

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11210

УДК 635.655; 631.524.85

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОИ В УСЛОВИЯХ ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА

**И.Ю. ИВАНОВА, А.А. ФАДЕЕВ**, кандидаты сельскохозяйственных наук

ЧУВАШСКИЙ НИИСХ – ФИЛИАЛ ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СЕВЕРО-ВОСТОКА ИМЕНИ Н.В. РУДНИЦКОГО»

E- mail: chniish@ mail.ru

*В статье представлены результаты исследований за 2017-2019 гг. сортов сои северного экотипа Чувашского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Исследования проведены в южной части Волго-Вятского региона на серо лесных тяжелосуглинистых почвах. Объектом изучения были четыре раннеспелых (созревающих при сумме активных температур выше  $10^{\circ}\text{C} - 1800-2000^{\circ}\text{C}$ ) сорта сои северного экотипа Чувашской селекции: Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария и Мерчень. Наибольшая урожайность в среднем за годы изучения отмечена у сорта Памяти Фадеева (1,38 т/га), что превышает сорт стандарт Чера 1 на 7%. По результатам исследований выявлена самая низкая вариабельность урожайности по сорту Памяти Фадеева (6,19%), тогда как у сорта стандарта – 19,85%. Проведен анализ взаимосвязи урожайности сортов сои Чувашской селекции с основными факторами климатических условий, складывающихся в южной части Волго-Вятского региона. Корреляционный анализ показал степень влияния различных метеорологических условий на формирование урожайности изученных сортов сои, что позволяет более целенаправленно подходить к выбору возделывания сорта для конкретных климатических условий.*

**Ключевые слова:** соя, сорт, продуктивность, климатические условия, корреляционная взаимосвязь.

## INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON SOYBEAN YIELD IN THE VOLGA-VYATKA REGION

**I. Yu. Ivanova, A. A. Fadeev**

CHUVASH RESEARCH AGRICULTURAL INSTITUTE – BRANCH OF THE N.V.  
RUDNITSKY FEDERAL AGRARIAN RESEARCH CENTER OF THE NORTH-EAST

E- mail: chniish@ mail.ru

**Abstract:** *The article presents the results of research for 2017-2019 of soybean varieties of the Northern ecotype of Chuvash Research Agriculture Institute –Branch of the North-East. The research was conducted in the southern part of the Volga-Vyatka region on gray-forest heavy loamy soils. The object of study was four early – maturing (maturing at the sum of active temperatures above  $10^{\circ}\text{C}-1800-2000^{\circ}\text{C}$ ) soybean varieties of the Northern ecotype of the Chuvash selection: Chera 1, Memory of Fadeev, Lumaria and Merchen. The highest yield on average over the years of study was observed in the Memory of Fadeev variety (1.38 t / ha), which exceeds the standard Chera 1 variety by 7 %. According to the research results, the lowest yield variability was found for the Memory Fadeev variety (6.19 %), while the standard variety has 19.85 %. The analysis of the relationship between the yield of soybean varieties of Chuvash selection and the main factors of climatic conditions in the southern part of the Volga-Vyatka region. Correlation analysis showed the degree of influence of various meteorological conditions on the formation of the yield of the studied soybean varieties, which allows a more targeted approach to the choice of cultivating varieties for specific climatic conditions.*

**Keywords:** soy, variety, productivity, climate conditions, correlation.

Расширение зоны возделывания сои уже более 100 лет связано с продвижением ее культуры во все более северные регионы. В настоящее время в результате потепления климата и благодаря успехам селекции имеются сорта сои, районированные в Волго-Вятском, Центральном регионах, и в южных районах Северо-Западного региона России [1], но специфические почвенно-климатические условия многих регионов России (невысокое плодородие почв, засушливые условия в период всходов и цветения, систематическое переувлажнение почвы в отдельные годы) затрудняют получение стабильно высокого урожая зерна сои, что требует поиска новых решений [2].

