

АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА СОРТОВ СОИ СЕЛЕКЦИИ ЧУВАШСКОГО НИИСХ

А.А. ФАДЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0002-0834-1681

И.Ю. ИВАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0002-0792-1721, E-mail: m35y24@yandex.ru

ЧУВАШСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА
ИМЕНИ Н. В. РУДНИЦКОГО

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по адаптивным свойствам сортов сои северного экотипа Чувашского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока за 2015-2024 гг. характеризовавшиеся контрастными метеорологическими условиям. Исследования проведены в южной части Волго-Вятского региона на серо лесных тяжелосуглинистых почвах. Объектом изучения были пять раннеспелых (созревающих при сумме активных температур выше 10°C – 1800-2000°C) сортов сои северного экотипа Чувашской селекции: Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария, Цивиль и Мерчен. Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell в редакции В.А. Зыкова. Стрессоустойчивость и среднюю урожайность в контрастных условиях определяли по уравнению A.A. Rossille, J. Hamblin. Рассчитан индекс условий среды (Ij). Установлено, что максимальный вклад в формирование урожая сои Чувашской селекции оказывал фактор «среда», объединяющий биотические и абиотические условия окружающей среды в период вегетации растений сои. В результате определения взаимосвязи урожайности и ГТК у изученных сортов установлено, что у сорта сои Чера 1 имеется полная корреляционная связь в июне месяце. Благоприятные условия возделывания сортов были в 2015, 2019-2022 и 2024 гг. при положительных значениях индекса условий среды Ij. Максимальная урожайность наблюдалась в 2022 году у сортов Люмария – 4,62 т/га и Памяти Фадеева – 4,44 т/га, достоверно превысившие сорт стандарт СибНИИК 315 на 1,5 и 1,32 т/га соответственно. Люмария имеет лучшие показатели по урожайности, коэффициенту адаптивности, но с большим размахом по урожайности. Сорта Чера 1 и СибНИИК 315 способны к реализации потенциала урожайности 75,74 и 77,56% при высокой стрессоустойчивости в условиях южной части Волго-Вятского региона.*

Ключевые слова: соя, сорт, продуктивность, климатические условия, адаптивность.

Для цитирования: Фадеев А.А., Иванова И.Ю. Адаптивные свойства сортов сои селекции чувашского НИИСХ. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025. № 4 (56):60-68
DOI: 10.24412/2309-348X-2025-4-60-68

ADAPTIVE PROPERTIES OF SOYBEAN VARIETIES OF THE CHUVASH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

A.A. Fadeev, I.Yu. Ivanova

CHUVASH SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE – BRANCH OF
FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER OF THE NORTH-EAST NAMED AFTER N. V.
RUDNITSKY, Kirov

Abstract: *The article presents the results of research on the adaptive properties of soybean varieties of the northern ecotype of the Chuvash Research Institute of Agriculture, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the FANC of the North-East for 2015-2024, characterized by contrasting meteorological conditions. The research was carried out in the southern part of the Volga-Vyatka region on gray forest heavy loamy soils. The object of study was five early-maturing (ripening at the sum of active temperatures above 10°C - 1800-2000°C) soybean varieties of the northern ecotype of Chuvash breeding: Chera 1, Memory of Fadeev, Lumaria, Civil and Merchant. The indicators of ecological plasticity and stability were calculated according to the methodology of S.A. Eberhart and W.A. Russell, edited by V.A. Zykov. Stress resistance and average yield under contrasting conditions were determined by the equation of A.A. Rossille, J. Hamblin. The environmental conditions index (Ij) has been calculated. It was found that the maximum contribution to the formation of the soybean crop of Chuvash breeding was made by the "environment" factor, which combines biotic and abiotic environmental conditions during the growing season of soybean plants. As a result of determining the relationship between yield and GTC in the studied varieties, it was found that the soybean variety Chera 1 has a complete correlation in the month of June. Favorable conditions for cultivating varieties were in 2015, 2019-2022 and 2024 with positive values of the environmental conditions index Ij. The maximum yield was observed in 2022 for Lumaria varieties – 4.62 t/ha and Fadeev's Memory – 4.44 t/ha, which significantly exceeded the SibNIIK 315 standard variety by 1.5 and 1.32 t/ha, respectively. Lumaria has the best indicators in terms of yield and coefficient of adaptability, but with a large scale in terms of yield. The Chera 1 and SibNIIK 315 varieties are capable of realizing the yield potential of 75.74 and 77.56% with high stress tolerance in the southern part of the Volga-Vyatka region.*

Keywords: soybeans, variety, productivity, climatic conditions, adaptability.

