

СТАТЬИ

УДК 635.659:631.52

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ

**¹Зайцев С.А., ¹Башинская О.С., ¹Волков Д.П.,
¹Бабушкин Д.Д., ²Пташник О.П., ³Маракаева Т.В.**

¹ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», Саратов, e-mail: zea_mays@mail.ru, oksana_bashinska@mail.ru, genomix@mail.ru, denchik241088@gmail.com;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь, e-mail: O_ptashnik@mail.ru;

³ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», Омск, e-mail: tv.marakaeva@omgau.org

В статье приводятся результаты эколого-географического испытания чины посевной. Эксперимент по эколого-географическому изучению сортов чины посевной заложен на опытных участках ФГБНУ РосНИИСХ «Россорго» (г. Саратов), ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Республика Крым), Омского ГАУ им. П.А. Столыпина (г. Омск). Почвенно-климатические условия пунктов испытания значительно различались: так, за период вегетации ГТК составил 0,62 в Саратовской области, 0,58 в Омской области, 1,03 в Республике Крым. Биологические особенности чины посевной позволяют растениям успешно проходить фазы развития и полноценно созревать не только в жарких полузасушливых условиях Саратовской области и полуострова Крым, но и в более северных широтах (55°) южной лесостепи Западной Сибири. Выявлена доля влияния условий выращивания, генотипа и фактора взаимодействия на формирование урожайности семян, продуктивности растения и массы 1000 семян. Наибольшая доля влияния на формирование признаков приходится на условия выращивания. Полученные результаты позволили определить коэффициент регрессии (bi), а также коэффициент стабильности, отображающий взаимодействие между условиями выращивания за годы исследований и урожайностью семян. Параметры адаптивности позволили сгруппировать исследуемые сорта чины в следующие группы: 1 – экстенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью (Жемчужина); 2 – форма с высокой фенотипической стабильностью (Мраморная); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Елена); 4 – интенсивная фенотипически высоко стабильная форма (Рачейка). Благодаря своим физиологическим и биологическим особенностям чина посевная способна занять в РФ агро-экологическую нишу в промежутке между границей возделывания гороха и границей агрономического ареала распространения нута.

Ключевые слова: чина, сорт, урожайность, семена, селекция, адаптивность

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL TESTING OF THE SEED

**¹Zaytsev S.A., ¹Bashinskaya O.S., ¹Volkov D.P.,
¹Babushkin D.D., ²Ptashnik O.P., ³Marakaeva T.V.**

¹Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov, e-mail: zea_mays@mail.ru, oksana_bashinska@mail.ru, genomix@mail.ru, denchik241088@gmail.com;

²Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, e-mail: O_ptashnik@mail.ru;

³Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, e-mail: tv.marakaeva@omgau.org

The article presents the results of ecological and geographical testing of the grasspea. An experiment on ecological and geographical study of cultivars of the grasspea was laid on the experimental plots of the FSBSI RosNIISK “Rossorgo” (Saratov), the FSBI «Research Institute of Agriculture of Crimea» (Republic of Crimea), the Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (Omsk), located in the southern forest-steppe of Western Siberia. The soil and climatic conditions of the test points varied significantly, so during the growing season the HTC was: 0,62 in the Saratov region, 0,58 in the Omsk region, 1,03 in the Republic of Crimea. The biological features of the grasspea allow plants to successfully go through the development phases and fully mature not only in the hot semi-arid conditions of the Saratov region and the Crimean peninsula, but also in more northern latitudes (55 °) of the southern forest-steppe of Western Siberia. The proportion of the influence of growing conditions, genotype and interaction factor on the formation of seed yield, plant productivity and weight of 1000 seeds was revealed. Growing conditions account for the greatest share of influence on the formation of traits. The results obtained allowed us to determine the regression coefficient (bi), as well as the stability coefficient, which reflects the interaction between growing conditions over the years of research and seed yield. The adaptability parameters made it possible to group the studied cultivars into the following groups: 1 – extensive form with very low phenotypic stability (Zhemchuzhina); 2 – form with high phenotypic stability (Marble); 3 – intensive form with reduced phenotypic stability (Elena); 4 – intense phenotypically highly stable form (Racheika). Due to its physiological and biological characteristics, the sowing rank is able to occupy an agroecological niche in the Russian Federation in the interval between the border of pea cultivation and the border of the agronomic area of chickpea distribution.

