

ВЕСЦІ НАЦЫЯНАЛЬНАЙ АКАДЭМІІ НАВУК БЕЛАРУСІ №3 2016  
СЕРЫЯ АГРАРНЫХ НАВУК

---

УДК 636.4.085.55

*В. М. ГОЛУШКО, А. В. ГОЛУШКО, В. Н. ПИЛЮК, А. В. СИТЬКО*

**ПРОТЕИНОВАЯ И АМИНОКИСЛОТНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ ДЛЯ СВИНЕЙ**

*Научно-практический центр НАН наук Беларуси по животноводству, Жодино, Беларусь,  
e-mail: sasha-gav@mail.ru*

Разработан алгоритм расчета наличия «идеального» протеина в кормах для свиней на основе данных по нормам содержания незаменимых аминокислот в полнорационных комбикормах и их содержания в основных кормах. Соотношение первой лимитирующей аминокислоты с нормой потребности составляет число комплектов «идеального» протеина в корме. Проведено ранжирование кормов по содержанию в них «идеального» протеина и его стоимости.

*Ключевые слова:* протеин, аминокислоты, корма, свиньи.

*V. M. GOLUSHKO, A. V. GOLUSHKO, V. N. PILJUK, A. V. SITKO*

**PROTEIN AND AMINO-ACID NUTRITIONAL VALUE OF PIG FODDER**

*The Research and Practical Centre of National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry, Zhodino, Belarus,  
e-mail: sasha-gav@mail.ru*

In pig fodder the algorithm of calculation of the presence of an "ideal" protein is developed on the basis of the data on the norms of the essential amino acids content in complete fodder and their content in basic fodder. The interrelation of the first limiting amino acid with the required norm makes an amount of complete sets of an "ideal" protein in fodder. Fodder ranging with reference to the content of an "ideal" protein and its cost has been conducted.

*Keywords:* protein, amino acids, fodder, pigs.

**Введение.** Основная часть стоимости комбикормов, расходуемых на производство свинины, приходится на энергетические и белковые корма. Это ставит задачу максимально точно обеспечить потребность животных в энергии и протеине за счет полноценных доступных и дешевых ингредиентов. Необходимо производить достаточные объемы не только злакового зернофуража как главного поставщика обменной энергии и значительной части протеина, но и высокобелкового зерна бобовых культур и рапса – источника недостающего в злаковом зернофураже количества протеина и незаменимых аминокислот.

Благодаря исследованиям физиологов, биохимиков, зоотехников потребность животных с однокамерным типом пищеварения в протеине рассматривается не сама по себе, а как потребность в незаменимых аминокислотах [1–4]. Все белковые вещества корма могут усваиваться только после гидролиза в желудочно-кишечном тракте в основном до аминокислот, т. е. фактически не белок, а аминокислоты, входящие в его состав, являются необходимым элементом питания.

В образовании тканей и белков организма животных принимают участие более 22 аминокислот, среди них 10 аминокислот животное не может синтезировать самостоятельно, поэтому для нормального синтеза белков они должны поступать в необходимом количестве с кормами. Синтез белков детерминирован генетически и зависит от обеспеченности организма животного соответствующим количеством каждой аминокислоты [5]. Недостаток аминокислот может быть устранен за счет процессов их синтеза или переаминирования, дефицит незаменимых аминокислот приводит к нарушению синтеза белков, в том числе его отложения у растущих животных [5–7].

Кормовой протеин в организме животных используется наиболее эффективно, если наличие в рационе незаменимых аминокислот соответствует потребности без недостатка и избытка. Такой протеин стали называть «идеальным» [4, 8, 9]. Основное преимущество использования

«идеального» протеина заключается в том, что его легко можно адаптировать к множеству кормовых ситуаций, так как идеальное соотношение незаменимых аминокислот является достаточно стабильным и не зависит от изменений состава рациона для данной половозрастной группы животных. На практике «идеальному» протеину соответствуют нормы потребности в незаменимых аминокислотах и их нормативное содержание в полнорационных комбикормах. В «идеальном» протеине для свиней различных половозрастных групп содержание и соотношение незаменимых аминокислот различается в связи с различной метаболически детерминированной потребностью. Так как первой лимитирующей аминокислотой чаще всего является лизин и он наиболее полно используется для построения белков тела, то принято соотносить другие аминокислоты в «идеальном» протеине с ним [10].

