

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ЕЁ ПОСЕВА

Наумов Александр Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

Дозоров Александр Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелие и растениеводство»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1;

тел.: 8(8422) 55-95-30, e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Ключевые слова: соя, сроки посева, фотосинтетическая деятельность, сухое вещество, урожайность семян.

Проведены полевые опыты по выявлению влияния разных сроков посева на особенности развития растений, показатели фотосинтетической деятельности посевов сои и урожайность семян. Установлено, что изменение сроков посева на более поздние вызывает, как правило, снижение урожайности семян. Однако не исключается многовариантный подход при выборе сроков посева, так как это позволяет снизить напряжённость полевых работ и в некоторых случаях избежать влияния стрессовых условий.

Введение

При возделывании сои для оптимизации параметров продукционного процесса в настоящее время доступен и широко применяется целый комплекс агротехнических мероприятий, среди которых выбор срока посева сохраняет репутацию эффективного и доступного приёма, позволяющего обеспечить существенную прибавку урожая [1, 2, 3]. Очевидно, что при выборе срока посева необходимо, прежде всего, обеспечить «комплементарность» биологических особенностей культуры и агроклиматических условий зоны выращивания сои. Основным критерием установления оптимальных сроков сева является наступление благоприятной температуры почвы на глубине заделки семян при сохранении достаточного для их прорастания количества влаги. Исследования, проведённые на опытном поле УГСХА с сортами УСХИ 6 и Магева в 2004...2005 гг., подтверждают возможность проведения посева сои в ранние сроки, отмечено, что у обоих сортов чётко прослеживается снижение урожайности при сдвигании посева на более поздние сроки [4, 5]. В то же время кардинальный перенос посева сои на 30 дней позднее традиционных сроков совпадает с периодом, когда выпадает основное

количество летних осадков, что обеспечивает получение дружных всходов. Посев, проведённый в июне в хорошо прогретую почву, способствует появлению всходов через минимально возможные сроки, уже на 4-5 день, сдвигаются наиболее уязвимые критические периоды развития сои – цветение, завязывание бобов, их рост и налив в условия более благоприятные, когда день становится короче, снижается температура, повышается относительная влажность воздуха и выпадают осадки [6, 7].

Объекты и методы исследований

Отсутствие методик, позволяющих уверенно прогнозировать условия вегетационного периода, ставит задачу по расширению возможных сроков посева сои. Целью наших исследований являлось изучение влияния четырёх сроков посева сои (с конца апреля до первых дней июня) на основные показатели фотосинтетической деятельности растений и формирование ими урожая семян. Исследования проводились в 2010 и 2013...2014 гг. на опытном поле Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Полевой опыт закладывали в четырёхкратном повторении, в соответствии с методикой и техникой постановки полевых опытов на стационарных участках.

Таблица 1

Особенности развития растений сои сорта УСХИ 6

Дата посева	Всходы	Третий тройчатый лист	Бутонизация цветения	Начало образования бобов-налив	Полный налив	Полная спелость	Количество дней	
							от посева до полной спелости	от всходов до полной спелости
2010 г.								
30.04	08.05	04.06	12.06	30.06	25.07	20.08	113	105
08.05	16.05	07.06	18.06	05.07	02.08	27.08	112	104
14.05	22.05	14.06	25.06	13.07	06.08	30.08	109	101
01.06	06.06	28.06	01.07	18.07	19.08	10.09	102	97
2013 г.								
03.05*	12.05	09.06	04.07	27.07	10.08	30.08	120	111
08.05	23.05	20.06	29.06	25.07	30.08	19.09	136	120
15.05	22.05	21.06	09.07	30.07	19.08	17.09	117	110
02.06	08.06	29.06	16.07	24.08	15.09	02.10	122	116
2014 г.								
28.04	14.05	04.06	20.06	13.07	16.08	01.09	126	110
08.05	17.05	11.06	06.07	29.07	24.08	10.09	131	122
24.05	08.06	27.06	15.07	21.08	11.09	28.09	132	117
03.06	09.06	27.06	11.07	20.08	15.09	29.09	112	106

* – пересев, посевы от 27 апреля погибли.

Технология возделывания сои – традиционная для условий Ульяновской области. Предшественник – яровая пшеница, основная обработка почвы – вспашка, весенняя подготовка почвы – боронование и культивация перед посевом. На позднем сроке дополнительная культивация по мере отрастания сорняков. Норма высева – 600 тыс. штук всхожих семян на 1 га. Сорт сои – УСХИ 6. Посев осуществлялся сеялкой центрального высева ССФК-6-10. Уборка урожая комбайном Сампо-500, в фазу полной спелости растений. Учёты и наблюдения проводились по общепринятым методикам – площадь листьев определялась методом высечек, продуктивность фотосинтеза по А.А. Ничипоровичу (1967) [8]. Схема опыта состояла из четырёх вариантов сроков посева. Посев проводился в следующие сроки: 1 срок – последняя декада апреля; 2 срок – первая декада мая; 3 срок – вторая декада мая; 4 срок – первая декада июня. Размер делянки – 120 м².

