

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРГО, СОИ И ИХ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Ж. И. Нурмакова

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

Фотосинтез является наиболее важным фактором, определяющим продуктивность посевов. В процессе фотосинтетической деятельности растений происходит накопление органического вещества и энергии зелеными растениями. Решающим этапом в разработке вопросов фотосинтеза и урожая, явились работы А. А. Ничипоровича (1961) и его последователей, где впервые сделана попытка обосновать теорию получения высокой урожайности, исходя из основных закономерностей фотосинтетической деятельности растений в посевах (Тимирязев, 1937; Климов, Листопад, Устенко, 1971, и др.) [1].

Известно, что соя – культура умеренного климата и для условий Нижнего Поволжья является сравнительно новой. Ее фотосинтетическая деятельность изучена фрагментарно, и при том в чистых посевах. Что касается вопросов выявления физиологических процессов растений сои в сообществе с другими культурами в онтогенезе, представляет большой интерес, так как, выявляя параметры отклонений фотосинтетической деятельности растений этой культуры, можно выявить наиболее продуктивные формы соотношения компонентов и основные факторы, влияющие на продуктивность посевов. Исходя из этой позиции, нами были изучены параметры некоторых элементов фотосинтетической деятельности растений сои в смешанных посевах с сорго. В смешанных посевах фотосинтетические показатели зависят от видового сочетания компонентов, почвенно-климатических и погодных условий, а также агротехники.

Основные показатели фотосинтетической деятельности одновидовых посевов сорго и сои, а также их смешанных посевов представлены в таблице 1.

Проходя расстояние от Солнца до Земли, количество солнечной радиация сильно изменяется. Одна часть лучей отражается и поглощается облаками и аэрозолями, другая – отбрасывается в виде рассеянного света. До поверхности Земли доходит лишь около 47% радиации. Происходят и потери фотосинтетически активной радиации. ФАР теряется не только в верхних слоях атмосферы, но и непосредственно в агроэкосистеме. Часть радиации от посевов отражается, часть ими поглощается, и, наконец, оставшая часть ФАР доходит до поверхности почвы. Так, в чистых посевах сахарного сорго отражается 7 % радиации, 86 % – поглощается (из них 31, 24 и 21 % листьями верхнего и среднего яруса, а 10 % – листьями нижнего яруса), 7 % доходит до поверхности почвы и теряется (рис. 1А).

Таблица 1

Фотосинтетическая деятельность посевов сахарного сорго и сои
в одновидовых и смешанных посевах

Культура, сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² /га в сутки	ЧПФ, г/м ² в сутки	КПД ФАР, %
Сорго Сахарное 35, контроль	36,6	2,32	3,9	2,4
Соя ВНИИОЗ 86, контроль	25,0	2,20	3,3	2,2
Сорго Сахарное 35 + Соя ВНИИОЗ 86, контроль	36,5 24,6	4,1	5,0	2,8
Сорго Юбилейное	42,0	2,85	4,4	3,0
Соя Камызякская 136	25,5	2,45	3,5	2,6
Сорго Юбилейное + Соя Камызякская 136	66,7	6,3	3,8	

В смешанных посевах сахарного сорго с соей листьями сорго нижнего яруса и листьями сои, которые также расположены в нижнем ярусе агроэкосистемы, поглощается 15 % радиации (что на 1/3 больше, чем в одновидовом посеве сорго), а доходит до поверхности почвы лишь 2 % радиации (рис. 1Б). Таким образом, смешанные посевы сорго и сои эффективнее используют солнечную радиацию, чем одновидовые посевы сахарного сорго и сои.

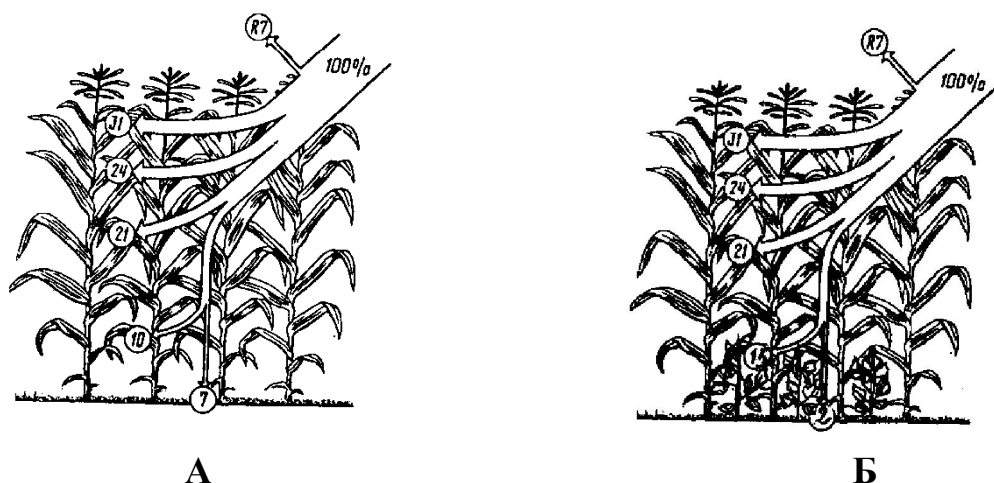


Рис. 1. Проникновение и распространение солнечной радиации в одновидовом (А) и смешанном с соей (Б) посеве сахарного сорго

Коэффициент использования фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР) является объективным показателем величины урожая. Хорошие урожаи аккумулируют 2–3 % ФАР. Увеличение этого показателя является одной из основных задач современного интенсивного растениеводства. Посев представляет собой оптическую систему, в которой, главным образом, листья поглощают ФАР. В первые периоды развития растений

сорго и сои площадь листьев невелика и значительная часть ФАР не улавливается ими. С началом фазы цветения увеличивается количество радиации, улавливаемой растениями.