Представляет большой интерес оценка кормов по содержанию в них количества белка с «идеальным» соотношением незаменимых аминокислот, т. е. комплекта аминокислот, отвечающего требованиям «идеального» протеина. Первые показатели («индексы») качественной оценки протеинов на этой основе были предложены Митчелом и Блоком [1]. В качестве стандарта был взят аминокислотный состав яичного белка, который сравнивается с содержанием аминокислот в изучаемых протеинах: чем больше дефицит какой-либо незаменимой аминокислоты, тем ниже показатель питательности, тем хуже протеин.

Академик В. Г. Рядчиков [11] объясняет перерасход протеина на производство животноводческой продукции потерями неутилизованных аминокислот по причине их избытка относительно уровня первой лимитирующей аминокислоты. Им проанализирована аминокислотная питательность зерна ячменя и установлено, что лизина в ячмене содержится только 44 % от нормы потребности поросят живой массой 20–50 кг из-за пониженного содержания лизина, который является первой лимитирующей аминокислотой.

Цель исследований – оценить степень соответствия аминокислотного состава основных кормов потребности свиней в незаменимых аминокислотах, определить ранговое место по уровню содержания укомплектованного в соответствии с «идеальным» протеином кормов для свиней и стоимость «идеального» протеина в расчете на 1 кг корма.

**Материалы и методы исследований.** Для определения содержания в кормах комплекта незаменимых аминокислот, отвечающего требованиям «идеального» протеина для свиней, произвели расчет по следующей формуле:

$$O = \frac{A_k}{A_n},$$

где  $O$  – обеспеченность корма незаменимой аминокислотой, %;  $A_k$  – содержание аминокислоты в изучаемом корме, г/кг;  $A_n$  – нормативное содержание аминокислоты в полнорационном комбикорме, г/кг.

Аминокислота с наименьшей ее обеспеченностью в корме и определяла содержание укомплектованного «идеального» протеина, остальные аминокислоты находились в избыточном количестве.

Для проведения расчетов использовали нормы содержания незаменимых аминокислот в полнорационных комбикормах для всех половозрастных групп свиней [12]; аминокислотный состав кормов [12]; структуру расхода комбикормов на свиноводческом комплексе с полным циклом [13].

Расчет стоимости «идеального» протеина производили по закупочным ценам на зерновое сырье и рыночным ценам отдельных ингредиентов, сложившихся на комбикормовых предприятиях республики.

**Результаты и их обсуждение.** Современные нормы аминокислотного питания свиней мясного направления продуктивности отвечают их более высоким требованиям в обеспечении потребностей во всех незаменимых аминокислотах. В табл. 1 приведены нормы содержания незаменимых аминокислот в стандартных комбикормах для свиней, а также в усредненном комбикорме. Сведения о нормах содержания аминокислот в усредненном комбикорме необходимы для рационального планирования производства кормов с наибольшей обеспеченностью комплексным «идеальным» протеином и наименьшей его стоимостью. Приведенные нормы для

молодняка усреднены для обоих полов, хотя потребность хрячков в лизине на 11 % выше [14]. В этих исследованиях было установлено, что для растущих хрячков (от 30 до 65 кг) крупной белой, эстонской беконной и черно-пестрой пород нормой лизина является 5 %, а для свинок – 4,5 % от сырого протеина при содержании последнего в комбикорме 17,5 %, породных различий по потребности в лизине ремонтного молодняка свиней не установлено.

Т а б л и ц а 1. Нормативное содержание протеина и незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней, г/кг