Результаты исследований

Как показали проведённые наблюдения, сдвиг сроков посева сои на более поздние оказывает хорошо заметное влияние на

продолжительность начальных фаз развития, длительность периода «налив бобов» остаётся при этом практически неизменной, независимо от сроков посева и складывающихся условий вегетации (табл.1). Анализ данных таблицы позволяет отметить ряд особенностей развития сои, проявляющихся под влиянием внешних условий.

Условия вегетационного периода 2010 года способствовали ускорению темпов развития растений независимо от сроков посева. Посев 30 апреля и 8 мая обеспечил размещение семян во влажном слое почвы, отсутствие затяжных или существенных похолоданий исключило задержку появления всходов. Массовое появление всходов отмечено на 8-9 день после посева. Разворачивание третьего тройчатого листа незначительно превышает нормальные темпы развития растений сои – по сравнению с данными среднесезонных наблюдений в полевых исследованиях, проведённых на опытном поле УГСХА – его появление на ранних сроках отмечается через 22-26 дней после всходов. Продолжительность периода налива плодов осталась практически неизменной и составила 28-29 дней. Продолжительность

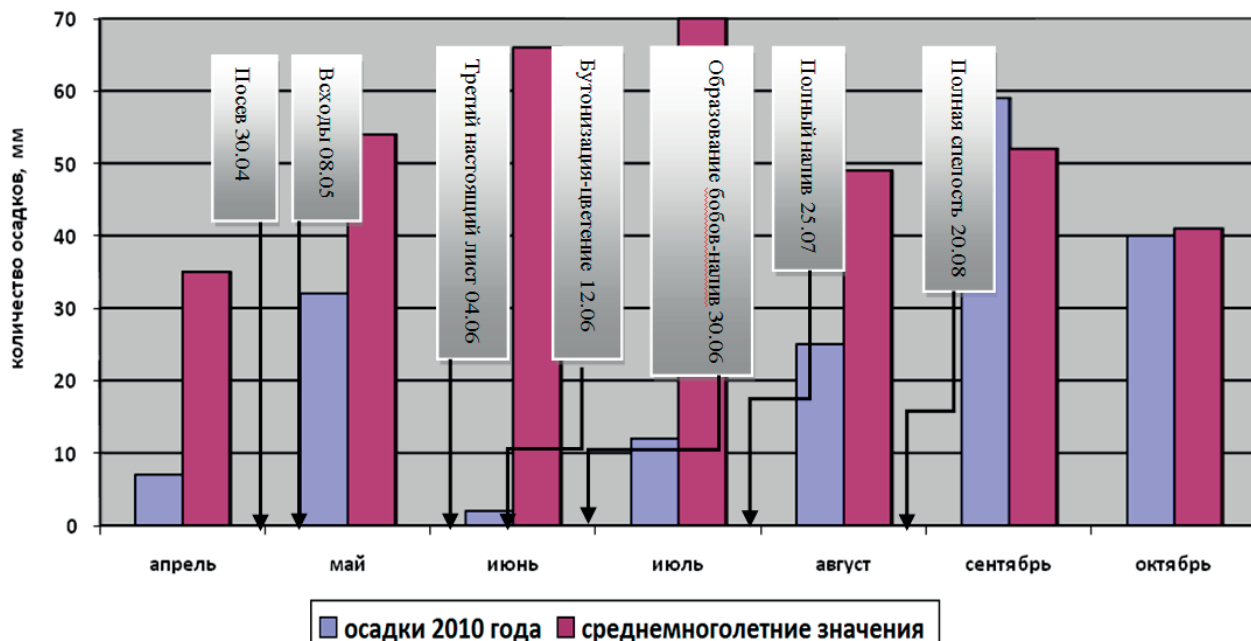


Рис. 1 – Выпадение осадков в течение вегетации и наступление фаз развития у растений сои первого срока посева, 2010 г.

