

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОЖАЙНОГО И АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ГОРОХА И СОИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

¹**В.А. Сапега**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

²**Г.Ш. Турсумбекова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия*

²*Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия*

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Ключевые слова: горох, соя, сорт, урожайность, стрессоустойчивость, изменчивость урожайности, отзывчивость, гомеостатичность, общая адаптивная способность.

Реферат. Цель исследования – комплексная оценка сортов гороха и сои на основе их ранжирования по урожайности и параметрам адаптивности в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области за 2019–2021 гг. Выявлена значительная вариабельность условий среды в годы испытания сортов. По величине средней урожайности, а также средней урожайности в контрастных условиях лучшим сортом гороха был Остинато (соответственно 33,8 и 36,9 ц/га), а сои – сорт Сибириада (соответственно 13,2 и 11,9 ц/га). Реализация потенциала урожайности низкая у всех сортов и не превышала 75%. По массе 1000 зерен и высоте растений сорта гороха превосходили сорта сои. Продолжительность вегетационного периода сортов сои была больше на 25–30 сут по сравнению с сортами гороха. Устойчивость к полеганию высокая у всех сортов. Стрессоустойчивость низкая у всех сортов и особенно у гороха. Ее величина составляла от минус 11,8 у сорта сои Сибиричка до минус 20,0 ц/га у сорта гороха Остинато. Изменчивость урожайности сортов значительная – от 33,4 (сорт гороха Остинато) до 53,4% (сорт сои СибНИИК–315). Коэффициент регрессии всех сортов гороха и сои был равен или близок к единице, от $b_i = 0,96$ (сорт сои Сибиричка) до $b_i = 1,04$ (сорт гороха Остинато и сорт сои Сибириада), что характеризует их как пластичные. По гомеостатичности сорта сои превосходили сорта гороха. Лучшим по этому показателю у гороха был сорт Остинато ($Hom = 5,06$), а у сои – сорт Сибириада ($Hom = 2,06$). Наибольшей общей адаптивной способностью характеризовались сорт гороха Остинато (2,4) и сорт сои Сибириада (0,8). По сумме рангов оценки параметров урожайности и адаптивности лучшим у гороха признан сорт Остинато (сумма рангов 11), а у сои – сорт Сибириада (сумма рангов 11).

COMPARATIVE ASSESSMENT OF YIELD AND ADAPTIVE POTENTIAL OF PEA AND SOYBEAN VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE OF NORTHERN TRANS-URALS

¹**V.A. Sapega**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

²**G.Sh. Tursumbekova**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹*Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*

²*Northern Trans-Urals State Agricultural University, Tyumen, Russia*

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

Keywords: pea, soybean, variety, yield, stress resistance, yield variability, responsiveness, homeostasis, overall adaptive ability.

Abstract. The research aims to comprehensively assess pea and soybean varieties based on their ranking by yield and adaptive parameters in the conditions of the northern forest-steppe zone of the Tyumen region for the years 2019–2021. The authors identified the significant environmental variability during the years of variety testing. The best pea variety in terms of average yield and average yield in contrasting conditions was Ostinato (33.8 and 36.9 c/ha, respectively), while for soybean, it was the Siberiada variety (13.2 and 11.9 c/ha, respectively). The realisation of yield potential was low for all varieties and did not exceed 75%. Pea varieties outperformed soybean varieties regarding 1000 grain weight and plant height. The vegetation period for soybean varieties was 25–30 days longer than for pea varieties. All sorts exhibited high resistance to lodging. Stress resistance was low for all types, especially peas, ranging from -11.8 for the Siberian variety to -20.0 c/ha for the Ostinato pea. Yield variability among varieties ranged from 33.4% (Ostinato pea variety) to 53.4% (SibNIISK-315 soybean

variety). The regression coefficient for all pea and soybean varieties was equal to or close to one, from $b_i = 0.96$ (Siberiachka soybean variety) to $b_i = 1.04$ (Ostinato pea variety and Siberiada soybean variety), indicating their plasticity. Soybean varieties exceeded pea varieties in terms of homeostasis. The best for peas in this indicator was the Ostinato variety ($Hom = 5.06$), and for soybeans, it was the Siberiada variety ($Hom = 2.06$). The pea variety Ostinato (2.4) and the soybean variety Siberiada (0.8) demonstrated the highest overall adaptive ability. Based on the sum of rankings for yield and adaptability parameters, the best pea variety was Ostinato (sum of orders 11). For soybeans, it was the Siberiada variety (sum of rankings 11).