| Аминокислота                  | Комбикорма для:       |                        |                              |                         |                          |                                       |                            |                            | Усредненный комбикорм |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
|                               | поросят-сосунов СК-12 | поросят-отъёмшей СК-17 | поросят на доращивании СК-21 | откорма I периода СК-26 | откорма II периода СК-31 | свиноматок холостых и супоросных СК-1 | свиноматок подсосных СК-10 | хряков-производителей СК-2 |                       |
| Лизин                         | 14,0                  | 12,5                   | 11,0                         | 9,5                     | 8,0                      | 6,7                                   | 9,0                        | 9,2                        | 9,1                   |
| Треонин                       | 8,7                   | 8,1                    | 7,3                          | 6,3                     | 5,3                      | 4,7                                   | 6,0                        | 7,6                        | 6,0                   |
| Метионин + цистин             | 8,4                   | 7,5                    | 6,4                          | 5,7                     | 4,8                      | 4,0                                   | 5,4                        | 5,7                        | 5,46                  |
| Триптофан                     | 2,7                   | 2,4                    | 2,1                          | 1,8                     | 1,5                      | 1,3                                   | 1,7                        | 1,8                        | 1,73                  |
| Изолейцин                     | 7,8                   | 7,0                    | 6,2                          | 5,3                     | 4,6                      | 4,0                                   | 5,0                        | 5,3                        | 5,13                  |
| Валин                         | 9,5                   | 8,5                    | 7,5                          | 6,5                     | 5,4                      | 4,6                                   | 6,1                        | 6,2                        | 6,19                  |
| Лейцин                        | 14,0                  | 12,5                   | 11,0                         | 9,5                     | 8,0                      | 6,7                                   | 9,0                        | 9,2                        | 9,1                   |
| Фенилаланин + тирозин         | 13,6                  | 12,1                   | 10,7                         | 9,2                     | 7,8                      | 6,5                                   | 8,7                        | 8,7                        | 8,84                  |
| Аргинин                       | 5,9                   | 5,3                    | 4,4                          | 3,8                     | 3,2                      | 2,7                                   | 3,6                        | 3,9                        | 3,66                  |
| Гистидин                      | 4,3                   | 3,9                    | 3,4                          | 2,9                     | 2,5                      | 2,1                                   | 2,8                        | 2,9                        | 3,65                  |
| Протеин                       | 220                   | 180                    | 180                          | 165                     | 155                      | 140                                   | 160                        | 180                        | 163                   |
| Структура комбикорма, %       | 2,4                   | 3,6                    | 18,6                         | 19,2                    | 38,2                     | 10,0                                  | 6,0                        | 2,0                        | 100                   |
| Сумма незаменимых аминокислот | 88,9                  | 79,8                   | 70,0                         | 60,5                    | 51,1                     | 43,3                                  | 57,3                       | 60,5                       | 58,87                 |

Для расчета нормативного содержания незаменимых аминокислот в усредненном комбикорме была использована структура расходуемых комбикормов на крупных свиноводческих комплексах с законченным циклом производства. Так как нормы содержания аминокислот в комбикормах для откармливаемого и ремонтного молодняка существенно не различаются, то объемы их расхода в данном расчете объединены.

Приведенные в табл. 1 данные можно использовать для определения в кормах сбалансированного набора аминокислот, отвечающего требованиям каждой половозрастной группы и всего свиноголовья данного комплекса в незаменимых аминокислотах. По результатам этого определения можно планировать производство или закуп корма с наибольшим содержанием сбалансированного протеина.

В табл. 2 приведено стандартизированное содержание незаменимых аминокислот в основных кормах [12].

Среди злаковых культур наибольшим содержанием лизина отличаются ячмень, тритикале, рожь, бедно лизином зерно кукурузы, пшеницы, овса. Более высоким содержанием треонина на фоне злакового зернофуража выделяются тритикале, ячмень, рожь. Наиболее богатыми по содержанию серосодержащих аминокислот (метионин + цистин) являются тритикале, пшеница, ячмень, а рожь, овес, кукуруза содержат их наименьшее количество. Лучшим источником триптофана являются тритикале, овес, ячмень, пшеница, а рожь и особенно кукуруза в своем белке содержат триптофана явно недостаточно. Содержание других аминокислот в злаковом зернофураже, как правило, представляет меньше проблем при балансировании комбикормов по аминокислотному составу.

Среди бобовых культур наибольшее содержание лизина имеют соя, горох, люпин, несколько меньше лизина содержит вика. Не лучшим источником лизина является рапс, который, однако,

