

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЭСПАРЦЕТА

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

С. А. Игнатьев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

Н. Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

А. А. Регидин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних трав, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены результаты исследований биохимического состава зеленой массы образцов эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Цель исследований заключалась в выявлении изменчивости содержания сырых питательных веществ: протеина, жира, клетчатки, золы, БЭВ в зеленой массе сортов и линий эспарцета, в определении аминокислотного состава белка и выделении лучших образцов по изучаемым признакам. Исследования проводили в период 2017–2021 годов. В качестве стандарта использовали сорт Зерноградский 2. Биохимические анализы выполняли в фазу бутонизации – начала цветения. Химический состав отобранных образцов определяли в соответствии с методиками и ГОСТами. Максимальное содержание сырого протеина определено у перспективных линий Син 8/95 (15,38 %) и Син 13/95 (14,72 %). Установлено, что высокой концентрацией сырой золы характеризовались сорта Велес (10,6 %), Атаманский (14,1 %) и линии Син 13/95 (11,8 %), Син 8/95 (16,9 %). Оптимальное содержание клетчатки определено у сортов Атаманский (29,73 %) и Велес (29,61 %). В результате определения аминокислотного состава белка установлено, что по сбору незаменимых аминокислот выделились линия Син 8/95 (68,5 г/кг) и сорта Зерноградский 2 (62,3 г/кг), Велес (52,5 г/кг). По количеству заменимых аминокислот выделились сорта Велес (75,0 г/кг), Зерноградский 2 (66,5 г/кг) и линия Син 8/95 (66,4 г/кг). Линия Син 8/95 (134,9 г/кг) и сорта Велес (127,5 г/кг), Зерноградский 2 (128,8 г/кг) характеризовались высоким общим сбором аминокислот. Определено, что содержание сырого протеина (от 4,3–18,4 %), клетчатки (7,8–16,9 %) и сухого вещества (4,5–13,1 %) и БЭВ (9,6–15,9 %) характеризовалось незначительным и средним варьированием значений. Содержание сырой золы (9,6–25,2 %) и сырого жира (7,5–27,8 %) имело слабое, среднее и сильное варьирование в зависимости от сорта и линии. Исследования биохимического состава эспарцета позволили установить сортовые различия и вариабельность признаков, характеризующих питательность корма. С наилучшей выраженностью признаков качества выделились сорта Велес, Зерноградский 2 и перспективная линия Син 8/95, которые авторы статьи рекомендуют использовать в селекционном процессе в качестве источников полезных признаков и свойств.

Ключевые слова: сырой протеин, сорт, эспарцет, зола, клетчатка, сухое вещество.

Для цитирования: Кравченко Н. С., Игнатьев С. А., Игнатьева Н. Г., Регидин А. А. Биохимический состав и питательность зеленой массы сортов и перспективных линий эспарцета // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 1. С. 64–69. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-64-69.



BIOCHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF GREEN MASS OF THE SAINFOIN VARIETIES AND PROMISING LINES

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

S. A. Ignatiev, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, ORCID ID: 0000-0003-0715-2982;

N. G. Ignatieva, technician-researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

A. A. Regidin, junior researcher of the laboratory for breeding and seed production of perennial grasses, ORCID ID: 0000-0002-3246-1501

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok street, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

There have been presented the study results of the biochemical composition of the green mass of sandy sainfoin (*Onobrychis arenaria*) samples developed by the FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy". The purpose of the current study was to identify the variability of the content of raw nutrients: protein, oil, fiber, ash, BEV in the green mass of sainfoin varieties and lines, to determine the amino acid composition of protein and to identify the best samples for the studied traits. The study was carried out in the period of 2017–2021. The variety 'Zernogradsky 2' was used as a standard variety. Biochemical analyzes were carried out in the period 'budding stage – blooming stage'. The chemical composition of the selected samples was carried out in accordance with the methodology and GOSTs. The maximum crude protein percentage was determined in promising lines 'Sin 8/95' (15.38 %) and 'Sin

