

Сравнительная оценка кормовой продуктивности чины посевной в различных эколого-географических условиях

Т. В. Маракаева¹✉, В. В. Христин¹, С. А. Зайцев²

¹ Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

² Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Россия

✉ E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Аннотация. В статье приведены результаты изучения урожайности и качества зеленой массы четырех сортов чины посевной отечественной селекции: Рачейка, Жемчужина, Мраморная и Елена. **Цель исследования** – оценить фенотипическую изменчивость сортов чины по продолжительности вегетационного периода, урожайности и качеству зеленой массы, отобрать генотипы, устойчивые к лимитирующим факторам среды, способные формировать стабильно высокую кормовую продуктивность в отличающихся агроклиматических условиях. **Методы.** Исследования проведены в 2022–2023 гг. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ (г. Омск) и на базе ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов). Условия периода вегетации приближены к засушливым (ГТК = 0,64...1,02). На омском опытном участке почва лугово-черноземная среднесуглинистая (45 см) малогумусная (3,95 % гумуса) среднесуглинистая (35 % физической глины), на саратовском – чернозем южный среднесуглинистый (42 см) малогумусный (3,80 % гумуса) тяжелосуглинистый (43 % физической глины). Предшественник – зерновые культуры. При проведении исследований придерживались одинаковой методики: посев в первой декаде мая, норма высева – 700 тыс. шт. зерен на 1 га, площадь делянки – 5 м², глубина заделки семян – 5 см. **Результаты.** Условия произрастания существенное влияние оказывают на изменчивость продолжительности вегетационного периода (65,8 %) и уровень урожайности зеленой массы (54,2 %). Варьирование параметров биохимического состава в значительной степени обусловлено генотипом сорта (62,1 %). Оценка сортов по показателям адаптивности позволила распределить их по группам: 1 – экстенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью (Мраморная); 2 – форма с высокой фенотипической стабильностью (Жемчужина); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Елена); 4 – интенсивная фенотипически высокостабильная форма (Рачейка). **Научная новизна.** Отобраны сорта с высокой фенотипической стабильностью кормовой продуктивности, слабо реагирующие на колебания климатических условий и показывающие низкие темпы снижения урожайности при неблагоприятных погодных факторах в различных регионах страны.

Ключевые слова: *Lathyrus sativus* L., чина посевная, сорт, вегетационный период, урожайность, питательная ценность, экологическая пластичность

Для цитирования: Маракаева Т. В., Христин В. В., Зайцев С. А. Сравнительная оценка кормовой продуктивности чины посевной в различных эколого-географических условиях // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 09. С. 1203–1213. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-09-1203-1213>.

Дата поступления статьи: 04.03.2024, **дата рецензирования:** 11.06.2024, **дата принятия:** 29.07.2024.

Comparative assessment of the feed productivity of the sowing rank in various ecological and geographical conditions

T. V. Marakaeva^{1✉}, V. V. Khristich¹, S. A. Zaytsev²

¹Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

²Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia

✉E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Abstract. The article presents the results of studying the yield and quality of green mass of four varieties of domestic sowing varieties: Racheyka, Zhemchuzhina, Mramornaya and Elena. **The purpose** of the study is to assess the phenotypic variability of chinese varieties in terms of the duration of the growing season, yield and quality of green mass, to select genotypes that are resistant to limiting environmental factors and capable of forming consistently high feed productivity in different agroclimatic conditions. **Methods.** Laboratory and field research was carried out in 2022–2023 on the educational and experimental field of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Omsk State Agrarian University” (Omsk) and on the basis of the Federal State Budgetary Institution Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn (Saratov). The conditions of the growing season are close to arid ones, HTC = 0.64...1.02. In the Omsk experimental plot, the soil is meadow-chnozem medium-thick (45 cm), low-humus (3.95 % humus), semi-loam (35 % physical clay), in Saratov – southern chernozem low-humus (3.80 % humus), medium-thick (42 cm), clayed loam (43 % physical clay). The predecessor is grain crops. When conducting research, we followed the same methodology – sowing in the first ten days of May, seeding rate – 700 thousand pieces grains per hectare, plot area – 5 m², seed placement depth – 5 cm. **Results.** Growing conditions have a significant impact on the variability of the duration of the growing season – 65.8 % and the level of green mass yield – 54.2 %. The variation in the parameters of the biochemical composition is largely due to the genotype of the variety – 62.1 %. Evaluation of varieties according to adaptability indicators made it possible to distribute them into groups: 1 – extensive form with very low phenotypic stability (Mramornaya); 2 – form with high phenotypic stability (Zhemchuzhina); 3 – intensive form with reduced phenotypic stability (Elena); 4 – intensive phenotypically highly stable form (Racheyka). **Scientific novelty.** Varieties with high phenotypic stability of feed productivity, weakly responsive to fluctuations in climatic conditions and showing low rates of yield decline under unfavorable weather factors in various regions of the country were selected.

Keywords: Lathyrus sativus L., rank, variety, growing season, productivity, nutritional value, ecological plasticity

For citation: Marakaeva T. V., Khristich V. V., Zaytsev S. A. Comparative assessment of the feed productivity of the sowing rank in various ecological and geographical conditions. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (09): 1203–1213. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-09-1203-1213>. (In Russ.)

Date of paper submission: 04.03.2024, **date of review:** 11.06.2024, **date of acceptance:** 29.07.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

Чина посевная (*Lathyrus sativus* L.) как культурное растение известна еще с периода неолита. Подтверждением этому являются найденные семена среди ископаемых остатков в гробницах Gebelen и Dra-Abu-Negga (Древний Египет). Еще со времен античности римляне выращивали разнообразные сорта чины для подкормки домашнего скота, называя ее *sicerula* [1]. Благодаря глубоко проникающей мощной корневой системе для возделывания культуры подходят все типы почв, даже низкоплодородные [2]. Продуктивный мутуализм с азотфиксирующими бактериями способствует восполнению собственного дефицита азотом и повышению

продуктивности многих сельскохозяйственных культур [3].