Зернобобовые культуры играют важную роль в решении проблемы острого дефицита растительного белка в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных. Внедрение в производство зернобобовых культур – основной путь в решении данной проблемы [1].

Горох является основной зернобобовой культурой, площадь посева которого в России в 2018 г. составила 1434,7 тыс. га. Он сочетает в себе комплекс ценных признаков и свойств: высокое содержание белка и незаменимых аминокислот, скороспелость, адаптированность к различным природно-климатическим условиям, способность к улучшению почвенного плодородия благодаря фиксации атмосферного азота. Горох широко используется для производства продовольственного зерна, зеленого корма, силоса, сенажа и травяной муки [2–5].

Соя – одна из ведущих культур мирового земледелия. Площадь ее посева превысила 120 млн га, уступая лишь кукурузе, пшенице и рису. В России эту культуру в 2019 г. высевали на площади 3,04 млн га. Ценность сои заключается в высоком содержании белка в семенах, который по аминокислотному составу не уступает животному белку. Семена сои содержат также большое количество минеральных и органических веществ. Из бобов и семян сои производят разнообразные продукты питания: соевое молоко, соусы, творог, муку, кондитерские изделия [6–10].

Увеличение потенциала урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и зернобобовых, является одним из важнейших направлений селекционных программ. Вместе с тем создаваемые сорта должны быть не только высокоурожайными, дающими продукцию высокого качества, но и устойчивыми к комплексу абиотических и биотических стрессов [1, 11–15].

В селекции гороха, наряду с повышением урожайности сортов, большое внимание уделяется устойчивости растений к полеганию растений и осыпанию семян путем создания генотипов с листьями усатого морфотипа и признаками срастания семяножки с семенной оболочкой [16, 17].

В повышении продуктивности сои одним из главных факторов является сорт. В условиях Западной Сибири селекция сои должна быть направлена на создание высокопродуктивных, скороспелых сортов, пригодных к механизированной уборке, устойчивых к пониженным температурам. В целях повышения урожайности сои и ее стабильности в производственных условиях необходим набор генетически разнообразных сортов, характеризующихся различным уровнем интенсивности и экологической устойчивости, что обеспечит максимальную их адаптированность к природно-климатическим условиям региона [18–22].

Цель исследования – оценка сортов гороха и сои по основным показателям продуктивности, а также их ранжирование по величине параметров урожайности и адаптивности в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве материала исследования использовались результаты испытания сортов гороха и сои в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области (Ишимский ГСУ) за 2019–2021 гг. [23]. Изучалось три допущенных к использованию за последние пять лет сорта гороха безлисточкового неосыпающегося морфотипа (af, def) (Томас, Багу, Остинато) и три перспективных сорта сои (СибНИИК–315, Сибириада, Сибириячка). Равное число сортов двух культур было взято с целью сравнительной оценки величины индекса условий среды в годы испытания сортов, их урожайности и параметров адаптивности.

Предшественник в годы испытания сортов – яровая пшеница. Срок посева сортов гороха – первая декада мая, сортов сои – вторая декада мая. Норма высева – 1,2 и 0,8 млн всхожих семян на 1 га соответственно сортов гороха и сои. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность – четырехкратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное. Агротехника в опыте – общепринятая при возделывании

зернобобовых культур в лесостепной зоне Тюменской области.

Реализацию потенциала урожайности сортов гороха и сои определяли по методике Э.Д. Неттевича [24], а их стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях – по уравнениям А.А. Rossielle, J. Hemblin [25] в изложении А.А. Гончаренко [26]. Изменчивость урожайности и экологическую пластичность сортов (коэффициент регрессии) определяли соответственно по методике Б.А. Доспехова [27] и S.A. Eberhart, W.A. Russell [28]. Гомеостатичность сортов гороха и сои, а также их общую адаптивную способность определяли соответственно по методике В.В. Хангильдина [29] и А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [30].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка основных показателей продуктивности сортов показала, что по массе 1000 зерен

сорта сои значительно уступают сортам гороха. Лучшим у гороха по этому показателю в среднем за 2019–2021 гг. был сорт Томас (254,1 г), а у сои – СибНИИК–315 (142,0 г) (табл. 1).