13/95' (14.72 %). There was found that the varieties 'Veles' (10.6 %), 'Atamansky' (14.1 %) and the lines 'Sin 13/95' (11.8 %), 'Sin 8/95' (16.9 %) were characterized by a high concentration of raw ash. The optimal fiber content was established in the varieties 'Atamansky' (29.73 %) and 'Veles' (29.61%). As a result of determining the amino acid composition of protein, there was found that the line 'Sin 8/95' (68.5 g/kg) and the varieties 'Zernogradsky 2' (62.3 g/kg), 'Veles' (52.5 g/kg) were distinguished by the collection of essential amino acids. The varieties 'Veles' (75.0 g/kg), 'Zernogradsky 2' (66.5 g/kg) and the line 'Sin 8/95' (66.4 g/kg) were distinguished by the number of non-essential amino acids. The line 'Sin 8/95' (134.9 g/kg) and the varieties 'Veles' (127.5 g/kg), 'Zernogradsky 2' (128.8 g/kg) were characterized by a high total collection of amino acids. There was determined that crude protein percentage (from 4.3–18.4 %), fiber (7.8–16.9 %), dry matter (4.5–13.1 %) and BEV (9.6–15.9 %) were characterized by slight and medium variation in values. The content of crude ash (9.6–25.2 %) and crude oil (7.5–27.8 %) had weak, medium and strong variations depending on the variety and line. The study of the biochemical composition of sainfoin made it possible to establish varietal differences and variability of traits that characterize the nutritional value of the feed. The varieties 'Veles', 'Zernogradsky 2' and the promising line 'Sin 8/95' were found to have the best quality traits, which could be recommended for use in the breeding process as sources of useful traits and properties.

Keywords: crude protein, variety, sainfoin, ash, fiber, dry matter.

Введение. Повышение белка в растительном сырье остается одной из основополагающих проблем аграрной науки. Решение ее возможно за счет создания новых высокоурожайных, адаптивных к местным условиям сортов высокобелковых культур. Известно, что многолетние бобовые травы являются ценным источником растительного белка, который используется как на пищевые, так и на кормовые цели (Давлетов и др., 2020; Тарасенко, 2017; Regidin and Ignatiev, 2021).

Для обеспечения животноводства кормами, богатыми протеином, незаменимыми аминокислотами, каротиноидами, витаминами и другими важными элементами питания, необходимо увеличивать посевы многолетних трав. Эти культуры являются ценной сырьевой базой для изготовления кормов с высокой питательностью (Макаренков и др., 2021).

Эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*) относится к ценным высокобелковым кормовым культурам. Обладает важными для сельхозпредприятий технологическими признаками: широкой экологической пластичностью, значительной зимостойкостью и высокой засухоустойчивостью. Также эспарцет – хороший предшественник для озимой пшеницы и достаточно эффективно выращивается в полевых севооборотах (Черепок и др., 2021; Игнатьев и Регидин, 2018; Тарасенко и др., 2016; Mora-Ortiz M. et al., 2016).

Цель исследований заключалась в выявлении изменчивости содержания сырых питательных веществ: протеина, жира, клетчатки, золы, БЭВ в зеленой массе перспективных сортов и линий эспарцета, в определении аминокислотного состава белка и выделении лучших образцов по изучаемым признакам.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили в рамках конкурсного сортоиспытания лаборатории многолетних трав в 2017–2022 годах. Объектом исследований являлись сорта и перспективные линии эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Посев конкурсного сортоиспытания проводили весной с нормой высева 4 млн всхожих семян на гектар. Площадь делянок 25 м², повторность 4–6-кратная. В качестве стандарта использовали сорт Зерноградский 2.

Биохимические анализы проводили в фазу бутонизации – начала цветения.

В осенне-зимний период 2017 г. погодные условия для многолетних трав сложились благоприятно. Критически низких температур в зимний период не наблюдалось. Недобор осадков в марте компенсировался их выпадением в апреле и мае. Среднесуточные температуры воздуха в эти месяцы были близки к среднемноголетним.

В 2018 г. погодные условия для многолетних трав складывались благоприятно. Недостаток влаги в осенний период компенсировался их количеством (на 28,8 % больше среднемноголетних) зимнего периода. Среднемесячные температуры воздуха в вегетационный период были на 1,6–3,0 °C выше среднемноголетних. На фоне этих высоких среднесуточных температур за весенний период выпало осадков на 50 мм меньше среднемноголетнего количества.

В осенне-зимний период 2019 г. количество выпавших осадков было практически равно среднемноголетним значениям. За весеннее время количество осадков было на 8,8 % выше, а в летний период оно составило только 55 % от среднемноголетнего количества. Недостаток осадков летнего периода существенно отразился на начале осенней вегетации многолетних трав.

