

УДК 633.358:631.5(470.56)

DOI: 10.33284/2658-3135-102-3-117

**Аминокислотный состав и биологическая ценность  
белка гороха в зависимости от приёмов возделывания**

***Н.И. Воскобулова, А.С. Верецагина, Р.Ш. Ураскулов, М.Я. Курилкина***

*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по влиянию нормы высева на содержание белка и аминокислот в зерне гороха.

В степной зоне Оренбургской области по методике Б.А. Доспехова проводились полевые опыты с двумя сортами гороха – Самариус и Флагман 12. Изучалось содержание сырого протеина в зерне гороха и его аминокислотный состав в вариантах с нормами высева 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 млн всхожих семян на 1 га. Биологическая ценность белков определялась по методу аминокислотного скорра. Аминокислотный состав белка зерна гороха сравнивался с аминокислотными показателями стандартного («идеального») белка (белок куриного яйца).

В ходе исследований установлено, что количество и качество белка в семенах гороха зависят от условий вегетации, генетических особенностей и технологии возделывания. Сухая жаркая погода в период вегетации и увеличение нормы высева повышало содержание сырого протеина в семенах гороха.

Под влиянием нормы высева изменялся аминокислотный состав белка гороха. При увеличении нормы высева с 0,6 до 1,4 млн всхожих семян на 1 га содержание основных незаменимых аминокислот у сорта Самариус снижалось, у сорта Флагман 12 повышалось. Содержание аминокислот лейцина+изолейцина и лизина в белке гороха на 98,2-145,4 и 72,7-101,8 % соответствовало рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ФАО/ВОЗ. Лимитирующей аминокислотой в семенах гороха оказался метионин.

**Ключевые слова:** горох, сорта, Самариус, Флагман 12, протеин, аминокислоты, Оренбургская область.

UDC 633.358:631.5(470.56)

**Amino acid composition and biological value of pea protein depending on cultivation techniques**

***NI Voskobulova, AS Vereshagina, RSh Uraskulov, MYa Kurilkina***

*Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)*

**Summary.** The article presents the results of studies on the effect of seeding rates on the content of protein and amino acids in pea grains.

In the steppe zone of the Orenburg region field experiments with two varieties of peas Samarius and Flagman 12 were conducted according to the method of BA. Dospekhov. The content of crude protein in pea grain and its amino acid composition in variants with seeding rates of 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 1.4 million seeds per 1 ha were studied.

The biological value of proteins was determined according to the method of amino acid scoring. The amino acid composition of pea grain protein was compared with the amino acid parameters of a standard («ideal») protein (chicken protein).

In the course of research, it was found that the amount and quality of protein in pea seeds depends on the growing conditions, genetic characteristics and cultivation technology. Dry hot weather during the growing season and an increase in seeding rates increased the content of crude protein in pea seeds.

Under the influence of the seeding rate, the amino acid composition of pea protein changed. Increasing seeding rate from 0.6 to 1.4 million of germinating seeds per 1 ha, the content of main essential amino acids of Samarius variety decreased, and in variety Flagman 12 it increased. The amino acid content of leucine + isoleucine and lysine in pea protein was by 98.2-145.4 and 72.7-101.8% in accordance with the recommended standards of FAO/WHO Food Committee. The limiting amino acid in pea seeds was methionine. The research results make it possible to recommend peas as a component of compound feeds as a source of essential amino acids.

**Key words:** peas, varieties, Samarius, Flagman 12, protein, amino acids, Orenburg region.

**Введение.**

Белок играет важную роль в обеспечении здоровья организма. Он является составной частью клеток и тканей, участвует в создании ферментов, гормонов и иммунных тел (Шпаар Д. и др., 2000). Дефицит протеина в кормах для животных ведёт к снижению продуктивности, замедлению роста молодняка, ухудшению качества продукции, увеличению затрат кормов на единицу производимой продукции, ухудшению переваримости и использованию питательных веществ кормов. На одну кормовую единицу корма по зоотехническим нормам должно приходиться 110-115 г переваримого белка. В настоящее время в среднем по России содержится лишь 96 г, что приводит к перерасходу кормов и их дефициту (Бояринцева Г.Г. и др., 2005).

Решить проблему недостатка кормового белка поможет широкое использование бобовых культур, содержащих в 2-3 раза больше белка по сравнению со злаковыми культурами (De Ron AM, 2015; De Ron AM et al., 2017).