При внедрении новых технологий возделывания значение сорта сохранилось. Сорт остаётся не только средством повышения урожайности, но и становится фактором, без которого невозможно реализовать достижения техники и науки. Новый сорт имеет тем большую ценность, чем оптимальнее и на более высоком уровне в нём сочетаются самые важные биологические, хозяйственные и технологические свойства [3]. Однако климатические условия оказывают существенное влияние на условия развития растений и их урожайность. Лимитирующим фактором при возделывании сои является недостаточная обеспеченность влагой (в среднем за 4 месяца вегетации 217 мм) вследствие неравномерного ее распределения по фазам развития растений [4].

В Чувашской Республике в структуре посевных площадей доля зернобобовых составляет всего 1,1%, в том числе сои – 0,3%. Однако возросшие потребности внутреннего рынка в кормовом белке требуют значительного расширения посевов сои. И хотя Чувашская Республика не относится к соеполюющим регионам, однако тепловые ресурсы климата вполне позволяют возделывать сою северного экотипа. Сумма активных температур (выше 10°C) за период вегетации сельскохозяйственных культур составляет 1800-2300°C, и скороспелые сорта сои Чувашской селекции при наборе этой суммы завершают вегетацию с формированием полноценного урожая [5].

Цель исследований – определение влияния метеорологических факторов на урожайность зерна сои сортов Чувашской селекции в условиях южной части Волго-Вятского региона.

#### **Материалы и методика исследований**

Исследования проводились на опытном поле Чувашского НИИСХ. Объектом изучения были четыре раннеспелых (созревающих при сумме активных температур выше 10°C – 1800-2000°C) сорта сои северного экотипа Чувашской селекции: Чера 1, Памяти Фадеева, Люмария и Мерчень. Это сорта промежуточного типа роста со средней ветвистостью, полусжатым кустом и высоким прикреплением нижнего боба (12-15 см.) [6]. За стандарт был взят районированный по 4 региону сорт Чера1 в 2009 году.

Каждый испытываемый сорт и стандарт занимали равную площадь в 2 га. Сравнимые сорта высевались рядом на одинаково обработанных и удобренных участках. Учетные площади испытываемых сортов были одинаковыми, семена – одинаковыми по репродукции (элита), близкими по посевным и сортовым качествам. Предшественник – яровая пшеница. Был соблюден принцип единственного различия – это тождества предшественника, агрофона опыта, кроме изучаемого – хозяйственного потенциала сорта [7]. Было соблюдено равенство условий для четырех испытанных сортов, в т. ч. стандарта. Были выравнены рельеф и почвенное плодородие, размещение по единому предшественнику, применялись одинаковые виды и дозы удобрений, обработки почвы и семян. В одни и те же сроки и одинаковыми орудиями, машинами и протравителями готовились семена. Осуществлялся одновременный посев сортов в опыте семенами с высокими посевными качествами, одного года выращивания [8]. Агротехнический фон в производственном испытании соответствовал южной части Волго-Вятского региона. 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 [9].

Испытание сои северного экотипа проводилось в производственном посеве площадью 75 га кормового севооборота Чувашского НИСХ. Из этой площади выделялось 24 га ежегодно под сою с учетом занятости 2 га в трех повторениях каждым сортом в соответствии с методикой проведения опытов [10].

Для анализа использованы результаты производственных посевов за 3 года (2017-2019 гг.). Исследования проводились с использованием Методики Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [10] и Методики опытного дела Б.А. Доспехова (1979). Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ EXEL.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Метеоусловия в годы исследований отличались по температурному режиму и количеству осадков за вегетационный период. В 2017 году рост и развитие сои проходило в исключительно аномальных условиях. Средняя температура лета составила всего 17,1°C, min температура +1,6° была отмечена 3 июня. Холодная дождливая погода в мае (12,6°C и 48 мм) и в июне (16,6°C и 59 мм) месяцах сдвинули календарный срок посева на две недели, а срок появления всходов на 3 недели. Посев сои был осуществлен только 24 мая. Семена пролежали в холодной почве 22 дня вместо 7-8 дней в благоприятные годы. Вегетативная фаза растений сои длилась 40-45 дней вместо 25-30 дней. Цветение началось только с наступлением тепла в июле 18,8°C с опозданием на целый месяц по сравнению со среднемноголетними показателями. Созревание бобов шло в условиях переувлажнения почвы (по этому фактору в республике было объявлено чрезвычайное положение). За лето выпало 345 мм осадков, что на 115 мм больше нормы. Гидротермический коэффициент колебался по декадам за вегетационный период от 1,7 до 8,2, в среднем за лето он составил 1,43. Растения страдали от уплотнения почвы, плохой аэрации. В этих условиях растения находились в стрессовом состоянии, созревание бобов задерживалось. Растения основной массы на конец сентября находились в фазе начало созревания бобов, к этому времени температура воздуха опустилась ниже биологического минимума. В целом за период активной вегетации растений (май-август) средняя температура воздуха составила 15,7°C, ниже от многолетней на 0,7°C. Осадков выпало 285,9 мм, 139% многолетней нормы. Сумма активных температур выше 10°C от всходов до уборки в фазе восковой спелости составила 1825 °C, сумма эффективных температур выше 15°C-312°C.

