

ВЛИЯНИЕ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ

Белышкина Марина Евгеньевна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории прогнозирования развития систем машин и технологий в АПК, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

E-mail: vimsoya@yandex.ru

Гуреева Елена Васильевна, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

E-mail: vimsoya@yandex.ru

Аннотация: Соя обладает экологической адаптивностью, обусловленной глубокой отселектированностью этой культуры применительно к конкретным особенностям зоны выращивания. При этом, она предъявляет повышенные требования к теплу и влаге, особенно в определенные «критические» периоды роста и развития. Нижний порог активных среднесуточных температур составляет 15–17°C, а для полного созревания ультраскороспелым и раннеспелым сортам требуется сумма активных температур 1700–2100°C. Оценка агроклиматических ресурсов Рязанской области свидетельствует о возможности выращивания здесь скороспелых сортов сои. Лимитирующим показателем в отдельные критические периоды может являться недостаточное увлажнение. В результате проведенных исследований было установлено, что сорта сои северного экотипа способны формировать стабильную урожайность в условиях Рязанской области. При этом меньшую реакцию на изменение агроклиматических условий проявил сорт Касатка, который показал наименьший период вегетации и урожайность на уровне 1,00 т/га. Сорт Георгия более всех остальных реагировал на изменения погодных условий, его урожайность составила по годам исследований от 1,24 до 1,72 т/га.

Ключевые слова: соя, сорта северного экотипа, Центральное Нечерноземье, вегетационный период, сумма активных температур, гидротермический коэффициент, урожайность.

Соя (*Glycine max*(L.) Merr.) – универсальная продовольственная, кормовая и техническая культура. Благодаря высокому содержанию белка (до 48%) и жира (до 20%), она является исключительно важным сельскохозяйственным сырьем стратегического назначения. Ограничивающими факторами для выращивания сои в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации являются продолжительная вегетация, а также недостаточное количество тепла и влаги в период налива и

созревания семян [1]. Для получения высокого урожая с хорошим качеством семян важное значение имеет создание ультраскороспелых, высокопродуктивных, экологически приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям сортов [3, 6].

Рязанская область относится к зоне достаточного увлажнения. Годовая сумма осадков в среднем составляет 550–660 мм. Критическим по требовательности к влаге является период от начала цветения до завершения налива семян, в это время сое необходимо 50–70% суммарного водопотребления за вегетацию. Дефицит влаги в это период ведет к снижению продуктивности растений и урожайности [4].

Нижний порог активных среднесуточных температур для роста и развития растений сои составляет 15–17°C, критическим периодом является цветение и образование бобов. При районировании сортов по агроклиматическим зонам принимается во внимание, что для полного созревания ультраскороспелым и раннеспелым сортам требуется сумма активных температур 1700–2100°C [8].

Материалы и методы исследований. Опыты проводились в 2017–2019 гг. на экспериментальной базе Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (далее – ИСА ФНАЦ ВИМ) с сортами Магева, Светлая, Касатка и Георгия. Это высокотехнологичные сорта зернового направления с потенциальной урожайностью 2,5–3,5 т/га, содержанием белка в семенах до 46% и жира – до 20%. Опытный участок расположен в лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области. Почва участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Реакция почвенного раствора $pH_{\text{сол.}}$ –5,25 (ГОСТ 26483-85); содержание гумуса – 5,3% (по Тюрину). Содержание подвижного фосфора – 34,0 мг/100 г почвы (по Кирсанову), содержание обменного калия – 19,2 мг/100 г почвы (по Кирсанову), азота нитратного – 8,4 мг/кг (ГОСТ 26951-86), азота аммонийного – 1,57 мг/кг (ГОСТ 26489-85). Предшественником являлась озимая пшеница. Агротехника в опыте общепринятая для возделывания сои в данном регионе. Статистическая обработка данных проводилась согласно методике полевого опыта [5].