Белок зернобобовых культур содержит в 1,5 раза больше незаменимых аминокислот – треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан, чем белок злаковых культур. Зерно бобовых культур следует использовать в качестве белковой добавки в комбикорма для обогащения их протеином, особенно лизином. «Особого внимания в плане наращивания производства кормового растительного белка заслуживает традиционная для России культура – горох» (Зотиков В.И., 2017).

На содержание белка в зерне и его качество оказывают влияние условия выращивания и особенности генотипа. По степени влияния на уровень содержания белка исследователи (Зотиков В.И., 2017) располагают эти факторы в следующей последовательности: климат, технология выращивания, тип почвы, генотипические особенности сорта.

**Цель исследований.**

Изучение влияния нормы высева на содержание протеина и аминокислот в зерне гороха в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья.

**Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Сорта гороха Самариус и Флагман 12.

**Характеристика территорий, природно-климатические условия.**

Исследования проводились в степной зоне Оренбургской области. Почва участка – чернозём южный карбонатный среднесуглинистый, среднемощный. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта (0-30 см) почвы имела следующие показатели: содержание нитратного азота в почве в начале вегетации составляло 11-12 мг в 1 кг почвы, подвижного фосфора – 29-45, обменного калия – 233-294 мг в 1 кг почвы.

Участок характеризуется недостаточным увлажнением вегетационного периода сельскохозяйственных культур. Количество осадков за период вегетации гороха составило в 2015 г. 141 мм, 2016 – 93 мм, 2017 – 71 мм при среднемноголетнем значении 104 мм.

В фазу формирования урожая зерна гороха среднесуточная температура воздуха в 2015 г. превысила среднемноголетние значения на 4,9 °С и составила +28,9 °С, в 2016 и 2017 гг. – +22,0 и +21,2 °С соответственно.

Значительные различия условий вегетации в годы исследований позволили полнее определить влияние нормы высева на содержание протеина в зерне гороха.

**Схема эксперимента.** Исследования выполнялись в зернопаровом севообороте отдела технологий кормовых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» в 2015-2017 гг.

Сорт Самариус относится к усато-индетерминантному морфотипу. Продолжительность от всходов до спелости составляет 70 дней. Сорт отличается высокой устойчивостью к засухе.

Сорт Флагман 12 – усато-детерминантного морфотипа. Продолжительность вегетации – 55-75 дней. Благодаря верхушечному расположению бобов на стебле отличается высокой пригодностью к уборке прямым комбайнированием.

Содержание белка в зерне сорта Самариус – не менее 26,9 %, Флагман 12 – 26,2 % (Катюк А.И. и др., 2015).

Горох высевался по предшественнику пшеница яровая мягкая. Технология выращивания гороха в опыте – общепринятая для зоны.

Исследования проводились в двухфакторном опыте по схеме: 2А×5В,

где А – сорта: Самариус, Флагман-12;

В – нормы высева: 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 млн всхожих семян на гектар.

Размещение вариантов в опыте – систематическое, повторность – трёхкратная, учётная площадь делянок – 100 м<sup>2</sup>. Способ посева – рядовой с междурядьем 15 см.

Биологическая ценность белков определялась по методу аминокислотного скор (Савчук С.В. и Саковцева Т.В., 2015). Аминокислотный состав белка зерна гороха сравнивался с аминокислотными показателями стандартного («идеального») белка (белок куриного яйца). Химический скор аминокислот (АС, %) для каждой из них определяли по формуле:

$$AC = \frac{AK_{np}}{AK_{иб}} \times 100,$$

где  $AK_{np}$  – содержание любой незаменимой аминокислоты в 1 г белка зерна гороха, мг;

$AK_{иб}$  – содержание любой незаменимой аминокислоты в 1 г стандартного (эталонного, «идеального») белка, мг.

В качестве эталонного белка использовалась аминокислотная шкала стандартного («идеального») белка для взрослого человека (мужчины), рекомендованная Комитетом ФАО/ВОЗ (ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения).

**Оборудование и технические средства.** Полевые работы выполнялись с помощью российской сельскохозяйственной техники: трактор Т-25, плуг ПН-4-35, культиватора КПС-4, сеялка СН-16, кольчатые катки и зубовые бороны, а также трактор МТЗ 1221 (Беларусь). Убирали урожай зерна гороха зерноуборочным комбайном TERRION-SAMPO SR 2010 (ЗАО "Агротехмаш", Россия).