Соя (*Glycine max*) является одной из самых важных сельскохозяйственных культур в мире, играя ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивом развитии аграрного сектора. В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к сое как к источнику растительного белка, что связано с увеличением потребления растительных продуктов и переходом на более здоровое питание. Соя используется не только в пищевой промышленности, но и в кормлении животных, производстве масла, а также в биотехнологиях. В связи с этим, исследование сортов сои, их адаптивных качеств и урожайности становится особенно актуальным, особенно в условиях изменения климата и необходимости повышения продуктивности сельского хозяйства [1].

Одним из самых известных сортов сои Чувашской селекции является сорт Памяти Фадеева, который характеризуется скороспелостью и высокой продуктивностью, в среднем достигая 1,38 т/га, что на 7% превышает урожайность стандартного сорта Чера 1. Данный сорт выделяется крупными семенами, масса 1000 семян которых составляет 150-180 г, и высокими показателями озерненности. Он имеет детерминантный тип роста и достигает высоты 75-90 см. Помимо Памяти Фадеева, в регионе также выделяются сорта Люмария и Цивиль, которые продемонстрировали высокую урожайность: первый из них превосходит стандарт на 5,0 ц/га, а второй показывает стабильную продуктивность на уровне 2,0 т/га. Все эти сорта обладают промежуточным типом роста с крепким стеблем, не полегают, что делает их удобными для сельскохозяйственного производства в условиях Волго-Вятского региона. Эти сорта продемонстрировали эффективность в условиях ЦЧР благодаря своей адаптации к местным климатическим и почвенным условиям [2].

Адаптивные качества сортов сои играют решающую роль в успешном развитии сельского хозяйства, особенно в условиях изменяющегося климата и разнообразия агрономических практик. Анализ абиотических факторов показывает, что они играют ключевую роль в формировании урожайности и семенной продуктивности сои [3, 4].

Цель исследований – оценить в различные по метеорологическим условиям годы, допущенные для возделывания и перспективные сорта сои Чувашской селекции по реализации потенциала урожайности в условиях южной части Волго-Вятского региона.

Материалы и методика исследований

Исследования проводились на опытном поле Чувашского НИИСХ. В качестве объектов исследований использованы сорта сои селекции Чувашского НИИСХ, созданные за период 2009-2022 гг. Это сорта промежуточного типа роста со средней ветвистостью, полусжатым кустом и высоким прикреплением нижнего боба (12-15 см.). За стандарт был взят районированный по 4 региону (1991 г.) сорт СибНИИК 315.

Сорта сои изучались в 2015-2024 гг. в питомнике конкурсного сортоиспытания в трех повторениях с учетной площадью делянок 20 м², высеянных рендомизированно. Предшественник – яровая пшеница. Почва опытного участка серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,6, нейтральной реакцией почвенного раствора – 6,1 и повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Агротехника в опыте соответствовала рекомендованной технологии возделывания сои в условиях данного региона.

Исследования проводились по общепринятым методикам по сортоизучению сои [5]. Для оценки адаптивного потенциала и устойчивости сортов сои Чувашской селекции в условиях южной части Волго-Вятского региона определяли экологическую характеристику каждого генотипа с помощью простых логических, математических и статистических методов. Учитываемый признак – урожайность зерна (Y). Данные представлены в виде средних арифметических значений (X). Коэффициенты вариации (V) рассчитаны согласно методике полевого дела [6]. Среднесортная урожайность по опыту (X_{ij}) – средняя урожайность всех исследуемых сортов за все годы испытания. Для определения реакции генотипов сои на условия года был рассчитан индекс условий среды (L_j), который представляет собой отношение среднего урожая по сортам в конкретный год испытания (X_i) к среднесортной урожайности по опыту. Коэффициент адаптивности (CA) рассчитывали по Л.А. Животкову [7]. Разность (Y_{lim}-Y_{opt}) отражает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания (SU), а уравнение (Y_{opt}+Y_{lim})/2 показывает генетическую гибкость сортов или наличие компенсаторной способности (CS) [8]. Размах урожайности (D) и реализацию потенциала урожайности сортов вычисляли согласно методикам В.А. Зыкина с соавторами и Э.Д. Неттевича [9].