За январь–февраль 2020 г. количество выпавших осадков превысило на 62,8 % среднемноголетнюю норму. В весенний период остро ощущался недостаток влаги, и только выпавшие в мае осадки в какой-то степени снизили потребность многолетних трав во влаге.

Зимний период 2021 г. был благоприятным для перезимовки многолетних трав. В весенний период отмечалось высокое количество осадков, которое превышало среднемноголетние показатели на 32,2 % в марте, 124,1 % в апреле и 26,7 % в мае, что препятствовало своевременному проведению уходных мероприятий на посевах многолетних трав.

Химический состав отобранных образцов устанавливали в соответствии с методиками и ГОСТами. Сырую клетчатку определяли по Геннебергу и Штоману (ГОСТ Р 52839-2007), сырой жир – по Рушковскому (ГОСТ 13496.15-97), сырую золу – методом сухо-

го озоления (ГОСТ 26229-95), содержание общего азота – в соответствии с методом Кьельдаля. Аминокислотный состав определяли методом капиллярного электрофореза с применением системы КАПЕЛЬ-205.

Определение 18 протеиногенных аминокислот проходит в 3 этапа.

1. По схеме анализа 1, после проведения кислотного гидролиза определяется концентрация 14 аминокислот в изучаемом образце.

2. По схеме анализа 2, после окисления пробы и проведения кислотного гидролиза устанавливается содержание аспарагиновой, глутаминовой и цистеиновой кислот.

3. По схеме анализа 3, после проведения щелочного гидролиза определяется концентрация триптофана.

Статистическая обработка результатов исследования проведена по Б.А. Доспехову с использованием MS Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. Концентрация сырого протеина в растительных образцах – один из важнейших показателей, который характеризует питательную ценность корма (Макаренков и др., 2021). Анализируя количество сырого протеина, было выявлено варьирование данного признака от 13,60 (Атаманский) до 15,38 % (Син 8/95). Значения коэффициента вариации этого признака изменялись от низких – 4,3 % (Син 1/93) до средних – 18,4 % (Син 8/95), что свидетельствует об умеренной изменчивости в зависимости от сложившихся природно-климатических факторов (табл. 1).

Таблица 1. Содержание сырого белка и сырой золы в сухом веществе эспарцета, 2017–2021 гг.

Table 1. Content of crude protein and crude ash in dry matter of sainfoin, 2017–2021

Сорт / линия	Сырой протеин, % на а. с. в.	CV, %	Сырая зола, %	CV, %
Зерноградский 2, стандарт	13,68	4,5	9,1	11,9
Атаманский	13,60	14,1	13,8	14,3
Велес	14,09	7,0	10,6	11,6
Син 1/93	14,16	4,3	9,2	9,6
Син 8/95	15,38	18,4	16,9	25,2
Син 13/95	14,72	8,9	11,8	15,7
НСР _{0,5}	0,78	–	0,12	–

Максимальным содержанием сырого протеина характеризовались перспективные образцы Син 8/95 (15,38 %) и Син 13/95 (14,72 %), которые достоверно превысили стандарт по данному признаку (НСР_{0,5} = 0,78 %).

Сырая зола является важным показателем качества корма. Процент зольности свидетельствует о количестве минеральных веществ и зависит как от вида растений, так и от условий их выращивания, а также возраста и сроков уборки. Оптимальной концентрацией сырой золы считается 8–10 % (Макаренков и др., 2021).

Варьирование по количеству золы в сухом веществе у изучаемых образцов составило от 9,1 (Зерноградский 2) до 16,9 % (Син 8/95). Максимальной концентрацией сырой золы ха-

рактеризовались образцы Велес (10,6 %), Син 13/95 (11,8 %), Атаманский (13,8 %) и Син 8/95 (16,9 %).

Изменчивость этого показателя отмечена от низкой – 9,6 % (Син 1/93) до высокой – 25,2 % (Син 8/95), что свидетельствует о значительном влиянии условий выращивания на содержание золы.

Важным показателем качества зеленой массы является содержание сырого жира. По концентрации сырого жира в сухом веществе образцов эспарцета достоверных различий не установлено, однако варьирование значений коэффициента вариации было в широких пределах – от 7,5 (Велес) до 27,8 % (Син 8/95) (табл. 2).