Т а б л и ц а 2. Содержание протеина и незаменимых аминокислот в кормах, г/кг

| Вид корма                | Сухое вещество | Сырой протеин | Аминокислота |         |                   |           |           |       |        |                        |         |          |
|--------------------------|----------------|---------------|--------------|---------|-------------------|-----------|-----------|-------|--------|------------------------|---------|----------|
|                          |                |               | лизин        | треонин | метионин + цистин | триптофан | изолейцин | валин | лейцин | фенил-аланин + тирозин | аргинин | гистидин |
| Ячмень                   | 870            | 110           | 4,0          | 3,7     | 4,1               | 1,4       | 3,9       | 5,4   | 7,3    | 8,2                    | 5,4     | 5,3      |
| Тритикале                | 860            | 115           | 4,1          | 3,9     | 4,5               | 1,5       | 3,4       | 4,5   | 6,4    | 6,6                    | 5,4     | 2,3      |
| Пшеница                  | 860            | 120           | 3,4          | 3,5     | 4,5               | 1,4       | 3,9       | 5,4   | 7,3    | 8,0                    | 5,8     | 2,5      |
| Рожь                     | 870            | 113           | 4,0          | 3,7     | 3,4               | 1,1       | 3,7       | 5,2   | 6,7    | 5,6                    | 4,8     | 2,6      |
| Овёс                     | 870            | 103           | 3,8          | 3,3     | 3,4               | 1,5       | 3,9       | 5,1   | 7,4    | 7,8                    | 6,6     | 2,4      |
| Кукуруза                 | 870            | 89            | 2,6          | 3,2     | 3,7               | 0,6       | 3,2       | 4,3   | 10,6   | 7,3                    | 8,8     | 2,4      |
| Люпин                    | 870            | 320           | 14,8         | 9,0     | 7,4               | 2,4       | 14,5      | 13,2  | 22,8   | 23,7                   | 30,3    | 8,1      |
| Горох                    | 870            | 218           | 15,3         | 8,1     | 8,1               | 1,9       | 8,9       | 9,8   | 14,8   | 15,9                   | 15,3    | 5,3      |
| Вика                     | 860            | 241           | 13,1         | 7,6     | 4,9               | 2,4       | 9,5       | 11,6  | 15,9   | 22,2                   | 15,6    | 10,8     |
| Соя                      | 870            | 358           | 22,7         | 14,9    | 11,0              | 4,4       | 17,9      | 18,4  | 28,3   | 33,1                   | 28,1    | 9,8      |
| Рапс                     | 910            | 223           | 12,4         | 11,0    | 13,2              | 2,9       | 8,3       | 10,5  | 13,4   | 14,2                   | 12,5    | 5,8      |
| Шрот рапсовый            | 910            | 378           | 19,1         | 15,0    | 15,8              | 4,3       | 14,2      | 18,1  | 23,4   | 22,9                   | 20,4    | 9,0      |
| Шрот соевый              | 900            | 440           | 28,4         | 17,6    | 12,9              | 5,8       | 21,3      | 21,8  | 33,6   | 39,3                   | 32,2    | 12,1     |
| Шрот подсолнечный        | 900            | 380           | 14,3         | 14,4    | 16,2              | 4,8       | 14,1      | 16,7  | 20,3   | 22,4                   | 20,4    | 8,5      |
| Дрожжи кормовые          | 900            | 455           | 31,5         | 24,9    | 11,8              | 7,1       | 18,8      | 28,2  | 30,6   | 37,4                   | 19,2    | 11,8     |
| Мука рыбная              | 880            | 610           | 46,6         | 25,6    | 26,7              | 6,4       | 28,4      | 33,2  | 47,5   | 46,1                   | 35,3    | 19,6     |
| Мука мясо-костная        | 900            | 420           | 21,5         | 15,6    | 11,7              | 3,1       | 14,3      | 21,4  | 29,7   | 27,9                   | 27,8    | 18,1     |
| СОМ                      | 950            | 333           | 28,1         | 14,5    | 12,1              | 4,3       | 19,3      | 23,0  | 33,5   | 34,5                   | 12,2    | 9,5      |
| Сыворотка сухая молочная | 880            | 116           | 6,8          | 5,1     | 2,4               | 1,6       | 4,4       | 3,9   | 5,9    | 3,2                    | 1,1     | 2,9      |

как и соя, богат треонином, серосодержащими аминокислотами. Содержание триптофана относительно больше в зерне сои и рапса, люпин и вика содержат его меньше, чем соя и рапс, а горох среди бобовых содержит наименьшее количество триптофана. Из растительных высокобелковых кормов наилучшим составом обладает белок соевого шрота, если не считать его недостаточную укомплектованность серосодержащими аминокислотами.

Подсолнечный шрот содержит меньше, чем горох и рапсовый шрот лизина. Включение подсолнечного шрота в комбикорма для свиней в сочетании с лизиндефицитным злаковым фуражом не может улучшить белковую полноценность такого комбикорма, и он без обогащения его кормовыми препаратами лизина будет использоваться неэффективно. Наилучшим источником лизина являются кормовые дрожжи и корма животного происхождения, особенно рыбная мука. В связи с максимальным использованием при производстве мясо-костной и рыбной муки соединительнотканых белков они относительно хуже укомплектованы триптофаном, чем другими аминокислотами.

Представляется очень важной оценка кормов по содержанию в них количества белка с «идеальным» соотношением, т. е. таким соотношением, при котором эти аминокислоты без остатка используются организмом на синтез своих белков и других азотсодержащих веществ.

В табл. 3 приведены результаты расчета обеспеченности незаменимыми аминокислотами основных кормов для свиней. Для этого были использованы стандартизированные данные по содержанию аминокислот в кормах (см. табл. 2) и нормы их содержания в комбикормах для свиней (см. табл. 1).