Результаты исследований и их обсуждение

За годы исследований погодные условия на протяжении периода вегетации растений сои имели значительные различия по тепло- и влагообеспеченности (табл. 1). В 2015 г. первая половина лета характеризовалась недостаточной влагообеспеченностью на фоне высокого уровня температуры воздуха (+36°C), вторая половина – прохладной погодой с повышенной увлажненностью. В 2016 году в период активной вегетации и фазы цветения сои наблюдалась сильная засуха, а во время уборки – обилие осадков. Исключительно неблагоприятные условия для роста и развития сои сложились в 2017 году, из-за холодной дождливой погоды в мае сроки посева сдвинулись на две недели, а сроки появления всходов на три недели. Цветение началось с опозданием на месяц, сместив сроки уборочных работ. Сумма активных температур (выше 10°C) и ГТК за вегетационный период составили в 2015 году 2288°C и 1,28; в 2016 году – 2402°C и 0,73; в 2017 году – 1825°C и 1,64 соответственно [10]. По условиям увлажнения 2018 год классифицирован как засушливый (ГТК = 0,55), 2019 и 2020 годы были умеренно теплыми с недостатком влаги в начале вегетационного периода растений и высокой доступностью влаги в фазе созревания урожая ГТК составил 1,11 и 1,45 соответственно.

Вегетация растений сои в 2018 году в начальный период развития проходила при недостатке тепла и влаги, что явилось сдерживающим фактором для роста растений, а цветение и бобообразование шло в условиях прохладной погоды с незначительным количеством осадков (82% от многолетней нормы). В 2019 году сдерживающим фактором для роста и развития растений была сумма эффективных температур в фазе цветения (77°C) и бобообразования (55°C), и в целом за вегетацию составила 282°C, тогда как в 2018 году

этот показатель равнялся 423°C. В 2020 году за период активной вегетации растений сои средняя температура воздуха составила 15,6°C, превысив многолетнюю на 1,9°C. Осадков выпало 325,2 мм, 37,9% многолетней нормы.

Острозасушливыми условиями характеризовался 2021 год в периоды развития вегетативных и формирования генеративных органов растений сои (ГТК = 0,68). Сумма активных температур ($\Sigma t > 10^\circ\text{C}$) в 2018 году составила 1782°C, в 2019 – 2303°C, в 2020 – 2160°C, в 2021 году – 2560°C [11].

Таблица 1

Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период по годам (южная часть Волго-Вятского региона)

Месяц	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Сред.
Июнь	0,43	0,62	1,41	0,67	0,90	1,21	0,56	0,63	0,21	0,72	0,74
Июль	2,35	0,23	2,97	0,61	0,81	0,93	0,48	1,67	0,98	0,46	1,42
Август	1,07	0,64	0,54	0,37	1,62	2,21	0,99	0,05	0,33	2,27	1,01
Сред.	1,28	0,73	1,64	0,55	1,11	1,45	0,68	0,78	0,51	1,15	0,98
Хар-ка года	опт	слаб. засуха	повыш.	сред. засуха	опт	повыш.	слаб. засуха	недост	сред. засуха	опт	-

В 2022 году выпавшие осадки за апрель и май значительно превышали среднемноголетние значения, при этом май был холодным. В дальнейшем рост и развитие растений сои проходили при оптимальной температуре и влаге. Температура июня и июля была чуть выше нормы, при этом за июнь выпало лишь 56%, а за июль 160% от многолетних. Особенно недостаток влаги отмечен в период цветения сои раннеспелых сортов – (конец июня - начало июля), когда на фоне высокой температуры воздуха запасы продуктивной влаги даже в полуметровом слое почвы снизились до 34-46% наименьшей полевой влагоемкости. В целом за период активной вегетации растений сои средняя температура воздуха составила 16,6°C, а осадков выпало 72,9 мм, что равно 54,4% от многолетних значений, а ГТК составило 0,78. Вегетационный период 2023 года характеризовался засушливыми погодными условиями. Рост и развитие растений сои проходило в условиях прохладной погоды (среднесуточная температура была ниже на 2°C от многолетней нормы) и недостатка влаги. В целом за период активной вегетации средняя температура воздуха составила 16,8 градуса, сумма осадков 130 мм или 60% от многолетней нормы, при ГТК = 0,51. Длительные осенние дожди 2023 года и весенние паводки и осадки 2024 года создали хороший запас влаги в корнеобитаемом слое, что позволило растениям сои начать вегетацию и без критического ущерба перенести летнюю засуху. Созревание бобов проходило на фоне обильного количества осадков, превысив многолетние значения на 56%. В целом за период активной вегетации 2024 г. сумма осадков 200,6 мм, сумма активных температур 1804,15°C, ГТК = 1,15 [12].