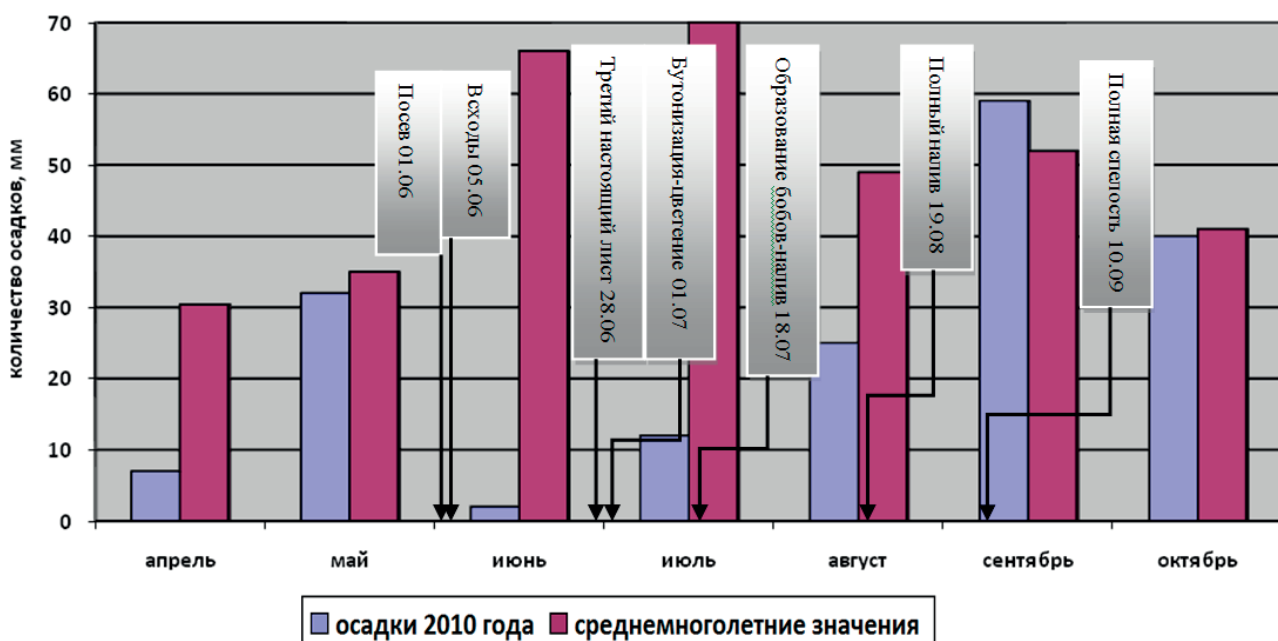


Рис. 2 - Выпадение осадков в течение вегетации и наступление фаз развития у растений сои позднего срока посева, 2010 г.

периода от посева до полной спелости на ранних сроках посева составила 112-113 дней.

На позднем сроке посева отмечено сокращение продолжительности вегетационного периода. Посев был осуществлён 1 июня, появление всходов отмечено на

пятый день после посева. Появление третьего тройчатого листа через 22 дня после всходов и почти одновременно – через три дня – цветение. Общее сокращение продолжительности вегетации пришлось за счёт отдельных периодов развития – фазы бутонизации-цветения, образования плодов и

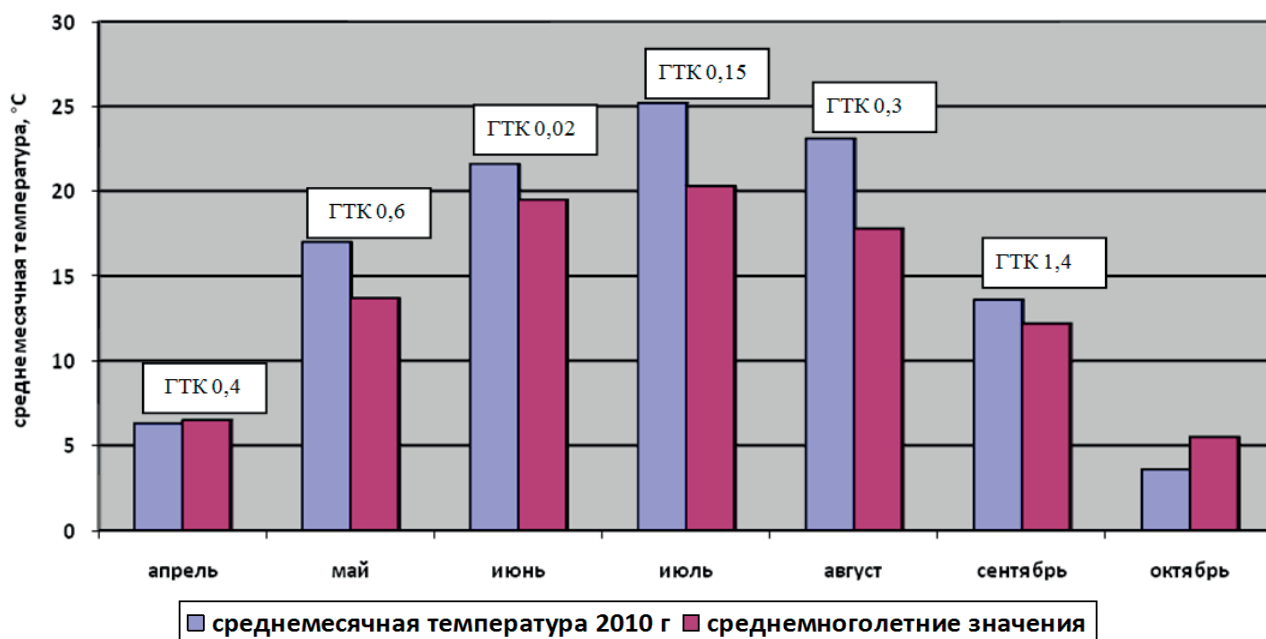


Рис. 3 – Среднемесячная температура и ГТК вегетационного периода 2010 г.