Следует отметить, что наименьшая степень соответствия аминокислот требованиям «идеального» протеина фактически соответствует его содержанию в анализируемом корме. Например, ячмень содержит первую лимитирующую аминокислоту лизин в количестве, равном только 44 % от необходимой нормы его содержания в полнорационном комбикорме, т. е. он содержит 0,44 комплекта «идеального» протеина. У люпина первой лимитирующей аминокислотой явля-

Т а б л и ц а 3. Степень соответствия аминокислотного состава кормов потребностям свиней в незаменимых аминокислотах, %

| Вид корма                | Аминокислота |         |                   |           |           |       |        |                       |         |          | Количество комплектов «идеального» протеина |
|--------------------------|--------------|---------|-------------------|-----------|-----------|-------|--------|-----------------------|---------|----------|---|
|                          | лизин        | треонин | метионин + цистин | триптофан | изолейцин | валин | лейцин | фенилаланин + тирозин | аргинин | гистидин |   |
| Ячмень                   | 43,9         | 61,7    | 74,5              | 80,9      | 76,0      | 88,5  | 80,2   | 92,7                  | 147,5   | 68,5     | 0,44  |
| Тритикале                | 45,0         | 65,0    | 82,4              | 86,7      | 66,3      | 72,7  | 70,3   | 74,7                  | 147,5   | 63,0     | 0,45  |
| Пшеница                  | 37,3         | 58,3    | 81,8              | 80,9      | 76,0      | 88,5  | 80,2   | 95,2                  | 147,5   | 68,5     | 0,68  |
| Рожь                     | 37,3         | 61,6    | 62,3              | 63,5      | 72,1      | 84,0  | 73,6   | 63,3                  | 131,0   | 71,2     | 0,37  |
| Овёс                     | 47,2         | 58,3    | 86,1              | 86,7      | 76,0      | 82,4  | 81,3   | 88,2                  | 180,0   | 65,7     | 0,47  |
| Кукуруза                 | 28,5         | 53,3    | 67,8              | 34,7      | 62,4      | 69,5  | 116,4  | 82,6                  | 103,8   | 65,7     | 0,25  |
| Люпин                    | 162,4        | 150,0   | 135,5             | 138,7     | 282,6     | 213,2 | 250,2  | 268,1                 | 827,8   | 221,9    | 1,36  |
| Горох                    | 167,9        | 135,0   | 148,3             | 109,8     | 173,4     | 168,3 | 162,6  | 179,8                 | 418,0   | 145,2    | 1,10  |
| Вика                     | 143,8        | 126,7   | 89,7              | 138,7     | 183,0     | 187,4 | 174,7  | 251,1                 | 426,2   | 259,9    | 0,90  |
| Соя                      | 249,1        | 248,8   | 201,5             | 254,3     | 344,9     | 297,2 | 311,0  | 374,4                 | 795,0   | 268,5    | 2,01  |
| Рапс                     | 136,1        | 183,3   | 241,7             | 167,6     | 161,8     | 169,6 | 147,2  | 160,6                 | 341,5   | 158,9    | 1,36  |
| Шрот рапсовый            | 209,6        | 250,0   | 289,4             | 248,5     | 273,6     | 292,4 | 257,1  | 259,0                 | 557,3   | 246,6    | 2,10  |
| Шрот соевый              | 311,7        | 293,3   | 236,3             | 335,2     | 410,4     | 352,7 | 369,2  | 444,6                 | 879,7   | 331,5    | 2,36  |
| Шрот подсолнечный        | 157,0        | 240,0   | 296,7             | 277,4     | 271,6     | 269,8 | 223,1  | 253,4                 | 557,3   | 232,4    | 1,57  |
| Дрожжи кормовые          | 345,8        | 415,0   | 216,0             | 410,4     | 306,5     | 455,5 | 336,3  | 423,0                 | 524,6   | 323,3    | 2,16  |
| Мука рыбная              | 511,5        | 426,7   | 489,0             | 369,9     | 547,2     | 536,3 | 522,0  | 521,9                 | 964,4   | 536,9    | 3,70  |
| Мука мясо-костная        | 236,0        | 260,0   | 214,3             | 179,2     | 275,5     | 345,7 | 326,4  | 315,4                 | 719,5   | 495,9    | 1,79  |
| СОМ                      | 308,4        | 241,7   | 221,6             | 248,5     | 371,5     | 371,5 | 368,1  | 390,3                 | 333,3   | 260,3    | 2,22  |
| Сыворотка сухая молочная | 74,6         | 85,0    | 48,9              | 92,5      | 84,8      | 63    | 64,8   | 36,2                  | 30,0    | 76,7     | 0,30  |

ется метионин + цистин (135,5 %), второй – триптофан (138 %) и т. д., т. е. люпин содержит 1,36 комплекта «идеального» протеина для свиней.