Аминокислотный состав в зерне гороха определяли в Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015) на капиллярном электрофорезе «Капель 105» (Россия).

Для лабораторных исследований использовались: шкаф сушильный SHIRANA HS 62/1 (Чехословакия), мельница растительных проб МРП-2 (Россия), весы ВЛКТ-500г-М (Россия), влагомер зерновой «Фаина-М» (Россия), аппарат Кьельдаля.

### Результаты исследований.

Содержание сырого протеина в зерне гороха по годам исследований было различным: в 2015 – 20,0-22,5 %, 2016 – 14,1-19,8, 2017 – 18,0-20,1 % (табл. 1).

Сорта гороха по-разному реагировали на изменение нормы высева. У сорта Самариус с увеличением нормы высева с 0,6 до 1,4 млн всхожих семян на 1 га отмечена тенденция увеличения содержания сырого протеина в 2015 г. с 21,0 до 22,5 %, 2016 – с 18,0 до 19,8 %. В 2017 г. такой закономерности не отмечено. У сорта Флагман 12 содержание сырого протеина в зерне в 2015 г. менялось слабо. В 2016 г. в варианте с нормой высева 0,8 млн всхожих семян на 1 га отмечено снижение до 14,1 %. В 2017 г. при загущении посевов с 0,8-1,0 до 1,4 млн всхожих семян на 1 га наблюдалась тенденция увеличения сырого протеина с 18,2 до 20,1 %.

В среднем за 3 года наибольшее содержание сырого протеина получено в вариантах с нормами высева 1,2 и 1,4 млн всхожих семян на 1 га у сорта Самариус 20,0 и 20,3 %, у сорта Флагман 12 – 19,6 и 19,7 % соответственно.

Исследованиями установлено изменение аминокислотного состава белка гороха под влиянием нормы высева. При увеличении нормы высева с 0,6 до 1,2 и 1,4 млн всхожих семян на 1 га у сорта Самариус снижалось содержание лейцина-изолейцина на 1,35 %, аргинина – 1,2, лизина – 1,0, тирозина – 0,8, фенилаланина – 0,6, пролина, треонина, серина, аланина – 0,5, гистидина и глицина – на 0,4 % (табл. 2).

Таблица 1. Содержание сырого протеина в зерне гороха, % от сухого вещества  
Table 1. The content of crude protein in pea grain, % of dry matter

Наименование сорта/Variety name	Норма высева, млн всх. семян на 1 га/ Seeding rate, mln. seed per 1 ha	2015 г./ 2015 y.	2016 г./ 2016 y.	2017 г./ 2017 y.	Среднее/Average
Самариус/Samarius	0,6	21,0	18,0	19,6	19,5
	0,8	20,0	15,0	19,0	18,0
	1,0	21,5	15,4	18,0	18,1
	1,2	22,2	17,7	20,0	20,0
	1,4	22,5	19,8	18,6	20,3
Флагман 12/ Flagman 12	0,6	20,8	17,6	18,4	18,9
	0,8	21,0	14,1	18,2	17,8
	1,0	20,1	16,0	18,2	18,1
	1,2	20,5	18,2	20,1	19,6
	1,4	21,2	18,7	19,1	19,7

Таблица 2. Содержание аминокислот в белке зерна гороха в зависимости от нормы высева, % (среднее за три года)  
Table 2. The amino acid content in protein of pea grain, depending on the seeding rate, % (average for three years)