Среди многочисленных представителей бобовых культур чина широко известна как максимально адаптированная к биотическим изменениям и абиострессам [4]. Отмеченные в последние годы ощутимые колебания климатических факторов указывают на возделывание чины посевной как высокопластичной кормовой культуры в различных экологических условиях [5]. Ценность культуры подтверждается широким ареалом выращивания. Она популярна во всех точках мира: от стран Ближнего Востока до Австралии [6].

В сельскохозяйственном производстве Российской Федерации биологические и физиологические особенности чины посевной позволили ей распространиться между агрономическими ареалами выращивания гороха и нута, где культура превосходит их по продуктивности [7]. Из-за существенной степени ветвления стебля (до 8 продуктивных стеблей) на растении чины образуется почти в 2,5–3 раза больше бобов в сравнении с наиболее распространенными представителями зернобобовых культур (горох, соя) [8].

Чину возделывают в трех направлениях использования: кормовое, продовольственное и техническое [9]. Широко распространено первое. Вегетативная масса культуры отличается высоким содержанием основных аминокислот: лизина (3,88 %), аргинина (7,05 %), триптофана (1,60 %), а также чина богата изофлавоновыми гликозидами, такими как оробозид и др. На начальном этапе развития зеленая масса является источником каротина. В чинном сене содержится в 2,5 раза больше переваримого протеина (до 32 %) и в 1,5 раза – жира (до 5 %) в сравнении с овсом [10]. Стоит отметить, что клетчатки в растении чины посевной содержится почти в два раза меньше, чем в злаковых, а накапливается она гораздо медленнее. Следовательно, ее можно использовать намного дольше как пастбищную культуру [11].

К сожалению, недостаточная изученность и минимум научных исследований в целом привели к негативному отношению сельхозтоваропроизводителей к чине посевной как нетрадиционной культуре [12]. К тому же созданные современные высокоурожайные сорта возделываются в основном в регионах с полусухими климатическими условиями [13]. В Западной Сибири ее посевная площадь сводится к нулю [1].

Все это обуславливает необходимость изучения имеющихся сортов, стабильно формирующих урожай высокого качества, способных противостоять абиотическим стрессорам и эффективно использовать антропогенные и природные ресурсы в различных регионах РФ.

Цель исследований – провести сравнительную оценку кормовой продуктивности сортов чины посевной отечественной селекции в двух регионах России, выявить ценные генотипы с высокой экологической пластичностью к климатическим факторам и стабильной урожайностью.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены в различных природно-территориальных условиях: на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ (г. Омск) и на базе ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов) (2022–2023 гг.). Основные факторы среды были различными не только в расчете регионов, но и по годам.

Так, в 2022 году отмечены слабозасушливые условия периода вегетации чины посевной в Омской области (ГТК = 1,02) и засушливые в Саратовской области (ГТК = 0,64). В 2023 году ситуация в Саратовском регионе не изменилась (ГТК = 0,69), а вот в Омском выпало незначительное число осадков, при этом температура воздуха достигала 35–38 °С, что привело к засушливости климата (ГТК = 0,83). На опытном участке ФГБОУ ВО Омский ГАУ лугово-черноземная среднемощная (45 см) малогумусная (3,95 % гумуса) среднесуглинистая (35 % физической глины) почва, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» – чернозем южный малогумусный (3,80 % гумуса) среднемощный (42 см) тяжелосуглинистый (43 % физической глины). На обоих участках почва комковатая (агрегаты мельче 0,25 мм – 18 %) с содержанием агрегатов 0,25–10 мм после сухого рассева – 69 %, плотным типом сложения ($d_v = 1,19 \text{ г/см}^3$) и нейтральной реакцией почвенного раствора ($\text{pH}_{\text{луг.-черн.}} = 7,1$; $\text{pH}_{\text{черн.лжн.}} = 7,0$). Предшественник – зерновые культуры. При проведении исследований придерживались одинаковой методики: посев в первой декаде мая, норма высева – 700 тыс. шт. зерен на 1 га, площадь делянки – 5 м², глубина заделки семян – 5 см. Изучали четыре сорта чины посевной селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»: Рачейка, Мраморная, Елена и Жемчужина. Уборка проведена в межфазный период «полное цветение – образование бобов» с дальнейшим анализом в лабораторных условиях продуктивности растений и качества зеленой массы. Фенологические наблюдения и учеты проведены в соответствии с действующими методическими указаниями по изучению коллекции зерновых бобовых культур. Питательность зеленой массы чины посевной рассчитывалась по методике государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса» (ГНУ «ВНИИ кормов»). Статистическая обработка полученных результатов полевых и лабораторных исследований проведена по методике Б. А. Доспехова. Для оценки достоверности различий признаков применили стандартную методику наименьшей существенной разницы при 5-процентном уровне значимости (НСР_{05}) с использованием программы STATISTICA v. 10.0 (StatSoft, Inc., США). Расчет статистических параметров проведен в соответствии с принятыми формулами: стрессоустойчивость сорта: значения признака (min – max), генетическая гибкость: значения признака (min + max) / 2, размах урожайности (d): (max – min) / max * 100 %. Двухфакторный дисперсионный анализ проведен в программе STATISTICA v. 10.0 (StatSoft, Inc., США).

