

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА И ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

И. Р. Юлдыбаев¹, аспирант, yuldubaev290997@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-1103-0212;
Ф. А. Давлетов², доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства кормовых и зерновых культур, davletovfa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

К. П. Гайнуллина^{2,3}, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства кормовых и зерновых культур, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет»,

450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34;

²Опытная станция «Уфимская» – обособленное структурное подразделение

Федерального государственного бюджетного научного учреждения

Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,

450535, Республика Башкортостан, Уфимский район, с. Чернолесовский, ул. Тополиная, д. 1;

³Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение

Федерального государственного бюджетного научного учреждения

Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,

450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, проспект Октября, д. 71/1Е

Зернобобовые культуры играют важную роль в обеспечении населения высокобелковыми продуктами, сельскохозяйственных животных – кормами. Правильный подбор и размещение видов и сортов этих культур в соответствии с почвенно-климатическими условиями оказывают значительное влияние на их урожайность. Цель работы – оценить урожайность зеленой массы, сена, зерна, а также степень развития признаков, которые влияют на формирование урожайности у гороха, нута, чечевицы, вики яровой, кормовых бобов при выращивании в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан. Исследования проводили в 2021–2023 годах. Контрастные погодные условия позволили всесторонне оценить изучаемый материал. Объектами исследований послужили сорта пяти видов зернобобовых культур: Памяти Попова (горох), Сокол (нут), Невеста (чечевица), Узюновская 8 (вика яровая), Калор (кормовые бобы). опыты выполняли в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания (2019). В результате исследований были выделены зернобобовые культуры, наиболее адаптивные по ряду параметров к возделыванию в условиях Южного Предуралья Республики Башкортостан: горох, нут, чечевица с продолжительностью вегетационного периода 65,7±9,7 – 70,7±9,4 сут.; горох с максимальным темпом роста до фазы бутонизации; горох, нут, вика яровая, кормовые бобы с наиболее развитой корневой системой; горох и вика яровая с наибольшим числом (223,3±13,3 – 236,0±17,1 шт. соответственно) и весом (0,39±0,04 – 0,45±0,07 г соответственно) клубеньков с 10 растений. Максимальной урожайностью зеленой массы (7,41–7,47 т/га) и сена (1,87–1,89 т/га) отличались горох и вика яровая, семян (1,48–1,51 т/га) – горох и нут. Таким образом, рекомендуется расширить посевы гороха, включить в севооборот нут, чечевицу, а также восстановить посевы яровой вики. Для достижения стабильно высоких урожаев этих зернобобовых культур необходимо проводить их посев в ранние сроки семенами высших репродукций, обработанными перед посевом соответствующими протравителями и микроудобрениями.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, вегетационный период, темпы роста, клубенькообразующая способность, урожайность.

Для цитирования: Юлдыбаев И. Р., Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П. Сравнительная оценка урожайности зерна и зеленой массы зернобобовых культур в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 2. С. 13–20. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-91-2-13-20.



COMPARATIVE ESTIMATION OF GRAIN PRODUCTIVITY AND GREEN MASS OF LEGUMINOUS CROPS IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

I. R. Yuldybaev¹, post-graduate, yuldubaev290997@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-1103-0212;

F. A. Davletov², Doctor of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory

for feed and grain crop breeding and seed production, davletovfa@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0002-7421-869X;

K. P. Gainullina^{2,3}, Candidate of Biological Sciences, head of the laboratory

for feed and grain crop breeding and seed production, senior researcher

of the laboratory for plant genomics, karina28021985@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-6246-1214

¹FSBEI HE “Bashkirsky State Agricultural University”,

450001, Republic of Bashkortostan, Ufa, 50-letie Oktyabrya Str., 34;

²Experimental Station “Ufimskaya”, separate structural unit of the FSBSI Ufa Federal Research Center of RAS,

450535, Republic of Bashkortostan, Ufa region, v. of Chernolesovsky, Topolinaya Str., 1;

³*Institute of Biochemistry and Genetics, separate structural unit of the FSBSI Ufa Federal Research Center of RAS, 450054, Republic of Bashkortostan, Ufa, Oktyabr Av., 71/ 1E*