созревания. На варианте июньского срока посева продолжительность периода от посева до полной спелости составила 102 дня. Продолжительность периода налива плодов – 32 дня.

Сопоставив наступление фаз развития сои, различных сроков посева, с особенностями распределения осадков по месяцам вегетационного периода, можно предположить степень их влияния на особенности развития и формирование урожая семян (рис. 1,2).

Анализ рисунка позволяет отметить, что критический по отношению к влагообеспеченности период налива плодов у растений сои позднего срока посева пришёлся на конец июля - середину августа. Осадки, отмеченные во второй декаде августа, приняли участие в формировании урожая семян. Налив бобов у растений сои традиционного срока сева пришёлся на середину июля - конец августа и протекал лишь за счёт почвенной влаги, которая была накоплена в осенне-зимне-весенний период. Запасы влаги к этому времени почти полностью были истощены, значения стремились к уровню «мёртвого запаса». Это не могло не сказаться на урожайности и качестве урожая се-

мян сои – налив бобов в условиях дефицита влаги, на фоне высоких среднесуточных температур способствовал формированию мелких, невыполненных семян со сниженными посевными свойствами. Налив семян сои позднего срока посева протекал в более благоприятных условиях, в результате растения оказались в состоянии сформировать полноценные семена.

Оценка условий развития растений должна учитывать обеспеченность тепловыми ресурсами (рис. 3). Среднемесячная температура, повторяя в целом тенденцию среднемесячных значений, в течение всего вегетационного периода 2010 года их превышала. При этом учёт влияния тепловых ресурсов на особенности развития растений отдельно от их влагообеспеченности будет неполным, необходима оценка их совместного действия.

Для полноты оценки влияния внешних условий на особенности развития растений следует учитывать гидротермический коэффициент (ГТК), определяющийся отношением суммы осадков в мм за период со среднесуточными температурами воздуха выше +10°C к сумме температур за тот же период, уменьшенной в 10 раз.

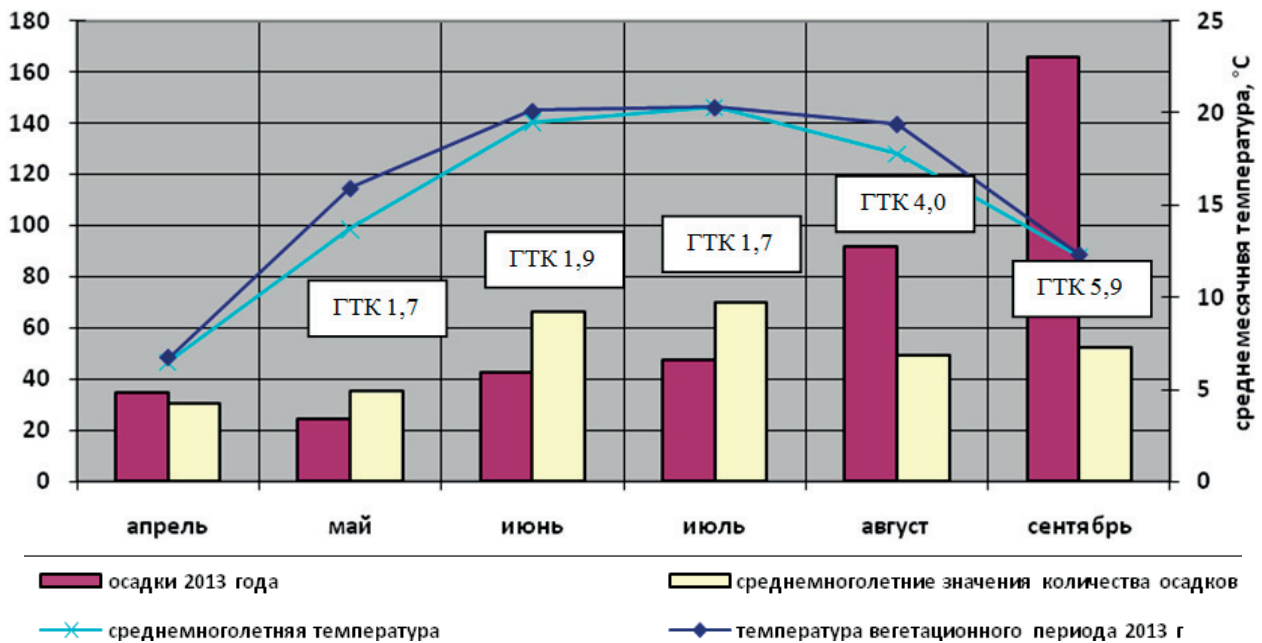


Рис. 4 – Условия вегетационного периода 2013 г.

