

связи для агрономической практики большой интерес представляет удобрение бобовых соломой и другими растительными остатками. Повышение урожая сои под влиянием внесенной соломы отмечается рядом исследователей (Авров, 1974; Витиорец, Колесникова, 1976; Shivashankar et al., 1977, 1978). Однако имеются и противоположные данные (Гурьев, Мишустин, 1980).

Помимо почвенно-климатических условий, эффективность азотфиксации определяется генетическими особенностями растения и клубеньковых бактерий. В литературе накоплен большой материал, свидетельствующий о том, что различные сорта сои существенно отличаются по способности к симбиотической фиксации. Не менее существенны эти различия и у определенных штаммов *Rh. japonicum* (Доросинский и др., 1976; Новикова, 1978; Дубовенко и др., 1981; Жгенти, 1981; D. Nicolas, 1971; Werker et al., 1980). Только при удачном сочетании штамма клубеньковых бактерий и генотипа растений можно добиться максимального уровня продуктивности азотфиксации. Причем подбор наиболее продуктивных симбиотических пар необходимо проводить применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям. В частности, в опытах ВНИИМК испытание штаммов *Rhizobium japonicum* на двух почвенных разностях с неодинаковыми условиями влажности на сорте Ранняя 10 выявило различную их эффективность. Так, на выщелоченном черноземе без орошения лучшие результаты дали штаммы 628<sup>б</sup>, 634<sup>б</sup>, 639<sup>б</sup>, а на слабовыщелоченном черноземе при орошении максимальный урожай сои был получен от инокуляции штаммом 626<sup>а</sup>. Прибавки урожая семян сои при этом были значительно выше, чем от применения стандартного штамма 646 (Енкина и др., 1982; Цветкова, 1980).

### **УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ СРЕДЫ**

**Засухоустойчивость.** Существует большое число работ, содержащих различные данные о реакции сои на недостаточное увлажнение почвы. Соя характеризуется и как неустойчивая к засухе культура, очень требовательная к условиям увлажнения (Казанок, 1932; Колосков, 1932), и как среднеустойчивая (Золотницкий, 1951;

Енкен, 1959; Лещенко, 1962, 1978), и как очень засухоустойчивая (Подоба, 1884; Бордаков, 1929; Державин, 1929; цит. по Енкену, 1959).

Противоречивость приведенных данных о степени устойчивости сои к засухе объясняется, по-видимому, разновременностью действия засухи на растение сои, а также биологическими особенностями сортов. При изучении реакции на засуху у зернобобовых все исследователи единодушно признают, что соя более засухоустойчива, чем горох, русские бобы, вигна, чина, фасоль; превосходит сою по засухоустойчивости нут (Енкен, 1959; Кенесарина, 1966; Горанов и др., 1981).

Чувствительность сои к засухе неодинакова по фазам развития. Сравнительно легко растения переносят засуху в первый полупериод и сильно снижают урожай при недостаточном водоснабжении в периоды цветения, образования бобов и начала налива семян (Момот, 1932; Лещенко и др., 1948; Енкен, 1959; Степанова, 1972; Конова, Христов, 1975; Горанов и др., 1981). В. Б. Енкен (1959) считает, что наибольшее снижение урожая у растений сои вызывает засуха в период формирования семян, М. И. Чуприна (цит. по Лещенко, 1978) — в период цветения.

По мнению А. К. Лещенко (1978), формы разного происхождения различаются по засухоустойчивости и у каждого сортотипа имеется свой наиболее чувствительный к дефициту влаги период. Малой степенью засухоустойчивости обладают формы корейского и индийского подвидов, наиболее устойчивые формы встречаются среди маньчжурского подвида, в китайском подвиде — и устойчивые, и крайне неустойчивые к засухе сортотипы.

Наиболее засухоустойчивые сорта сои при недостаточном увлажнении почвы характеризуются повышенным содержанием трудноизвлекаемой воды, высокой концентрацией клеточного сока и высоким осмотическим давлением, меньшим водным дефицитом, более высоким температурным порогом коагуляции белков, сохранением высокой синтезирующей способности (Лукина, 1964)

Наибольшей сопротивляемостью к обезвоживанию в условиях водного дефицита и высокой синтезирующей способностью после окончания засухи обладали растения сорта Ранняя 10.

Под влиянием засухи в зависимости от фазы развития соя сбрасывает или не образует бутоны, цветки, бобы и семена в бобах. При стрессовых ситуациях абортивность генеративных органов на разных этапах их развития является несомненно защитной реакцией растений. Улучшение условий водоснабжения, особенно после непродолжительной засухи, стимулирует регенеративную способность сорта.