Leguminous crops play an important role in providing the population with high-protein products and farm animals with feed. The correct selection and distribution of species and varieties of these crops in accordance with soil and climatic conditions have a significant impact on their productivity. The purpose of the current work was to estimate productivity of green mass, hay, grain, as well as the degree of development of traits that affect the productivity formation of peas, chickpeas, lentils, spring vetch, and fodder beans when grown in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan. The study was carried out in 2021–2023. Contrasting weather conditions made it possible to comprehensively estimate the material being studied. The objects of the study were the varieties of five types of leguminous crops 'Pamyati Popova' (peas), 'Sokol' (chickpeas), 'Nevesta' (lentils), 'Uzunovskaya 8' (spring vetch), 'Kalor' (fodder beans). The trials were carried out in accordance with the Methodology of State Variety Testing (2019). As a result of the research, there were identified leguminous crops that were the most adaptive in a number of parameters for cultivation in the Southern Urals of the Republic of Bashkortostan, namely peas, chickpeas, lentils with 65.7 ± 9.7 – 70.7 ± 9.4 days of a vegetation period; peas with a maximum growth rate before the budding phase; peas, chickpeas, spring vetch, fodder beans with the most developed root system; peas and spring vetch with the largest number (223.3 ± 13.3 – 236.0 ± 17.1 pieces, respectively) and weight (0.39 ± 0.04 – 0.45 ± 0.07 g, respectively) of nodules per 10 plants. The maximum productivity of green mass (7.41 – 7.47 t/ha) and hay (1.87 – 1.89 t/ha) was obtained from peas and spring vetch. The maximum productivity of seeds (1.48 – 1.51 t/ha) was from peas and chickpeas. Thus, there has been recommended to expand pea crops, including chickpeas and lentils in the crop rotation, and restoring spring vetch crops. To achieve consistently high yields of these leguminous crops, it is necessary to sow them in the early stages with seeds of higher reproductions, treated before sowing with appropriate disinfectants and microfertilizers.

Keywords: leguminous crops, vegetation period, growth rate, nodule-forming ability, productivity.

Введение. Интерес к возделыванию зернобобовых культур в России обусловлен их важным народнохозяйственным значением, связанным с широким применением в пищевых и кормовых целях. Зернобобовые культуры являются ценным источником растительного протеина, поэтому их выращивание способствует успешному решению проблемы кормового белка, а также увеличению ресурсов зерна в стране (Ашиев и др., 2018; Malovichko et al., 2020). В белке семян этих культур содержатся почти все незаменимые аминокислоты – триптофан, лизин, метионин, валин, треонин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, необходимые для роста и развития живого организма. Их отсутствие в рационе приводит к нарушению обмена веществ и различным заболеваниям (Асадова, 2016).

По содержанию белка в семенах зернобобовые превышают зерновые злаковые культуры в 1,5–2,5 раза и более. Семена гороха, чечевицы и нута обладают хорошими вкусовыми качествами, их используют для приготовления самых разнообразных блюд; горох, кроме того, широко применяется в консервной промышленности. Зерно гороха, кормовых бобов, чечевицы, нута, убранный в сухую погоду, не теряет своих пищевых и вкусовых качеств в течение 10–12 лет, что имеет большое значение для создания продовольственных резервов страны (Jimenez-Lopez et al., 2020).

Зернобобовые культуры обладают ценной способностью связывать при помощи клубеньковых бактерий свободный азот воздуха. Поэтому они не нуждаются в азотных удобрениях и сами обогащают почву азотистыми соединениями. Благодаря данному свойству представители семейства Бобовые являются одними из лучших предшественников для зерновых пропашных культур (Степанов и др., 2023).

Несмотря на то что за последние годы производство зерновых бобовых культур в России

несколько увеличилось, оно все еще не полностью удовлетворяет потребности населения, особенно это касается чечевицы и нута. Чтобы создать изобилие высокобелковых продуктов и обеспечить население продовольствием, сельскохозяйственных животных – кормами, необходимо направить основное внимание на повышение урожайности зернобобовых. Важную роль в этом может сыграть улучшение селекционно-семеноводческой работы, а также разработка рекомендаций по рациональному размещению этих ценных высокобелковых культур в соответствии с почвенно-климатическими и экономическими условиями. Успешное решение перечисленных задач поможет сельхозтоваропроизводителям региона увеличить производство зернобобовых для полного обеспечения населения продуктами, богатыми протеином, а сельскохозяйственных животных – полноценными кормами.

В связи с вышеизложенным целью исследований стала сравнительная оценка урожайности зеленой массы и зерна основных зернобобовых культур в условиях Южной лесостепи Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в 2021–2023 гг. на полях научно-образовательного центра ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Опытные поля университета расположены в зоне Южной лесостепи Республики Башкортостан. Погодные условия в годы проведения полевых опытов значительно различались по степени тепло- и влагообеспеченности. Так, 2021 и 2023 гг. характеризовались дефицитом влаги и повышенными температурами: ГТК составил 0,41 и 0,52 соответственно. Относительно благоприятными для роста и развития зернобобовых культур были метеоусловия периода вегетации в 2022 г. (ГТК = 1,30).

Почва на опытных участках представлена черноземом выщелоченным маломощным

среднесуглинистым. Кислотность почвенного раствора близка к нейтральной. Содержание гумуса – от 8,0 до 8,2 %, подвижного фосфора – 79 мг/кг, обменного калия – 108 мг/кг. Степень насыщенности основаниями составляет 90,0 %, сумма поглощенных оснований – 40,0 мг-экв на 100 г почвы. Содержание гумуса в почве определяли по Тюрину (ГОСТ 26213-91), фосфора и калия – по Мачигину (ГОСТ 26205-91).