Наименование сорта/ Variety name	Норма высева, млн всх. семян на 1 га/Seeding rate, mln. seed per 1 ha	Аргинин/Arginine	Лизин/Lysine	Тирозин/Tyrosine	Фенилаланин/Phenylalanine	Гистидин/Histidine	Лейцин-изолейцин/ Leucine-Isoleucine	Метионин/Methionine	Валин/Valine	Пролин/Proline	Треонин/Threonine	Серин/Serine	Аланин/Alanine	Глицин/Glycine
		Самариус/ Samarius	0,6	5,2	5,5	2,1	3,1	1,6	7,6	1,5	2,8	2,6	2,6	3,2
	0,8	5,5	5,1	1,8	3,0	1,5	7,1	2,1	2,5	2,5	2,4	2,9	2,9	2,9
	1,0	5,5	5,1	1,8	2,9	1,6	7,5	1,8	2,7	2,6	2,4	3,1	3,0	3,0
	1,2	4,0	4,8	1,7	2,5	1,4	6,2	1,1	2,2	2,1	2,1	2,7	2,6	2,5
	1,4	4,7	4,5	1,3	2,7	1,2	6,3	2,0	2,5	2,2	2,1	2,9	2,7	2,7
Флагман 12/ Flagman 12	0,6	3,6	4,0	1,5	2,2	1,1	5,4	1,7	2,0	1,9	1,8	2,3	2,3	2,3
	0,8	4,9	4,7	1,5	2,5	1,3	6,4	1,4	2,5	2,2	1,8	2,2	2,6	2,5
	1,0	4,8	4,7	1,5	2,7	1,2	6,4	1,2	2,4	2,1	1,7	2,3	2,5	2,5
	1,2	5,5	5,6	1,9	3,1	1,4	8,0	1,3	3,0	2,6	2,5	2,5	2,7	3,2
	1,4	5,2	5,3	1,7	3,0	1,5	7,6	1,8	2,5	2,4	2,4	2,8	3,0	3,1

У сорта Флагман 12 увеличение нормы высева, напротив, повышало содержание лейцина-изолейцина на 2,2 %, аргинина – 1,6, лизина – 1,3, фенилаланина – 0,9, глицина – 0,8, пролина, треонина – 0,7, серина – 0,5, аланина – 0,4 %.

В варьировании содержания метионина и валина по обеим сортам закономерностей не отмечено.

Для полной характеристики биологической ценности белка в зерне гороха нами был произведён расчёт аминокислотного сора по содержанию в белке незаменимых аминокислот. Наибольший аминокислотный сора семян гороха наблюдается по сумме аминокислот лейцин и изолейцин у сорта Самариус 112,7-138,2 %, у сорта Флагман 12 – 98,2-145,4 % (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая ценность (химический сора) зерна гороха, % (среднее за три года)  
Table 3. Biological value (chemical rate) of pea grain, % (average for three years)

Наименование сорта/ Variety name	Норма высева, млн всх. семян на 1 га/ Seeding rate, mln. seed per 1 ha	Лейцин+изолейцин/ Leucine+Isoleucine	Лизин/ Lysine	Метионин/ Methionine	Фенилаланин+тирозин/ Phenylalanine+tyrosine	Треонин/ Threonine	Валин/ Valine
Самариус/ Samarisus	0,6	138,2	99,6	42,8	87,0	65,0	55,2
	0,8	129,4	93,4	60,0	80,3	60,0	50,4
	1,0	137,1	92,7	51,4	79,3	60,0	54,8
	1,2	112,7	87,3	31,4	71,3	52,5	44,0
	1,4	113,5	81,8	57,1	67,0	52,5	50,0
Флагман 12/ Flagman 12	0,6	98,2	72,7	48,5	61,0	45,0	40,0
	0,8	116,4	84,7	40,0	67,3	44,0	50,0
	1,0	117,1	85,4	34,2	69,3	42,5	48,0
	1,2	145,4	101,8	37,1	83,7	62,5	60,0
	1,4	138,2	96,4	51,4	79,0	60,0	50,0

На втором месте по этому показателю стоит лизин: 81,8-99,6 % – у сорта Самариус и 72,7-101,8 % – у сорта Флагман 12. Наименьший аминокислотный сора отмечен по метионину: 31,4-60,0 % – у сорта Самариус и 34,2-51,4 % – у сорта Флагман 12.

Поскольку при расчёте аминокислотного сора использовались данные по содержанию аминокислот в белке, влияние норм высева на него подверглось тем же закономерностям, что и на содержание аминокислот: у сорта Самариус с увеличением нормы высева он снижался, у сорта Флагман 12 увеличивался.

#### Обсуждение полученных результатов.

На количество и качество белка оказывают влияние как генетические особенности, так и условия внешней среды в период вегетации растений.

При сухой тёплой погоде отмечается увеличение содержания белка (Исайчев В.А. и др., 2012) Наибольшее содержание белка в зерне гороха нами отмечено в 2015 г., когда в период формирования семян стояла сухая, жаркая погода.

Исследователи отмечают, что на качество зерна влияют приёмы агротехники, регулирующие в посевах световой и температурный режимы, а следовательно, процессы роста и развития растений, формирования продуктивности (Полуэктов Р.А. и др., 2006). Среди них большое влияние на содержание белка в зерне растений оказывает норма посева.

