

## БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЫСОКОПРОТЕИНОВЫХ КОРМОВ ИЗ БЕЛОГО ЛЮПИНА И ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТА НА СРОКИ ИХ ХРАНЕНИЯ

<sup>1</sup>Е. В. Шмат, кандидат технических наук

<sup>1</sup>М. А. Амироков, доктор ветеринарных наук

<sup>2</sup>Н. В. Гапонов, кандидат биологических наук

<sup>2</sup>Е. В. Афонина, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы – Сочинский институт (филиал)

<sup>2</sup>Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса

E-mail: shmatlena@mail.ru

**Ключевые слова:** люпин белый, сырой протеин, аминокислотный состав, кислотное число жира.

**Реферат.** Приведены данные биохимического состава семян и аминокислотный состав зернобобовых культур, люпина белого. Было установлено, что содержание сырого протеина в зерне люпина белого выше, по сравнению с другими зернобобовыми культурами. Содержание клетчатки составляет в среднем 13,21 %, и этот показатель необходимо учитывать при использовании люпина белого в качестве корма для птицы, так как в кормах для птицы содержание клетчатки не должно превышать 10–11 %. Люпин уступает сое по содержанию жира и, соответственно, линолевой кислоты в семенах, но превосходит по этим показателям остальные бобовые культуры. В полученных разными технологическими способами концентратах определяли биохимический состав по основным зоотехническим показателям, помимо этого оценили содержание аминокислот и каротина. В гранулированном и экструдированном ЭСПК по сравнению с зерном люпина белого увеличивается содержание сухого вещества, сырого жира, кальция и фосфора. Содержание сырого жира в ЭСПК значительно, и его показатели для гранулированного корма составляют 11,68 %, а для экструдированного – 14,21 %. Описаны результаты использования антиоксиданта Агидол в составе изготовленных кормов и его влияние на срок их хранения. Показатели КЧЖ экструдированного корма находилось в пределах нормы и в контроле, и в опытных образцах с Агидолом до конца срока хранения. Но если в начале опыта показатели окисления липидов в контроле и опытном образце были практически равными – 5,0 и 4,75 мг/г КОН, то к концу четвертого месяца разница между контролем и вариантом с антиоксидантом составляла более 20 %. В гранулированных кормах эти показатели были более высокими. В начале опыта в контроле КЧЖ равнялось 10,36 мг/г КОН, в образцах с Агидолом – 10,19 мг/г КОН, а концу срока хранения – 20,49 и 14,43 мг/г КОН соответственно. То есть разница между образцами гранулированного корма без антиокислителя и с ним составила 30 %.

## BIOCHEMICAL COMPOSITION OF HIGH PROTEIN FEEDS FROM WHITE LUPINE AND THE EFFECT OF ANTIOXIDANT ON THEIR STORAGE LIFE

<sup>1</sup>E. V. Shmat, PhD in Technical Sciences

<sup>1</sup>M. A. Amirokov, Doctor of Veterinary Sciences

<sup>2</sup>N. V. Gaponov, PhD in Biological Sciences

<sup>2</sup>E. V. Afonina, PhD in Biological Sciences

<sup>1</sup>Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia - Sochi Institute (Branch)

<sup>2</sup>Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology

**Keywords:** white Lupin, crude protein, amino acid composition, acid number of fat.

**Abstract.** The paper presents data on the biochemical composition of seeds and the amino acid composition of leguminous crops, white lupine. It was found that the content of crude protein in white lupin grain is higher than in other leguminous crops. The fiber content averages 13.21%, and this indicator must be taken into account when using white lupine for poultry feed, since the fiber content in poultry feed should not exceed 10-11%. Lupin is inferior to soy in terms of fat content and, accordingly, linoleic acid in seeds, but

*surpasses other legumes. The biochemical composition was determined in concentrates obtained by various technological methods, according to the main zootechnical indicators, in addition, the amino acid content and carotene content were evaluated. The content of dry matter, crude fat, calcium and phosphorus increases in granular and extruded ESPC compared to white lupin grain. The crude fat content in the ESPA is significant, and its indicators for granular feed are 11.68%, and for extruded feed 14.21%. The results of the use of the antioxidant Agidol in the composition of manufactured feeds and its effect on its shelf life are described. The CSF values of the extruded feed were within the normal range both in the control and in the experimental samples with Agidol until the end of the shelf life. But if at the beginning of the experiment the lipid oxidation indices in the control and the prototype were almost equal – 5.0 and 4.75 mg / g KOH, then by the end of the fourth month the difference between the control and the variant with an antioxidant was more than 20%. In granular feeds, these indicators were higher. At the beginning of the experiment, in the control of CSF was 10.36 mg/g KOH, and in samples with Agidol – 10.19 mg/g KOH, then by the end of the shelf life 20.49 and 14.43 mg/g KOH respectively. The difference between the images of the feed without an antioxidant and with it was 30%.*