Материалом для исследований послужили сорта пяти видов зернобобовых культур: гороха (*Pisum sativum* L.) – Памяти Попова, нута (*Cicer arietinum* L.) – Сокол, чечевицы (*Lens culinaris* Medik.) – Невеста, вики яровой (*Vicia sativa* L.) – Узуновская 8, кормовых бобов (*Vicia faba* L.) – Калор.

Посев проводили селекционной сеялкой. Повторность четырехкратная. Площадь делянки – 25 м². Предшественник – озимая рожь. Способ посева – обычный рядовой. Норма высева на 1 га: для гороха – 1,2 млн всхожих семян, для нута – 1,0 млн всхожих семян, для чечевицы – 2,2 млн всхожих семян, для вики яровой – 2,2 млн всхожих семян, для кормовых бобов – 0,9 млн всхожих семян.

Сравнительное изучение зернобобовых культур проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных

культур (2019). Темпы роста растений, развитие корневой системы, урожайность зеленой массы, сена и зерна определяли в соответствии с Методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур (1975). Для учета числа и массы клубеньков на корнях растений использовали метод монолитов (Посыпанов, 1991). Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами (Доспехов, 2014).

Результаты и их обсуждение. *Продолжительность фаз развития растений.* Результаты проведенного нами исследования показали, что у зернобобовых культур продолжительность вегетационного периода и сроки наступления фенологических фаз в значительной степени зависят от погодных условий, видового и сортового разнообразия. У сортов гороха, нута, чечевицы, вики яровой и кормовых бобов в среднем за 3 года исследований продолжительность межфазных периодов варьировала в широких пределах: «посев–всходы» – 11–14 сут., «всходы–цветение» – 38–44 сут., «цветение–созревание» – 27–34 сут., полного вегетационного периода – 66–78 сут., что объясняется особенностями генотипов изученных сортов и видов и их реакцией на погодные условия в период вегетации (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов у зернобобовых культур (2021–2023 гг.)
Table 1. Length of the vegetation period and interphase periods for leguminous crops (2021–2023)

Вид, сорт	Период, сут.				± к контролю
	посев – всходы	всходы – цветение	цветение – созревание	всходы – созревание	
2021 г.					
Горох Памяти Попова – контроль	12	34	21	55	–
Нут Сокол	13	36	22	58	+3
Чечевица Невеста	13	37	23	60	+5
Вика яровая Узуновская 8	12	38	26	63	+8
Кормовые бобы Калор	15	39	27	66	+11
2022 г.					
Горох Памяти Попова – контроль	12	42	32	74	–
Нут Сокол	12	45	32	77	+3
Чечевица Невеста	13	46	32	78	+4
Вика яровая Узуновская 8	12	47	38	85	+11
Кормовые бобы Калор	15	48	39	87	+13
2023 г.					
Горох Памяти Попова – контроль	10	39	29	68	–
Нут Сокол	11	42	29	71	+3
Чечевица Невеста	11	43	31	74	+6
Вика яровая Узуновская 8	12	43	34	77	+9
Кормовые бобы Калор	13	45	35	80	+12
среднее за 2021–2023 гг.					
Горох Памяти Попова – контроль	11,3±1,1	38,3±4,0	27,3±5,7	65,7±9,7	–
Нут Сокол	12,0±1,0	41,0±4,6	27,7±5,1	68,7±9,7	+3,0
Чечевица Невеста	12,3±1,1	42,0±4,6	28,7±4,9	70,7±9,4	+5,0
Вика яровая Узуновская 8	12,0±0,0	42,7±4,5	32,7±6,1	75,0±11,1	+9,3
Кормовые бобы Калор	14,3±1,1	44,0±4,6	33,7±6,1	77,7±10,7	+12,0

Так, в среднем за 2021–2023 гг. длина вегетационного периода гороха сорта Памяти Попова составила 65,7±9,7 сут., нута сор-

та Сокол – 68,7±9,7 сут., чечевицы сорта Невеста – 70,7±9,4 сут., вики яровой сорта Узуновская 8 – 75,0±11,1 сут., кормовых бобов

сорта Калор – $77,7 \pm 10,7$ сут. Кроме того, в наших опытах продолжительность данного периода у каждого вида и сорта была тесно связана с обеспеченностью теплом и влагой. Так, например, под влиянием сухой и жаркой погоды в 2021 г., когда в период «всходы – цветение» выпало 30 мм осадков (59,1 % от среднесезонной нормы), а в период «цветение – созревание» – лишь 5,0 мм (8,3 % от среднесезонной нормы), продолжительность вегетационного периода у чечевицы сократилась на 18 сут., у гороха и нута – на 19 сут., у кормовых бобов – на 21 сут., у вики яровой – на 22 сут. по сравнению с благоприятным для роста и развития растений 2022 годом. Аналогичная ситуация наблюдалась и в 2023 г., когда повышенные температуры и недостаток влаги вызвали сокращение длины вегетационного периода у чечевицы на 4 сут., у гороха и нута – на 6 сут., у кормовых бобов – на 7 сут., у вики яровой – на 8 сут. по сравнению с 2022 г. (табл. 1).