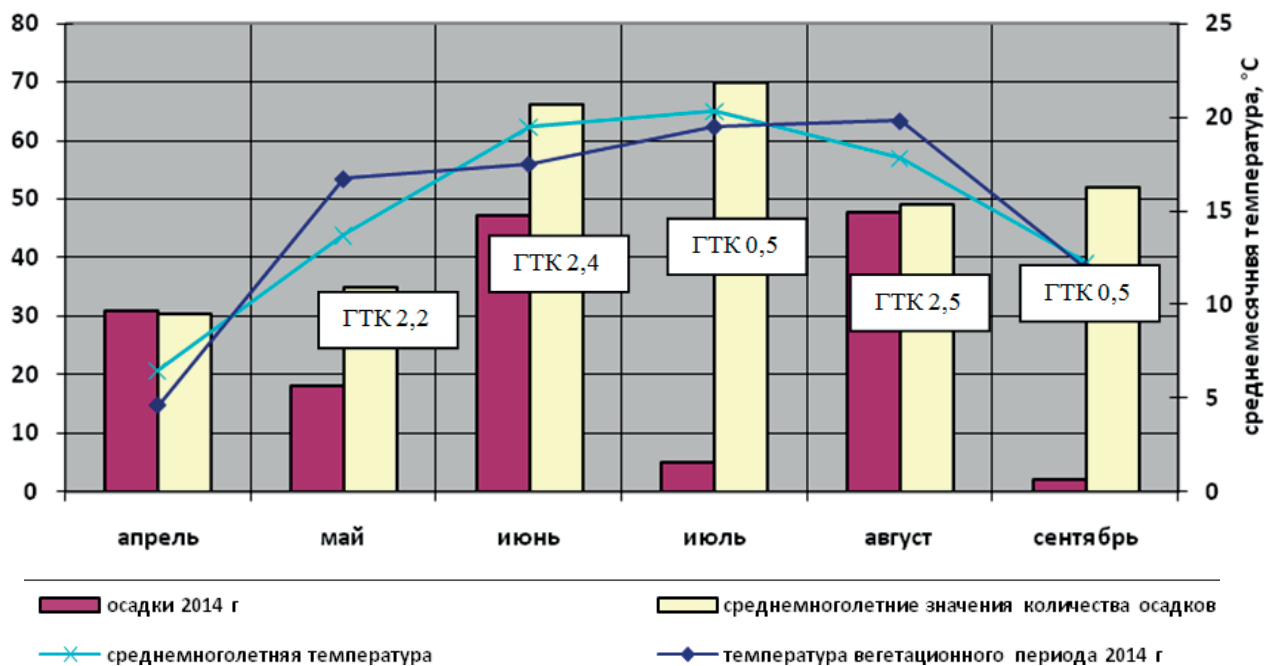


Рис. 5 – Условия вегетационного периода 2014 г.

Значения ГТК меньше единицы свидетельствуют о засушливости климата, его значения в пределах 0,6 до 0,4 говорят о засухе и очень сильной засухе. Для пустынных и полупустынных зон характерно значение ГТК в пределах от 0,1-0,2 до 0,3-0,4.

Условия вегетационного периода 2010 года соответствуют сильной и продолжительной засухе, тем не менее, соя на изучаемых сроках посева оказалась способна

сформировать урожай всхожих семян.

Условия вегетации 2013-2014 гг. были более благоприятны для развития растений сои всех изучаемых сроков посева (рис. 4,5).

Условия вегетации 2013 г отличались близостью к среднееголетним значениям температуры, уступая по обеспеченности влагой, однако обильные дожди в начале августа обеспечили нормальное течение налива плодов у растений сои всех изучаемых

Таблица 2

Показатели фотосинтетической деятельности посевов сои

Показатель	Год	Сроки посева			
		1	2	3	4
Максимальная площадь листьев, тыс.м ² /га	2010	27,2	26,8	26,7	32,4
	2013	53,2	49,1	47,6	39,4
	2014	51,5	38,3	34,8	41,8
ФСП тыс. м ² дней/га.	2010	1,136	1,141	1,145	1,193
	2013	2,221	2,215	2,210	2,183
	2014	2,253	2,171	2,135	2,178
ЧПФ, г/м ² в сутки	2010	2,5	2,3	2,2	3,0
	2013	4,1	4,7	3,9	4,2
	2014	3,8	4,4	4,2	4,6

сроков посева. Начало налива отмечалось по вариантам срока посева с 27.07 по 02.08.