Keywords: grasspea, variety, yield, seeds, selection, adaptability

Чина посевная (индийский горох, травяной горох) – бобовая культура, считается одной из самых устойчивых к климатическим изменениям и биотическим стрессорам. Эта разновидность сельскохозяйственных растений хорошо адаптирована ко многим типам почв, обладает устойчивостью к абиотическим (почвенная и воздушная засуха, затопление, высокие температуры воздуха) и биотическим факторам (болезни, насекомые-вредители). [1]. Она является одной из важнейших продовольственных культур, помогающей выживать населению в засушливых условиях, возделывается в некоторых регионах Индии, Пакистана, Непала и Эфиопии и, в гораздо меньшей степени, во многих странах Европы, Ближнего Востока, Северной Африки, а также в Чили и Бразилии [2, 3]. Помимо форм, произрастающих в Южной Азии, Африке и Средиземноморье, многие образцы происходят из южно-центральной (Чехия, Венгрия, Словакия) и восточно-центральной Европы (Польша, Россия, Украина) [4]. Благодаря своим физиологическим и биологическим особенностям чина посевная способна занять в РФ агроэкологическую нишу в промежутке между границей возделывания гороха и границей агрономического ареала распространения нута [5]. В полувлажных степных и лесостепных районах средней полосы России чина превосходит по урожайности семян и зеленой массы вику, горох, чечевицу [6]. Растение чины формирует высокую продуктивность благодаря значительной степени ветвления (5–7 продуктивных веточек), в связи с чем на одном растении чины закладывается в 2,5–3 раза больше бобов, чем на растениях гороха, бобов [7]. Научное внимание к виду *Lathyrus sativus* L. одновременно преследует две цели: внедрение и интродукция в агропромышленное производство культуры, традиционно возделываемой многими народами, и поддержание биологического разнообразия, являющегося основой стратегии по устойчивому развитию сельского хозяйства [8]. В качестве зерновой и кормовой культуры чина посевная имеет большой агрономический и экологический потенциал. Современные сорта сочетают высокую урожайность с оптимальным биохимическим составом и отличаются устойчивостью к действию неблагоприятных биотических и абиотических факторов окружающей среды. Однако отношение к чине посевной как к нетрадиционной культуре среди сельхозтоваропроизводителей и наличие малого количества научных исследова-

ний в целом по стране обуславливают необходимость изучения имеющихся сортов, стабильно формирующих урожай высокого качества, способных противостоять абиотическим стрессорам и эффективно использовать антропогенные и природные ресурсы в различных регионах РФ. Большим потенциалом для возделывания чины посевной в РФ обладают регионы с полувлажными климатическими условиями [9, 10].

Цель исследования – агроэкологическое изучение сортов чины посевной селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в ряде регионов РФ.

Материалы и методы исследования

Эксперимент по эколого-географическому изучению сортов чины посевной заложен на опытных участках ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов), ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Республика Крым), ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им П.А. Столыпина» (г. Омск). Полевые опыты заложены согласно общепринятым методикам проведения исследований [11–13]. Почвенно-климатические условия пунктов испытания значительно различались: так, за период вегетации ГТК составил 0,62 в Саратовской области, 0,58 в Омской области, 1,03 в Республике Крым. Учетная площадь делянок – 25 м. Агротехника – общепринятая для регионов. Посев ранневесенний: в условиях Саратовской области – 3–5 мая, в условиях республики Крым – 24–25 марта, в условиях Омской области – 16 мая. Норма высева: в условиях Саратовской области – 0,6 млн шт. всх. семян/га, в условиях республики Крым – 1,2 млн шт. всх. семян/га, в условиях Омской области – 0,7 млн шт. всх. семян/га.