Анализ результатов исследований показал, что горох, нут и чечевица являются среднеспелыми культурами. Период от всходов до полной спелости у них длился $65,7 \pm 9,7$ – $70,7 \pm 9,4$ сут. (в среднем за 2021–2023 гг.). Наибольшая продолжительность периода «всходы – созревание» была отмечена у вики яровой сорта Узуновская 8 и кормовых бобов сорта Калор – $75,0 \pm 11,1$ и $77,7 \pm 10,7$ сут. соответственно (табл. 1).

Темпы роста. У зернобобовых культур рост стеблей может продолжаться до полного созревания. Значительное влияние на темпы роста оказывают погодные условия. По данным В.Ф. Паниной (1965), изменение среднесуточной температуры воздуха в пределах 15 – 20 °C не влияет на интенсивность роста, ведущее значение имеют осадки за период «всходы–цветение». Наши исследования по изучению темпов роста у зернобобовых культур подтвердили это положение.

Сравнительную оценку темпов роста гороха, нута, чечевицы, вики, кормовых бобов проводили в 2021–2023 гг. в специальном питомнике в период от полных всходов до образования бобов. На каждой делянке проводили измерения у 20 растений с интервалом в 7 суток. Среди изученных нами зернобобовых культур по интенсивности прироста стебля выделился горох сорта Памяти Попова. В засушливом 2021 г. среднесуточный прирост растений гороха в высоту составил $0,8$ – $1,1$ см, в благоприятном 2022 г. – 3 – 4 см в период «всходы–цветение», когда выпало 123,9 мм осадков. Максимальный среднесуточный прирост наблюдался в фазу цветения и достигал 5,0 см в сутки.

Сорта чечевицы и нута в наших исследованиях характеризовались самым медленным темпом роста стебля, особенно до фазы бутонизации. В среднем за 2021–2023 гг. в период созревания высота стебля у данных культур составила $35,3 \pm 6,6$ – $48,5 \pm 7,9$ см (табл. 2).

Таблица 2. Длина стебля у зернобобовых культур в период созревания (2021–2023 гг.)
Table 2. Stem length of leguminous crops during a ripening phase (2021–2023)

Вид, сорт	Длина стебля, см				± к контролю
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	
Горох Памяти Попова – контроль	$45,0 \pm 1,2$	$68,4 \pm 2,1$	$52,2 \pm 1,7$	$55,2 \pm 12,0$	–
Нут Сокол	$49,2 \pm 1,5$	$56,1 \pm 1,7$	$40,3 \pm 1,3$	$48,5 \pm 7,9$	-6,7
Чечевица Невеста	$30,5 \pm 0,8$	$42,8 \pm 1,2$	$32,6 \pm 1,0$	$35,3 \pm 6,6$	-19,9
Вика яровая Узуновская 8	$48,3 \pm 1,0$	$69,3 \pm 2,3$	$54,5 \pm 1,5$	$57,4 \pm 10,8$	+2,2
Кормовые бобы Калор	$56,6 \pm 2,3$	$81,0 \pm 3,0$	$60,0 \pm 2,0$	$65,9 \pm 13,2$	+10,7

В целом у всех изученных нами зернобобовых культур прирост стебля увеличивался к фазе массового цветения и существенно уменьшался по мере формирования бобов, особенно у гороха. У кормовых бобов и вики яровой интенсивный рост после бутонизации привел к удлинению вегетационного периода. Для возделывания в агроклиматических условиях Республики Башкортостан наиболее пригодны зернобобовые культуры, интенсивно

растущие до фазы бутонизации и с быстро затухающим ростом после цветения, что обеспечивает лучшее созревание семян.

Корневая система. В наших исследованиях в среднем за 3 года наибольшее углубление вертикально растущих корней было отмечено в период созревания семян у сортов гороха – $103,3 \pm 2,6$ см, нута – $110,9 \pm 2,8$ см, кормовых бобов – $112,2 \pm 3,6$ см, вики яровой – $102,0 \pm 6,0$ см; наименьшее у чечевицы – $78,1 \pm 5,6$ см (табл. 3).