Вегетационный период сои в 2018 году характеризовался недостаточной влагообеспеченностью на фоне не по сезону высокого уровня температуры воздуха в течение всего периода вегетации. Холодная погода в мае сдвинула сроки посева теплолюбивых культур на две недели и посев сои произвели только 25 мая. Сдерживающим фактором появления дружных всходов был недостаток тепла и влаги в первой половине июня. Слабые осадки в течение лета были малоэффективны и не способствовали росту и развитию растений. В Чувашской Республике было объявлено чрезвычайное положение по засухе. На формирование бобов существенное влияние оказали осадки, прошедшие в первой декаде июля в фазе цветения сои (35,4 мм). Гидротермический показатель (ГТК) составил 1,47. Сумма активных температур выше 10°C от всходов до уборки в фазе восковой спелости составила 1782°C, сумма эффективных температур выше 15°C – 423°C.

В третий год испытаний (2019) погодные условия в первой половине вегетации сложились аналогично 2018 году. Отсутствие продуктивных осадков за апрель-май месяцы, высокая температура воздуха и иссушение верхнего слоя почвы (трещины на глубину 30 см) не способствовали формированию хорошей вегетативной массы.

Цветение и бобообразование шло в условиях прохладной погоды. Сумма эффективных температур выше 15°C в июле составила 77°C, в августе всего 55°C, что в основном предопределило урожайность надземной массы сои. За весь вегетационный период от всходов до уборки сои сумма активных температур выше 10°C составила 1828°C, а сумма эффективных температур – 282°C, что в 1,5 раза меньше по сравнению с 2018 годом.

С учетом сложившихся метеорологических условий в годы исследований была получена средняя урожайность сои в 2017 году – 1,09 т/га, в 2018 – 0,99 и в 2019 – 1,31 т/га (табл. 1). Данные результаты свидетельствуют о том, что 2019 год был наиболее благоприятным по погодным условиям для роста и развития сои. Наибольшая урожайность в среднем за годы изучения отмечена у сорта Памяти Фадеева (1,38 т/га). Прибавка относительно сорта стандарта составила 90 кг/га.

Наименее продуктивным был сорт Мерчень, у которого средняя урожайность за данный период составила 0,95 т/га, что меньше лучшего показателя по сорту Памяти Фадеева на 31,16% (0,43 т/га) и сорта стандарта на 26,36% (0,34 т/га).

Самая высокая урожайность за 2017-2019 годы зафиксирована у сорта Чера 1 в 2017 году – 1,55 т/га, а наименьшая в 2018 году у сорта Мерчень – 0,79 т/га. По результатам статистической обработки сортовые различия по данному признаку были достоверны.

Таблица 1

**Урожайность сортов сои, т/га**

№ п/п	Сорт	Урожайность, т/га				Отклонение, +/-		Коэф-нт вариации, %
		2017	2018	2019	средняя	т/га	%	
1	Чера1 st	1,55	1,04	1,27	1,29	-	-	19,85
2	Памяти Фадеева	1,37	1,47	1,30	1,38	+0,09	+6,98	6,19
3	Люмария	1,03	1,53	1,50	1,35	+0,06	+4,65	59,68
4	Мерчень	0,79	0,92	1,15	0,95	-0,34	-26,36	19,12
НСР <sub>0,5</sub>		0,04	0,02	0,02	0,03	-	-	-

В сложившихся погодно-климатических условиях 2017-2019 гг. по коэффициенту вариации выделен сорт Памяти Фадеева, обладающий лучшей пластичностью и имеющий наименьшую вариабельность (6,19) по сравнению с остальными изученными сортами в опыте: Мерчень (19,12%), Чера 1 (19,85 %), и сорт Люмария (59,68%).