Корреляция урожая у изучаемых сортов сои Чувашской селекции с ГТК за 10 лет представлена на рисунке 1. При вычислении коэффициента корреляции между урожайностью и погодными условиями вегетационного периода за 2015-2024 гг. по месяцам активной вегетации была установлена полная корреляционная связь у сорта Чера 1 в июне месяце ($r = 0,74$), которая показала высокую зависимость получаемой продукции от метеорологических условий в данный период. Это указывает на то, что погодные условия именно в июне месяце влияют на урожайность данного сорта. Так же урожайность сортов Цивиль и СибНИК 315 имеет сильную зависимость от значения ГТК в июне.

По результатам анализа у сорта Мерчен установлена средняя связь урожайности от погодных условий, а в точности от значения показателя ГТК в августе.

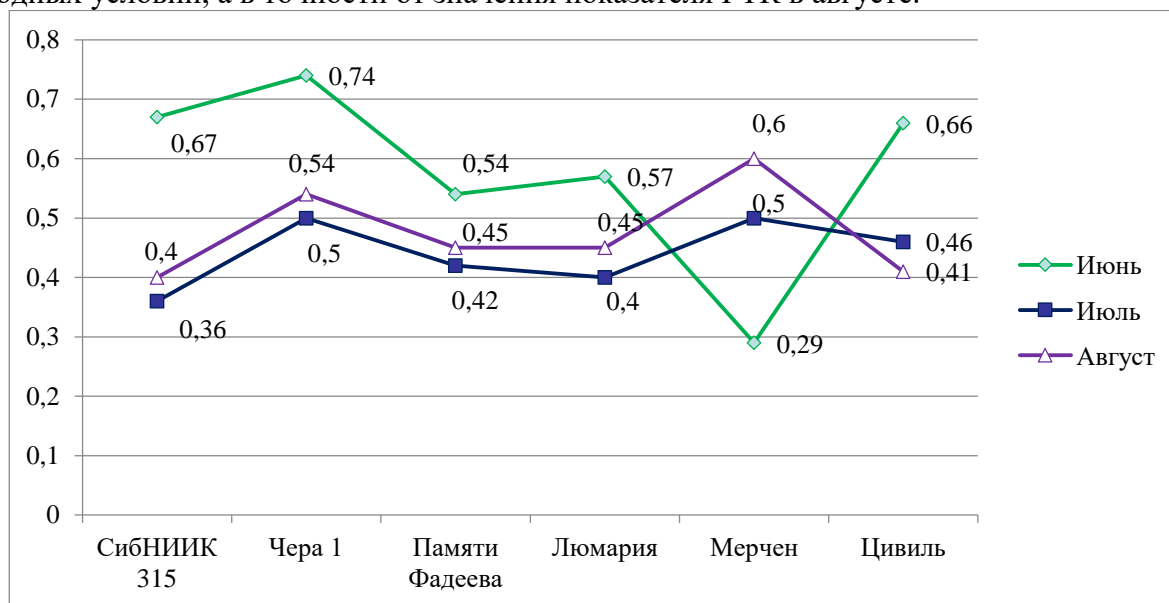


Рис. 1. Корреляция урожайности и ГТК по сортам за 2015-2024 гг.

С учетом сложившихся метеорологических условий в среднем за 2015-2024 годы исследований максимальная урожайность сои наблюдалась в 2022 году – 3,78 т/га, а минимальная в 2023 – 1,51 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность ранних сортов сои северного экотипа за 2015-2024 гг., т/га