По результатам наших исследований с увеличением нормы посева повышалось содержание сырого протеина в зерне гороха. Изменение содержания белка в зерне сои и тритикале ярового в зависимости от нормы посева отмечают Пигорев И.Я. и Данилова Л.В. (2009); Рожков А.А. (2014).

Специалисты по кормлению животных указывают, что определяющим в качестве кормов является не содержание белка, а количество незаменимых аминокислот и их соотношение в корме. Для этого подбирают корма, дополняющие друг друга по аминокислотному составу, или добавляют к рациону синтетические аминокислоты (D'Mello JPF, 2003).

Определение биологической ценности белка показало, что максимальное количество из незаменимых аминокислот в белке зерна гороха составляют лейцин+изолейцин и лизин – соответственно 98,2-145,4 % и 72,7-101,8 % от рекомендованных нормативов ФАО/ВОЗ. Лимитирующей аминокислотой в белке гороха оказался метионин, количество которого составило 31,4-60,0 %. Низкое содержание этой аминокислоты в семенах зернобобовых культур отмечает ряд учёных (Путятин Ю.В. и др., 2013; Голушко В.М. и Голушко А.В., 2015; Голушко В.М. и др., 2018; Toride Y, 2004; Müntz K et al., 1998; Galili G et al., 2005; Galili G et al., 2016).

#### **Выводы.**

В результате исследований установлено, что с увеличением нормы посева с 0,6 до 1,4 млн всхожих семян на 1 га содержание сырого протеина в сухом веществе зерна гороха повышается на 0,8 %, содержание основных незаменимых аминокислот у сорта Самариус снижается, у сорта Флагман 12 повышается.

По содержанию незаменимых аминокислот лейцина+изолейцина и лизина белок гороха на 98,2-145,4 и 72,7-101,8 % соответствует рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ). Лимитирующей аминокислотой в семенах гороха является метионин.

#### **Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2019-2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0004)**

#### Литература

1. Бояринцева Г.Г., Шацких Е.В., Гафаров Ш.С. Практикум по разведению сельскохозяйственных животных: учебник. Екатеринбург: УрГСХА, 2005. 188 с. [Boyarintseva GG, Shatskikh EV, Gafarov ShS. Praktikum po razvedeniyu sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh: uchebnik. Ekaterinburg: UrGSKhA; 2005: 188 p. (*In Russ*)].
2. Голушко В.М., Голушко А.В. Протеин и аминокислоты кормов для свиней // Зоотехническая наука Беларуси. 2015. Т. 50. № 1. С. 220-232. [Golushko VM, Golushko AV. Protein i aminokisloty kormov dlya svinei. Zootehnicheskaya nauka Belarusi. 2015;50(1):220-232. (*In Russ*)].
3. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников, Г. Тарануха и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: «ФУАинформ», 2000. 264 с. [Shpaar D, Ellmer F, Postnikov A, Taranukho G et. al. Zernobobovye kul'tury. pod obshch. red. Shpaara D. Minsk: «FUАinform»; 2000:264 p. (*In Russ*)].
4. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3(23). С. 23-28. [Zotikov VI. Leguminous and groats crops is an actual direction of improvement of quality of production. Legumes and groat crops. 2017;3(23):23-28. (*In Russ*)].
5. Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Мударисов Ф.А. Влияние регуляторов роста и хелатных микроудобрений на урожайность и показатели качества гороха и озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1(17). С. 12-16. [Isaichev VA,

Andreyev NN, Mudarisov FA. The influence of growth regulators and chelate trace fertilizers on yielding capacity and produce quality in-dexes of crops. Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2012;1(17):12-16. (*In Russ*).

6. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур / Р.А. Полуэктов, Э.И. Смолья, В.В. Теплеев, А.Г. Топаж. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. С. 25-31. [Poluektov RA, Smolyar EI, Tepleev VV, Topazh AG. Modeli produktsionnogo protsessa sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. SPb.: Izd-vo SPbGU; 2006: 25-31. (*In Russ*)].