Таблица 3. Показатели развития корневой системы зернобобовых культур в период созревания семян (2021–2023 гг.)
Table 3. Indicators of development of leguminous crops' root system during seed ripening (2021–2023)

Вид, сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	± к контролю
Горох Памяти Попова – контроль	$102,3 \pm 2,1$	$101,4 \pm 2,2$	$106,3 \pm 1,7$	$103,3 \pm 2,6$	–
Нут Сокол	$114,0 \pm 2,0$	$108,5 \pm 1,5$	$110,1 \pm 1,9$	$110,9 \pm 2,8$	+7,6
Чечевица Невеста	$78,6 \pm 1,2$	$72,3 \pm 1,3$	$83,5 \pm 1,5$	$78,1 \pm 5,6$	-25,2
Вика яровая Узуновская 8	$101,4 \pm 1,8$	$96,4 \pm 1,6$	$108,3 \pm 1,9$	$102,0 \pm 6,0$	-1,3
Кормовые бобы Калор	$113,2 \pm 2,2$	$108,2 \pm 2,1$	$115,2 \pm 2,2$	$112,2 \pm 3,6$	+8,9

Продолжение табл. 3

Вид, сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	± к контролю
Длина боковых корней, см					
Горох Памяти Попова – контроль	14,3±0,6	19,2±0,8	16,4±0,7	16,6±2,5	–
Нут Сокол	18,5±0,9	19,6±0,9	19,2±0,8	19,1±0,6	+2,5
Чечевица Невеста	12,6±0,4	14,3±0,5	14,0±0,3	13,6±0,9	-3,0
Вика яровая Узуновская 8	15,5±0,5	18,0±0,6	17,3±0,6	16,9±1,3	+0,3
Кормовые бобы Калор	28,0±1,0	26,1±0,9	29,0±1,2	27,7±1,5	+11,1

Изученные нами зернобобовые культуры значительно различались между собой и по распределению корней в горизонтальном направлении (боковых корней). Так, в среднем за 2021–2023 гг. у чечевицы сорта Невеста они распространялись на расстояние 13,6±0,9 см, у гороха сорта Памяти Попова, вики яровой сорта Узуновская 8, нута сорта Сокол – соответственно на 16,6±2,5; 16,9±1,3; 19,1±0,6 см. У кормовых бобов сорта Калор длина боковых корней достигала 27,7±1,5 см. Таким образом, наиболее развитой корневой системой обладали сорта гороха, нута, вики яровой и кормовых бобов.

Оценка клубенькообразующей способности. Зернобобовые культуры значительно раз-

личаются между собой по способности фиксировать атмосферный азот за счет симбиоза с различными расами клубеньковых бактерий. Интенсивность развития последних связана с фазой развития растений. Так, например, к концу цветения при наличии влаги в почве количество клубеньков на корнях возрастает и достигает своего максимума (Жуков и др., 2008).

В наших опытах в 2022 г. в условиях достаточного увлажнения на корнях растений изученных зернобобовых культур формировалось несколько больше клубеньков, чем в 2021 и 2023 гг., которые были засушливыми (табл. 4).

Таблица 4. Количество и вес клубеньков на корнях растений зернобобовых культур (2021–2023 гг.)
Table 4. Number and weight of nodules on the leguminous crops' roots (2021–2023)

Вид, сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	± к контролю
Количество клубеньков на 10 растениях, шт.					
Горох Памяти Попова – контроль	218	252	238	236,0±17,1	–
Нут Сокол	198	232	203	211,0±18,4	-25
Чечевица Невеста	182	212	218	204,0±19,3	-32
Вика яровая Узуновская 8	212	238	220	223,3±13,3	-12,7
Кормовые бобы Калор	190	205	211	202,0±10,8	-34
Вес клубеньков с 10 растений, г					
Горох Памяти Попова – контроль	0,37	0,51	0,46	0,45±0,07	–
Нут Сокол	0,34	0,41	0,30	0,35±0,06	-0,10
Чечевица Невеста	0,28	0,34	0,37	0,33±0,05	-0,12
Вика яровая Узуновская 8	0,35	0,42	0,39	0,39±0,04	-0,06
Кормовые бобы Калор	0,30	0,34	0,38	0,34±0,04	-0,11

Как видно из данных таблицы 4, у сортов гороха, нута, чечевицы, вики яровой, кормовых бобов количество клубеньков на 10 растениях в среднем за три года изучения варьировало от 202,0±10,8 до 236,0±17,1 шт. По годам изучения число клубеньков на 10 растениях зернобобовых культур колебалось от 182 до 218 шт. в 2021 г., от 205 до 252 шт. в 2022 г., от 203 до 238 шт. в 2023 году. В наших опытах наибольшее число клубеньков формировали горох и вика яровая.

У нута, чечевицы, кормовых бобов вес клубеньков с 10 растений по годам составил соответственно: в 2021 г. – 0,34; 0,28; 0,30; в 2022 г. – 0,41; 0,34; 0,34; в 2023 г. – 0,30; 0,37;

0,38 г. У гороха и вики яровой вес клубеньков с 10 растений колебался по годам соответственно от 0,37 до 0,51 г и от 0,35 до 0,42 г (табл. 4).