Продолжительность вегетационного периода – важнейший показатель, который необходимо учитывать, наряду с урожайностью, при решении вопроса допуска сортов к использованию, особенно в отношении сои. Как видно из представленных данных, продолжительность вегетационного периода сортов сои на 25–30 сут больше этого показателя у сортов гороха. Наиболее коротким вегетационным периодом у гороха характеризовались сорта Томас и Багу (76 сут), а у сои – СибНИИК–315 (101 сут).

По высоте растений все сорта гороха превышали сорта сои. У сортов гороха данный показатель был от 78 см (Томас, Остинато) до 85 см (Багу), а у сортов сои – от 49 см (СибНИИК–315) до 53 см (Сибирячка).

Таблица 1

Основные показатели продуктивности сортов гороха и сои (2019–2021 гг.)
Leading productivity indicators of pea and soybean varieties (2019–2021).

Сорт	Год допуска к использованию	Масса 1000 зерен, г	Вегетационный период, сут	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, баллов
<i>Горох</i>					
Томас	2017	254,1	76	78	4,0
Багу	2020	231,7	76	85	4,7
Остинато	2021	250,6	77	78	5,0
<i>Соя</i>					
СибНИИК–315	–	142,0	101	49	5,0
Сибриада	–	112,6	103	52	5,0
Сибирячка	–	133,6	103	53	5,0

Устойчивость к полеганию как один из важных показателей технологичности сорта у всех сортов сои характеризовалась величиной 5,0 балла, а у сортов гороха – от 4,0 (Томас) до 5,0 балла (Остинато).

В годы испытания сортов гороха и сои условия среды характеризовались значительной контрастностью. Наиболее жесткий характер условий, исходя из величины индекса среды, выявлен в 2021 г. при испытании сортов гороха (индекс условий – 6,6) и в 2020 г. в опыте по испытанию сортов сои (индекс условий – 7,2) (табл. 2).

Характер таких условий в вышеотмеченные годы привел к значительному снижению урожайности сортов изученных культур по сравнению с урожайностью в наиболее благоприятных условиях 2019 г. (индекс условий 12,6 – горох и 5,0 – соя). Более значительное по сравнению с сортами гороха снижение урожайности в худших условиях среды отмечено у всех сортов сои, что указывает и на более низкий уровень их адаптивности в условиях региона. Так, урожайность сорта СибНИИК–315 в 2020 г. (индекс условий минус 7,2) снизилась на 12,1 ц/га по сравнению с урожайностью в 2019 г. (индекс условий 5,0).

Индекс условий среды и урожайность сортов гороха и сои
Environmental conditions index and yield of pea and soybean varieties.

Сорт	Год допуска к использо- ванию	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	ц/га	ранг	реализация по- тенциала уро- жайности, %
Горох							
Томас	2017	43,4	24,9	24,8	31,0		71,4
Ранг		1	2	3		2	
Багу	2020	41,8	23,7	22,6	29,4		70,3
Ранг		1	2	3		3	
Остинато	2021	46,9	27,7	26,9	33,8		72,1
Ранг		1	2	3		1	
НСР ₀₅		1,6	2,2	1,9			
Индекс условий среды (I _j)		12,6	- 6,0	- 6,6			
Средняя урожайность в опыте, ц/га					31,4		
Соя							
СибНИИК–315	–	16,9	4,8	13,8	11,8		69,8
Ранг		1	3	2		3	
Сибириада	–	18,2	5,6	15,7	13,2		72,5
Ранг		1	3	2		1	
Сибириячка	–	17,0	5,2	14,2	12,1		71,2
Ранг		1	3	2		2	
НСР ₀₅		1,2	0,4	1,0			
Индекс условий среды (I _j)		5,0	- 7,2	2,2			
Средняя урожайность в опыте, ц/га					12,4		

Нами выявлено наличие значительного генотип-средового взаимодействия при испытании сортов как гороха, так и сои, которое привело к смене их рангов по величине урожайности в пределах отдельного года (см. табл. 2). Такое взаимодействие вносит значительный вклад в общую дисперсию урожайности и указывает на необходимость внедрения в производство экологически устойчивых сортов.