Результаты и обсуждение. Сортам сои северного экотипа требуется за период от посева до созревания от 1700 до 2000°C. Исследования проводились в Рязанской области, где сумма активных температур выше +10°C составляет от 2155°C до 2355°C, а среднемноголетний гидротермический коэффициент – 1,2–1,3. Вегетационный период сои в условиях Рязанской области от посева до созревания составляет порядка 90–110 дней.

Метеорологические условия вегетационного периода 2017–2019 гг. имели существенные различия по температурному и влажностному режимам. Вегетационный период 2017 г. был наиболее приближенным по показателям температуры и влаги к среднемноголетним значениям (Таблица 1). В мае температура в целом соответствовала биологическому минимуму для появления всходов. Июнь и июль были в рамках климатической нормы или

незначительно ее превышали. Однако во II и III декадах августа температура была выше среднемноголетней на 6–8°C, при этом наблюдался дефицит осадков. В конце августа – начале сентября, наоборот, осадков выпало значительно больше нормы. ГТК за вегетационный период был в пределах 1,08–1,22, что соответствует оптимальному значению (Таблица 3). Продолжительность вегетации по сортам составила от 98 (Касатка) до 111 (Магева) дней, а сумма накопленных растениями активных температур – от 1916°C (Касатка) до 2153°C (Магева). Наибольшая урожайность была у сорта Георгия – 1,39 т/га, а наименьшая – у сорта Касатка – 1,00 т/га (Таблица 3).

На протяжении всего вегетационного периода 2018 г. среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 3–6°C, при этом в июне дефицит осадков составил 80%, а ГТК за вегетационный период не превысил 0,65 (Таблица 2). Дефицит влаги, пришедшийся на июнь, сказался на завязывании генеративных органов и последующей урожайности. В то же время, количество осадков в I и II декадах июля превышало норму на 20–22 мм, что несколько удлинило период образования бобов – налива семян. В конце вегетационного периода осадков выпало на 15–20 мм меньше среднемноголетних значений, при этом температура была выше средней на 8–10°C (Таблица 1). Продолжительность вегетации раннеспелых сортов сои в 2018 г. составила 91–96 дней, а сумма накопленных активных температур – 1948–2220°C. Наибольшая урожайность была у сорта Георгия – 1,24 т/га, наименьшая – у сорта Касатка и составила 1,07 т/га (Таблица 3).

Метеорологические условия 2019 г. были благоприятными на начальном этапе развития растений сои. Температура в мае превышала среднемноголетнюю на 6–8°C, осадков во II и III декадах выпало достаточно. Наступление жаркой и сухой погоды совпало для сои с периодом бутонизации – начала цветения (Таблица 1). При этом, острозасушливые периоды сочетались с дождливыми, затем снова наступала засуха. Так, практически не было осадков в I и II декадах июня, в III декаде количество выпавших осадков практически в два раза превысило среднемноголетние значения, затем снова наступил период недостаточного увлажнения. Дефицит влаги сохранился и в последующие месяцы, ГТК за вегетацию был в пределах 0,62–0,70. Сумма накопленных активных температур составила по сортам 1816–2029°C, а продолжительность вегетации – 89–99 дней. Урожайность была на уровне от 1,01 т/га (Касатка) до 1,72 т/га (Георгия).

Гидротермический коэффициент, как интегрированный показатель атмосферных осадков и температуры воздуха, был наиболее благоприятным для формирования урожая сои в 2017 г., значение ГТК по сортам составило 1,08–1,22 [7]. При этом в конце августа – начале сентября выпало большое количество осадков, что привело к «консервации» растений и затягиванию периода созревания. В 2018–2019 гг. ГТК был в пределах 0,59–0,70 (Таблица 2), что свидетельствует о недостатке влаги. В этих условиях растения достаточно дружно созревали, продолжительность вегетационного периода была на 7–14 дней меньше, чем во влажном 2017 г. Таким образом, можно сделать вывод, что не столько суммарный ГТК является критерием хорошего

или плохого развития посевов, сколько равномерность распределения осадков по периодам вегетации, особенно их достаточное количество в критические периоды бутонизации – цветения – образования бобов.