7. Определение доступного лизина в белковых кормах для свиней / В.М. Голушко, В.А. Рошин, С.А. Линкевич, А.В. Голушко, М.А. Шацкий, Е.Ф. Шевцова // Зоотехническая наука Беларуси. 2018. Т. 53. № 1. С. 208-217. [Golushko VM, Roschin VA, Linkevich SA, Golushko AV, Shatskiy MA, Shevtsova EF. Determining available lysine in protein feeds for pigs. Zootekhnicheskaya nauka Belarusi. 2018;53(1):208-217. (*In Russ*)].

8. Пигорев И.Я., Данилова Л.В. Влияние нормы высева на урожайность и качество семян сои на серых лесных почвах Центрального Черноземья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 57-59. [Pigorev IYa, Danilova LV. Vliyanie normy vyseva na urozhainost' i kachestvo semyan soi na serykh lesnykh pochvakh Tsentral'nogo Chernozem'ya // Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2009;3:57-59. (*In Russ*)].

9. Путятин Ю.В., Маркевич Д.В., Таврыкина О.М. Сравнительный анализ состава незаменимых аминокислот в продукции кормовых культур // Почвоведение и агрохимия. 2013. № 2(51). С. 229-236. [Putyatyn YuV, Markevich DV, Tavrykina OM. Comparative analysis of composition of essential amino acids in production of forage crops. Pochvovedenie i agrokimiya. 2013;2(51):229-236. (*In Russ*)].

10. Рожков А.А. Влияние способов посева и норм высева на изменение показателей качества зерна растений тритикале ярового // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 37-40. [Rozhkov AA. Vliyanie sposobov poseva i norm vyseva na izmenenie pokazatelei kachestva zerna rastenii tritikale yarovogo. Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014;1:37-40. (*In Russ*)].

11. Савчук С.В., Саковцева Т.В. Расчётные методы определения биологической ценности белка // Биологическая химия для бакалавров направления биология: учебник. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. С. 22. [Savchuk SV, Sakovtseva TV. Raschetnye metody opredele-niya biologicheskoi tsennosti belka. Biologicheskaya khimiya dlya bakalavrov napravleniya biologiya: uchebnik. Moscow: Izd-vo RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva; 2015. P. 22. (*In Russ*)].

12. Сорты гороха селекции Самарского НИИСХ для пищевых и кормовых целей / Катюк А.И., Зубов А.Е., Майстренко О.А., Будиллов А.П., Воскобулова Н.И. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 4-3. С. 505-509. [Katyuk AI, Zubov AE, Maystrenko OA, Budilov AP, Voskobulova NI. Varieties of pea breeding Samara Research Institute of Agriculture for food and feed purposes. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015;17(4-3):505-509. (*In Russ*)].

13. De Ron AM, Sparvoli F, Pueyo JJ, Bazile D. Editorial: protein crops: food and feed for the future. *Frontiers in Plant science*. 2017;8:105. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00105>

14. Amino acids in animal nutrition. 2nd. ed. edited by D'Mello JPF. Cambridge: CABI Publishing. 2003;513 p.

15. Grain Legumes. Series: Handbook on Plant Breeding. Vol. 10. De Ron AM, editor. New York, NY; Dordrecht; Heidelberg; London: Springer; 2015. 438 p. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2797-5>

16. Galili G, Amir R, Hoefgen R, Hesse H. Improving the levels of essential amino acids and sulfur metabolites in plant. *Biol. Chem*. 2005;386(9):817-831. doi: <https://doi.org/10.1515/BC.2005.097>

17. Galili G, Amir R, Fernie AR. The regulation of essential amino acid synthesis and accumulation in plants. *Annual Review of Plant Biology*. 2016;67:153-178. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043015-112213>

18. Müntz K, Christov V, Saalbach G, Saalbach I, Waddell D, Pickardt T, Schieder O, Wustenhagen T. Genetic engineering for high methionine grain legumes. *Nahrung*. 1998;42(3-4):125-127.

19. Toride Y. Lysine and other amino acids for feed: production and contribution to protein utilization in animal feeding. Protein sources for the animal feed industry: Expert Consultation and Workshop; 2002 29 April-3 May; Bangkok. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation; 2004. P. 161-165.

#### References

1. Boyarintseva GG, Shatskikh EV, Gafarov ShS. Workshop on breeding farm animals: a textbook. Yekaterinburg: Ural State Agricultural Academy; 2005. 188 p.

2. Golushko VM, Golushko AV. Protein and amino acids of feed for pigs. *Zootechnical science of Belarus*. 2015;50(1):220-232.