По средней урожайности у гороха лучшим был сорт Остинато (33,8 ц/га), а у сои – Сибириада (13,2 ц/га).

По величине средней урожайности в опыте за 2019–2021 гг. сорта сои значительно уступа-

ли сортам гороха. Средняя по опыту урожайность сортов гороха составила 31,4 ц/га, а сортов сои – 12,4, что ниже на 19,0 ц/га.

Важной характеристикой сортов является величина реализации их потенциала урожайности в тех или иных природно-климатических условиях. В целом у сортов изученных культур данный показатель сравнительно низкий и характеризовался величиной у сортов гороха от 70,3 (Багу) до 72,1% (Остинато), а у сортов сои – от 69,8 (СибНИИК–315) до 72,5% (Сибириада). Такие сравнительно низкие показатели реализации потенциала урожайности связаны как с нарушениями технологии воз-

делывания сортов, так и с недостаточной их устойчивостью к жесткому характеру абиотических факторов среды отдельных лет испытания, что привело к резкому снижению урожайности, как это видно, в частности, у сортов сои.

По величине минимальной и максимальной урожайности сорта сои значительно уступают сортам гороха. В худших условиях среды наибольшая минимальная урожайность у гороха отмечена у сорта Остинато (26,9 ц/га), а у сои – у сорта Сибириада (5,6 ц/га) (табл. 3).

Потенциал урожайности, т.е. ее величина в наиболее благоприятных условиях среды, характеризовалась у сортов гороха величиной от 41,8 (Багу) до 46,9 ц/га (Остинато), а у сортов сои он значительно ниже – от 16,9 (СибНИИК–315) до 18,2 ц/га (Сибириада).

Показатель стрессоустойчивости как один из ведущих параметров адаптивности, определяемый по разности между минимальной и максимальной урожайностью, характеризовался низкой величиной у всех сортов изученных культур и особенно у сортов гороха. Лучшим по стрессоустойчивости у гороха был сорт Томас (- 18,6), а у сои – сорт Сибиричка (- 11,8).

Характеристику стрессоустойчивости сорта дополняет показатель его средней урожайности в контрастных (стрессовых и нестрессовых условиях) [26]. Наибольшая средняя урожайность в контрастных условиях выявлена у сорта гороха Остинато (36,9 ц/га) и сорта сои Сибириада (11,9 ц/га).

Таблица 3

Характеристика урожайности и адаптивности сортов гороха и сои (2019–2021 гг.)
Characterisation of yield and adaptability of pea and soybean varieties (2019–2021).

Сорт	Год до-пуска к ис-поль-зова-нию	Параметры урожайности и адаптивности								Сумма рангов
		Y ₂	Y ₁	Y ₂ -Y ₁	$\frac{Y_1+Y_2}{2}$	Cv,%	b _i	Hom	OAC	
Горох										
Томас	2017	24,8	43,4	- 18,6	34,1	34,5	0,98	4,83	- 0,4	–
Ранг		2	2	1	2	2	3	2	2	18
Багу	2020	22,6	41,8	- 19,2	32,2	36,7	0,99	4,17	- 2,0	–
Ранг		3	3	2	3	3	2	3	3	25
Остинато	2021	26,9	46,9	- 20,0	36,9	33,4	1,04	5,06	2,4	–
Ранг		1	1	3	1	1	1	1	1	11
Соя										
СибНИИК–315	–	4,8	16,9	- 12,1	10,8	53,4	0,98	1,83	- 0,6	–
Ранг		3	3	2	3	3	2	3	3	25
Сибириада	–	5,6	18,2	- 12,6	11,9	50,8	1,04	2,06	0,8	–
Ранг		1	1	3	1	1	1	1	1	11
Сибиричка	–	5,2	17,0	- 11,8	11,1	51,2	0,96	2,00	- 0,3	–
Ранг		2	2	1	2	2	3	2	2	18

Примечание. 1. * Y_2 – минимальная урожайность, ц/га; $Cv, \%$ – изменчивость урожайности, %; Y_1 – максимальная урожайность, ц/га; b_i – пластичность (коэффициент регрессии); $Y_2 - Y_1$ – стрессоустойчивость; Ном – гомеостатичность; $Y_2 - Y_1/2$ – средняя урожайность в контрастных условиях, ц/га; ОАС – общая адаптивная способность.