Климат Саратовской области – резко континентальный. ГТК составляет во влажные годы – 1,20–1,45; в среднеобеспеченные – 0,70–0,95 и засушливые – 0,60–0,68. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм. Почвы опытного поля относятся к чернозему южному. В пахотном слое содержание гумуса составляет 3,80–4,60%, общего азота – 0,17–0,22%, валового фосфора – 0,11–0,14%, калия – 1,10–1,38%, подвижного фосфора – 18,0–22,0 мг/кг, обменного калия – 28,0–32,0 мг/100 г почвы; рН близка к нейтральной ($pH_{\text{сол}} - 6,1$; $pH_{\text{водн}} - 7,0$); сумма поглощенных оснований – 38,0–41,0 мг-экв/100 г почвы. Плотность почвы составляет 1,20–1,32 г/см³, наименьшая влагоемкость (НВ) слоя 0–30 см – 101,1 мм, слоя 0–100 см – 295,6 мм, влажность устойчивого завядания растений (ВУЗ) – 36,3; 151,4 мм соответственно.

Климат района расположения опытного участка ФГБУН «НИИСХ Крыма» – степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая температура воздуха составляет 9,8–10,4 °С, с колебанием 9,4–11,5 °С. Годовая сумма осадков 340–418 мм, из них в вегетационное время, ограниченное температурой выше 10 °С, – 195–205 мм. Почва опытного участка ФГБУН «НИИСХ Крыма» – чернозем южный малогумусный, легко глинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 2,26%. Мощность гумусового слоя 50 см. В пахотном слое валовое содержание азота 0,18–0,20%; фосфора 0,12–0,14%; калия 2,1–2,4%; количество гидролитического азота 3,0–4,0 мг, подвижного фосфора 4,6–6,0 мг, обменного калия 32–36 мг на 100 г абсолютно сухой почвы.

Климат расположения Омской области – континентальный, умеренно холодный, характеризующийся неустойчивостью и частой сменой метеорологических условий. Годовая сумма осадков в районе Омска – 320–340 мм, из них в вегетационное время, ограниченное температурой выше 10 °С, – 160–170 мм. Средняя годовая температура воздуха: -1,1 – +0,4 °С, продолжительность безморозного периода от 90–100 дней (на севере) до 115–120 (на юге). Почва опытного участка ФГБОУ ВО «Омский ГАУ» лугово-черноземная среднесуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое 3,9%.

Расчет статистических параметров проведен в соответствии с принятыми форму-

лами: стрессоустойчивость сорта: значения признака $\min\text{-max}$, генетическая гибкость: значения признака $(\min+\max)/2$, размах урожайности (d): $(\max-\min)/\max*100\%$.

Результаты исследования и их обсуждение

Кормовые и пищевые направления использования чины в первую очередь подразумевают ее выращивание на семена (зерно). Структура семенной урожайности зернобобовых культур в первую очередь складывается из параметров субкомпонентов, а именно продуктивности растения и массы 1000 семян [14]. Продуктивность растения – это сложный признак, который формируется находящимися в сложной корреляции между собой урожаем зерна и условиями среды, различными элементами структуры урожая [15]. При этом продуктивность растения при густоте стояния 1,2 млн шт. всх. семян/га в условиях республики Крым составила в 2022 г. 9,2–9,5 г (табл. 1). Более высокую продуктивность растения сформировали при меньшей плотности посева в условиях Саратовской (13,1–22,7 г) и Омской областей (13,9–26,3 г). Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что величина проявления морфометрических показателей достоверно (при $P = 95$) изменяется под воздействием и условий выращивания (фактор А), генотипа (фактор В – сорт), и их взаимодействия (А х В). Наибольший вклад в показатель продуктивности растения у изучаемых сортов вносит фактор условий среды (76,4%). Доля влияния генотипа (В) составила 6,6%, а доля взаимодействия факторов – 15,2%.