Таблица 1

Продолжительность межфазных периодов (в среднем за два года), суток

Сорт	Всходы – цветение		Цветение – созревание		Вегетационный период	
	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов
Рачейка	33	39	45	44	78	83
Мраморная	35	40	50	45	85	85
Жемчужина	37	41	46	47	83	88
Елена	30	39	45	45	75	84
НСР ₀₅	1,9	1,0	0,8	0,9	2,8	0,8
Доля фактора А, %	65,8					
Доля фактора В, %	19,8					
Доля взаимодействия АВ, %	13,2					
Случайное отклонение, %	1,2					

Table 1

Duration of interphase periods (average over two years), days

Variety	Shoots – flowering		Flowering – ripening		Growing season	
	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov
<i>Racheyka</i>	33	39	45	44	78	83
<i>Mramornaya</i>	35	40	50	45	85	85
<i>Zhemchuzhina</i>	37	41	46	47	83	88
<i>Elena</i>	30	39	45	45	75	84
<i>LSD₀₅</i>	1.9	1.0	0.8	0.9	2.8	0.8
Share of factor A, %	65.8					
Share of factor B, %	19.8					
Interaction share AB, %	13.2					
Random deviation, %	1.2					

Результаты (Results)

Кормовые и пищевые направления использования чины в первую очередь подразумевают ее выращивание на семена (зерно). Однако чина может служить источником сырья для заготовки зеленых кормов, сена, сенажа и силоса как в чистом виде, так и в смеси с зерновыми культурами [5].

Важными характеристиками адаптации вида или сорта к конкретным условиям являются полевая всхожесть семян, срок формирования вегетативной массы к укосной спелости и сохранность травостоя в процессе вегетации [14].

Как показали исследования, проведенные в условиях Омской и Саратовской областей в 2022–2023 гг., на продолжительность межфазных периодов и в целом вегетационного периода влияют не только почвенные и погодные условия, но и биологические особенности сорта.

Так, в условиях Омской области период от всходов до цветения в среднем за два года изменялся в пределах от 30 (сорт Елена) до 37 (сорт Жемчужина) суток (таблица 1). У сортов Мраморная и Рачейка продолжительность этого периода составила 33 и 35 суток соответственно.

В условиях Саратовской области не отмечено значительного варьирования продолжительности межфазного периода «всходы – цветение». Значение показателя по сортам составило 39 (Рачейка) и

41 (Жемчужина) суток. Необходимо отметить, что в условиях Омской области промежуток между полными всходами и цветением у каждого сорта оказался менее продолжительным, чем в Саратовской. Так, разница в этом показателе у сорта Рачейка составила 6 суток, Мраморная – 5 суток, Жемчужина – 4 суток, Елена – 9 суток.

Период от цветения до созревания семян в среднем за два года в Омской области составил 45–50 суток. Более длительный отмечался у сорта Мраморная, у остальных сортов разница незначительная. В Саратовской области этот период изменялся в пределах от 44 до 47 суток. При этом значительная разница между регионами отмечена у сорта Мраморная – 5 суток.

В целом вегетационный период в среднем за два года в Омской области составил от 75 (у сорта Елена) до 85 (у сорта Мраморная) суток. В Саратовской области в зависимости от сорта период вегетации чины посевной длился от 83 (у сорта Рачейка) до 88 (Жемчужина) суток.

В годы проведения исследований, помимо сортовых особенностей, на продолжительность межфазных периодов роста сортов чины посевной также оказывали существенное влияние погодные условия. В Омском регионе продолжительность периода от всходов до цветения в 2022 году составила 33–38 суток, а в острозасушливых условиях

2023 года – 27–31 сутки. Это связано с тем, что на ранних этапах вегетации 2023 года (май) осадков выпало в два раза меньше нормы (7 мм) при среднесуточной температуре на 1,5 °С выше среднеголетних данных. В июне ситуация не изменилась, и сумма осадков составила всего 64 % от среднего многолетнего значения, а температура воздуха отмечена на 8,6 °С выше нормы. В Саратовской области погодные условия в годы исследований были благоприятнее для роста и развития растений. Среднесуточная температура воздуха и сумма осадков в период формирования вегетативной массы были близки к среднеголетним данным. Поэтому в этом регионе продолжительность периода от всходов до цветения изменялась в 2022 году в пределах от 36 до 39 суток, в 2023 году – от 41 до 44 суток.

Различалась по годам и продолжительность вегетационного периода сортов чины посевной. Так, в Омской области период от всходов до созревания в 2022 году составил 79–93 суток (с максимальным показателем у сорта Мраморная), в 2023 году – 70–80 суток (максимальный показатель отмечен у сорта Жемчужина). В Саратовской области разница в этом показателе не была настолько значительной: в 2022 году – 81–86 суток, в 2023 году – 84–90 суток. Наибольшая продолжительность вегетационного периода в годы исследований отмечена у сорта Жемчужина – 86 и 90 суток соответственно.

Результаты исследований указывают на то, что на продолжительность вегетационного периода чины посевной существенное влияние оказывают условия произрастания (фактор А) – 65,8 %. Доля генотипического воздействия сорта (фактор В) составила 19,8 %, а взаимодействия обоих факторов (АВ) – 13,2 %.

В итоге региональные почвенно-климатические особенности в период проведения исследований повлияли не только на рост и развитие растений, но и на урожайность зеленой массы сортов чины посевной.