Сорта сои северного экотипа относятся к ультраскороспелым и имеют нейтральную фотопериодическую реакцию и имеют незначительные различия по продолжительности вегетации. Этот показатель в значительной мере определяется агроклиматическими условиями вегетационного периода, чем сортом. В исследованиях были выявлены небольшие сортовые различия. Так, в 2017 г. у всех сортов был самый продолжительный период вегетации, который составил от 98 до 111 дней (Таблица 2). Это было обусловлено прежде всего достаточного большим количеством осадков, выпавших в конце августа – начале сентября, в период созревания сои. При этом наименьшая продолжительность вегетации среди изучаемых сортов во все годы наблюдалась у сорта Касатка [2] и составила от 89 дней в 2019 г. до 98 дней в 2017 г., затем следует сорт Светлая (от 91 до 100 дней). Наиболее продолжительный период вегетации был у сортов Георгия (от 96 до 108 дней) и Магева (от 96 до 111 дней).

Сумма накопленных активных температур за вегетацию является достаточно стабильным показателем для каждого конкретного сорта, вне зависимости от погодных условий в период вегетации. Сумма активных температур у сорта Магева в среднем по годам составила 2130°C, у сорта Светлая – 1934°C, у сорта Касатка – 1893°C и у сорта Георгия – 2109°C (Таблица 2).

Таблица 1 – Среднесуточная температура и осадки по декадам в Рязанской области в годы исследований
(по данным метеостанции ИСА – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

		Температура, °С					Осадки, мм				
Год	Декада	Месяцы					Месяцы				
		Ма й	Июн ь	Июл ь	Авгус т	Сентябр ь	Ма й	Июн ь	Июл ь	Авгус т	Сентябр ь
2017	I	13,2	15,0	17,2	23,3	16,0	8,0	10,0	35,0	2,3	30,6
	II	12,1	16,5	21,6	24,3	19,4	14,9	19,1	15,7	8,3	12,5
	III	16,6	19,5	22,8	18,1	10,7	9,3	18,1	17,8	52,6	0
	средн.	14,0	17,0	20,5	21,9	15,4	32,2	47,2	68,5	63,2	43,1
2018	I	19,9	15,1	21,2	23,9	20,7	6,3	4,3	28,6	0,3	0
	II	19,6	20,3	25,0	23,0	18,3	21,3	1,8	44,7	5,9	7,3
	III	18,0	25,4	23,0	24,0	13,4	0,2	4,5	3,3	13,2	23,2
	средн.	19,2	20,3	23,1	23,6	17,5	27,8	10,6	76,6	19,4	30,5
2019	I	18,3	24,3	19,0	16,7	20,4	6,6	0	10,7	12,1	0,6
	II	18,0	22,1	19,3	20,4	15,8	10,5	3,2	9,4	24,3	7,0
	III	21,1	21,7	20,1	20,2	8,3	30,9	35,0	18,1	0	4,2
	средн.	19,1	22,7	19,5	19,1	14,8	48,0	38,2	38,2	36,4	11,8

Анализируя значения продолжительности вегетационного периода и суммы накопленных активных температур, можно сделать вывод, что наиболее скороспелым был сорт Касатка, затем, по мере увеличения продолжительности вегетации, следуют сорта Светлая, Магева и Георгия.

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода, сумма температур и ГТК по сортам

Год	Магева				Светлая				Касатка				Георгия			
	вегет. период	сумма темпера тур	ГТК		вегет. период	сумма темпера тур	ГТК		вегет. период	сумма темпера тур	ГТК		вегет. период	сумма темпера тур	ГТК	
2017	111	2153	1,2		100	1946	1,08		98	1916	1,12		108	2078	1,22	
2018	96	2220	0,65		93	1996	0,59		91	1948	0,58		96	2220	0,65	
2019	97	2017	0,69		91	1859	0,63		89	1816	0,62		99	2029	0,70	

При этом сорт Касатка в среднем за годы исследований показал наименьшую урожайность – на уровне 1,00 т/га, в то время как сорт Георгия – наибольшую, которая в 2019 г. превысила 1,70 т/га (Таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сортов сои северного экотипа, т/га

Год	Магева	Светлая	Касатка	Георгия
2017	1,13	1,32	1,00	1,39
2018	1,21	1,14	1,07	1,24
2019	1,29	1,37	1,01	1,72
В среднем	1,21	1,28	1,03	1,45
НСР ₀₅	0,06	0,09	0,04	0,12

Заключение.