Урожайность зеленой массы и качественный состав сена. Возделывание зернобобовых культур играет важную роль в получении высокобелкового корма в виде зеленой массы и сена, а также зерна, обладающего ценными пищевыми и кормовыми свойствами (Гатаулина и Бельштина, 2017). В наших исследованиях в среднем за 3 года наибольшей урожайностью зеленой массы выделились горох сорта Памяти Попова (7,47 т/га), вика яровая сорта Узуновская 8 (7,41 т/га), наименьшим – нут сорта Сокол (4,61 т/га) (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность зеленой массы, качественный состав сена зернобобовых культур в фазе начала цветения (в среднем за 2021–2023 гг.)
Table 5. Productivity of green mass, qualitative composition of hay of leguminous crops in the early flowering phase (mean in 2021–2023)

Вид, сорт	Урожайность, т/га		Содержание в сене, %		
	зеленой массы	сена	стеблей	листьев	бобов
Горох Памяти Попова – контроль	7,47	1,89	43,0±1,5	23,7±1,2	33,3±1,3
Нут Сокол	4,61	1,27	46,7±1,8	21,3±1,0	32,0±1,0
Чечевица Невеста	5,07	1,39	43,8±2,0	22,7±1,0	33,5±1,2
Вика яровая Узуновская 8	7,41	1,87	42,8±1,3	24,3±1,3	32,9±0,9
Кормовые бобы Калор	7,07	1,77	52,5±2,0	21,5±1,1	26,0±0,8
НСР _{05*} т/га	0,45	0,15	–	–	–

По сбору сена горох (1,89 т/га) и вика яровая (1,87 т/га) также превзошли другие зернобобовые культуры (табл. 5). Кроме высокой урожайности, сено гороха и вики яровой отличалось высоким качеством: в его составе содержится соответственно 33,3±1,3; 32,9±1,0 % бобов и 23,7±1,2; 24,3±1,3 % листьев, поэтому оно охотно поедается скотом в смеси с сеном зерновых культур (табл. 5). У кормовых бобов и нута преобладающей частью сена являются стебли. В стеблях и листьях нута содержится много яблочной и щавелевой кислоты. В связи с этим сено и зеленая масса данных зернобобовых культур животными практически не поедаются.

Урожайность семян. В полевых опытах, проведенных в равных условиях, урожайность семян изученных нами зернобобовых культур была различной и изменялась по годам. Относительно высокий урожай был получен в благоприятном для роста и развития растений 2022 г., низкий – в острозасушливом 2021 году. В среднем за 2021–2023 гг. урожайность семян гороха (сорт Памяти Попова) составила 1,70 т/га, нута (сорт Сокол) – 1,66 т/га, чечевицы (сорт Невеста) – 1,48 т/га, вики яровой (сорт Узуновская 8) – 1,51 т/га, кормовых бобов (сорт Калор) – 0,93 т/га (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность семян зернобобовых культур, т/га (2021–2023 гг.)
Table 6. Productivity of leguminous crops' seeds, t/ha (2021–2023)

Вид, сорт	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	± к контролю
Горох памяти Попова – контроль	1,25	2,34	1,51	1,70±0,57	–
Нут Сокол	1,38	2,12	1,48	1,66±0,40	-0,04
Чечевица Невеста	1,10	2,01	1,32	1,48±0,47	-0,22
Вика яровая Узуновская 8	1,15	2,02	1,37	1,51±0,45	-0,19
Кормовые бобы Калор	0,72	1,13	0,93	0,93±0,21	-0,77
НСР _{05*} т/га	0,11	0,10	0,09	–	–

Как видно из данных таблицы 6, урожайность семян у разных видов зернобобовых культур варьировала от 0,72 до 1,38 т/га в 2021 г., от 1,13 до 2,34 т/га в 2022 г., от 0,93 до 1,51 т/га в 2023 году. Во все годы наиболее высокой урожайностью зерна отличались горох и нут.

Результаты наших исследований подтверждают, что при жаркой погоде с незначительным количеством или неравномерным распределением выпавших осадков развитие растений ускоряется, период накопления биомассы сокращается, и это сопровождается снижением урожайности. В наших опытах наименее приспособленными к засушливым жарким условиям оказались кормовые бобы: в среднем за 3 года урожайность их семян была на 0,77 т/га ниже по сравнению с горохом (табл. 6).

Элементы продуктивности. Продуктивность является основным показателем при оценке хозяйственной ценности сортов и зависит от их генетических особенностей

и факторов внешней среды. Продуктивность зернобобовых культур складывается из следующих элементов: число семян с растения, масса 1000 семян (Гайнуллина и др., 2022).

В наших опытах число семян с растения в среднем за три года исследований составило: угороха – 12,7±1,4 шт., у нута – 11,9±1,3 шт., у чечевицы – 14,8±1,6 шт., у вики яровой – 17,0±1,6 шт., у кормовых бобов – 9,7±0,3 шт. (табл. 7).

Наибольшее число семян с растения отмечено у двух культур: вики яровой (сорт Узуновская 8) и чечевицы (сорт Невеста), наименьшее – у кормовых бобов (сорт Калор). В 2021–2023 гг. при среднесуточной температуре воздуха в период цветения и плодообразования 20,7–22,6 °С и влажности почвы 8,0–8,5 % на растениях сорта Калор завязывалось малое количество бобов, и выполненность их была низкой (менее 40 %). В этих неблагоприятных для кормовых бобов погодных условиях на растениях формировалось минимальное число семян.