Аминокислоты корма, степень соответствия которых «идеальному» протеину выше, чем первой лимитирующей аминокислоты, могут использоваться для балансирования комбикормов с включением ингредиентов, дефицитных по этим аминокислотам, в противном случае эффективность скармливания комбикорма будет ограничиваться первой лимитирующей аминокислотой, а остальные аминокислоты, не отвечающие требованиям «идеального» протеина, в организме животных будут дезаминированы и использованы как углеводы [1, 5, 9].

Все злаковые зерновые имеют низкую обеспеченность аминокислотами, в первую очередь лизином. Наименьшую имеют кукуруза и пшеница, кукуруза кроме этого бедна триптофаном. Кукуруза, овёс, пшеница обеспечены треонином немногим более 50 %. Из высокобелковых кормов наименьшую обеспеченность лизином имеют подсолнечный шрот, люпин. Люпин слабо укомплектован серосодержащими аминокислотами, треонином, горох беден триптофаном и по этой причине обеспеченная всеми аминокислотами часть его протеина («идеальный протеин») не достигает 100 %. В рапсовом жмыхе обеспеченность аминокислотами существенно выше, чем у люпина и гороха, но у него обеспеченность лизином ниже, чем другими аминокислотами, по этой причине он содержит 1,8 комплекта обеспеченного незаменимыми аминокислотами протеина. Рапсовый жмых содержит существенный избыток метионина с цистином, лейцина, изолейцина, аргинина, гистидина. Второй лимитирующей аминокислотой в нем является валин. Отсутствие его на рынке кормовых препаратов может затруднить балансирование аминокислотного состава комбикормов при максимальных нормах ввода в их состав рапсовых кормов. Необходимо подчеркнуть, что второй лимитирующей аминокислотой почти во всех кормах является треонин.

Лидером по обеспеченности «идеальным протеином» среди растительных кормов является соевый шрот, у которого первой лимитирующей аминокислотой являются серосодержащие метионин + цистин. Фактически соевый шрот содержит 2,5 комплекта «идеального протеина».

В подсолнечниковом шроте из-за пониженного содержания лизина находится только 1,5 комплекта «идеального протеина». Лучшим источником лизина является рыбная мука, содержание которого в ней может обеспечить более 5 комплектов «идеального протеина», но относительно более низкое содержание триптофана ограничивает число комплектов до 3, а треонина, фенилаланина + тирозина, гистидина – до 4.

При использовании мясо-костной муки следует обращать внимание на пониженную обеспеченность ее серосодержащими аминокислотами.

Ранжирование кормов по содержанию обеспеченной части незаменимыми аминокислотами в соответствии с «идеальным» протеином и его стоимость приведены в табл. 4.

Из местных растительных кормов по содержанию «идеального протеина» для свиней выделяется рапсовый жмых, приближающийся по этому показателю к сухому обезжиренному молоку и мясо-костной муке. Второе место занимает люпин, его широкое использование в комбикормах для свиней должно сопровождаться включением ингредиентов, богатых триптофаном. Такими кормами могут быть рапсовый жмых или другие рапсовые корма с дефицитом лизина. Обращает на себя внимание по причине дефицита триптофана невысокое содержание «идеального протеина» в зерне гороха (0,98) и люпина (1,21). Триптофан в протеине этих основных зернобобовых ингредиентов является первой лимитирующей аминокислотой.

Первой лимитирующей аминокислотой колосовых культур является лизин, а второй – треонин, в белке зерна кукурузы – лизин и триптофан соответственно.

Т а б л и ц а 4. Ранговая оценка кормов для свиней и стоимость «идеального протеина»