2. Сумма рангов определена с учетом средней урожайности.

Note. 1. * Y_2 – minimum yield, c/ha; $Cv, \%$ – yield variability, %; Y_1 – maximum yield, c/ha; b_i is plasticity (regression coefficient); $Y_2 - Y_1$ - stress resistance; Ном - homeostatic; $Y_2 - Y_1/2$ – average productivity in contrasting conditions, q/ha; GAA - general adaptive ability.

2. The sum of ranks is determined considering the average yield.

Необходимо отметить, что данные сорта характеризовались и наибольшей минимальной, максимальной и средней урожайностью, но в то же время у них наблюдался наиболее низкий уровень стрессоустойчивости, что характерно в основном для интенсивных сортов.

Изменчивость урожайности значительная у всех сортов как гороха, так и сои. Ее величина у сортов гороха была от 33,4 (Остинато) до 36,7% (Багу), а у сортов сои – от 50,8 (Сибириада) до 53,4% (СибНИИК–315). Это еще раз указывает на недостаточный уровень адаптивности как допущенных к использованию сортов гороха, так и перспективных сортов сои.

Одним из показателей экологической пластичности сортов, согласно методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [28], является величина коэффициента регрессии (b_i), который характеризует их отзывчивость на изменение условий среды. У всех изученных нами сортов гороха и сои его величина была равна или близка единице, что позволяет отнести их к группе пластичных. У данных сортов изменение урожайности полностью соответствует изменению условий среды в период испытания. Лучшим сортом по отзывчивости на изменение условий у гороха был Остинато, а у сои – Сибириада (коэффициент регрессии $b_i = 1,04$).

Важным параметром адаптивности сорта выступает его гомеостатичность, которая характеризуется способностью генотипа сводить к минимуму последствия неблагоприятных факторов среды при формировании урожая. Исходя из этого, гомеостаз определяется как стабильность, буферность организма в варьирующих условиях внешней среды [31,32]. Как видно из представленных в табл. 3 данных, гомеостатичность сортов гороха значительно ниже гомеостатичности сортов сои. У гороха лучшим по данному показателю был сорт Остинато ($Hom = 5,06$), а у сои – Сибириада ($Hom = 2,06$). Сравнение гомеостатичности сортов с их максимальной, средней урожайностью, а также средней урожайностью в контрастных условиях и отзывчивостью на изменение условий показало, что с увеличением вышеуказанных параметров урожайности и отзывчивости наблюдается снижение гомеостатичности сортов. Таким образом, по мере повышения интенсивности сортов выявлено снижение их стабильности, лежащей в основе гомеостаза, что согласуется с заключением других исследователей, изучавших проблему взаимосвязи урожайности и адаптивности [12, 24].

Показатель общей адаптивной способности характеризует среднее значение признака при

изучении сортов в различных условиях среды (за ряд лет в одном пункте или в нескольких пунктах в течение одного года), что позволяет выделить генотипы с максимальной средней урожайностью во всей совокупности сред [30]. В целом нами отмечено низкое значение данного параметра у всех сортов изученных культур и значительная его вариабельность в зависимости от сорта (см. табл. 3). У гороха наибольшая адаптивная способность выявлена у сорта Остинато (2,4), а у сои – у сорта Сибириада (0,8). Средняя урожайность данных сортов выше средней урожайности по опыту и их ценность заключается еще в том, что они одновременно характеризуются и наименьшей вариабельностью урожайности.

В процессе селекционной работы, а также при госсортоиспытании важным является отбор генотипов, сочетающих в себе высокие значения параметров как урожайности, так и адаптивности, что способствует повышению урожайности и ее стабильности. В настоящее время существует целый ряд методов оценки адаптивной способности генотипов, которые широко используются в практической селекции [33]. Одновременное их использование позволяет дать более объективную оценку сортам, которая достигается путем их ранжирования по изучаемым параметрам урожайности и адаптивности. Проведение такого ранжирования по результатам наших исследований показало, что наиболее ценным сортом гороха является Остинато (сумма рангов 11), а сортом сои – Сибириада (сумма рангов 11).