Таблица 2. Содержание сырого жира и сырой клетчатки в сухом веществе эспарцета, 2017–2021 гг.

Table 2. Content of crude oil and crude fiber in dry matter of sainfoin, 2017–2021

Сорт / линия	Сырой жир, %	CV, %	Сырая клетчатка, %	CV, %
Зерноградский 2, стандарт	2,60	8,6	31,12	14,1
Атаманский	2,68	12,9	29,73	16,9
Велес	2,48	7,5	29,61	15,1
Син 1/93	2,35	20,7	32,69	13,6
Син 8/95	2,17	27,8	33,86	7,8
Син 13/95	2,31	8,3	31,73	13,2
НСР _{0,5}	0,21	–	0,91	–

Клетчатка необходима животным для нормального процесса пищеварения и является

источником энергии. Количество ее зависит от вида и возраста растений (Блохина, 2014).

Содержание клетчатки в среднем за годы исследований варьировало от 29,61 (Велес) до 33,86 % (Син 8/95). Лучшей выраженностью значений характеризовались сорта Атаманский (29,73 %) и Велес (29,61 %). Коэффициенты вариации изменялись от низких значений – 7,8 % (Син 8/95) до средних – 16,9 % (Атаманский), что свидетельствует об умеренной изменчивости признака в зависимости от факторов окружающей среды.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) включают все органические вещества корма, не учтенные при определении сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и сырой золы (Блохина, 2014). Увеличение содержания БЭВ в растении приводит к снижению процента переваримости питательных веществ. В зависимости от сорта содержание БЭВ в сухом веществе находилось в пределах от 41,59 до 47,62 % (табл. 3).

Таблица 3. Содержание сухого вещества и БЭВ в сухом веществе эспарцета, 2017–2021 гг.
Table 3. Content of dry matter and BEV in dry matter of sainfoin, 2017–2021

Сорт / линия	Сухое вещество, %	CV, %	БЭВ, %	CV, %
Зерноградский 2, стандарт	20,98	8,1	45,58	9,9
Атаманский	22,39	8,0	47,62	9,6
Велес	22,43	8,6	47,02	11,2
Син 1/93	21,35	10,0	44,18	10,4
Син 8/95	21,82	13,1	41,59	15,9
Син 13/95	21,69	4,5	44,92	11,7
НСР _{0,5}	0,74	–	0,91	–

Максимальной выраженностью этого признака характеризовались сорта Атаманский (47,62 %) и Велес (47,02 %).

Значения коэффициентов вариации изменялись от низких – 9,63 % (Атаманский) до средних – 15,91 % (Син 8/95).

Исследования показали, что биомасса *Onobrychis arenaria* накапливала от 20,98 до 22,43 % сухих веществ. Максимальным содержанием сухого вещества характеризовались новые сорта Атаманский (22,39 %) и Велес (22,43 %). Установлено незначительное варьирование данного признака – от 4,5 до 13,1 %, что свидетельствует о стабильности изучаемых

сортов и линий по содержанию сухого вещества.

Сбалансированность корма по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот оказывает значительное влияние на физиологические процессы жизнедеятельности животных, а также позволяет процесс производства продукции животноводства вести эффективно и рентабельно (Семенов и др., 2011).

Проведенный анализ позволил определить аминокислотный состав белка образцов эспарцета, а также выявить сортовые различия по сбору заменимых и незаменимых аминокислот (табл. 4).

Таблица 4. Аминокислотный состав образцов эспарцета, 2020–2022 гг.
Table 4. Amino acid composition of sainfoin samples, 2020–2022