Потенциальные возможности роста и развития бутонов, цветков, бобов и семян специфичны для каждого сорта (табл. 10). В опыте, проводимом при достаточной (но неоптимальной) влажности почвы — 70% ПВ (июль—август характеризовались высокими температурами и низкой относительной влажностью воздуха — 30—40%), после начала зацветания в верхних узлах центрального стебля и в узлах ветвей продолжали закладываться цветки; особенно растянут был период образования цветков у сортов Пламя, Комсомолка и Ранняя 10.

10. Элементы урожайности у некоторых сортов сои селекции ВНИИМК (ВНИИМК, 1979 г.). шт. на одно растение

Сорт	Заложенных цветков до начала цветения	Расцветших цветков	Образовавшихся бобов	Созревших бобов			Семян	Масса семян, г
				всего	в том числе			
					выполненных	пустых		
Быстрица	96,1	129,2	58,6	40,0	39,6	0,4	86,8	9,5
Волна	72,6	82,8	35,4	35,4	35,4	0	67,8	9,9
Ранняя 10	178,9	222,7	90,3	59,3	53,3	6,0	114,7	13,9
Кубань	142,0	165,5	97,3	52,5	52,0	0,5	90,8	13,1
ВНИИМК 9186	143,0	163,7	94,7	55,7	51,7	4,0	82,2	10,3
Пламя	92,1	238,0	95,6	50,2	47,2	3,0	95,0	14,6
Комсомолка	83,8	143,8	95,3	48,8	48,5	0,3	91,8	14,6

В зависимости от сорта число образовавшихся бобов к числу расцветших цветков составило в условиях опыта 42,8—66,3%, опадение завязавшихся бобов варьировало от 0 до 48,8. Число семян на одно растение колебалось у среднеспелых сортов при очень близком числе созревших бобов от 82,2 у сорта ВНИИМК 9186 до 114,7

у сорта Ранняя 10. У большинства сортов улучшение водообеспеченности в любую препродуктивную фазу положительно влияет на тот или иной элемент урожайности, у растений сорта Волна наиболее эффективно улучшение условий водообеспеченности в период цветения. Степень регенерации связана с условиями предшествующего периода и с потенциальными возможностями сортов.

**Устойчивость к воздушной засухе.** Сильно снижает урожай сои сочетание почвенной и атмосферной засухи (Момот, 1932; Лещенко и др., 1948), при отдельном их действии большее угнетение испытывает соя от почвенной засухи (Лещенко, 1978). Однако сильные суховеи даже при достаточной влажности почвы значительно влияют на продуктивность растений. Такое положение часто складывается в практике поливного земледелия в межполивной период.

В наших опытах при использовании сушевой камеры (температура воздуха 43°C, сила ветра 7—8 м/с, относительная влажность воздуха 30—33%, продолжительность экспозиции по вариантам 4—6 ч) наиболее чувствительны оказались растения сои к воздушной засухе в начале образования бобов. Снижение продуктивности в этот период наблюдалось даже при однократном воздействии суховея (табл. 11).

11. Продуктивность растений сои при однократном воздействии суховея в период образования бобов (ВНИИМК, 1978 г.)

Сорт	Масса семян с одного растения, г	
	контроль	суховея
Быстрица	15,0	13,6
ВНИИМК 9186	23,5	21,6
Ранняя 10	24,3	22,2

НСР<sub>05</sub>, г 1,1

Наиболее сильно страдали от суховея растения сорта Быстрица (снижение массы семян на одно растение составляло 19%).

Соя более устойчива к воздушной засухе, чем подсолнечник. Для сравнения можно сказать, что однократное воздействие суховея (4 ч) на растения подсолнечни-

ка в период роста семян снижало урожай до 26%. Большая устойчивость растения сои к воздушной засухе определяется высокой степенью саморегуляции водного режима, развиваемой в этих условиях. Даже растения наименее устойчивого сорта Быстрица почти в 2 раза усиливают при суховее сопротивление к обезвоживанию листьев по сравнению с контрольным вариантом. Как и у других культур, при суховее наблюдается снижение сопротивления к обезвоживанию в клетках корня (табл. 12).

12. Водоудерживающая способность листьев и корней сои при суховее у сорта Быстрица (ВНИИМК, 1978 г.)