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Yi
СибНИИК 315 – st.	2,02	2,97	2,28	2,15	2,13	2,70	2,98	3,12	1,45	2,07	2,42
Чера 1	2,62	2,07	2,55	1,93	2,86	2,98	3,19	3,38	1,50	2,48	2,56
Памяти Фадеева	3,15	2,49	2,23	2,53	2,59	2,84	3,36	4,44	1,78	3,43	2,88
Люмария	3,36	2,53	2,16	2,71	3,79	2,71	3,30	4,62	1,41	3,16	2,98
Мерчен	3,32	2,37	1,71	1,78	2,73	2,50	2,94	3,72	1,50	3,48	2,61
Цивиль	2,69	2,30	2,46	2,65	2,15	3,06	3,42	3,46	1,39	2,20	2,58
Yj	2,86	2,35	2,23	2,24	2,71	2,80	3,21	3,78	1,51	2,80	2,67
Кэф.вар., %	18,09	12,24	13,19	17,16	22,48	7,32	6,25	16,02	9,44	22,47	
НСР _{0,5}	0,34	0,16	0,38	0,11	0,34	0,18	0,29	0,24	0,11	0,40	-
Xij	2,86	2,44	2,23	2,28	2,71	2,80	3,20	3,79	1,51	2,80	-
Lj	0,20	-0,22	-0,43	-0,38	0,05	0,14	0,54	1,13	-1,15	0,14	-

Примечание. st. – стандартный сорт; Yi – среднее по сорту; Yj – среднее по году, Lj – индекс среды

Данные результаты свидетельствуют о том, что 2022 год был наиболее благоприятным по погодным условиям для реализации потенциальных возможностей сортов сои, где индекс условий среды принимал максимальное значение и большинство сортов сформировали урожайность значительно выше среднесортовой. Самая высокая урожайность за 2015-2024 годы зафиксирована у сорта Люмария в 2022 году – 4,62 т/га. Максимально отрицательный индекс среды был зафиксирован в 2023 году, вследствие чего получены наименьшие урожайности за 2015-2024 гг. у сорта Люмария и СибНИИК 315 – 1,41 и 1,45 т/га соответственно. Наибольшая урожайность в среднем за годы изучения отмечена также у сорта Люмария (2,98 т/га). Прибавка относительно сорта стандарта составила 56 кг/га. Наименее продуктивным был сорт Чера 1, у которого средняя урожайность за данный период составила 2,56 т/га, что меньше лучшего показателя по сорту Люмария на 14% (0,42 т/га). По результатам статистической обработки сортовые различия по данному признаку были достоверны.

Урожайность сои зависит от генетического разнообразия и взаимодействия генотип-среда. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа позволили установить достоверность влияния на урожайность сои изучаемых факторов и их взаимодействия при уровне значимости 95% ($F_{ф} > F_{кр}$). Максимальный вклад в формирование урожая сои Чувашской селекции оказывал фактор «среда», объединяющий биотические и абиотические условия окружающей среды в период вегетации растений сои. Гидротермические условия в период проведения исследований были неоднозначными и контрастными, что привело к статистически значимому вкладу факторов внешней среды в общую изменчивость урожайности сортов сои (табл. 3). Действие фактора «генотип», определяющего адаптацию к факторам внешней среды, на урожайность сортов составляет 7,6%. Доля его влияния на урожайность сои взаимодействие факторов «генотип-среда» по результатам исследований составила 20,9%.

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности сортов сои

Источник вариации	SS	DF	MS	$F_{факт}$ $F_{факт..}$	$F_{крит.}$ $F_{крит.}$	ДВФ FC
Фактор А (генотип)	7,3	5	1,466	19,33	2,3	7,6
Фактор В (среда)	60,2	9	6,687	88,15	1,97	62,1
Взаимодействие А x В	20,2	45	0,449	5,92	1,48	20,9

Примечание: SS – сумма квадратов отклонений, DF – число степеней свободы, MS – дисперсия, $F_{факт}$ – фактическое значение отношения Фишера, $F_{крит.}$ – критическое значение отношения Фишера, ДВФ – доля вклада фактора, процент

Одним из важнейших способов определения относительной изменчивости урожайности сортов используется коэффициент вариации, являющийся одним из показателей нормы реакции генотипа, характеризующий его стабильность по данному показателю. При вычислении коэффициента вариации урожайности у сортов сои установлена не высокая изменчивость показателя в годы исследований ($V < 30\%$). При анализе результатов экологического изучения важен такой параметр, как размах урожайности (D), который представляет отношение разницы между максимальной и минимальной урожайностью, выраженной в % к максимальной урожайности. Чем меньше данный параметр, тем стабильнее урожайность зерна в контрастных условиях. Согласно полученным данным сорт стандарт имеет наименьшее значение изменчивости, что свидетельствует о наиболее стабильном формировании урожая данного сорта от воздействий неблагоприятных факторов в изученных условиях (табл. 4). Следует отметить, что среди изученных сортов наиболее приближенные значения установлены у сорта Чера 1, далее по возрастной идут сорта Цивиль, Памяти Фадеева, Мерчен и Люмария.