ВЫВОДЫ

1. По массе 1000 зерен и высоте растений все сорта гороха превышали сорта сои в среднем соответственно на 116,1 г и 29 см. Продолжительность вегетационного периода у сортов сои была в среднем больше на 26 сут по сравнению с сортами гороха. Устойчивость к полеганию всех сортов, за исключением сортов гороха Томас и Багу, характеризовалась величиной 5,0 балла.

2. В процессе испытания сортов гороха и сои за 2019–2021 гг. выявлено значительное варьирование индекса условий среды, а также генотип-средовое взаимодействие, что привело к смене их рангов по величине урожайности.

3. По средней урожайности, а также средней урожайности в контрастных условиях лучшим у гороха был сорт Остинато (соответственно 33,8 и 36,9 ц/га), а у сои – сорт Сибириада (соответственно 13,2 и 11,9 ц/га). Реализация потенциала урожайности сравнительно низкая

у всех изученных сортов. У гороха ее максимальная величина составила у сорта Остинато (72,1%), а у сои – у сорта Сибириада (72,5%). Изменчивость урожайности значительная у всех сортов гороха и сои. Наименьшей ее величиной у гороха характеризовался сорт Остинато (33,4%), а у сои – сорт Сибириада (50,8%).

4. Показатель стрессоустойчивости низкий у всех изученных сортов. Наибольшая его величина у гороха отмечена у сорта Томас (-18,6), а у сои – у сорта Сибириачка (-11,8).

5. Коэффициент регрессии всех изученных сортов был равен или близкий единице, что характеризует их как пластичные. Наибольшая его величина выявлена у сорта гороха Остинато и сорта сои Сибириада ($b_i = 1, 04$).

6. По величине гомеостатичности сорта гороха уступают сортам сои. Наибольшее значение данного показателя у гороха отмечено у сорта Остинато ($Hom = 5,06$), а у сои – у сорта Сибириада ($Hom = 2,06$). Наибольшей величиной общей адаптивной способности у гороха характеризовался сорт Остинато (2,4), а у сои – сорт Сибириада (0,8).

7. Исходя из суммы рангов величины параметров урожайности и адаптивности лучшими в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области по предшественнику яровая пшеница в среднем за 2019–2021 гг. у гороха признан сорт Остинато (сумма рангов 11), а у сои – сорт Сибириада (сумма рангов 11).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оценка урожайности зерна новых линий гороха посевного и определение параметров их адаптивности / А.Р. Ашиев, К.Н. Хабибуллин, А.В. Чегунова, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 4 (76). – С. 45–49.
2. Шукис С.К., Шукис Е.Р., Дробышев А.П. Биологическая особенность сортов и линий гороха посевного и их реакция на сроки посева в условиях Алтайского края // *Вестник Алтайского ГАУ*. – 2021. – № 9 (203). – С. 36–43.
3. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отделение, 2002. – 184 с.
4. Новый сорт зернового гороха Памяти Попова / Ф.А. Давлетов, Г.М. Нигматуллина, К.П. Гайнуллина, А.В. Плешков, Ф.Ф. Сафин // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 2 (68). – С. 61–65.
5. Темиров К.С., Салмина И.С., Доманская М.К. Урожайность и биохимические показатели селекционных линий гороха посевного различного морфотипа // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2016. – № 5. – С. 21–27.
6. Water stress alters morphophysiological grain quality and vegetation indices of soybean cultivars / C.J. Tavares, W.Q. Riberio Junior, M.L.G. Ramos [et al.] // *Plants*. – 2022. – Vol. 11(4). – P. 559.
7. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–10.
8. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции аграрного научного центра «Донской» // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 6 (66). – С. 7–11.
9. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2012. – 61 с.
10. Байкунирова А.К., Григорчук Н.Ф. Результаты изучения коллекции сои в ТОО «Опытное хозяйство масличных культур» // *Вестник Алтайского ГАУ*. – 2022. – № 4 (210). – С. 5–10.
11. Genetic environmental and genotype environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality / H.S. Pereira, R.C. Alvares, F.C. Silva, L.C. de Faria, L.C. Melo // *Semina: Ciencias Agrarias*. – 2017. – Vol. 38 (3). – P. 1241–1250.
12. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – № 2 (44). – С. 31–36.
13. Сапега В.А. Урожайность и параметры адаптивной способности и стабильности сортов гороха // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2015. – № 5. – С. 14–17.
14. Сапега В.А., Митриковский А.Я. Оценка урожайного и адаптивного потенциала сортов гороха в условиях южной лесостепи Северного Зауралья // *Вестник Казанского ГАУ*. – 2020. – № 2 (58). – С. 49–52.