3. Shpaar D, Ellmer F, Postnikov A, Taranuho G, et al. Legumes. Shpaara D, edited. Minsk: FUAinform; 2000. 264 p.

4. Zotikov VI. Leguminous and groats crops is an actual direction of improvement of quality of production. *Legumes and groat crops*. 2017;3(23):23-28.

5. Isaichev VA, Andreev NN, Mudarisov FA. The influence of growth regulators and chelated micronutrient fertilizers on productivity and quality indicators of peas and winter wheat. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2012;1(17):12-16.

6. Poluektov RA, Smolyar EI, Tepleev VV. Topage A.G. Models of production process of agricultural crops. SPb.: Publishing House of SPbGU; 2006. P. 25-31.

7. Golushko VM, Roschin VA, Linkevich SA, Golushko AV, Shatskiy MA, Shevtsova EF. Determining available lysine in protein feeds for pigs. *Zootechnical science of Belarus*. 2018;53(1):208-217. (*In Russ*).

8. Pigorev IYa, Danilova LV. The influence of seeding rates on the yield and quality of soybean seeds on gray forest soils of the Central Black Earth Region. *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2009;3:57-59.

9. Putyatin YuV, Markevich DV, Tavrykina OM. Comparative analysis of the composition of essential amino acids in the production of forage crops. *Soil Science and Agrochemistry*. 2013;2(51):229-236.

10. Rozhkov AA. The influence of sowing methods and seeding rates on changes in grain quality indicators of spring triticale plants. *Bulletin of Kursk State Agricultural Academy*. 2014. No. 1. S. 37-40.

11. Savchuk SV, Sakovtseva TV. Calculation methods for determining the biological value of a protein. *Biological chemistry for bachelors in biology: a textbook*. Moscow: Publishing House of the Russian State Authentic Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2015. P. 22.

12. Katyuk AI, Zubov AE, Maystrenko OA, Budilov AP, Voskobulova NI. Varieties of pea breeding Samara Research Institute of Agriculture for food and feed purposes. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015;17(4-3):505-509.

13. De Ron AM, Sparvoli F, Pueyo JJ, Bazile D. Editorial: protein crops: food and feed for the future. *Frontiers in Plant science*. 2017;8:105. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00105>

14. Amino acids in animal nutrition. 2nd. ed. edited by D'Mello JPF. Cambridge: CABI Publishing. 2003; 513 p.

15. Grain Legumes. Series: Handbook on Plant Breeding. Vol. 10. De Ron AM, editor. New York, NY; Dordrecht; Heidelberg; London: Springer; 2015. 438 p. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2797-5>

16. Galili G, Amir R, Hoefgen R, Hesse H. Improving the levels of essential amino acids and sulfur metabolites in plant. *Biol. Chem*. 2005;386(9):817-831. doi: <https://doi.org/10.1515/BC.2005.097>

17. Galili G, Amir R, Fernie AR. The regulation of essential amino acid synthesis and accumulation in plants. *Annual Review of Plant Biology*. 2016;67:153-178. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043015-112213>

18. Müntz K, Christov V, Saalbach G, Saalbach I, Waddell D, Pickardt T, Schieder O, Wustenhagen T. Genetic engineering for high methionine grain legumes. *Nahrung*. 1998;42(3-4):125-127.

19. Toride Y. Lysine and other amino acids for feed: production and contribution to protein utilization in animal feeding. Protein sources for the animal feed industry: Expert Consultation and Workshop; 2002 29 April-3 May; Bangkok. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation; 2004. P. 161-165.

**Воскобулова Надежда Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом технологий кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)43-46-23, сот.: 8-919-864-34-40, e-mail: [voskobulova1952@yandex.ru](mailto:voskobulova1952@yandex.ru)

**Верещагина Антонина Сергеевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологий кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)43-46-23, сот.: 8-919-853-17-26

**Ураскулов Руслан Шамильевич**, старший научный сотрудник отдела технологий кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)43-46-23

**Курилкина Марина Яковлевна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник Испытательного центра ЦКП, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: [icvniims@mail.ru](mailto:icvniims@mail.ru)

Поступила в редакцию 12 сентября 2019 г.; принята после решения редколлегии 16 сентября 2019 г.; опубликована 30 сентября 2019 г. / Received: 12 September 2019; Accepted: 16 September 2019; Published: 30 September 2019