Таблица 1

Семенная продуктивность растения чины, г

Сорт	г. Саратов			Республика Крым			г. Омск
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.
Мраморная	7,0	10,4	14,8	3,2	6,2	6,2	12,6
Рачейка	7,9	14,4	13,1	5,5	6,6	6,4	21,8
Елена	7,9	14,5	18,6	4,4	7,8	8,6	13,9
Жемчужина	4,5	14,8	22,7	5,0	7,8	9,5	26,3
Среднее значение	6,8	13,5	17,3	4,5	7,1	7,7	18,7
НСР _{0,05}	1,2	1,3	1,8	1,1	ns	1,4	4,4
Доля фактора А, %	76,4						
Доля фактора В, %	6,6						
Доля взаимодействия АВ, %	15,2						
Случайное отклонение, %	1,8						

Таблица 2

Масса 1000 семян чины, г

Сорт	г. Саратов			Республика Крым			г. Омск
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.
Мраморная	232,8	205,3	217,5	158,0	148,3	178,0	201,0
Рачейка	246,1	210,0	238,0	228,0	189,5	195,0	232,6
Елена	248,2	215,0	226,7	222,0	176,5	230,0	241,0
Жемчужина	207,2	216,4	232,8	200,0	168,3	220,0	258,2
Среднее значение	233,6	211,7	228,8	202,0	170,7	205,8	233,2
НСР _{0,05}	8,7	7,8	9,7	69	8,7	10,3	8,9
Доля фактора А, %	57,4						
Доля фактора В, %	19,9						
Доля взаимодействия АВ, %	21,1						
Случайное отклонение, %	1,5						

Таблица 3

Урожайность семян чины, т/га

Сорт	г. Саратов			Республика Крым			г. Омск
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.
Мраморная	1,05	1,57	0,93	1,46	1,24	1,96	0,88
Рачейка	1,18	2,16	1,24	1,80	1,36	2,12	1,53
Елена	1,19	2,18	1,44	1,62	1,65	2,15	0,97
Жемчужина	1,67	2,22	1,59	1,56	1,60	2,12	1,84
Среднее значение	1,27	2,03	1,30	1,61	1,46	2,09	1,31
НСР _{0,05}	0,06	0,08	0,11	0,08	0,09	0,10	0,15
Доля фактора А, %	64,2						
Доля фактора В, %	20,2						
Доля взаимодействия АВ, %	14,8						
Случайное отклонение, %	0,9						

Масса 1000 семян является одним из важнейших и значимых элементов структуры урожая и надежным индикатором, показывающим влияние изменения условий опыта при селекционной работе на реакцию генотипа. Крупность семени определяет запас питательных веществ, всхожесть, пищевые и кормовые качества, однако она лимитируется сортовыми особенностями и реакцией на условия выращивания. Исследования, проводимые с сельскохозяйственными культурами, показали, что признак «масса 1000 семян» контролируется сложной генетической системой. Однако и условия выращивания значительно влияют на крупность семян (табл. 2). Нехватка доступной влаги, изменение температуры в фазы развития растений могут оказывать значительное воздействие на крупность

семени. Так, предел варьирования массы 1000 семян у сортов чины составил: в Саратовской области 205,3–248,2 г, в условиях Республики Крым – 148,3–230,0 г, в Омской области – 201,0–258,2 г. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа указывают на то, что влияние погодных условий (фактор А) на формирование массы 1000 семян составляет 57,4%, а доля генотипа (фактор В) и фактора взаимодействия (АВ) – 19,9 и 21,1% соответственно.