Таблица 7. Элементы продуктивности зернобобовых культур (2021–2023 гг.)
Table 7. Productivity elements of leguminous crops (2021–2023)

Вид, сорт	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
2021 год				
Горох памяти Попова – контроль	97	10,0±1,5	1,34±0,22	160
Нут Сокол	88	9,4±0,7	1,70±0,36	190
Чечевица Невеста	190	12,0±1,5	0,74±0,10	60
Вика яровая Узуновская 8	193	15,0±1,7	0,83±0,10	55
Кормовые бобы Калор	83	2,5±0,3	0,88±0,10	350
2022 год				
Горох памяти Попова – контроль	99	17,0±1,8	2,81±0,30	170
Нут Сокол	89	16,0±1,6	2,87±0,39	180
Чечевица Невеста	195	18,5±1,9	1,10±0,20	60
Вика яровая Узуновская 8	200	20,0±1,3	1,15±0,11	57
Кормовые бобы Калор	89	3,1±0,3	1,06±0,10	345
2023 год				
Горох памяти Попова – контроль	101	11,0±1,0	1,70±0,42	160
Нут Сокол	89	10,2±1,6	1,68±0,24	165
Чечевица Невеста	185	14,0±1,5	0,89±0,10	63
Вика яровая Узуновская 8	180	16,0±1,7	0,95±0,12	59
Кормовые бобы Калор	88	2,6±0,3	0,93±0,10	358
среднее за 2021–2023 гг.				
Горох памяти Попова – контроль	99,0±2,0	12,7±1,4	1,95±0,31	163,3±5,8
Нут Сокол	88,7±0,6	11,9±1,3	2,08±0,33	178,3±12,6
Чечевица Невеста	190,0±5,0	14,8±1,6	0,91±0,13	61,0±1,7
Вика яровая Узуновская 8	191,0±10,1	17,0±1,6	0,98±0,11	57,0±2,0
Кормовые бобы Калор	86,7±3,2	9,7±0,3	0,96±0,10	351,0±6,6

По крупности семян в среднем за 2021–2023 гг. выделялись кормовые бобы с массой 1000 семян 351,0±6,6 г. Наименьшей массой 1000 семян характеризовались чечевица (61,0±1,7 г) и вика яровая (57,0±2,0 г). Горох и нут имели среднекрупные семена – 163,3±5,8 и 178,3±12,6 г соответственно (табл. 7).

Масса семян с растения в наших исследованиях в среднем за три года составила: у гороха – 1,95±0,31 г, у нута – 2,08±0,33 г, у чечевицы – 0,91±0,13 г, у вики яровой – 0,98±0,11 г, у кормовых бобов – 0,96±0,10 г (табл. 7). По семенной продуктивности изученные нами зернобобовые культуры были разбиты на 2 класса:

1) продуктивные (масса семян с растения ≥1,5 г): горох сорта Памяти Попова, нут сорта Сокол;

2) менее продуктивные (масса семян с растения <1,5 г): чечевица сорта Невеста, вика яровая сорта Узуновская 8, кормовые бобы сорта Калор.

Выводы. В Южной лесостепной зоне Республики Башкортостан сорта многих зернобобовых культур, внесенные в Государственный

реестр селекционных достижений и допущенные к использованию по Уральскому региону Российской Федерации, при надлежащей агротехнике возделывания дают высокие урожаи зерна, зеленой массы и сена. Необходимо пересмотреть возделываемый в республике в полевых и кормовых севооборотах видовой состав зернобобовых культур и включить в него наиболее урожайные из них. Так, наряду с возделыванием гороха, рекомендуется внедрить нут, чечевицу, восстановить посевы вики яровой. Для получения высоких и устойчивых урожаев этих зернобобовых культур в условиях Республики Башкортостан их посев следует проводить в ранние сроки семенами высших репродукций, обработанными перед посевом соответствующими протравителями и микроудобрениями.

Финансирование. Исследование К.П. Гайнуллиной выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России № 122030200143-8, работы Ф.А. Давлетова поддержаны грантом Минобрнауки РФ № 075-15-2021-549 от 31 мая 2021 г.