Так как в Омской области метеорологические условия оказались абсолютно разными в 2022–2023 гг., то и урожайность зеленой массы по годам значительно отличалась. В 2022 году высокое значение показателя отмечено у сорта Елена – 20,0 т/га (таблица 2). Достоверная прибавка по сравнению с другими сортами достигала 33–83 %. Наименьшую урожайность сформировал сорт Жемчужина – 10,9 т/га. В 2023 году величина изученного признака находилась в пределах от 8,6 до 9,7 т/га, при этом сорта Рачейка, Жемчужина и Елена показали уровень урожайности в пределах ошибки опыта, а у сорта Мраморная урожайность зеленой массы была на 12–13 % достоверно ниже. В среднем за два года максимальная урожайность зеленой массы отмечена у сорта Елена – 14,8 т/га, что на 20–44 % выше в сравнении с остальными сортами. Низкий уровень показателя в период 2022–2023 гг. отмечен у сортов Жемчужина и Мраморная – 10,3 и 10,7 т/га соответственно.

Таблица 2

Урожайность зеленой массы, т/га

Сорт	Омск			Саратов		
	2022	2023	Среднее	2022	2023	Среднее
Рачейка	15,0	9,6	12,3	6,8	5,0	5,9
Мраморная	12,8	8,6	10,7	13,5	15,8	14,6
Жемчужина	10,9	9,7	10,3	13,0	17,0	15,0
Елена	20,0	9,6	14,8	14,1	15,9	15,0
НСР ₀₅	4,3	1,1	2,4	1,7	1,8	2,1
Доля фактора А, %	54,2					
Доля фактора В, %	30,3					
Доля взаимодействия АВ, %	14,7					
Случайное отклонение, %	0,8					

Table 2

Productivity of green mass, t/ha

Variety	Omsk			Saratov		
	2022	2023	Average	2022	2023	Average
Racheyka	15.0	9.6	12.3	6.8	5.0	5.9
Mramornaya	12.8	8.6	10.7	13.5	15.8	14.6
Zhemchuzhina	10.9	9.7	10.3	13.0	17.0	15.0
Elena	20.0	9.6	14.8	14.1	15.9	15.0
LSD ₀₅	4.3	1.1	2.4	1.7	1.8	2.1
Share of factor A, %	54.2					
Share of factor B, %	30.3					
Interaction share AB, %	14.7					
Random deviation, %	0.8					

В условиях Саратовской области по сравнению с Омской существенной разницы в урожайности сортов чины посевной по годам исследований не наблюдалось.

Так, в 2022 году урожайность зеленой массы сортов чины посевной изменялась в пределах от 6,8 до 14,1 т/га. У сортов Мраморная, Жемчужина и Елена значение показателя находилось на одинаковом уровне (наибольшее отмечено у сорта Елена). Урожайность сорта Рачейка была практически в два раза меньше, чем у других сортов (6,8 т/га). Аналогичная тенденция прослеживалась и в 2023 году. Урожайность зеленой массы сорта Рачейка более чем в три раза уступала другим сортам (5,0 т/га). Урожайность сортов Мраморная, Жемчужина и Елена изменялась в пределах от 15,8 до 17,0 т/га, при этом разница находилась в пределах ошибки опыта.

В среднем за два года три сорта обеспечили максимальную урожайность – Мраморная, Жемчужина и Елена. При этом уровень урожайности зеленой массы составлял 14,6–15,0 т/га.

Проведенный дисперсионный анализ установил преимущественное влияние экологических условий на уровень урожайности зеленой массы чины посевной (фактор А) – 54,2 %, доля генотипа (фактор В) – 30,3 %, взаимодействия факторов (АВ) – 14,7 %.

При оценке кормовых культур важно знать не только их урожайность, но и питательную ценность, которая определяется наличием в них протеина, его составом, а также жира, клетчатки, золы и безазотистых экстрактивных веществ [11].

Анализ результатов проведенных исследований показал, что в среднем за два года в Омском регионе содержание сырого протеина в зеленой массе сортов чины посевной изменялось в пределах от 22,8 до 23,8 % (таблица 3). Высокое содержание отмечалось у сортов Рачейка и Елена (по 23,8 %). Меньше сырого протеина накопил сорт Мраморная (22,8 %). Необходимо отметить, что в зависимости от погодных условий в годы исследований содержание протеина в зеленой массе чины посевной было неодинаковым. Так, в острозасушливом 2023 году этот показатель варьировал в пределах 21,9–23,2 %. В 2022 году содержание протеина в зависимости от сорта составляло 23,6–24,9 %.

В Саратовской области наблюдалась обратная тенденция. Если в 2022 году содержание протеина находилось в пределах 24,3–26,3 %, то в 2023 году этот показатель вырос до 25,5–28,2 %. В среднем за два года максимальное содержание сырого протеина отмечено у сорта Мраморная – 27,3 %.

Максимальное накопление сырого жира в среднем за два года в Омской области отмечено у сортов Рачейка и Елена – 3,9 %. У сортов Жемчужина и Мраморная этот показатель находился на уровне 2,9 и 3,1 %. В Саратовской области максимальным

накоплением жира отличался сорт Елена – 4,4 %, что на 0,8–1,5 % больше, чем у других сортов.

По содержанию сырой клетчатки особых отличий между регионами не наблюдалось. В Омской области в среднем за два года этот показатель изменялся в пределах от 21,4 % (у сорта Мраморная) до 25,8 % (у сорта Елена), в Саратовской области доля сырой клетчатки в зеленой массе находилась на уровне 22,7–30,3 % с максимальным значением у сорта Елена.

Доля сырой золы, содержащейся в зеленой массе чины посевной, в среднем за два года в Омской области в зависимости от сорта существенно не различалась и составляла 8,2–8,8 %. В Саратовской области разница в накоплении сырой золы в зависимости от сорта достигала 1,1–1,9 % с максимальной у сорта Елена (9,3 %) и наименьшей у сорта Рачейка (7,4 %).