Аминокислота	Зерноградский 2, стандарт	Син 8/95	Атаманский	Син 1/93	Син 13/95	Велес
Незаменимые аминокислоты, г/кг						
Лизин	8,6	10,7	7,3	7,6	7,1	8,5
Гистидин	2,7	3,0	2,2	2,5	2,0	1,8
Лейцин+изолейцин	18,2	20,7	14,5	15,2	14,7	16,9
Валин	8,1	8,6	6,6	6,3	6,1	7,1
Метионин	1,6	1,9	1,1	1,1	1,3	1,1
Треонин	11,0	13,0	8,8	9,4	8,0	10,0
Триптофан	2,8	3,4	2,4	2,4	2,5	0,9
Фенилаланин	6,1	7,2	4,9	5,3	5,1	6,2
Всего незаменимых	59,1	68,5	47,8	49,8	46,8	52,5
Заменимые аминокислоты, г/кг						
Аргинин	10,3	7,9	7,4	5,5	6,0	6,2
Тирозин	3,4	4,3	2,7	3,0	2,8	3,5
Пролин	6,9	7,4	5,6	5,6	5,8	6,2
Серин	6,5	10,5	7,8	8,3	8,0	8,4
Аланин	10,5	10,7	8,3	8,1	7,3	8,9
Глицин	8,1	9,4	6,5	6,9	7,0	7,8
Аспарагиновая кислота и аспарагин	12,1	9,2	11,1	12,6	12,7	18,4
Глутаминовая кислота и глутамин	7,7	6,3	7,5	8,4	9,4	13,4
Цистин	1,0	0,7	1,1	1,0	1,1	2,2
Всего заменимых	66,5	66,4	58,0	59,4	60,1	75,0
Сбор аминокислот	125,6	134,9	105,8	109,2	106,9	127,5

В результате исследований установлено, что по сбору незаменимых аминокислот выделились образцы Син 8/95 (68,5 г/кг), Зерноградский 2 (59,1 г/кг) и Велес (52,5 г/кг). По количеству заменимых аминокислот выделились Велес (75,0 г/кг), Зерноградский 2 (66,5 г/кг) и Син 8/95 (66,4 г/кг). По общему сбору аминокислот выделились образцы Син 8/95 (134,9 г/кг), Велес (127,5 г/кг) и Зерноградский 2 (125,6 г/кг).

Установлено, что из незаменимых аминокислот наиболее лимитирующими оказались гистидин, метионин и триптофан.

Среди заменимых дефицитным оказался цистин, который играет большую роль в обмене веществ в качестве источника серы.

Выводы. Исследования биохимического состава эспарцета позволили установить со-

ртовые различия и вариабельность признаков, характеризующих питательность корма.

Содержание сырого протеина (от 4,3–18,4%), клетчатки (7,8–16,9%) и сухого вещества (4,5–13,1%) и БЭВ (9,6–15,9%) характеризовалось незначительным и средним варьированием значений. Содержание сырой золы (9,6–25,2%) и сырого жира (7,5–27,8%) имело слабое, среднее и сильное варьирование в зависимости от сорта и линии.

По общему сбору аминокислот в белке выделились сорта Велес и Зерноградский 2 и перспективная линия Син 8/95, которые подойдут для использования в селекционном процессе в качестве источников высокой выраженности биохимических признаков и питательности корма.

Библиографические ссылки

1. Блохина Е.А. Повышение продуктивности зеленой массы сорго сахарного в условиях дерново-подзолистого почвы северо-востока Беларуси // *Агрохимический вестник*. 2014. № 4. С. 33–37.
2. Давлетов Ф.А., Гайнуллина К.П., Магафурова Ф.Ф. Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет* // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 4 (84). С. 72–77.
3. Игнатъев С.А., Регидин А.А. Результативность селекции эспарцета на кормовую и семенную продуктивность // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 3(57). С. 49–52. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-49-52.
4. Макаренков М.А., Козлов Н.Н., Комкова Т.Н., Коровина В.Л. Сравнительная оценка коллекционных образцов многолетних бобовых кормовых растений // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник статей*. 2021. Т. 26 (74). С. 35–43. DOI: <https://doi.org/10.33814/MAK-2021-26-74-35-43>.
5. Семенов В.В., Кононенко С.И., Кононенко И.С. Питательность и аминокислотный состав сортов зерна сорго, используемых в кормлении животных // *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2011. Т. 1, № 4–1. С. 86–88.
6. Тарасенко Н.А. Перспективы использования вторичных продуктов переработки растительного сырья в рецептурах белково-углеводных обогатителей // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2017. № 2–3. С. 10–13.
7. Тарасенко Н.А., Никонович Ю.Н., Бутина Е.А. Особенности химического состава порошка семян эспарцета // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2016. № 2–3. С. 17–21.
8. Черепок И.А., Боровик А.А., Абрамова С.В. Создание продуктивного травостоя на основе эспарцета песчаного для получения качественного сена // *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2021. № 57. С. 158–164.
9. Mora-Ortiz M., Swain M. T., Vickers M. J., Hegarty M. J., Kelly R., Smith L. M. J., Skøt L. De-novo transcriptome assembly for gene identification, analysis, annotation, and molecular marker discovery in *Onobrychis viciifolia* // *BMC genomics*. 2016. Vol. 17(1), P. 756. DOI: 10.1186/s12864-016-3083-6.
10. Regidin A., Ignatiev S. The study of the sources of valuable economic and biological traits in the collection nursery of sainfoin // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 937, P. 022124. DOI:10.1088/1755-1315/937/2/022124.