В результате проведенных исследований было установлено, что сорта сои северного экотипа селекции ИСА ФНАЦ ВИМ способны формировать стабильную урожайность в условиях Рязанской области. При этом меньшую реакцию на изменение агроклиматических условий проявил сорт Касатка, который был наиболее скороспелым и в среднем формировал урожайность на уровне 1,00 т/га. Наибольшая вариабельность урожайности в зависимости от метеорологических условий года была отмечена у сорта Георгия и составила в годы исследований от 1,24 до 1,72 т/га.

Библиографический список

1. Бельшкіна М.Е. Динамические параметры формирования урожая раннеспелых сортов сои в условиях Центрального Нечерноземья / Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. Вып. 4 (44). С. 77–84.
2. Бельшкіна М.Е., Гатаулина Г.Г. Урожайность и элементы структуры урожая ультраскороспелого сорта сои Касатка при разных способах и густоте стояния растений // Известия ТСХА. 2010. № 6. С. 51–54.
3. Гатаулина Г.Г., Заренкова Н.В., Никитина С.С. Сорта сои северного экотипа: как погода влияет на рост, развитие, формирование урожая и

- его вариабельность / Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 34–40.
4. Головина Е.В., Зотиков В.И. Влияние погодных условий на продукционный процесс у сортов сои северного экотипа / Сельскохозяйственная биология. 2013. Т. 48. № 6. С. 112–118.
 5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 6. Дьяков А.Б., Баранов В.Ф. Комплексные биометрические оценки агроэкологической адаптивности сортов сои / Научно-технический бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур. 2001. № 2 (125). С. 69–72.
 7. Шукис Е.Р., Мухин В.Н., Шукис С.К. Характеристика сортов сои различных групп спелости и их реакция на гидротермические условия среды / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (159). С. 23–29.
 8. Bita C.E., Gerats T. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops / *Frontiers in Plant Science*. 2013. Vol. 4. № JUL. Pp. 273.

Influence of limiting factors of the growing season on the yield of early-maturing soybean varieties

Belyshkina M.E., PhD in Agricultural Sciences

*Federal Scientific Agroengineering Center VIM
109428, Russia, Moscow, 1st Institutskiy proezd, 5*

Gureyeva E.V., PhD in Agricultural Sciences

*Institute of Seed Production and Agricultural Technologies - branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM
90502, Russia, Ryazan region, Ryazan district, Podvyazye, Parkovaya str., 1*

Abstract: Soybean has an ecological adaptability due to the deep selectivity of this crop in relation to the specific features of the growing zone. At the same time, it makes increased demands on heat and moisture, especially during certain "critical" periods of growth and development. The lower threshold of active average daily temperatures is 15–17°C, and for full maturation of ultra-ripe and early-maturing varieties, the sum of active temperatures of 1700–2100°C is required. Assessment of the agro-climatic resources of the Ryazan region indicates the possibility of growing precocious soybean varieties here. The limiting indicator in some critical periods may be insufficient moisture. As a result of the conducted research, it was found that soybean varieties of the Northern ecotype are able to form a stable yield in the conditions of the Ryazan region. At the same time, the lesser response to changes in agroclimatic conditions was shown by the Kasatka variety, which showed the shortest growing season and yield at the level of 1.00 t/ha. The Georgiya variety reacted more than any other to changes in weather conditions, its yield was from 1.24 to 1.72 t/ha over the years of research.

Keywords: soybeans, varieties of the northern ecotype, Central Non-Black Earth Region, growing season, sum of active temperatures, hydrothermal coefficient, productivity.