Анализ накопления безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) показал, что в условиях Сибирского региона их накапливается больше, чем в Саратовской области. В среднем за два года в Омской области этот показатель находился на уровне 38,1–44,3 %. Максимальное значение отмечено у сорта Мраморная, минимальное – у сорта Елена. В Саратовской области доля БЭВ в зависимости от сорта варьировала от 31,3 % (у сорта Елена) до 39,5 % (у сорта Мраморная). Закономерности накопления БЭВ в зависимости от погодных условий в годы проведения исследований в обоих регионах выявлено не было.

Согласно дисперсионному анализу, почвенно-климатические условия незначительно влияют на варьирование параметров биохимического состава (фактор А) – 19,8 %. Основную роль играют генотипические характеристики сорта (фактор В) – 62,1 %. Комплексное воздействие факторов (АВ) составило 17,0 %.

Ценность кормовых растений заключается не только в максимальном сборе урожая, но и в их продуктивности [15]. Для составления рациона животных основными показателями являются содержание кормовых единиц, переваримого протеина и обменной энергии в корме. Влажность сырья и содержание абсолютно сухого вещества в корме влияют на общий сбор этих элементов [16].

На основании биохимического анализа был проведен расчет продуктивности травостоя сортов чины посевной в двух регионах.

Исследования показали, что продуктивность зеленой массы зависит от влажности растений. Так, в условиях Омской области влажность зеленой массы в укосную спелость (фаза цветения) достигала в 2022 году 67,9–76,5 %, в 2023 году – 77,1–78,2 %. В Саратовской области в зависимости от года исследований она сильно не различалась – 81,5–83,0 %. Это повлияло на продуктивность сортов чины посевной.

Таблица 3
Биохимический состав зеленой массы (фаза цветения) чины посевной в зависимости от сорта (в среднем за два года), %

Сорт	Сырой протеин		Сырой жир		Сырая клетчатка		Сырая зола		БЭВ	
	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов
Рачейка	23,8	26,0	3,9	3,6	23,6	23,3	8,2	7,4	39,9	39,8
Мраморная	22,8	27,3	3,1	2,9	21,4	22,7	8,5	7,9	44,3	39,5
Жемчужина	23,3	26,4	2,9	3,4	24,6	23,7	8,8	8,2	40,4	38,4
Елена	23,8	24,9	3,9	4,4	25,8	30,3	8,4	9,3	38,1	31,3
НСР ₀₅	0,03	0,38	0,02	0,19	0,56	0,37	0,12	0,42	0,25	0,27
Доля фактора А, %	19,8									
Доля фактора В, %	62,1									
Доля взаимодействия АВ, %	17,0									
Случайное отклонение, %	1,4									

Table 3
Biochemical composition of green mass (flowering phase) of the sowing rank depending on the variety (average for two years), %

Variety	Crude protein		Crude fat		Crude fiber		Raw ash		BEV	
	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov
Racheyka	23.8	26.0	3.9	3.6	23.6	23.3	8.2	7.4	39.9	39.8
Mramornaya	22.8	27.3	3.1	2.9	21.4	22.7	8.5	7.9	44.3	39.5
Zhemchuzhina	23.3	26.4	2.9	3.4	24.6	23.7	8.8	8.2	40.4	38.4
Elena	23.8	24.9	3.9	4.4	25.8	30.3	8.4	9.3	38.1	31.3
LSD ₀₅	0.03	0.38	0.02	0.19	0.56	0.37	0.12	0.42	0.25	0.27
Share of factor A, %	19.8									
Share of factor B, %	62.1									
Interaction share AB, %	17.0									
Random deviation, %	1.4									

Максимальный сбор абсолютно сухого вещества в среднем за два года в Омской области отмечен у сорта Елена (3,6 т/га), достоверная прибавка по сравнению с другими сортами составила 24–44 % (таблица 4).

В Саратовской области сорта Мраморная, Жемчужина и Елена обеспечили сбор абсолютно сухого вещества на уровне 1,9–2,1 т/га, что находится в пределах ошибки опыта. Достоверно низким уровнем этого показателя отмечен сорт Рачейка – разница по сравнению с другими сортами составила 138–163 %.

Сбор кормовых единиц зависит от их содержания в единице абсолютно сухого вещества. Расчет показал, что в сортах, испытываемых в условиях южной лесостепи Омской области, в среднем за два года в одном килограмме абсолютно сухого вещества содержится от 0,71 (сорт Мраморная) до

0,75 (сорт Елена) кормовых единиц. В Саратовской области этот показатель достигал уровня 0,76–0,79 кормовых единиц. При этом максимальное содержание отмечалось у сорта Елена.

В результате этого наибольший сбор кормовых единиц в Омской области отмечался у сорта Елена – 2,7 т/га, что на 29–50 % больше, чем у других сортов. В Саратовской области достоверной разницы между сортами Мраморная, Жемчужина и Елена не наблюдалось: сбор кормовых единиц составил 2,5–2,8 т/га. Традиционно низким уровнем отличился сорт Рачейка – 0,8 т/га.

Аналогичная тенденция отмечалась и по сбору переваримого протеина в обоих регионах. В Омской области максимальный сбор обеспечил сорт Елена – 617 кг/га. В Саратовской области этот показатель изменялся в пределах от 187 (сорт Рачейка) до 532 (сорт Жемчужина) кг/га.