Варианты	Органы растений	Общая вода, г/100 г сырой массы	Осталось воды (от общего количества) после воздействия, атм	
			9	19
Суховой (4 ч)	Листья	73,5	100	85,9
	Корни	91,2	39,4	19,3
Контроль	Листья	71,7	62,8	48,7
	Корни	92,1	47,9	21,2

Устойчивость к затоплению и переувлажнению почвы. Затопление или избыток влаги, так же как и засуха, отрицательно влияют на метаболизм и продуктивность растений сои. При переувлажнении почвы повышается водоудерживающая способность, снижается интенсивность транспирации. В листьях понижается содержание хлорофиллов, вдвое падает интенсивность фотосинтеза. Задерживаются отток ассимилятов и скорость их превращений, нарушается метаболизм ряда ферментов. Резко снижается уровень азота в растениях, особенно при избыточном увлажнении в период цветения (Черноглазов и др., 1971; Хван, 1972; Космакова, 1973; Норман и др., 1970; Горанов и др., 1981).

Чувствительность растений сои к переувлажнению почвы и затоплению изменяется по периодам вегетации. В период всходов под влиянием затопления растения плохо растут, образуют воздушные корни, при продолжительном воздействии стрессовых условий может наблюдаться и полная гибель всходов. В полевых условиях после 2-недельного затопления ростовые процессы в надземной части и в зоне корней восстанавливались

не полностью, созревание растений затягивалось, уро- жай снижался почти вдвое (Черноголовин и др., 1971).

Замедляет вегетативный рост и снижает число цвет- ков на растении избыток влаги в период бутонизации (Норман и др., 1970). Сильнее всего страдают растения от затопления в период цветения, которое вызывает сильное опадение цветков, пожелтение и опадение листьев. Переувлажнение почвы в конце формирования бобов и особенно в фазе бурых бобов снижает продук- тивность уже значительно меньше. Устойчивость к за- топлению и переувлажнению почвы связана с развитием листовой поверхности и в значительной степени обуслов- ливается высоким регенерирующим свойством корней (Хван, Прилипенко, 1966; Хван, 1973; Космакова, 1973, и др.).

Имеются сведения, что формы, стойкие к полеганию и обламыванию ветвей, довольно устойчивы к пере- увлажнению почвы и при достаточной площади питания дают высокий урожай (Ищенко, 1978)

**Жаростойкость.** Соя довольно устойчива к действию высоких температур, хотя имеются данные о замедлении ростовых процессов при температуре выше  $37,8^{\circ}\text{C}$  (Нор- ман и др., 1970).

В наших опытах определялась зависимость между оводненностью листовой пластинки, центральной жилки и черешка и изменением температуры воздуха ( $t_{\text{max}} 33,9^{\circ}\text{C}$ ). Корреляционная связь между оводненно- стью листьев и высокой температурой воздуха является обратной и различной по сортам. Высокая сопряжен- ность обнаружена у сорта Ранняя 10. Зависимости меж- ду оводненностью листьев и температурой у растений сорта Быстрица не было обнаружено. Следует отметить, что корреляция у сорта Ранняя 10, несмотря на высокие значения  $r$  (от  $-0,675$  до  $-0,987$ ), была существенной только для черешка листа.

Жаростойкость сои обуславливается высокой ста- бильностью биокolloидов, повышенной интенсивностью фотосинтеза при незначительном повышении уровня ды- хания, высокой активностью ряда ферментов (Новосе- лова, 1966). Автор считает, что большое влияние на повышение жаростойкости сои оказывает повышенное количество глутаминовой кислоты и ее амида — глутами- на, которые, с одной стороны, являются акцепторами

аммиака в перегретых листьях сои, с другой — первичными соединениями для синтеза белков.

Холодостойкость и устойчивость к заморозкам растений сои по периодам развития представлены в разделе «Требования к температурному фактору». Отмечены различия по холодостойкости сортотипов сои. Особое значение для сельского хозяйства имеет устойчивость сои к низким температурам в период прорастания и роста всходов.

Солеустойчивость. Многие авторы отмечали что соя плохо развивается на солончаках. По данным Г. А. Кулягиной (1980), соя выносит засоление до 0,5% по плотному остатку, в том числе хлора не более 0,01—0,02%. При более высоком содержании солей в почве (до 1%) растения угнетаются, при содержании более 1,5% солей, в том числе 0,08—0,1% хлора, всходы совсем не появляются.

Имеются данные о различной чувствительности сортов сои к засолению (Норман и др., 1970).