Обильные дожди в сентябре вызвали определённую задержку в созревании изучаемых вариантов сроков посева. Исключение составил срок посева от третьего мая, на котором полная спелость отмечалась уже 30 августа. Созревание остальных вариантов проходило на фоне высокого увлажнения, что сопряжено с определёнными трудностями во время уборочных работ и необходимостью последующей сушки семян.

Первую половину вегетационного периода 2014 г можно охарактеризовать как вполне приемлемую для развития сои. Условия увлажнения способствовали формированию дружных и своевременных всходов, однако к началу второго критического периода в жизни сои – образования и налива плодов, приходящегося на июль, отмечался дефицит влаги. Сумма выпавших осадков составила лишь 7,5% от среднемноголетнего значения – бутонизация, цветение и начало образования бобов проходило в засушливых условиях и в разной степени затронуло растения всех изучаемых сроков. В течение августа – конец фазы начала налива у раннего срока посева и полный налив у остальных вариантов – количество выпавших осадков отмечалось на уровне среднемноголетних значений. Созревание на всех изучаемых вариантах отмечалось в течение сентября, количество осадков незначитель-

ное, температура в пределах среднемноголетних значений.

Нормальные условия, сложившиеся во время созревания, обеспечивают дополнительную сохранность урожая за счёт низкой растрескиваемости бобов, наблюдаемой обычно при резких колебаниях температуры в течение суток, и обильной, избыточной влаги. Высыхая, створки бобов коробятся и скручиваются, а семена теряются.

В ранние фазы роста и развития растений преобладают процессы новообразования и роста листьев, в более поздние процессы отмирания, связанные с усиленной транспортировкой пластических веществ в репродуктивные органы. Посев как фотосинтезирующая система наиболее активно функционирует в течение цветения, образования и формирования плодов – за это время накапливается – 60-70% биомассы. Однако необходимо учитывать, что эффективность работы каждого последующего периода зависит не только от агрометеорологических условий этого периода, но и от результатов функционирования агроценоза в предыдущих. Конечные показатели развития посева – урожай семян и его качество – зависят от последовательных состояний посева в процессе роста и развития растений.

У сои максимальная площадь листовой поверхности достигается, как правило, к фазе начала налива бобов. Однако в условиях 2010 г. наблюдались нарушения нормального развития растений, максимум на ранних сроках посева отмечался несколько раньше – в фазе образования бобов. Максимальные значения площади листьев изменялись по годам в зависимости от сроков посева в пределах от 26,7 до 53,2 тыс.м²/га в 2013 г. (табл. 2). В 2013 г. наблюдалась стабильная тенденция снижения максимальной площади листьев по мере сдвигания сроков посева на более поздние. Максимум отмечался на самом раннем сроке посева – 53,2 тыс.м²/га, минимум на самом позднем – 39,4 тыс.м²/га.

В течение вегетационного периода 2014 г. условия увлажнения характеризова-

Влияние сроков посева на продуктивность сои

Срок посева	Накопление сухого вещества, кг/га	Урожайность семян, т/га	Коэффициент хозяйственной эффективности
2010 г.			
30.04	1538	0,60	0,39
08.05	1507	0,57	0,38
14.05	1552	0,59	0,38
01.06	2512	1,10	0,44
HCP ₀₅		0,11	
2013 г.			
03.05	5818	2,56	0,44
08.05	5533	2,49	0,45
15.05	5837	2,51	0,43
02.06	5829	2,39	0,41
HCP ₀₅		0,10	
2014 г.			
28.04	5276	2,48	0,47
08.05	5595	2,35	0,42
24.05	5348	2,30	0,43
03.06	5377	2,42	0,45
HCP ₀₅	–	0,09	–

лись достаточно высокой контрастностью, что сказалось на динамике формирования листовой поверхности в зависимости от срока посева сои. Растения разных сроков посева на одних и тех же этапах своего развития оказывались в неодинаковых условиях, что нарушило тенденцию снижения максимальной площади листьев, наблюдаемую в 2013 г. В наиболее благоприятных условиях оказались растения первого и последнего срока посева, ими сформирована площадь листовой поверхности соответственно 51,5 и 41,8 тыс.м²/га.

Для формирования высоких урожаев культур важно не только создание листового аппарата оптимальных размеров, но и продолжительность его деятельности с большей продуктивностью [9,10]. Физиологическим параметром, объединяющим эти показатели, является фотосинтетический потенциал (ФП). Интенсивность фотосинтетической деятельности посевов оценивали по величине чистой продуктивности фотосинтеза – ЧПФ.