Главными показателями, используемыми в агрометеорологии для оценки складывающихся погодных условий, являются количество осадков, сумма активных и сумма эффективных температур, а интегральным показателем, одновременно учитывающим оба эти показателя, можно считать гидротермические коэффициенты (ГТК). Наиболее известным из них является гидротермический коэффициент Селянинова, используемый для характеристики условий увлажненности и определяемый как отношение суммы атмосферных осадков ( $\sum R$ ) в мм за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10°C к сумме температур ( $\sum t$ ) за это же время, уменьшенной в 10 раз [5]. Корреляция урожая у изучаемых сортов сои Чувашской селекции с метеорологическими показателями трех лет представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции (r) между урожайностью сои и метеорологическими условиями**

№ п/п	Сорта яровой пшеницы	Осадки, мм	$\sum t > 10^\circ\text{C}$	$\sum \text{эфф.} t \text{ } ^\circ\text{C}$	ГТК
1	Чера1 st	+0,9	+0,8	-0,7	+0,9
2	Памяти Фадеева	-0,6	-0,9	0,9	-0,6
3	Люмария	-0,9	-0,5	+0,3	-0,9
4	Мерчень	-0,4	+0,2	-0,4	+0,3

При вычислении коэффициента корреляции между урожайностью и погодными условиями вегетационного периода за 2017-2019 гг. была установлена полная корреляционная связь у сорта стандарта Чера 1 ( $r = 0,9 \pm 0,7$ ), которая показала высокую зависимость получаемой продукции от метеорологических условий. Отмечена также сильная

связь урожайности у сорта Памяти Фадеева от теплообеспеченности в период вегетации и имеется средняя степень сопряженности по влагообеспеченности.

Корреляционный анализ между урожайностью и метеоусловиями вегетационного периода у сорта Люмария показал, что продуктивность данного сорта имеет сильную отрицательную зависимость от влагообеспеченности.

По результатам анализа у сорта Мерчень установлена слабая связь урожайности от погодных условий в вегетационный период по всем изученным показателям.

#### Заключение

В результате трех летнего изучения сортов сои северного экотипа Чувашской селекции в производственных условиях южной части Волго-Вятского региона достоверно установлено преимущество сорта Памяти Фадеева по семенной продуктивности относительно сорта стандарта (0,09 т/га) и вариабельности показателя урожайности за 2017-2019 годы.

Проведенный корреляционный анализ показал степень влияния различных метеорологических условий на формирование урожайности изученных сортов сои, что позволяет более целенаправленно подходить к выбору возделывания сорта для конкретных климатических условий.

В условиях южной части Волго-Вятского региона существенное влияние на формирование урожайности у сортов Чера 1 и Памяти Фадеева оказывают влагообеспеченность и температурный режим вегетационного периода ( $r = 0,9 \pm 0,6$ ). У сорта Люмария высокая корреляционная взаимосвязь выявлена между влагообеспеченностью и урожайностью вегетационного периода. У сорта Мерчень средние показатели влаго- и теплообеспеченности за период вегетации не отражают в полной мере их влияния на урожайность и имеется средняя степень сопряженности ( $r = 0,3-0,4$ ), возможно так как направленность их воздействия по фазам развития культуры сильно меняется, что требует дополнительных исследований.

