найважливіші з них – метіонін і лізин.

Визначено біологічну цінність білка екструдованих кормових сумішей за амінокислотним скором, яка знаходиться в межах 65,25-70,25. Встановлено, що за вмістом метіоніну та треоніну білок екструдованих кормових сумішей наближається до «еталону» – 3,5 та 4 г/100 г.

ЛІТЕРАТУРА

1. Западнюк В.И. Аминокислоты в медицине / В.И. Западнюк, Л.П. Купраш, М.С. Заука. – Київ: «Здоров'я», 1982. – 200 с.
2. Richard, J.R. Amino acid transport System A resembles System N in sequence but differs in mechanism / J.R. Richard, A.C. Farrukh, T.G. Andrew, H.E. Robert // PNAS. – 2000. – Vol. 97. – P. 7715-7720.
3. Harper A.E. Effects of Ingestion of Disproportionate Amounts of Amino Acids / A.E. Harper, N.J. Benevenga, R.M. Wohlhueter / Physiological Reviews. – 1970. – Vol. 60. – No. 3. – P. 1123-1127.
4. James R. Instruction manual single-column amino acid analysis / R. James, Ph. D. Benson. – California, USA: Durrum Chemical Corporation Printed, 1976. – 35 p.
5. Alvarez B. Peroxynitrite reactivity with amino acids and proteins // Amino Acids. – 2003. – Vol. 25, 3 – 4. – P. 295-311.
6. Madura J.D. Physical and structural properties of taurine and taurine analogues / J.D. Madura, J.B. Lombardini, J.M. Briggs, D.L. Minor, A.I. Wierzbicki / J. Amino Acids. – 1997. – Vol. 13. – No 2. – P. 131-139.
7. Антоненко П.П. Основы полноценного кормления свиней / П.П. Антоненко, Д.Н. Масюк, Л.Г. Петелятько. – Днепропетровск: «Арт-Пресс», 2000. – 360 с.
8. Dubinina A. Amino acid composition of protein and its biological value in seeds of peanut sorts widen in Ukrainian [Electronic resource] / A. Dubinina, S. Lehnert, O. Khomenko // Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food. – 2014. – Vol. 2. – P. 501-510. – Available at: <http://www.scientific-publications.net/ru/article/1000065>
9. Липатов Н.Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н.Н. Липатов, А.Б. Лисицын // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1996. – №2. – С. 24-25.
10. Розов И.А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуKтов / И.А. Розов. – СПб: Издательство РАПП, 2008. – 340 с.
11. Попехина П.С. Кормление свиней / П.С. Попехина. – М.: «Колос», 1967. – 208 с.
12. Баканов В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В.Н. Баканов, В.К. Менькин. – М.: «Агропромиздат», 1989. – 511 с.
13. Коваленко М.А. Основні роботи із вивчення годівлі та відгодівлі свиней / М.А. Коваленко // Свинарство. – 1968. – Вип. 6. – С. 36-54.
14. Богданов Г.О. Годівля сільськогосподарських тварин / Мельничук Д.О., Богданов Г.О. – Київ, 2006. – 444 с.
15. Боярский Л.Г. Технология кормів і повноцінне годування сільськогосподарських тварин / Л.Г. Боярский. Серія «Ветеринарія та тваринництво». – Ростов-на-Дону: «Фенікс», 2001. – 416 с.
16. Хохрін С.М. Годівля сільськогосподарських тварин / С.М. Хохрін. – М.: «Колос», 2004. – 692 с.
17. Подобед Л.И. Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация / Л.И. Подобед. – Днепропетровск: ООО «ПКФ «АРТ-ПРЕСС», 2010. – 239 с.
18. Римбак М.В. Усвояемые аминокислоты – строительный материал для поддержки и продуктивности / М.В. Римбак, Й.С. Хаммер // Успех в хлеву. – 2008. – №1. – С. 16.
19. Свеженцов А.И. Комбикорма, премиксы, БВМД для животных и птицы / А.И. Свеженцов, С.А. Горлач, С.В. Мартиняк. – Днепропетровск: «АРТ-ПРЕСС», 2008. – 412 с.
20. Томмэ М.Ф. Аминокислотный состав кормов / М.Ф. Томмэ, Р.В. Мартыненко. – М.: «Колос», 1972. – 288 с.
21. Holden J.T. Amino acid Hools / J.T. Holden. – Amsterdam: Elsevier, 1999. – 815 p.
22. Єгоров І. Нові тенденції в годівлі птиці / І. Єгоров, Н. Селін // Тваринництво України. – 2006. – № 6. – С. 4-8.
23. Градусов Ю.Н. Усвояемость аминокислот / Ю.Н. Градусов. – М.: «Колос», 1978. – 400 с.
24. Пилипович Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б. Филиппович. – М.: «Агар», 1999. – 512 с.
25. Насонов Ю.М. Белковый обмен у сельскохозяйственной птицы / Ю.М. Насонов, И.К. Иванов. – К.: «Урожай», 1972. – 136 с.
26. Щеглов В.В. Белковое и аминокислотное питание животных / В.В. Щеглов. – Минск: «Ураджай», 1974. – 208 с.
27. Шманенков Н.А. Аминокислоты в кормлении животных / Н.А. Шманенков. – М.: «Колос», 1970. – 87 с.
28. Урдзик Р.М. Аминокислотное питание кур-несушек / Р.М. Урдзик // Эффективні корми та годівля. – 2007. – №2. – С. 38-42.
29. Фисинин В.И. Биологический прогресс в питании птицы и некоторые практические аспекты / В.И. Фисинин // С.-х. биология. – 1997. – №2. – С. 112-121.