Таблица 4

Продуктивность зеленой массы чины посевной в зависимости от сорта (в среднем за два года)

Сорт	Абсолютно сухое вещество, т/га		Кормовые единицы, т/га		Переваримый протеин, кг/га		Обменная энергия, ГДж/га	
	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов
Рачейка	2,8	1,0	2,1	0,8	480	187	22,6	8,2
Мраморная	2,5	2,5	1,8	1,9	410	491	20,6	20,5
Жемчужина	2,9	2,8	2,1	2,1	487	532	23,1	22,7
Елена	3,6	2,6	2,7	2,1	617	466	28,7	19,8
НСР ₀₅	0,5	0,4	0,5	0,9	114	111	4,2	3,1

Table 4

Productivity of green mass of sowing rank depending on the variety (average over two years)

Variety	Absolutely dry matter, t/ha		Feed units, t/ha		Digestible protein, kg/ha		Metabolic energy, GJ/ha	
	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov	Omsk	Saratov
Racheyka	2.8	1.0	2.1	0.8	480	187	22.6	8.2
Mramornaya	2.5	2.5	1.8	1.9	410	491	20.6	20.5
Zhemchuzhina	2.9	2.8	2.1	2.1	487	532	23.1	22.7
Elena	3.6	2.6	2.7	2.1	617	466	28.7	19.8
LSD ₀₅	0.5	0.4	0.5	0.9	114	111	4.2	3.1

Важным показателем питательности корма является обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином. В обоих регионах независимо от сорта этот показатель находился на высоком уровне. В Омской области на одну кормовую единицу приходилось 228–231 г переваримого протеина, в Саратовской – 221–258 г (при зоотехнической норме 95–110 г).

Важную, а иногда и решающую роль в кормлении животных играет содержание обменной энергии. Расчет показал, что по сбору обменной энергии результаты аналогичны сбору других элементов продуктивности. В Омской области максимальный сбор обменной энергии (28,7 ГДж/га) обеспечил сорт Елена. Прибавка по сравнению с другими сортами была достоверна. В Саратовской области сбор обменной энергии изменялся в пределах от 8,2 до 22,7 ГДж/га при отсутствии достоверной разницы между сортами Мраморная, Жемчужина и Елена.

При оценке сортов по интенсивности, экстенсивности и стабильности урожайности рассчитаны следующие показатели: коэффициент адекватности (B), коэффициент регрессии (bi), ошибка коэффициента регрессии (Sb), критерий значимости отклонения от 1 (t), стрессоустойчивость, генетическая гибкость сортов, размах урожайности (d) (таблица 5). Это позволило распределить сорта по определенным экологическим группам. Сорт Мраморная определен к экстенсивной форме с низкой фенотипической стабильностью. На это указывает низкое значение bi (коэффициент регрессии) = 0,63 и минимальный в сравнении с другими сортами размах урожайности (42,94 %). Сорт Жемчужина из-за высокой фенотипической стабильности относится ко второй группе. Он слабо реагирует на улучшение климатических условий ($bi = 1,05$) и показывает

низкие темпы снижения урожайности при ухудшении погодных факторов роста и развития (стрессоустойчивость составила –7,32 т/га).

Показавший себя как интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью ($bi = 1,22$) сорт Елена входит в третью группу. Его особенность – в способности формировать значительную урожайность зеленой массы как при комфортных условиях развития, так и при неблагоприятных. Сорт Рачейка характеризуется как интенсивная форма ($bi = 1,11$) с высокой устойчивостью к лимитирующим факторам среды, показывающая и стабильно высокое значение урожайности при различных агроклиматических условиях.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Продолжительность вегетационного периода в условиях Омской области варьировала в пределах от 75 (сорт Елена) до 85 (Мраморная) суток, Саратовской – от 83 (Рачейка) до 85 (Мраморная) суток.

2. В среднем за два года урожайность зеленой массы изменялась в Омском регионе в пределах от 10,3 (Жемчужина) до 14,8 (Елена) т/га, в Саратовском – от 5,9 (Рачейка) до 15,0 (Жемчужина и Елена) т/га.

3. Содержание сырого протеина в зеленой массе варьировало в Омской области в пределах от 22,8 % (Мраморная) до 23,8 % (Рачейка и Елена), Саратовской – от 24,9 % (Елена) до 26,4 % (Жемчужина).

4. Максимальное накопление сырого жира в среднем за два года в Омской области отмечено у сортов Рачейка и Елена – 3,9 %. У сортов Жемчужина и Мраморная этот показатель находился на уровне 2,9 и 3,1% соответственно. В Саратовской области максимальным накоплением жира отличался сорт Елена – 4,4 %, что на 0,8–1,5 % больше, чем у других сортов.

Фенотипическая оценка сортов по интенсивности, экстенсивности и стабильности урожайности

Сорт	Коэффициент адекватности (B)	Коэффициент регрессии (bi)	Ошибка коэффициента регрессии (Sb)	Критерий значимости отклонения от 1 (t)	Стрессоустойчивость, т/га	Генетическая гибкость, т/га	Размах урожайности, %
Рачейка	0,88	1,11	0,18	0,63	-10,01	10,12	66,71
Мраморная	0,59	0,64	0,21	1,83	-7,21	12,21	42,94
Жемчужина	0,87	1,06	0,18	0,32	-7,32	13,35	45,56
Елена	0,85	1,22	0,22	1,02	-10,44	14,81	52,11

Table 5

Phenotypic assessment of varieties for intensity, extensiveness and stability of yield

Variety	Adequacy factor (B)	Regression coefficient (bi)	Regression coefficient error (Sb)	Criterion for the significance of deviation from 1 (t)	Stress resistance, t/ha	Genetic flexibility, t/ha	Yield range, %
Racheyka	0.88	1.11	0.18	0.63	-10.01	10.12	66.71
Mramornaya	0.59	0.64	0.21	1.83	-7.21	12.21	42.94
Zhemchuzhina	0.87	1.06	0.18	0.32	-7.32	13.35	45.56
Elena	0.85	1.22	0.22	1.02	-10.44	14.81	52.11

5. По содержанию сырой клетчатки особых отличий между регионами не наблюдалось. В Омской области в среднем за два года этот показатель изменялся в пределах от 21,4 % (у сорта Мраморная) до 25,8 % (у сорта Елена), в Саратовской области доля сырой клетчатки в зеленой массе находилась на уровне 22,7–30,3 % с максимальным значением у сорта Елена.