15. Мусинов К.К., Лихенко И.Е., Сурначев А.С. Оценка исходного материала озимой мягкой пшеницы по показателям адаптивности в условиях лесостепи Новосибирской области // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 1 (62). – С. 56–66.
16. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Элементы структуры урожая у листочковых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязи и перспективы их использования в селекционном процессе // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 3 (63). – С. 40–43.
17. Результаты и перспективы селекции гороха на устойчивость к раскрыванию бобов / А.Н. Фадеева, Е.А. Фадеев, К.Д. Шурхаева, Т.Н. Абросимова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 5. – С. 20–22.
18. Бендина Я.Б. Урожайность сои в зависимости от накопления сухой биомассы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Аграрная Россия. – 2019. – № 4. – С. 24–28.
19. Вишнякова М.А., Сеферова И.В., Самсонова М.Г. Требования к исходному материалу для селекции сои // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52, № 5. – С. 905–916.
20. Полушкин П.В., Зубков В.В. Сравнительная продуктивность сортов сои южного экотипа в интенсивных условиях Среднего Поволжья // Аграрная Россия. – 2019. – № 6. – С. 3–.
21. Ochgbo A.E., Bello L.L., Vange T. Genotype by environment interaction of soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill) for yield and yield components in the savanna // Journal of agriculture and veterinary science. – 2016. – Vol. 9, Iss. 8. – P. 20–24.
22. Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А. Селекция сои в сибирском НИИ кормов СФНЦА РАН // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 28–32.
23. Выдрин В.В., Федорук Т.К. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2021 год. – Тюмень: Тюмен. изд. дом, 2021. – 95 с.
24. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 3–6.
25. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21, N 6. – P. 27–29.
26. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
28. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci.. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
29. Хангильдин В.В. Параметры гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. – 1986. – Вып. 2. – С. 36–41.
30. Кильчевский А.В., Хотылёва Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхнолoгiя, 1997. – 372 с.
31. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 111–116.
32. Хангильдин В.В., Шаяхметов И.Ф., Мордамышин А.Г. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа: БФ АН СССР, 1979. – С. 5–39.
33. Рекашус Э.С. Современные методы оценки продуктивности и стабильности селекционных достижений (обзор) // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 4. – С. 52–60.

REFERENCES

1. Ashiev A.R., Habibullin K.N., Chegunova A.V., Skulova M.V., Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2021, No. 4 (76), pp. 45–49. (In Russ.)