Адаптивный потенциал сортов сои

Сорт	Показатели					
	V, %	D, %	CA	SU	CS	Реализация потенциала урожайности, %
СибНИИК 315 – st.	22,40	51,34	0,91	-1,67	2,29	77,56
Чера 1	22,98	55,62	0,96	-1,88	2,44	75,74
Памяти Фадеева	25,93	59,91	1,08	-2,66	3,11	64,86
Люмария	29,88	69,48	1,12	-3,21	3,02	64,50
Мерчен	29,78	59,68	0,98	-2,22	2,61	70,16
Цивиль	24,42	59,82	0,97	-2,07	2,43	74,57

*Примечание: *V – коэффициент вариации, D – размах урожайности, CA – коэффициент адаптивности, SU – стрессоустойчивость, CS – компенсаторная способность*

Сорта сои Чувашской селекции Памяти Фадеева и Люмария в гидротермических условиях южной части Волго-Вятского региона способны противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды ($CA > 1$) и данные сорта являются высокоадаптивными, но реализация их потенциала была достаточно низкой – 64,5-64,86%.

В регионах с жестким характером агрометеорологических условий, к которым относится Волго-Вятский регион, в совокупности с потенциальной продуктивностью сортов большое значение приобретает их экологическая устойчивость. За годы исследований низкая относительная устойчивость к стрессовым факторам произрастания установлена у всех сортов Чувашской селекции ($SU < -1,0$). У данных образцов наблюдалась сильная депрессия, следовательно, диапазон их приспособительных возможностей ограничен факторами внешней среды.

Расчеты генетической гибкости изученных сортов или наличие их компенсаторной способности позволили установить среднюю урожайность сортов сои Чувашской селекции в контрастных, как благоприятных, так и лимитированных условиях выращивания. Максимальное соответствие условиям южной части Волго-Вятского региона установлено у сортов Памяти Фадеева и Люмария ($CS > 3,0$), которые обладают оптимальным соотношением между потребностями генотипов и сложившейся выраженностью факторов внешней среды.

Заключение

Установлено, что максимальный вклад в формирование урожая сои Чувашской селекции оказывал фактор «среда», объединяющий биотические и абиотические условия окружающей среды в период вегетации растений сои. Оптимальные условия для формирования урожайности сортов сои сложились в 2022 году ($I_j = 1,13$), при этом средняя урожайность семян составила 3,78 т/га. Возделывание сои в агроклиматических условиях южной части Волго-Вятского региона не всегда является благоприятным в течение вегетации. В нашем опыте лучшие показатели стрессоустойчивости (-1,88 и -1,67) отмечалась у сортов Чера 1 и СибНИИК 315 соответственно, способные к реализации потенциала урожайности 75,74 и 77,56 %. Сорт Люмария имеет лучшие показатели по урожайности, коэффициенту адаптивности, но с большим размахом по урожайности. В результате определения взаимосвязи урожайности и ГТК по месяцам у изученных сортов установлено, что у сортов сои Чера 1, Цивиль и СибНИИК 315 наибольшее влияние на урожайность оказывают погодные условия в июне месяце. Полученные результаты способствуют разработке системы внедрения сортов сои Чувашской селекции в регионах с аналогичными условиями выращивания.