#### Литература

1. Сеферова И.В. Соя в условиях северо-запада Российской Федерации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур - 2016. - №3 (167). – С. 101-105.
2. Иванова И. Ю., Ильина С. В. Сравнительная оценка продуктивности перспективных сортов яровой мягкой пшеницы коллекции ВИР // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – №. 2(2). – С. 182-185.
3. Коваленко С.А., Грабовец А.И., Кадушкина В.П. Корреляционные взаимосвязи между урожаем и элементами его структуры у сортов яровой твердой пшеницы донской селекции // Известия ОГАУ. – 2017. – № 5 (67). – С. 31-33.
4. Клочков А.В., Соломко О.Б., Клочкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. – № 2. – С. 101-105.
5. 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.
6. 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. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. - №. 2 (166). – С. 57-62.
7. Филатова С. А., Аляпкин А. В. Сравнительная оценка сортов озимой пшеницы в ОАО "Проземле-Агро" Чашникского района // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – 2016. – С. 222-225.
8. Цыгуткин А. С. Демонстрационный опыт в системе методов опытного дела // Агрофизика. – 2012. – №. 2. – С. 37.
9. Иванова И.Ю., Иванова А.О., Ильина С.В. Корреляционная зависимость пшеницы мягкой яровой от элементов продуктивности// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4(32). – С. 119-125. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-1114
10. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // – Москва. – 1985.

#### References

1. Seferova I.V. Soyа v usloviyah severo-zapada Rossijskoj Federacii [Soy in the North-West of the Russian Federation]. *Maslichnye kul'tury*. 2016, no.3 (167), pp. 101-105. (In Russian)

2. Ivanova I. YU., Il'ina S. V. Sravnitel'naya ocenka produktivnosti perspektivnyh sortov yarovoj myagkoj pshenicy kolleksii VIR [Comparative evaluation of productivity of promising spring soft wheat varieties of the VIR collection]. // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2018, vol. 20. no. 2(2). pp. 182-185. (In Russian)
3. Kovalenko S.A., Grabovec A.I., Kadushkina V.P. Korrelyacionnye vzaimosvyazi mezhd urozhaem i elementami ego struktury u sortov yarovoj tvyordoj pshenicy donskoj selekcii [Correlation relationships between the yield and elements of its structure in spring durum wheat varieties of the don selection]. *Izvestiya OGAU*. 2017, no.5 (67), pp. 31-33. (In Russian)
4. Klochkov A.V., Solomko O.B., Klochkova O.S. Vliyanie pogodnyh uslovij na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Influence of weather conditions on crop Productivity]. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2019, no. 2, pp. 101-105. (In Russian)
5. Fadeev A.A. Slagayushchie velichiny produktivnosti soi i parametry modeli novogo sorta severnogo ekotipa dlya uslovij 56 s.sh. [Composing values of soybean productivity and parameters of the model of a new variety of the Northern ecotype for the conditions of 56 s. sh.]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2012, no.3 (28), pp. 13-17. (In Russian)
6. Fadeev A. A., Fadeeva M. F., Vorob'eva L. V. Ocenka rannespelyh sortoobrazcov soi severnogo ekotipa chuvashskoj selekcii po osnovnym hozyajstvenno cennym priznakam v konkursnom sortoispytanii [Evaluation of early-maturing soybean varieties of the Northern ecotype of the Chuvash selection by the main economically valuable features in the competitive variety testing]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur*. 2016. no. 2 (166), pp. 57-62. (In Russian)
7. Filatova S. A., Alyapkin A. V. Sravnitel'naya ocenka sortov ozimoi pshenicy v OAO "Prozemle-Agro" Chashnikskogo rajona [Comparative evaluation of winter wheat varieties in JSC "Prozemle-agro" of Chashnik district]. // *Tekhnologicheskie aspekty vozdel'yvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur*. 2016, pp. 222-225. (In Russian)
8. Cygutkin A. S. Demonstracionnyj opyt v sisteme metodov opytnogo dela [Demonstration experience in the system of experimental business methods]. // *Agrofizika*. 2012, no. 2. p. 37. (In Russian)
9. Ivanova I.YU., Ivanova A.O., Il'ina S.V. Korrelyacionnaya zavisimost' pshenicy myagkoj yarovoj ot elementov produktivnosti [Correlation dependence of soft spring wheat on productivity elements]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019, no. 4 (32), pp. 119-125. DOI: 10.24411/2309-348H-2019-11142. (In Russian)
10. Fedin M.A. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur (Methods of state variety testing of agricultural crops). Moskva, 1985. (In Russian)