2. Shukis S.K., Shukis E.R., Drobyshev A.P., Vestnik Altajskogo GAU, 2021, No. 9 (203), pp. 36–43. (In Russ.)
3. Vasyakin N.I., Zernobobovye kul'tury v Zapadnoj Sibiri (Leguminous crops in Western Siberia), Novosibirsk: RASHN, Sib. otделение, 2002, 184 p.
4. Davletov F.A., Nigmatullina G.M., Gajnullina K.P., Pleshkov A.V., Safin F.F., Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2020, No. 2 (68), pp. 61–65. (In Russ.)
5. Temirov K.S., Salmina I.S., Domanskaya M.K., Sibirskij vestnik s.-h nauki, 2016, No. 5, pp. 21–27. (In Russ.)
6. Tavares C.J., Riberio Junior W.Q., Ramos M.L.G. [et al.], Water stress alters morphophysiological grain quality and vegetation indices of soybean cultivars, Plants, 2022, Vol. 11 (4), pp. 559.
7. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2018, No. 2 (26), pp. 4–10. (In Russ.)
8. Ashiev A.R., Habibullin K.N., Skulova M.V., Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2019, No. 6 (66), pp. 7–11. (In Russ.)
9. Petibskaya V.S., Soya: himicheskij sostav i ispol'zovanie (Soybean: chemical composition and use), Majkop: OAO Poligraf-Yug, 2012, 61 p.
10. Bajkunirova A.K., Grigorchuk N.F., Vestnik Altajskogo GAU, 2022, No. 4 (210), pp. 5–10. (In Russ.)
11. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., de Faria L.C., Melo L.C., Genetic environmental and genotype environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality, Semina: Ciencias Agrarias, 2017, Vol. 38 (3), pp. 1241–1250.
12. Goncharenko A.A., Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2016, No. 2 (44), pp. 31–36. (In Russ.)
13. Sapega V.A., Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka, 2015, No. 5, pp. 14–17. (In Russ.)
14. Sapega V.A., Mitrikovsky A.Ya., Vestnik Kazanskogo GAU, 2020, No. 2 (58), pp. 49–52. (In Russ.)
15. Musinov K.K., Lihenko I.E., Surnachev A.S., Vestnik NGAU, 2022, No. 1 (62), pp. 56–66. (In Russ.)
16. Ashiev A.R., Habibullin K.N., Skulova M.V., Zernovoe hozyajstvo Rossii, 2019, No. 3 (63), pp. 40–43. (In Russ.)
17. Fadeeva A.N., Fadeev E.A., Shurhaeva K.D., Abrosimova T.N., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2015, T. 29, No. 5, pp. 20–22. (In Russ.)
18. Bendina Ya.B., Agrarnaya Rossiya, 2019, No. 4, pp. 24–28. (In Russ.)
19. Vishnyakova M.A., Seferova I.V., Samsonova M.G., Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 2017, T. 52, No. 5, pp. 905–916. (In Russ.)
20. Polushkin P.V., Zubkov V.V., Agrarnaya Rossiya, 2019, No. 6, pp. 3–7. (In Russ.)
21. Ochgbo A.E., Bello L.L., Vange T., Genotype by environment interaction of soybean (Glycine Max (L.) Merrill) for yield and yield components in the savanna, Journal of agriculture and veterinary science, 2016, Vol. 9, Issue 8, pp. 20–24.
22. Kashevarov N.I., Polyudina R.I., Potapov D.A., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2020, Vol. 34, No. 8, pp. 28–32. (In Russ.)
23. Vydrin V.V., Fedoruk T.K., Sortovoe rajonirovanie sel'skohozyajstvennyh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya po Tyumenskoj oblasti za 2021 god (Varietal zoning of crops and results of variety testing in the Tyumen region for 2021), Tyumen': Tyumenskij izdatel'skij dom, 2021, 95 p.
24. Nettevich E.D., Doklady RASHN, 2001, No. 3, pp. 3–6. (In Russ.)
25. Rossielle A.A., Hamblin J., Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments, Crop. Sci., 1981, No. 21 (6), pp. 943–946.
26. Goncharenko A.A., Vestnik RASHN, 2005, No. 6, pp. 49–53. (In Russ.)
27. Dospekhov B.A., Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of study results), Moscow: Al'yans, 2014, 351 p. (In Russ.)
28. Eberhart S.A., Russell W.A., Stability parameters for comparing varieties, Crop. Sci., 1966, No. 6 (1), pp. 36–40.

29. Hangil'din V.V., Nauch.-tekhn. byul. Vsesoyuz. selekcion.-genet. in-ta, 1986, No. 2, pp. 36–41. (In Russ.)
30. Kil'chevskij A.V., Hotylyova L.V., Ekologicheskaya selekciya rastenij (Ecological plant breeding), Minsk: Tekhnologiya, 1997, 372 p. (In Russ.)
31. Hangil'din V.V., Genetics of quantitative signs of agricultural plants, Moscow: Nauka, 1978, pp. 111-116. (In Russ.)
32. Hangil'din V.V., Shayahmetov I.F., Mordamshin A.G., Genetic analysis of quantitative characteristics of plants, Ufa: BF AN SSSR, 1979, pp. 5–39. (In Russ.)
33. Rekashus E.S., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2022, Vol. 36, No. 4, pp. 52–60. (In Russ.)