Литература

1. Синеговский М.О. Возделывание сои в России в современных условиях // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – №. 5. – С. 11-16. DOI: 10.31857/S2500208224050037.
2. Фадеев А.А., Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Оценка раннеспелых сортообразцов сои северного экотипа чувашской селекции по основным хозяйственно ценным признакам в конкурсном сортоиспытании // Масличные культуры. – 2016. – №. 2 (166). – С. 57-62.
3. Тевченков А.А., Сеничев Е.И., Трунов В.В. Экологическая пластичность и стабильность сортов сои в агроклиматических условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2025. – № 3(55). – С. 26-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-26- 32.
4. Фадеев А.А. Слагающие величины продуктивности сои и параметры модели нового сорта северного экотипа для условий 56° с.ш. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012. – №3(28). – С. 13-17.
5. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В. [и др.] Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) // Масличные культуры. – 2023. – № 1(193). – С. 33-52. DOI: 10.25230/2412-608X2023-1-193-33-52.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос. –2014. – 336 с.
7. Лукьянчук Л. М., Бутовец Е. С. Селекционные исследования при создании перспективных сортов сои // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – №. 3. – С. 106-116. DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-106-116.
8. Зайцева О.А., Бельченко С.А., Дронов А.В. и др. Агроэкологическое испытание и совершенствование технологии возделывания сортов сои // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №. 8. – С. 14-21.
9. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Сравнительная оценка урожайного и адаптивного потенциала сортов гороха и сои в условиях лесостепи Северного Зауралья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – №. 3. – С. 101-110. DOI: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-101-110.
10. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Влияние погодных условий на признаки технологичности и урожайности сои в северо-восточной части РФ //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2018. – №. 5 (66). – С. 59-63. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.66.5.59-63.
11. Фадеев А.А. Фадеева М.Ф., Никифорова И.И., Иванова И.Ю. Перспективные селекционные линии сои северного экотипа для создания сортов кормового назначения //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – №. 2. – С. 203-210. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.203-210.
12. Дементьев Д.А., Иванова И.Ю., Фадеев А.А. Эффективность ресурсосберегающих приемов обработки тёмно-серой лесной почвы в звене севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – Т. 26. – №. 2. – С. 328-338. DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.2.328-338.

References

1. Sinegovsky M. O. Soybean cultivation in Russia in modern conditions. *Vestnik rossijskoj sel'skokhozyajstvennoj nauki*. 2024, no. 5, pp. 11-16. (In Russian).
2. Fadeev A. A., Fadeeva M. F., Vorobyova L. V. Assessment of early-maturing soybean cultivars of the northern ecotype of Chuvash breeding according to the main economically valuable characteristics in competitive variety testing. *Maslichny`e kul'tury`*. 2016, no. 2(166), pp. 57-62. (In Russian).
3. Tevchenkov A.A., Senichev E.I., Trunov V.V. Ecological plasticity and stability of soybean varieties in the agro-climatic conditions of the Kaluga region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2025, no. 3(55), pp. 26-32. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-3-26-32. (In Russian).

4. Fadeev A.A. The components of soybean productivity and the parameters of the model of a new variety of the northern ecotype for the conditions of 56° N.L. *Agrarian science of the Euro-North-East*. 2012, no. 3(28), pp. 13-17. (In Russian).
5. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Trunova M. V. [et al.] Methodology for conducting agrotechnical research in experiments with oil crops (Message 1. Research in experiments with soybeans). *Maslichnye kul'tury*, 2023, no. 1(193), pp. 33-52, DOI 10.25230/2412-608X-2023-1-193-33-52. (In Russian).
6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of a field trial], 2014, Moscow, KolosPubl., 336 p.
7. Lukyanchuk L. M., Butovets E. S. Breeding research in the creation of promising soybean varieties. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet)*. 2025, no. 3, pp. 106-116. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-106-116. (In Russian).
8. Zaitseva O. A. Belchenko S.A., Dronov A.V. and others. Agroecological testing and improvement of soybean cultivation technology. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii*. 2022, no. 8, pp. 14-21. (In Russian).
9. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Comparative assessment of the yield and adaptive potential of pea and soybean varieties in the conditions of the forest-steppe of the Northern Trans-Urals. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet)*. 2023, no. 3, pp. 101-110. – DOI: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-101-110 (In Russian).
10. Fadeeva M. F., Vorobyova L. V., Matveeva O. L. The influence of weather conditions on the signs of processability and yield of soybeans in the northeastern part of the Russian Federation *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2018, no. 5(66), pp. 59-63. (In Russian).
11. Fadeev A. A. Fadeeva M. F., Nikiforova I. I. and Ivanova I.Yu. Promising soybean breeding lines of the northern ecotype for the creation of fodder varieties. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2022, Vol. 23. no. 2, pp. 203-210. (In Russian).
12. Dementiev D. A., Ivanova I. Yu., Fadeev A. A. Efficiency of resource-saving methods of processing dark gray forest soil in the context of crop rotation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2025, Vol. 26, no. 2, pp. 328-338. DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.2.328-338. (In Russian).