По показателю ФСП в 2010 г., незначи-

тельно превышая ранние, лучшим являлся поздний срок посева – 1,193 тыс. м²дней/га, в 2013 и 2014 гг. – первый, ранний срок, на котором сформировалось соответственно 2,221 и 2,253 тыс. м²дней/га. Максимальные значения ФСП наблюдались в 2014 г. на раннем сроке посева.

Наибольшая величина ЧПФ в 2010 и в 2014 гг. отмечена на позднем сроке посева – соответственно 3,0 и 4,6 г/м² в сутки; в 2013 г. на втором сроке посева – 4,7 г/м² в сутки. Наименьшая эффективность работы листового аппарата в 2013 г. наблюдалась на третьем сроке посева – 3,9, в 2014 г. на первом сроке – 3,8 г/м² в сутки.

Результатом фотосинтетической деятельности является накопление биомассы, интенсивность этого процесса определяет в конечном итоге величину урожая (табл. 3).

В 2010 г. поздний срок посева позволил вывести период налива семян из-под пика засухи, что обеспечило формирование плодов в более благоприятных условиях и, как следствие, существенное повышение урожайности семян по сравнению с осталь-

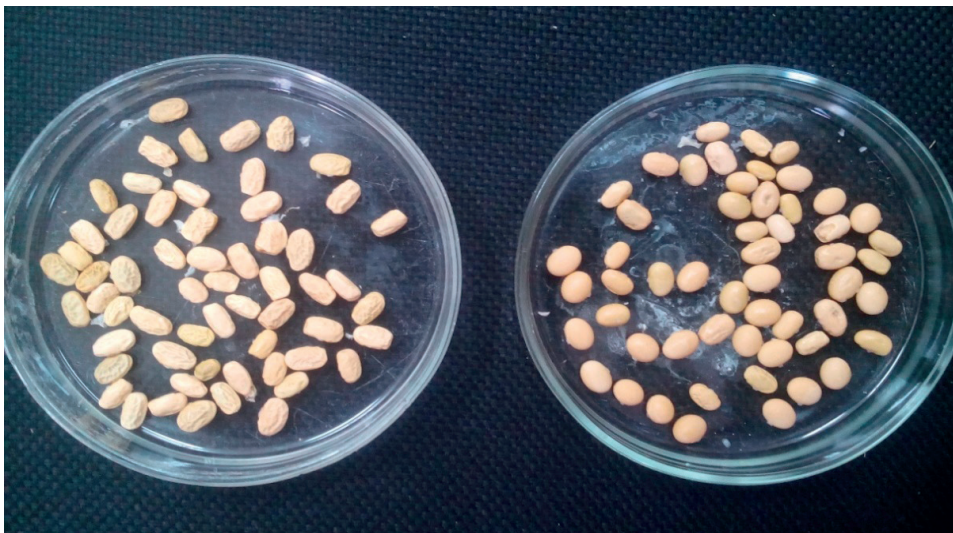


Рис. 6 - Форма и характер поверхности семян сои урожая 2010 г.
Слева семена раннего срока посева, справа – позднего.

ными вариантами. Урожайность семян на традиционном сроке посева составила 0,57 т/га, семена были мелкими, щуплыми и имели морщинистую поверхность (рис. 6). При этом семена всех изучаемых сроков сохраняли всхожесть в пределах, предусмотренным государственным стандартом на посевные свойства. Урожайность семян на позднем сроке составила 1,1 т/га, семена имели характерную для сорта форму, поверхность, окраску, но отличались пониженной, по сравнению с характерной для сорта, массой 1000 зёрен.

Фотосинтетическая деятельность, выраженная через коэффициент хозяйственной эффективности, наиболее рациональ-