6. Доля сырой золы, содержащейся в зеленой массе чины посевной, в среднем за два года в Омской области в зависимости от сорта существенно не различалась и составляла 8,2–8,8 %. В Саратовской области разница в накоплении сырой золы в зависимости от сорта достигала 1,1–1,9 % с максимальной у сорта Елена (9,3 %) и с наименьшей у сорта Рачейка (7,4 %).

7. Максимальный сбор абсолютно сухого вещества в среднем за два года в Омской области отмечен у сорта Елена – 3,6 т/га, достоверная прибавка по сравнению с другими сортами составила 24–44 %. В Саратовской области сорта Мраморная, Жемчужина и Елена обеспечили сбор абсолютно сухого вещества на уровне 1,9–2,1 т/га, что находится в пределах ошибки опыта. Достоверно низким уровнем этого показателя отмечен сорт Рачейка – разница по сравнению с другими сортами составила 138–163 %.

8. Расчет показал, что в сортах, испытываемых в условиях южной лесостепи Омской области, в среднем за два года в 1 кг абсолютно сухого вещества содержится от 0,71 (сорт Мраморная) до 0,75

(сорт Елена) кормовых единиц. В Саратовской области это показатель достигал уровня 0,76–0,79 кормовых единиц. При этом максимальное содержание отмечалось у сорта Елена.

9. Наибольший сбор кормовых единиц в Омской области отмечался у сорта Елена – 2,7 т/га, что на 29–50 % больше, чем у других сортов. В Саратовской области достоверной разницы между сортами Мраморная, Жемчужина и Елена не наблюдалось – сбор кормовых единиц составил 2,5–2,8 т/га. Традиционно низким уровнем отметился сорт Рачейка – 0,8 т/га.

10. В Омской области максимальный сбор переваримого протеина обеспечил сорт Елена – 617 кг/га. В Саратовской области этот показатель изменялся в пределах от 187 (сорт Рачейка) до 532 (сорт Жемчужина) кг/га.

11. Условия произрастания оказывают существенное влияние на изменчивость продолжительности вегетационного периода – 65,8 % и уровень урожайности зеленой массы чины посевной – 54,2 %. Варьирование параметров биохимического состава в значительной степени обусловлено генотипическими особенностями сорта – 62,1 %.

12. Оценка сортов по показателям адаптивности позволила распределить их по группам: 1 – экстенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью (Мраморная); 2 – форма с высокой фенотипической стабильностью (Жемчужина); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Елена); 4 – интенсивная фенотипически высокостабильная форма (Рачейка).

Библиографический список

1. Зайцев С. А., Башинская О. С., Волков Д. П. [и др.] Эколого-географическое испытание чины посевной // Успехи современного естествознания. 2023. № 2. С. 7–12. DOI: 10.17513/use.37991.
2. Донская М. В., Донской М. М., Наумкин В. П. Создание и оценка селекционного материала чины посевной в условиях северной части ЦЧР // Биология в сельском хозяйстве. 2019. № 1 (22). С. 18–26.
3. Мусаев М. А., Магомедова А. А., Мусаева З. М. Сравнительная продуктивность сортов чины посевной в условиях предгорной провинции Республики Дагестан // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 3 (101). С. 64–73. DOI: 10.35330/1991-663-2021-3-101-64-73.
4. Зотиков В. И., Полухин А. А., Грядунова Н. В. [и др.] Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4 (36). С. 5–17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198.
5. Ерохина А. В., Бычкова В. В., Светлов В. В. [и др.] Использование чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) как компонента комбинированных кормов для цыплят-бройлеров // Эффективное животноводство. 2022. № 4 (179). С. 62–64. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-4-62-64.
6. Solovyeva A. E., Shelenga T. V., Shavarda A. L., et al. Comparative analysis of wild and cultivated *Lathyrus* L. spp. according to their primary and secondary metabolite contents // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. Vol. 23, No. 6. Pp. 37–44. DOI: 10.18699/VJ19.539.
7. Зайцев С. А., Волков Д. П., Матюшин П. А. [и др.] Изучение коллекционного материала чины посевной в условиях степной зоны Нижнего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2022. № 5. С. 19–25. DOI: 10.17513/use.37819.
8. Крылова Е. А., Хлесткина Е. К., Бурляева М. О. [и др.] Детерминантный характер роста зернобобовых культур: роль в доместикации и селекции, генетический контроль // Экологическая генетика. 2020. Т. 18, № 1. С. 43–58. DOI: 10.17816/ecogen16141.
9. Ногаев В. О. Зернобобовые культуры на мировом рынке // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Пенза, 2020. С. 74–76.
10. Донской М. М., Донская М. В., Бобков С. В. [и др.] Биохимический состав семян чины посевной // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 1 (29). С. 70–78. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11075
11. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 4. С. 5–14. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_5.
12. Зотиков В. И., Вилоннов С. Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25, № 4. С. 381–387. DOI: 10.18699/VJ21.041.
13. Polukhin A. A., Zotikov V. I., Zelenov A. A., et al. Potential for Growth of Legume Production in the Orel Region // Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. ISC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, Cham, 2022. Vol. 372. Pp. 449–457. DOI: 10.1007/978-3-030-93155-1_49.
14. Возиян В. И., Якобуца М. Д., Авздэний Л. П. Селекционные достижения в создании новых сортов зернобобовых культур в НИИПК «Селекция» Республики Молдова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 3 (31). С. 42–46. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11112.
15. Вишнякова М. А., Александрова Т. Г., Буравцева Т. В. [и др.] Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 180, № 2. С. 109–123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123.
16. Куленцан А. Л., Марчук А. Л. Исследование и анализ влияния эффективности производства зерновых и зернобобовых культур // Синергия Наук. 2019. № 42. С. 113–122.