Важнейший и основной признак, используемый при выявлении параметров адаптивности, экологической пластичности и стабильности сорта, – семенная урожайность. Она позволяет сделать выводы об отзывчивости сорта на изменение условий выращивания (улучшение или ухудшение). Позволяет сформировать заключение

об уровне интенсивности технологии возделывания. Результаты испытания указывают на достаточно высокий потенциал почвенно-климатических условий Саратовской, Омской областей и республики Крым для выращивания чины посевной с получением высоких значений урожайности семян. При этом используемые в опыте сорта проявляют в зависимости от конкретных условий окружающей среды различную индивидуальную реакцию (табл. 3). Так, сформированная урожайность семян у сортов чины варьировала: в Саратовской области от 0,93 до 2,22 т/га, в условиях Республики Крым – от 1,24 до 2,15 т/га, в Омской области – от 0,88 до 1,84 т/га. Из результатов двухфакторного дисперсионного анализа следует, что на показатель урожайности семян наибольшее влияние оказывает фактор условий выращивания (А) – 64,2%. Доля влияния генотипа (фактор В) на значение урожайности составила 20,2%, а доля взаимодействия двух факторов (АВ) – 14,8%.

Необходимость создания и внедрения в производство сортов, различающихся приспособленностью к конкретным агроэкологическим условиям, обуславливается влиянием почвенно-климатических факторов, различиями в элементах технологии выращивания [16]. При этом использование в сельскохозяйственном производстве генетически разнообразных сортов, сочетающих высокую урожайностью с экологической пластичностью и стабильностью является непременным условием устойчивого развития семеноводства и агропромышленного комплекса. Особенности влияния среды на генотип и их взаимодействие показываются при помощи параметров адаптивности: пластичность, стабильность, которые квалифицируют динамику реакции генотипа на изменения условий среды или размах модифи-

кационной изменчивости в пределах нормы реакции генотипа [17]. Анализ полученных в опыте результатов позволил рассчитать статистические параметры: коэффициент адекватности (В), коэффициент регрессии (bi), ошибку коэффициента регрессии (Sb), критерий значимости отклонения от 1 (t), стрессоустойчивость, генетическая гибкость сортов, размах урожайности (d) [18, 19]. Среднее значение между максимальным и минимальным показателем урожайности в контрастных условиях (min-max)/2 отражает компенсационную способность (генетическую гибкость) сорта. Чем выше степень соответствия между сортом и различными факторами среды, тем выше этот показатель. Отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью сорта к максимальной урожайности, выраженной в процентах, отражает размах урожайности (d). Чем ниже показатель, тем стабильнее урожайность сорта в конкретных условиях выращивания. Таким образом, при обработке данных экологического сортоиспытания чины сорта были разделены на несколько групп. К экстенсивной форме с низкой фенотипической стабильностью относится сорт Жемчужина. Согласно коэффициенту регрессии (bi = 0,63) данный генотип слабо реагирует на изменения условий среды, а наименьшее значение разности между минимальной и максимальной урожайностью (-0,66) указывает на наибольшую стрессоустойчивость по сравнению с другими сортами (табл. 2). Сорт Мраморная с очень высокой фенотипической стабильностью вошел во вторую группу. Коэффициент регрессии bi = 1,05. Данная форма слабо отзывается на улучшение условий произрастания, но в то же время при ухудшении условий обладает более низкими темпами снижения продуктивности.

Таблица 4

Фенотипическая оценка сортов по интенсивности, экстенсивности и стабильности урожайности

Сорт	Коэффициент адекватности (В)	Коэффициент регрессии (bi)	Ошибка коэффициента регрессии (Sb)	Критерий значимости отклонения от 1 (t)	Стрессоустойчивость, т/га	Генетическая гибкость, т/га	Размах урожайности, %
Мраморная	0,86	1,05	0,17	0,31	-1,08	1,42	55,1
Рачейка	0,87	1,10	0,17	0,62	-0,98	1,67	45,3
Елена	0,84	1,21	0,21	1,01	-1,21	1,58	55,5
Жемчужина	0,58	0,63	0,20	1,82	-0,66	1,89	29,7

Сорт Елена, показавший себя как интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью ($b_i = 1,21$), отнесен к третьей группе. Он способен сформировать высокую урожайность зерна как в благоприятных условиях возделывания, так и в неблагоприятных. Сорт Рачейка можно охарактеризовать как интенсивную фенотипически высоко стабильную форму ($b_i = 1,10$). Стабильность сорта указывает на его устойчивость к лимитирующим факторам среды и способность давать стабильный урожай в любых условиях. Ее целесообразно использовать в селекции интенсивных сортов, отзывчивых на вложения в плодородие почв и оптимизацию условий выращивания.