| Вид корма                | Цена 1 кг, у. е. | Содержание в 1 кг |                                  | Стоимость, у. е. |                                   | Ранговая оценка               |                                     |                              |  |
|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--|
|                          |                  | сырого протеина   | комплектов «идеального протеина» | 1 кг протеина    | 1 комплекта «идеального протеина» | по содержанию сырого протеина | по содержанию «идеального протеина» | по стоимости сырого протеина | по стоимости 1 комплекта «идеального протеина» |
| Ячмень                   | 0,105            | 110               | 0,44                             | 0,955            | 0,239                             | 17                            | 15                                  | 13                           | 13   |
| Тритикале                | 0,09             | 115               | 0,45                             | 0,783            | 0,200                             | 15                            | 14                                  | 6                            | 9  |
| Пшеница                  | 0,11             | 105               | 0,37                             | 0,917            | 0,297                             | 13                            | 16                                  | 12                           | 15   |
| Рожь                     | 0,10             | 113               | 0,37                             | 0,885            | 0,270                             | 16                            | 17                                  | 11                           | 14   |
| Овёс                     | 0,09             | 103               | 0,47                             | 0,874            | 0,191                             | 18                            | 13                                  | 9                            | 8  |
| Кукуруза                 | 0,105            | 89                | 0,28                             | 1,180            | 0,375                             | 19                            | 19                                  | 15                           | 17   |
| Люпин                    | 0,25             | 320               | 1,36                             | 0,781            | 0,184                             | 9                             | 9                                   | 5                            | 6  |
| Горох                    | 0,255            | 218               | 1,10                             | 1,170            | 0,232                             | 12                            | 11                                  | 14                           | 12   |
| Вика                     | 0,17             | 241               | 0,90                             | 0,705            | 0,189                             | 10                            | 12                                  | 4                            | 7  |
| Соя                      | 0,465            | 358               | 2,01                             | 1,299            | 0,231                             | 7                             | 6                                   | 16                           | 11   |
| Рапс                     | 0,19             | 223               | 1,36                             | 0,852            | 0,140                             | 11                            | 10                                  | 7                            | 3  |
| Шрот рапсовый            | 0,188            | 378               | 2,10                             | 0,497            | 0,090                             | 6                             | 5                                   | 1                            | 1  |
| Шрот соевый              | 0,384            | 440               | 2,36                             | 0,873            | 0,163                             | 3                             | 2                                   | 8                            | 5  |
| Шрот подсолнечный        | 0,241            | 380               | 1,57                             | 0,634            | 0,154                             | 5                             | 8                                   | 2                            | 4  |
| Дрожжи кормовые          | 0,298            | 455               | 2,16                             | 0,655            | 0,138                             | 2                             | 4                                   | 3                            | 2  |
| Мука рыбная              | 1,145            | 610               | 3,7                              | 1,877            | 0,309                             | 1                             | 1                                   | 17                           | 16   |
| Мука мясо-костная        | 0,370            | 420               | 1,79                             | 0,881            | 0,207                             | 4                             | 7                                   | 10                           | 10   |
| СОМ                      | 2,005            | 333               | 2,22                             | 6,04             | 0,903                             | 8                             | 3                                   | 18                           | 18   |
| Сыворотка сухая молочная | 0,903            | 116               | 0,30                             | 7,784            | 3,010                             | 14                            | 18                                  | 19                           | 19   |

Относительный избыток лизина в горохе и люпине дает возможность при вводе в комбикорма со злаковыми культурами существенно повысить обеспеченность их лизином.

Так как второй лимитирующей аминокислотой в большинстве кормов для свиней выступает треонин, то обеспеченность комбикормов этой аминокислотой представляет серьезную проблему, и без использования его кормового препарата решить ее трудно при имеющемся в настоящее время наборе кормов.

Проведенные расчеты показали, что балансирование комбикормов для свиней по незаменимым аминокислотам в соответствии с их содержанием в «идеальном» протеине за счет местных ингредиентов потребует решить проблему дефицита первой лимитирующей аминокислоты – лизина, второй лимитирующей аминокислотой будет треонин, а третьей – триптофан. По-видимому, наиболее рационально будет использование кормовых препаратов этих аминокислот для укомплектования комбикормов «идеальным» протеином. Использование для этих целей рыбной муки и соевого шрота создает проблему дефицита серосодержащих аминокислот и треонина, несмотря на высокую ранговую оценку этих кормов.

Наименьшую стоимость как сырого, так и «идеального» протеина имеет рапсовый шрот. По стоимости сырого протеина подсолнечный шрот занимает 2-е место, но по стоимости «идеального» протеина – 4-е место.

Среди бобовых культур наряду с люпином выделяется сравнительно дешевый протеин (как сырой, так и «идеальный») у зерна вики. «Идеальный» протеин гороха из-за дефицита триптофана является самым дорогим среди бобовых культур.

Весьма привлекательны по стоимости как сырого, так и «идеального» протеина кормовые дрожжи, а также люпин. Соевый шрот, несмотря на высокое содержание сырого и «идеального» протеина, занимает 8-е и 5-е места соответственно. При существующей цене на соевое зерно стоимость его как сырого, так и «идеального» протеина довольно высокая. Также можно охарактеризовать и рыбную муку, несмотря на то, что она занимает первое место по содержанию как сырого, так и «идеального» протеина. Самая высокая стоимость протеина у молочных кормов, что дает основание минимизировать их использование в качестве источника незаменимых аминокислот для животных.