Об авторах:

Татьяна Владимировна Маракаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия; ORCID 0000-0001-9384-8112, AuthorID 781932. E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Вячеслав Викторович Христич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия; ORCID 0009-0007-1199-2876, AuthorID 468110

Сергей Александрович Зайцев, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, Саратов, Россия; ORCID 0000-0002-6829-1970, AuthorID 882911; +7-917-314-22-72

References

1. Zaytsev S. A., Bashinskaya O. S., Volkov D. P., et al. Ecological and geographical testing of the seed. *Advances in Current Natural Sciences*. 2023; 2: 7–12. DOI: 10.17513/use.37991. (In Russ.)
2. Donskaya M. V., Donskoy M. M., Naumkin V. P. Creation and evaluation of breeding material of grass pea in the conditions of the northern part of the central black earth region. *Biology in Agricultural*. 2019; 1 (22): 18–26. (In Russ.)
3. Musaev M. A., Magomedova A. A., Musaeva Z. M. Comparative efficiency of varieties of the seeding lathyrus in the conditions of the foothill province of Dagestan Republic. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS*. 2021; 3 (101): 64–73. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-3-101-64-73. (In Russ.)
4. Zotikov V. I., Polukhin A. A., Gryadunova N. V., et al. Development of production of leguminous and groat crops in Russia based on the use of selection achievements. *Legumes and Groat Crops*. 2020; 4 (36): 5–17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198. (In Russ.)
5. Erokhina A. V., Bychkova V. V., Svetlov V. V., et al. Use of chickweed (*Lathyrus sativus* L.) as a component of combined feed for broiler chickens. *Effektivnoe Zhivotnovodstvo*. 2022; 4 (179): 62–64. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-4-62-64. (In Russ.)
6. Solovyeva A. E., Shelenga T. V., Shavarda A. L., et al. Comparative analysis of wild and cultivated *Lathyrus* L. spp. according to their primary and secondary metabolite contents. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019; 23 (6): 37–44. DOI: 10.18699/VJ19.539.
7. Zaytsev S. A., Volkov D. P., Matyushin P. A., et al. Study of collection material of grass pea in the lower Volga steppe zone. *Advances in Current Natural Sciences*. 2022; 5: 19–25. DOI: 10.17513/use.37819. (In Russ.)
8. Krylova E. A., Khlestkina E. K., Burlyaeva M. O., Vishnyakova M. A. Determinate growth habit of grain legumes: role in domestication and selection, genetic control. *Ecological Genetics*. 2020; 18 (1): 43–58. DOI: 10.17816/ecogen16141. (In Russ.)
9. Nogaev V. O. Leguminous crops on the world market. *Contribution of Young Scientists to Innovative Development of the Russian Agro-Industrial Complex: collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists*. Penza, 2020; 74–76. (In Russ.)
10. Donskoy M. M., Donskaya M. V., Bobkov S. V., et al. Biochemical composition of seeds of Indian pea. *Legumes and Groat Crops*. 2019; 1 (29): 70–78. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11075. (In Russ.)
11. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I. Fodder production: state, problems and role of the Federal Williams Research Centre of Fodder Production and Agroecology in their solving. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2022; 36 (4): 5–14. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_5. (In Russ.)
12. Zotikov V. I., Vilyunov S. D. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021; 25 (4): 381–387. DOI: 10.18699/VJ21.041. (In Russ.)
13. Polukhin A. A., Zotikov V. I., Zelenov A. A. Potential for Growth of Legume Production in the Orel Region. *Towards an Increased Security: Green Innovations, Intellectual Property Protection and Information Security. ISC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022; 449–457. DOI: 10.1007/978-3-030-93155-1_49.
14. Voziyan V. I., Yakobutsa M. D., Avedeniy L. P. Breeding achievements in creating new varieties of leguminous crops in the scientific research institute of field crops “Selektsiya” of the Republic of Moldova. *Legumes and Groat Crops*. 2019; 3 (31): 42–46. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11112. (In Russ.)
15. Vishnyakova M. A., Aleksandrova T. G., Buravtseva T. V. Species diversity of the VIR collection of grain legume genetic resources and its use in domestic breeding. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2019; 180 (2): 109–123. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-109-123. (In Russ.)
16. Kulentsan A. L., Marchuk A. L. Study and analysis the effect of the efficiency of production of grain and leguminous crops. *Sinergiya Nauk*. 2019; 42: 113–122. (In Russ.)

Authors' information:

Tatyana V. Marakaeva, candidate of agricultural sciences, associate professor, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia; ORCID 0000-0001-9384-8112, AuthorID 781932.

E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Vyacheslav V. Khristich, candidate of agricultural sciences, associate professor, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia; ORCID 0009-0007-1199-2876, AuthorID 468110

Sergey A. Zaytsev, candidate of agricultural sciences, chief researcher, Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia; ORCID 0000-0002-6829-1970, AuthorID 882911