Современное животноводство России испытывает постоянную и острую потребность в растительных кормах и концентратах с высоким содержанием белка. Среди используемых сельскохозяйственных культур лидерами являются представители семейства бобовые (Fabaceae, или L.). Особо хотелось бы отметить люпин белый, который при соблюдении технологии выращивания и благоприятных условиях возделывания накапливает в зерне до 39–40 % белка и 10–12 % жира [1]. По выходу белка с единицы площади белый люпин превосходит другие виды люпина [2]. Расширение посевных площадей люпина дает возможность более полно снабжать российское животноводство качественным белком.

На рубеже последних лет наблюдается возросший интерес предприятий по производству полнорационных кормов к белому люпину и продуктам его переработки как к источнику белка с высокой биологической ценностью. Белый люпин опережает по содержанию белка горох, вику и другие культуры из семейства бобовых (Fabaceae, или L.) более чем на 10 % [7]. Так, содержание белка в семенах узколистного люпина составляет 33–37 % с благоприятным для кормления животных соотношением аминокислот в семенах белого люпина – 34–39 %, в семенах нового сорта желтого люпина Булат – 39–44 % [8, 9]. Люпин, особенно белый, в своём составе содержит не только протеин, но и значительное количество жира, что позволяет при его использовании значительно сократить или полностью отказаться от применения в рационе подсолнечного масла. Это выгодно отличает его от соевого и подсолнечного шротов и жмыхов, используемых в настоящее время в качестве основных источников кормового белка. По выходу белка с единицы площади белый люпин превосходит другие виды люпина [10].

Зерно люпина содержит большое количество протеина, обладающего высокой биологической ценностью, представляет ценный концентрат, используемый в виде белковых добавок при приготовлении комбикормов, отличается практически полным отсутствием ингибиторов трипсина. Новые сорта люпина имеют низкое содержание алкалоидов в зерне – 0,06–0,132 %, что значительно ниже предельно допустимых значений [11].

Для повышения кормовой ценности, улучшения переваримости нативного люпина рекомендуется проводить его предварительную технологическую обработку. Одним из таких приемов, улучшающих кормовое достоинство зерна люпина, является термическая, баротермическая обработка. В процессе её происходит деструкция целлюлозолигниновых образований, декстринизация крахмала и инактивация антипитательных веществ. В результате продукт приобретает микропористую структуру, что обеспечивает улучшение его вкусовых качеств и повышение переваримости [12].

Технология гранулирования и экструдирования комбикорма позволяет обеспечить стабильную однородность, улучшить санитарно-гигиенические показатели, повысить питатель-

ную ценность, увеличить сроки хранения, а также минимизировать потери при его транспортировке и раздаче [13, 14].

Материалом исследования в эксперименте служил белый люпин сорта Дега с оболочкой и без оболочки, а также разработанные на их основе энергосахаропротеиновые концентраты (ЭСПК), которые были произведены разными методами технологической обработки – методом гранулирования и экструдирования.

Для разработки ЭСПК использовались компоненты: экструдированный белый люпин в оболочке и без оболочки, тритикале, рапс озимый.

Для более корректного сравнительного анализа по питательной ценности полученных ЭСПК проводили биохимический анализ сои полножирной, вики яровой, бобов кормовых, гороха.

Определение химического состава узколистного люпина и полученных высокопротеиновых концентратов проводилось в начале исследований по стандартным методикам зооанализа.

Первоначальную влагу определяли по ГОСТ Р 57059-2016 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Экспресс-метод определения влаги.

Содержание клетчатки определяли по ГОСТ 31675-2012 Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману.

Определение сырой золы проводили по ГОСТ 26226-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

Определение жира проводили по обезжиренному остатку по ГОСТ 13496.15-97. Корма. Комбикорма. Кормовое сырье.

Содержание протеина определяли по ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

Для определения кальция использовали оскалатный метод по ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция.