Заключение

Результаты исследования указывают на то, что биологические особенности чины посевной позволяют растениям успешно проходить фазы развития и полноценно созревать не только в жарких полузасушливых условиях Саратовской области и полуострова Крым, но и в более северных широтах (55°) южной лесостепи Западной Сибири. При этом изученные сорта формируют достаточно высокий урожай семян: Мраморная – 0,88–1,96 т/га, Рачейка – 1,18–2,16 т/га, Елена – 0,97–2,18 т/га, Жемчужина – 1,56–2,22 т/га. Оценка сортов по показателям адаптивности позволила распределить их по группам: 1 – экстенсивная форма с очень низкой фенотипической стабильностью (Жемчужина); 2 – форма с высокой фенотипической стабильностью (Мраморная); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Елена); 4 – интенсивная фенотипически высоко стабильная форма (Рачейка). Основными направлениями селекционной работы продолжают оставаться задачи повышения урожайности и качества семян, повышение сбора зеленой массы улучшение технологических параметров, а также кулинарно-эстетических свойств для использования на крупу.

Список литературы

- Sillero J.C., Cubero J.I., Fernández-Aparicio M., Rubiales D. Search for resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in *Lathyrus*. *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2005. № 4. P. 7–9.
- Campbell C.G., Mehra R.B., Agrawal S.K., Chen Y.Z., Abdel Moneim A.M., Khawaja H.L.T., Yadov C.R., Tay J.U., Araya W.A. Current status and future strategy in breeding grasspea (*Lathyrus sativus*). Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. 1994. P. 617–630.
- Fernand Lambein, Silvia Travella, Yu Haey Kuo, Marc Van Montagu, Marc Heijde, Grass pea (*Lathyrus sativus* L.): orphan crop, nutraceutical or just plain food? *Planta*. 2019. № 250 (3). P. 821–838.
- Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С., Марухненко А.И. Чина посевная – ценная зернобобовая культура для условий степного засушливого Поволжья // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2018. № 13. С. 548–553.
- Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 6–13.
- Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. 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.
- Зайцев С.А., Волков Д.П., Матюшин П.А., Бабушкин Д.Д., Бычкова В.В., Жужукин В.И. Изучение коллекционного материала чины посевной в условиях степной зоны Нижнего Поволжья // Успехи современного естествознания. 2022. № 5. С. 19–25.
- Бурляева М.О., Соловьева А.Е., Силенко С.И. Исследование генетического разнообразия чины посевной по адаптивности биохимических показателей зеленой массы // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 7. С. 52–55.
- Донской М.М., Наумкин В.П., Донская М.В., Мазалов В.И. Практическое руководство по возделыванию чины посевной. Орел: ФГБНУ ВНИИЗБК, 2015. 32 с.
- Жужукин В.И., Горбунов В.С., Зайцев С.А., Волков Д.П. Изучение исходного материала чины посевной для селекции в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6 (54). С. 48–52.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.
- Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Филипенко Г.И., Александрова Т.Г., Егорова Г.П., Яньков И.И., Бульнцев С.В., Герасимова Т.В., Другова Е.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. СПб.: ВИР, 2018. 143 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию, 2013. 349 с.
- Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Пути адаптации сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата на примере экологической селекции сои // Научный диалог. 2012. № 7. С. 40–59.
- Маракаева Т.В. Взаимосвязь урожайности и элементов продуктивности чечевицы // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2019. № 3 (52). С. 40–47.
- Поползухина Н.А., Паршуткин Ю.Ю., Поползухин П.В., Василевский В.Д., Гайдар А.А. Адаптивный потенциал сортов твердой яровой пшеницы по урожайности зерна в зависимости от предшественника в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (36). С. 40–52.
- Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Моренец А.С., Савин И.Ю. Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского ГАУ. 2016. № 59. С. 105–121.
- Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
- Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.