References

1. Blokhina E. A. Povyshenie produktivnosti zelenoi massy sorgo sakharnogo v usloviyakh dernovo-podzolistoi pochvy severo-vostoka Belarusi [Improving productivity of sweet sorghum green mass in the conditions of soddy-podzolic soil in the north-east of Belarus] // *Agrokhimicheskii vestnik*. 2014. № 4. S. 33–37.
2. Davletov F. A., Gainullina K. P., Magafurova F. F. Sravnitel'noe izuchenie khozyaistvenno-biologicheskikh priznakov u sortov gorokha, sozdannykh v Respublike Bashkortostan za poslednie 30 let* [Comparative study of economic and biological traits of the pea varieties developed in the Republic of Bashkortostan over the past 30 years*] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. № 4 (84). S. 72–77.
3. Ignat'ev S. A., Regidin A. A. Rezul'tativnost' seleksii espartseta na kormovuyu i semennuyu produktivnost' [The efficiency of sainfoin breeding for feed and seed productivity] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018. № 3(57). S. 49–52. DOI 10.31367/2079-8725-2018-57-3-49-52.
4. Makarenkov M. A., Kozlov N. N., Komkova T. N., Korovina V. L. Sravnitel'naya otsenka kollekttsionnykh obraztsov mnogoletnikh bobovykh kormovykh rastenii [Comparative estimation of collection samples of perennial leguminous feed plants] // *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sbornik statei*. 2021. T. 26 (74). S. 35–43. DOI: <https://doi.org/10.33814/MAK-2021-26-74-35-43>.

5. Semenov V.V., Kononenko S.I., Kononenko I.S. Pitatel'nost' i aminokislotnyi sostav sortov zerna sorgo, ispol'zuemykh v kormlenii zhivotnykh [Nutritional value and amino acid composition of sorghum grain varieties used in animal feeding] // Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2011. T. 1. № 4–1. S. 86–88.
6. Tarasenko, N.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnykh produktov pererabotki rastitel'nogo syr'ya v retsepturakh belkovo-uglevodnykh obogatitelei [Prospects for the use of secondary products of vegetable raw materials' processing in the formulations of protein-carbohydrate enrichers] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2017. № 2–3. S. 10–13.
7. Tarasenko N.A., Nikonovich Yu.N., Butina E.A. Osobennosti khimicheskogo sostava poroshka semyan espartseta [Features of the sainfoin seed powder's chemical composition] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2016. № 2–3. S. 17–21.
8. Cherepok I.A., Borovik A.A., Abraskova S.V. Sozdanie produktivnogo travostoya na osnove espartseta peschanogo dlya polucheniya kachestvennogo sena [Development of a productive grass stand based on sandy sainfoin to obtain high-quality hay] // Zemledelie i selektsiya v Belarusi. 2021. № 57. S. 158–164.
9. Mora-Ortiz M., Swain M.T., Vickers M.J., Hegarty M.J., Kelly R., Smith L.M.J., Skøt L. De-novo transcriptome assembly for gene identification, analysis, annotation, and molecular marker discovery in *Onobrychis viciifolia* // BMC genomics. 2016. Vol. 17(1), Article number 756. DOI: 10/1186/s12864-016-3083-6.
10. Regidin A., Ignatiev S. The study of the sources of valuable economic and biological traits in the collection nursery of sainfoin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937, Article number 022124. DOI:10.1088/1755-1315/937/2/022124.

Поступила: 11.02.23; доработана после рецензирования: 21.02.23; принята к публикации: 21.02.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Кравченко Н.С., Игнатьев С.А. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Регидин А.А. – анализ данных и их интерпретация, проведение полевого опыта; Игнатова Н.Г. – биохимический анализ.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.