Для определения фосфора применяли колориметрический метод по ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли расчётным методом.

Поскольку в структуре ЭСПК содержится рапс озимый, то для него характерны процессы окисления жиров. Поэтому изучали влияние антиокислителей в качестве ингибиторов процесса прогоркания кормов. В качестве антиокислителя, призванного замедлить процессы окисления триглицеридов, был выбран Агидол (2,6-дитретбутил-4-метилфенол). Его вводили в ЭСПК в дозе 250 г/т. Образцы ЭСПК хранились при комнатной температуре в темных полиэтиленовых пакетах в течение четырех месяцев, показатели кислотного числа жира определяли раз в месяц по ГОСТ Р 31700 2012 [6].

Для технологической обработки белого люпина нативного и люпина без оболочки, а также полученных на их основе ЭСПК применяли экструзионную обработку на баротермической установке ЭТР-150/11-К. Гранулирование проводили на пресс-грануляторе ДГ-0,8 mini.

В течение нескольких десятков лет учёные ВНИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» ведут работу по созданию новых сортов люпина для кормопроизводства. В практике кормопроизводства люпин, имеющий в составе зерна 0,025 % алкалоидов, относится к сладкому сорту, семена с содержанием алкалоидов 0,025–0,1 % относят к малоалкалоидным [3].

В качестве белкового компонента в комбикормах используются зернобобовые культуры: соя, люпин, горох, вика, кормовые бобы. В сравнении со злаковыми культурами их отличает значительное содержание протеина и жиров, уступают они лишь в содержании углеводов (табл. 1) [3, 4].

Таблица 1

**Химический состав (% на а. с. в.) и энергетическая ценность зернобобовых культур  
Chemical composition (% a. s. w.) and energy value of grain legumes**

Показатель	Люпин белый (Дега)	Бобы кормовые	Вика яровая	Горох	Соя полножирная
Сухое вещество	87,00	87,00	86,00	88,00	86,00
Сырой протеин	37,78	25,00	24,10	21,30	31,90
Сырой жир	8,89	1,50	1,50	1,80	16,60
Линолевая кислота	1,39	0,45	0,45	0,56	8,25
Сырая клетчатка	13,21	4,73	5,60	5,80	7,00
Сырая зола	3,93	3,27	3,40	3,10	4,20
Крахмал	10,77	41,24	38,30	28,94	2,36
Сахар	6,61	3,80	3,53	8,72	8,50
Кальций	0,22	0,11	0,15	0,13	0,22
Фосфор	0,35	0,50	0,39	0,38	0,64
Калий	1,35	1,20	0,96	1,02	1,50
БЭВ	34,55	50,50	51,40	56,30	24,20
ОЭ, МДж/кг	11,99	9,92	10,09	10,34	11,32
ОЭ, ккал/100 г	286,16	237,00	241,00	267,00	330,00

Из таблицы 1 видно, что содержание сырого протеина в зерне люпина белого выше по сравнению с другими зернобобовыми культурами. Содержание клетчатки составляет в среднем 13,21 %, и этот показатель необходимо учитывать при использовании люпина белого в качестве корма для птицы, так как в кормах для птицы содержание клетчатки не должно превышать 10–11 %. Люпин уступает сое по содержанию жира и, соответственно, линолевой кислоты в семенах, но превосходит по этим показателям остальные бобовые культуры.

Помимо общего содержания протеина важно учитывать аминокислотный состав белка зерна, используемого для кормления и изготовления комбинированных кормов (табл. 2). Их концентрацию в рационе рассчитывают по отношению к протеину [3, 4].

Белки приведенных в таблице кормовых культур разнятся по аминокислотному составу. Белок сои богат такими аминокислотами, как лизин, цистин, фенилаланин; в люпине больше аргинина, глицина, лейцина, изолейцина, треонина и тирозина. В целом, зернобобовые культуры и продукты их переработки способны обеспечивать до 80 % потребности сельскохозяйственных животных и птицы в протеине и незаменимых аминокислотах.