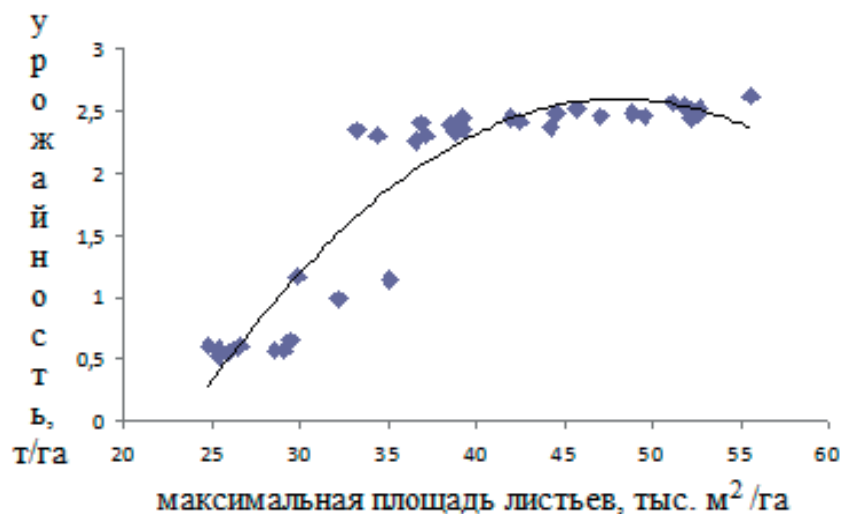


Рис. 7 - Зависимость урожайности семян сои от площади листьев

ной была на позднем сроке посева. Отношение урожая семян к общему урожаю сухого вещества, накопленного растениями за вегетацию, составило 0,38-0,39 на первых сроках и 0,44 на последнем. Снижение коэффициента хозяйственной эффективности объясняется способностью сои возобновлять рост корневой системы при недостатке влаги в почве. Растения

перераспределяют фотоассимиляты не на создание хозяйственно-ценной части урожая, а на рост корневых волосков, ищущих воду, как следствие, происходит снижение урожайности.

В 2013...2014 гг. урожайность сои на разных вариантах различалась незначительно, наблюдалась лишь тенденция её увеличения при первых, ранних сроках посева.

Проведённый анализ корреляционных связей свидетельствует о зависимости урожайности семян сои от площади листовой поверхности, сформированной растениями (рис.7). Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -0,0043x^2 + 0,4114x - 7,3014; R^2 = 0,8871.$$

Характер кривой на диаграмме подтверждает известный тезис о том, что увеличение листовой поверхности лишь до определённого уровня оказывает положительное влияние на урожайность семян, после превышения которого, вследствие нарастающего взаимного затенения наблюдается сначала замедление роста, а затем и снижение семенной продуктивности [11,12].

Выводы

На основании результатов многолетних исследований, можно утверждать, что в условиях Среднего Поволжья при возделывании сои приемлемы различные сроки посева. Изменение сроков посева является мощным фактором, определяющим условия развития растений и уровень их продуктивности. При позднем посеве меняются условия прорастания семян, снижается риск гибели всходов от воздействия заморозков, но в то же время возрастает зависимость их появления от выпадения осадков. При возделывании сои на больших площадях можно практиковать посев в два-три срока – это будет являться, во-первых, определённой страховкой на случай установления неблагоприятных условий в критические периоды жизни растений, во-вторых, позволит снять напряжённость уборочных работ, так как их созревание будет не одновременным.

Библиографический список

1. Дозоров, А.В. Разработка технологических приёмов возделывания сои в условиях лесостепи Среднего Поволжья: монография / А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – 163 с.
2. Кочегура, А.В. Селекционно-технологические аспекты стабилизации урожая сои на юге европейской части России / А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, В.Л. Махонин // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур.- 2011. – №2. – С. 41-45.
3. Зайцева, О.А. Влияние сроков посева на урожайность семян сои Брянская МИЯ / О.А. Зайцева, А.В. Дронов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии.- 2014. – №1. – С. 3-7.
4. Дозоров, А.В. Влияние сроков посева на симбиотическую активность и урожайность сортов сои / А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.- 2011. – №3. – С. 12-17.
5. Дозоров, А.В. Влияние сроков и способов посева сои на качество выращиваемой продукции / А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин // Международный сельскохозяйственный журнал.- 2015. – №1. – С. 44-45.
6. Возделывание сои в Ульяновской области /А.В. Дозоров, А.Ю. Наумов, Ю.В. Ермошкин, М.Н. Гаранин, А.В. Воронин, Ю.М. Рахимова. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – 59 с.
7. Гринёв, Н.Ф. Соя без химии: монография / Н.Ф. Гринёв. – Незлобная, [Ставропольский край], 2012. – 199 с.
8. Ничипорович, А. А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности / А. А. Ничипорович // Физиология сельскохозяйственных растений .- Изд-во МГУ, 1967.- Том 1. – С. 309-353.
9. Чиков, В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений / В.И. Чиков // Физиология растений.- 2008. – № 1. – С. 140-154.
10. Гуляев, Б.И. Фотосинтез и продуктивность растений: достижения, перспективы исследований /Б.И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений.- 1996. – Том 28, №1-2. – С.15-35.
11. Исайчев, В.А. Фотосинтетическая деятельность яровой пшеницы под влиянием регуляторов роста / В.А. Исайчев, Е.В. Провалова, А.В. Каспировский // Отраслевые аспекты технических наук.- 2012. – №4. –С. 27-29.
12. Лепехов, С.Б. Сопряжённость площади двух верхних листьев с массой зерна главного колоса яровой пшеницы / С.Б. Лепехов, Н.И. Коробейников // Вестник Алтайского государственного аграрного университета.- 2012. – №11 . – С.57-60.