Стоимость как сырого, так и «идеального» протеина у зерна злаковых культур существенно различается в зависимости от вида. Например, тритикале и овес по стоимости сырого и «идеального» протеина занимают более высокое место, чем горох и соя. Самый дорогой протеин среди зерна злаковых культур у кукурузы, пшеницы, ржи, ячменя. Безусловно, ранговая оценка кормов по стоимости как сырого, так и «идеального» протеина зависит от уровня их содержания в кормах и рыночной стоимости кормов. Ранжирование кормов по содержанию «идеального» протеина и его стоимости позволяет выбирать и использовать при приготовлении рационов и комбикормов самые эффективные.

### **Выводы**

1. Определение уровня соответствия аминокислотного состава кормов нормам содержания незаменимых аминокислот в комбикормах для свиней позволяет дать ранговую оценку аминокислотной питательности кормов.

2. Первой лимитирующей аминокислотой в зерне злаковых культур, рапсовом и подсолнечном шротах является лизин, второй – треонин, за исключением кукурузы, у которой второй лимитирующей аминокислотой является триптофан, а у рапсового и подсолнечного шрота – лейцин.

3. Зернобобовые культуры дефицитны по триптофану, треонину, серосодержащим аминокислотам. Содержание лизина в них может хорошо восполнять его недостаток в зерне злаковых культур.

4. Самую высокую ранговую оценку по стоимости как сырого, так и «идеального» протеина среди высокобелковых кормов имеют рапсовый и подсолнечный шроты. Рыбная мука и СОМ из-за высокой цены этих кормов имеют низкую стоимостную ранговую оценку.

5. Протеин как сырой, так и «идеальный» злаковых культур по стоимости различается существенно в зависимости от их наличия в зерне. Низкой стоимостью отличается «идеальный» протеин зерна тритикале, что связано с невысокой стоимостью зерна и хорошим соотношением незаменимых аминокислот.

#### Список использованных источников

1. Попов, И. С. О белковой питательности кормов и методах ее измерения / И. С. Попов // Избр. тр. – М., 1967. – С. 167–181.
2. Шманенков, Н. А. Белково-аминокислотное питание свиней / Н. А. Шманенков, В. Ф. Каленюк, П. И. Карначев // Вест. с.-х. науки. – 1990. – №2 (401). – С. 22–26.
3. Питание свиней: теория и практика / Д. Дж. Коул; пер. с англ. Н. М. Темпера. – М., 1987. – С. 73–84.
4. Рядчиков, В. Г. Рациональное использование белка – концепция «идеального» протеина / В. Г. Рядчиков // Научные основы ведения животноводства: юб. сб. науч. тр. / Сев.-Кавказ. науч.-исслед. ин-т животноводства. – Краснодар, 1999. – С. 192–208.
5. Клеменс, М. Дж. Обеспеченность аминокислотами и их роль в синтезе белка в клетках организма животных / М. Дж. Клеменс, В. М. Пейн // Белковый обмен и питание / пер. с англ. Г. Н. Жидкобелиной [и др.]; под ред. В. Ф. Вракина, И. С. Ковальчук. – М., 1980. – С. 20–30.
6. Даниленко, И. А. Проблема аминокислотного питания сельскохозяйственных животных / И. А. Даниленко, Г. А. Богданов // Аминокислотное питание свиней и птицы / под ред. Н. Ф. Ростовцева. – М., 1968. – С. 5–42.
7. Chung, T. K. Ideal amino acid pattern for 10 kilogramm pigs / T. K. Chung, D. H. Baker // J. Anim. Sci. – 1992. – Vol. 70, N 10 – P. 3102–3111.
8. Baker, D. H. Ideal amino acid for maximal protein accretion and minimal nitrogen excretion in swine and poultry. Proceedings Cornell Nutrition. – P. 134–139.
9. Концепция идеального протеина для свиней / M. Pack [et al.] // Аминокислоты в кормлении животных: сб. обзор. и отчет. – Evonik Industries, 2008. – С. 123–128.
10. Рядчиков, В. Г. Производство и рациональное использование белка (от Т. Особрна до наших дней) / В. Г. Рядчиков // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов. – Краснодар, 2005. – С. 17–70.
11. Нормированное кормление свиней: рекомендации / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2011. – 47 с.
12. Технология промышленного свиноводства / А. И. Васильев [и др.]. – Ленинград: Колос, 1979. – 279 с.
13. Голушко, В. М. Потребность хрячков и свинок разных пород в лизине / В. М. Голушко, А. И. Фицев // Микробиологический синтез лизина / Ин-т микробиологии им. А. Кирхенштейна. – Рига, 1974. – С. 81–83.

Поступила в редакцию 17.02.2016