Таблица 2

**Аминокислотный состав зерна бобовых культур, г/100 г  
Amino acid composition of legume grain, g/100 g**

Показатель	Люпин белый (Дега)	Бобы кормовые	Вика яровая	Горох	Соя полножирная
1	2	3	4	5	6
Сырой протеин	37,78	25,00	24,10	21,30	31,90
Лизин	1,78	1,40	1,31	1,53	2,11
Метионин	0,20	0,24	0,27	0,22	0,34
Метионин+цистин	0,70	0,53	0,49	0,47	0,96
Треонин	1,44	0,90	0,76	0,81	1,09
Триптофан	0,26	0,28	0,24	0,17	0,34
Аргинин	3,60	2,00	1,56	1,53	2,05

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Валин	1,43	1,50	1,50	1,00	1,80
Гистидин	0,84	0,74	0,65	0,70	0,80
Изолейцин	1,60	1,50	1,15	1,00	1,26
Лейцин	2,66	2,40	1,14	1,01	1,76
Фенилаланин	1,53	1,18	-	0,93	2,62
Глицин	1,40	1,04	0,65	0,80	1,26
Тирозин	1,62	0,84	0,55	0,51	1,20
Цистин	0,50	0,19	0,22	0,25	0,62

С учетом всего вышесказанного отдельный интерес вызывает возможность использования люпина белого в качестве основного компонента для создания полнорационных комбикормов. В ВНИИ люпина – филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» ведутся исследования по моделированию и использованию в производстве полнорационных комбикормов энергосахаропротеинового концентрата (ЭСПК) на основе семян люпина, рапса и тритикале [5]. В результате многолетних исследований установили следующий состав композиционной смеси для создания корма: 65 % фуража люпина белого, 25 % зерна рапса и 10 % фуража тритикале.

В полученных разными технологическими способами концентратах определяли биохимический состав по основным зоотехническим показателям, помимо этого оценили содержание незаменимой аминокислоты лизин и показатели содержания каротина (табл. 3).

Таблица 3

**Биохимический состав ЭСПК**  
**Biochemical composition of ESPC**

Показатель	Экструдированный ЭСПК	Гранулированный ЭСПК
Сырой протеин, % на а.с.в.	29,38	30,21
Сырой жир, % на а.с.в.	14,21	11,68
Сырая клетчатка, % на а.с.в.	13,41	11,85
Фосфор, % на а.с.в.	0,50	0,45
Кальций, % на а.с.в.	0,40	0,42
Сырая зола, % на а.с.в.	3,64	3,60
Сухое вещество, % на а.с.в.	91,32	89,47
Лизин, % на а.с.в.	0,69	1,11
Каротин, мг/кг	10,89	13,68
Сахар, % на а.с.в.	8,79	6,63
Крахмал, % на а.с.в.	5,72	7,81

В гранулированном и экструдированном ЭСПК по сравнению с зерном люпина белого увеличивается содержание сухого вещества, сырого жира, кальция и фосфора.

Содержание сырого жира в ЭСПК значительно, и его показатели для гранулированного корма составляют 11,68 %, а для экструдированного – 14,21 %. Так же как и для других кормов с высоким содержанием липидов, для ЭСПК характерны процессы окисления жиров, вначале процесса окисления образуются перекиси, а затем альдегиды и кетоны. Так как продукты распада жиров приводят к различным патологиям у сельскохозяйственных животных и птицы, встал вопрос о контроле показателей кислотного числа жира (КЧЖ) как одного из индикаторов протекания процессов окисления липидов корма. Также необходимо было оценить возмож-

ность использования антиокислителей в роли ингибиторов процесса прогоркания кормов. В качестве антиокислителя, призванного замедлить процессы окисления триглицеридов, был выбран Агидол (2,6-дитретбутил-4-метилфенол). Его вводили в корм в дозе 250 г/т. Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

Кислотное число ЭСПК, мг/г КОН, среднее 2016-2018 гг.  
Acid number of ESPK, mg/g CON, average 2016-2018.

Срок хранения	Кислотное число, мг/г КОН	
	Контроль	Агидол (250 г/т)
	$\bar{X}$	$\bar{X}$
<i>Гранулированный ЭСПК</i>		
Начало опыта	10,36	10,19
1 месяц	12,48	10,66
2 месяц	13,86	12,10
3 месяц	17,06	13,74
4 месяц	20,49	14,43
<i>Экструдированный ЭСПК</i>		
Начало опыта	5,00	4,75
1 месяц	5,44	4,94
2 месяц	6,30	5,45
3 месяц	7,46	6,22
4 месяц	9,34	7,46

Согласно методическим указаниям Главного ветеринарного управления МСХ РФ № 13-5-02/0657 от 27 октября 2003 г., показания кислотного числа для комбикорма, кормосмеси, БВМК не должны превышать 20 мг/г КОН.