Библиографические ссылки

1. Асадова, А. И. Бобовые как альтернативный источник белка в повседневном рационе человека // Знание. 2016. № 6-1(35). С. 30–36.
2. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Костылев П. И., Игнатъева Н. Г. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(55). С. 47–52.
3. Гайнуллина К. П., Кулуев Б. Р., Давлетов Ф. А. Создание исходного материала для селекции гороха методом химического мутагенеза и оценка его генетического разнообразия с исполь-

- зованием SSR-маркеров // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 3. С. 111–122. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-111-122
4. Гатаулина Г.Г., Бельшклина М.Е. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить? // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 8. С. 5–11.
 5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 6-е изд., перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 352 с.
 6. Жуков В.А., Рычагова Т.С., Штарк О.Ю., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Генетический контроль специфичности взаимодействия бобовых растений с клубеньковыми бактериями // Экологическая генетика. 2008. Т. 6, № 4. С. 12–19.
 7. Панина, В.Ф. Показатели оценки агрометеорологических условий формирования урожая гороха // Метеорология и гидрология. 1965. № 2. С. 27–29.
 8. Посыпанов, Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М.: Агропромиздат, 1991. 299 с.
 9. Степанов А.Ф., Чибис С.П., Христич В.В., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия // Земледелие. 2023. № 1. С. 18–22. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-18-22
 10. Jimenez-Lopez J.C., Singh K.B., Clemente A., Nelson M.N., Ochatt S., Smith P.M. Legumes for global food security // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11, Article number: 926. DOI:10.3389/fpls.2020.00926
 11. Malovichko Y.V., Shtark O.Y., Vasileva E.N., Nizhnikov A.A., Antonets K.S. Transcriptomic insights into mechanisms of early seed maturation in the garden pea (*Pisum sativum* L.) // *Cells*. 2020. Vol. 9(3), P. 779–810. DOI: 10.3390/cells9030779

References

1. Asadova, A.I. Bobovye kak al'ternativnyi istochnik belka v povsednevnom ratsione cheloveka [Legumes as an alternative source of protein in the daily human diet] // *Znanie*. 2016. № 6-1(35). S. 30–36.
2. Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Kostylev P.I., Ignat'eva N.G. Izuchenie geneticheskogo potentsiala sortoobraztsov gorokha raznykh morfotipov v usloviyakh Rostovskoi oblasti [Study of the genetic potential of pea varieties of different morphotypes in the Rostov region] // *Zernovoe khozyaistvo Rossii*. 2018. № 1(55). S. 47–52.
3. Gainullina K.P., Kuluev B.R., Davletov F.A. Sozdanie iskhodnogo materiala dlya seleksii gorokha metodom khimicheskogo mutageneza i otsenka ego geneticheskogo raznoobraziya s ispol'zovaniem SSR-markerov [Development of initial material for pea breeding using chemical mutagenesis and estimation of its genetic diversity using SSR markers] // *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*. 2022. Т. 183, № 3. С. 111–122. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-111-122
4. Gataulina G.G., Belyshkina M.E. Soya i drugie zernobobovye kul'tury: importirovat' ili proizvodit'? [Soybeans and other leguminous crops: import or produce?] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2017. Т. 31, № 8. С. 5–11.
5. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 6-е изд., перераб. и доп., стереотип. М.: Альянс, 2014. 352 с.
6. Zhukov V.A., Rychagova T.S., Shtark O. Yu., Borisov A. Yu., Tikhonovich I.A. Geneticheskii kontrol' spetsifichnosti vzaimodeistviya bobovykh rastenii s kluben'kovymi bakteriyami [Genetic control of the interaction specificity between legumes and nodule bacteria] // *Ekologicheskaya genetika*. 2008. Т. 6, № 4. С. 12–19.
7. Panina, V.F. Pokazateli otsenki agrometeorologicheskikh uslovii formirovaniya urozhaya gorokha [Indicators for estimating agrometeorological conditions for pea productivity formation] // *Meteorologiya i gidrologiya*. 1965. № 2. С. 27–29.
8. Posypanov, G.S. Metody izucheniya biologicheskoi fiksatsii azota vozdukha [Methods for studying the biological fixation of air nitrogen]. М.: Агропромиздат, 1991. 299 с.
9. Stepanov A.F., Chibis S.P., Khristich V.V., Aleksandrova S.N., Khramov S. Yu. Azotfiksiruyushchaya sposobnost' i rol' bobovykh trav v biologizatsii zemledeliya [Nitrogen-fixing ability and the role of leguminous grasses in biologization of agriculture] // *Zemledelie*. 2023. № 1. С. 18–22. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-18-22
10. Jimenez-Lopez J.C., Singh K.B., Clemente A., Nelson M.N., Ochatt S., Smith P.M. Legumes for global food security // *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11, Article number: 926. DOI: 10.3389/fpls.2020.00926
11. Malovichko Y.V., Shtark O.Y., Vasileva E.N., Nizhnikov A.A., Antonets K.S. Transcriptomic insights into mechanisms of early seed maturation in the garden pea (*Pisum sativum* L.) // *Cells*. 2020. Vol. 9(3), P. 779–810. DOI: 10.3390/cells9030779

Поступила: 07.02.24; доработана после рецензирования: 22.02.24; принята к публикации: 01.03.24.

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. Давлетов Ф.А. – концептуализация исследования; Юлдыбаев И.Р. – выполнение опытов и сбор данных; Гайнуллина К.П. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.