Показатели КЧЖ экструдированного корма находилось в пределах нормы и в контроле, и в опытных образцах с Агидолом до конца срока хранения. Но если в начале опыта показатели окисления липидов в контроле и опытном образце были практически равными – 5,0 и 4,75 мг/г КОН, то к концу четвертого месяца разница между контролем и вариантом с антиоксидантом составляла более 20 %.

В гранулированных кормах эти показатели были более высокими. В начале опыта в контроле КЧЖ равнялось 10,36 мг/г КОН, в образцах с Агидолом – 10,19 мг/г КОН, а концу срока хранения – 20,49 и 14,43 мг/г КОН соответственно. Таким образом, разница между образцами гранулированного корма без антиокислителя и с ним к концу срока хранения составила 30 %. Кроме того, показатели контрольного образца вышли за пределы нормы, установленной методическими указаниями Главного ветеринарного управления МСХ РФ для БВМК.

В целом же с течением времени количество свободных жирных кислот в кормах увеличивается, но этот процесс идет медленнее в присутствии антиоксиданта Агидол. Помимо наличия антиокислителя важным моментом для увеличения срока хранения корма является способ его изготовления. Экструдированные корма изначально содержат меньше продуктов окисления триглицеридов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Урожайность* и кормовая ценность сортов и перспективных образцов люпина белого селекции ВНИИ люпина / М. И. Лукашевич, М. В. Захарова, Т. В. Свиреденко [и др.] // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводство: сб. материалов Международ. науч.-практ. конф. Брянск, 04 июля 2017 г. – Брянск: Читай-город, 2017. – 271 с.
2. *Такунов И. П.* Люпин в земледелии России. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
3. *Штеле А. Л.* Кормовая ценность белого люпина для высокопродуктивной птицы // Белый люпин. – 2014. – № 1. – С. 15–21.
4. *Gaponov N. V., Loretts O. G.* The formation of microbiots in the body of primates and the provision of their diets with a balanced ratio of macro- and micronutrients // Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic (EFSC2021): reports of Int. Conf. Doushanbe, Republic of Tadjikistan, March 29–31 in 2021; E3S Web of Conf. – Vol. 282. – P. 04015. – DOI: 10.1051/e3sconf/202128204015. – EDN: EDTTRX.
5. *Артюхов А. И., Гапонов Н. В.* Энергосахаропротеиновый концентрат и способ его приготовления: пат. RU2461211C2 Рос. Федерация. № 2010144896/13; заявл. 02.11.2010 г., опубл. 20.09.2012.
6. *ГОСТ Р 31700-2012* Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
7. *Тарануха Г. И.* Люпин – культура больших возможностей // Проблемы дефицита растительного белка и пути их преодоления: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 13–15 июля 2006 г. – Минск: Белорусская наука, 2006. – С. 73–83.
8. *Агеева П. А., Почутина Н. А.* Результаты, состояние и перспективы селекции узколистного люпина во ВНИИ люпина // Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в сельском хозяйстве и животноводстве: сб. материалов Международ. науч.-практ. конф. Брянск, 04 июля 2017 г. – Брянск: Читай-город, 2017. – С. 47–59.
9. *Руцкая В. И., Гапонов Н. В.* Опыт использования люпина и продуктов его переработки в пищевой промышленности (обзор) // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 83–89.
10. *Гапонов Н. В.* Значение люпина в продовольственной безопасности страны // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 4 (30). – С. 101–107.
11. *Артюхов А. И., Гапонов Н. В.* Экструдированная смесь люпина, рапса и тритикале в рационах цыплят-бройлеров // Использование инновационных разработок НИУ региона для повышения эффективности сельскохозяйственного производства: тез. докл. Регион. науч.-практ. конф. Калуга, 02 февраля 2010 г. – Калуга: Калужский НИИСХ, 2010. – С. 90–94. – EDN: RTVPTX.
12. *Гапонов Н. В.* Белый люпин в полнорационных комбикормах // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 60–70. – DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-60-70. – EDN: GBPKBL.
13. *Gaponov N. V., Yagovenko G. L.* The lupine significance for forage production: lupin-and-rape concentrate as a source of valuable nutrients for animal feeding // Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry and agricultural products: reports. Ser. 2. Smolensk, January 25 in 2021; IOP conf.: Earth & env sci. – Vol. 723. – P. 022005. – DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022005. – EDN: SNKDIY.
14. *Использование* полиморфизма белков семян для сортовой идентификации люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) / Э. Э. Егги, М. С. Вишневецкая, П. А. Агеева [и др.] // Аграрная Россия. – 2012. – № 4. – С. 2–8. – EDN: TMVKED.

## REFERENCES

1. *Lukashevich M. I., Zaxarova M. V., Sviredenko T. V.* [i dr.], *Novy`e sorta lyupina, texnologiya ix vy`rashhivaniya i pererabotki, adaptaciya v sistemy` zemledeliya i zhivotnovodstvo*, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Bryansk, July 04, 2017. - Bryansk: Chitaj-gorod, 2017, 271 p. (In Russ.)
2. *Takunov I. P.* *Lyupin v zemledelii Rossii* (Lupine in Russian agriculture), Bryansk: Pridesen`e, 1996, 372 p.
3. *Shtele A. L.* *Bely`j lyupin*, 2014, No. 1, pp. 15–21. (In Russ.)

4. Gaponov N. V., Loretts O. G. The formation of microbiots in the body of primates and the provision of their diets with a balanced ratio of macro- and micronutrients, *Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic (EFSC2021): reports of Int. Conf. Doushanbe, Republic of Tadjikistan, March 29–31 in 2021; E3S Web of Conf.*, Vol. 282, P. 04015, DOI: 10.1051/e3sconf/202128204015, EDN EDTTPX.
5. Artyuxov A. I., Gaponov N. V., E`nergosaxaroproteinovy`j koncentrat i sposob ego prigotovleniya: pat. RU2461211C2 Ros. Federaciya, No. 2010144896/13; zayavl. 02.11.2010 g., opubl. 20.09.2012.
6. GOST R 31700-2012 Zerno i produkty` ego pererabotki. Metod opredeleniya kislotnogo chisla, Moscow: Standartinform, 2013, 12 p.
7. Taranuxo G. I. *Problemy` deficita rastitel`nogo belka i puti ix preodoleniya* (Problems of vegetable protein deficiency and ways to overcome them), materials of the International scientific and practical conference Minsk, July 13-15, 2006, Minsk: Belorusskaya nauka, 2006, pp. 73–83.
8. Ageeva P. A., Pochutina N. A., *Novy`e sorta lyupina, texnologiya ix vy`rashhivaniya i pererabotki, adaptaciya v sel`skom xozyajstve i zhivotnovodstve* (New varieties of lupine, technology of their cultivation and processing, adaptation in agriculture and animal husbandry), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Bryansk, July 04, 2017, Bryansk: Chitaj-gorod, 2017, pp. 47–59. (In Russ.)
9. Ruczskaya V. I., Gaponov N. V., *Zernobobovy`e i krupyany`e kul`tury`*, 2021, No. 1 (37), pp. 83–89. (In Russ.)
10. Gaponov N. V. *Innovacii i prodovol`stvennaya bezopasnost`*, 2020, No. 4 (30), pp. 101–107. (In Russ.)
11. Artyuxov A. I., Gaponov N. V., *Ispol`zovanie innovacionny`x razrabotok NIU regiona dlya povy`sheniya e`ffektivnosti sel`skoxozyajstvennogo proizvodstva* (The use of innovative developments of research institutes of the region to improve the efficiency of agricultural production), abstracts of the Regional Scientific and Practical Conference Kaluga, February 02, 2010, Kaluga: Kaluzhskij NIISX, 2010, pp. 90–94, EDN: RTVPXT. (In Russ.)
12. Gaponov N. V. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2021, No. 3, pp. 60–70, DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-60-70, EDN: GBPKBL. (In Russ.)
13. Gaponov N. V., Yagovenko G. L. The lupine significance for forage production: lupin-and-rape concentrate as a source of valuable nutrients for animal feeding, *Agriculture, field cultivation, animal husbandry, forestry and agricultural products: reports. Ser. 2.* Smolensk, January 25 in 2021; IOP conf.: Earth & env sci, Vol. 723, P. 022005, DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022005, EDN: SNKDIY.
14. Eggi E`. E`. , Vishnevskaya M. S., Ageeva P. A., Mextiev V. S., Gavrilyuk I. P., Gaponov N. V., Krasil`nikov V. N., *Agrarnaya Rossiya*, 2012, No. 4, pp. 2–8, EDN: TMVKED. (In Russ.)