В наших исследованиях КПД ФАР зависел от площади листьев. В одновидовых посевах сахарного сорго сорта Юбилейное КПД ФАР составил 3,0 %, а в смешанных посевах с соей Камызякская 136–3,8%. КПД ФАР в одновидовых посевах сорго Сахарное 35 составил 2,4 %, а в смешанных посевах с соей ВНИИОЗ 86 – 2,5 %. Величина КПД ФАР сахарного сорго сорта Юбилейное выше КПД ФАР сорта Сахарное 35 на 0,6% в одновидовых посевах. В смешанных посевах эта величина увеличивается на 1,3 %. При этом площадь листьев сорго Юбилейное в одновидовых и смешанных посевах с соей была выше (42,0 и 41,5 тыс. м²/га), чем у сорта Сахарное 35 (36,6 и 36,5 тыс. м²/га).

Аналогичные результаты получены нами при исследованиях фотосинтетической деятельности сои. Так, КПД ФАР сои сорта ВНИИОЗ 86 составил 2,2 %, а Камызякской 136 – 2,6 % в одновидовых посевах. В смешанных посевах с сорго этот показатель увеличился на 0,6 и 1,2 % соответственно. Площадь листовой поверхности сои ВНИИОЗ 86 в одновидовых посевах составила 25,0 тыс. м²/га, а в смешанных посевах с сорго 24,6 тыс. м²/га, что на 0,6 тыс. м²/га меньше, чем в одновидовых посевах сои. Площадь листьев сои Камызякская 136 составила 25,5 тыс. м²/га в одновидовом посеве и 25,2 тыс. м²/га в смешанном с сорго.

Очень важным показателем фотосинтетической деятельности растений является фотосинтетический потенциал (ФП) посевов – числа «рабочих дней» листовой поверхности посева. Определение ФП показало, что максимальное его значение достигается растениями сои в фазу образования семян. У растений сорго этот показатель достигает максимума в фазу выметывания-цветения. Максимальное значение ФП наблюдалось в одновидовых посевах агроэкосистем сорго Юбилейное и сои Камызякская 136 и составило 4,79 млн. м²/га·дней. В смешанных посевах сорго Сахарное 35 и сои ВНИИОЗ 86 этот показатель был ниже на 14,4% и составил 4,1 млн м²/га·дней.

Определение чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) – накопление биомассы единицей площади листа за единицу времени, показало, что самой высокой она была в начальный период развития растений у сои (всходы-ветвление) и в фазу кущение-цветение у сорго. В смешанных посевах сорго и сои эта величина выше, чем в монокультуре обоих видов. В одновидовых посевах сорго сорта Сахарное 35 этот показатель равен 3,9 г/ м² в сутки, в одновидовых посевах сои ВНИИОЗ 86 – 3,3 г/м² в сутки, а в смешанных посевах сорго с соей 5,0 г/ м² в сутки. Аналогично увеличивается ЧПФ и в смешанных агроэкосистемах сорго Юбилейное и соя Камызякская 136 и составляет 6,3 г/м² в сутки. В период образования семян ЧПФ была минимальной. И. Ф. Беликов (1963) указывает, что в период об-

разования максимальной площади листьев освещенность в нижних ярусах растений сокращается в 2,5–3 раза из-за ухудшения условий освещенности листьев нижнего яруса [2].

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод, что наибольшие показатели фотосинтетической деятельности отмечены устойчиво по всем годам у сахарного сорго сорта Юбилейное и сои Камызякская 136. Растения этих сортов развивают большую площадь листовой поверхности, величины ФП, ЧПФ, и КПД ФАР. Необходимо отметить, что площадь листовой поверхности и зависящие от нее величины КПД ФАР, ФП и ЧПФ выше в одновидовых посевах сорго и сои всех сортов, чем в смешанных посевах.

Динамика нарастания площади листьев имеет важное значение для формирования урожая. Самыми благоприятными считаются условия, при которых происходит быстрое нарастание площади листьев с начала вегетации до максимальной ее величины и сохранении в течение всего вегетационного периода.

Поскольку исследуемые сорта являются скороспелыми, то в начальный период развитие площади листьев было интенсивным и максимальную площадь листьев – 25,5 тыс.м²/га соя Камызякская 136 развила уже в стадии стеблевания, а ВНИИОЗ 86 – 25,0 тыс. м²/га. В смешанных посевах эти показатели были несколько ниже (табл. 2).

Таблица 2

Динамика нарастания площади листовой поверхности сорго и сои в одновидовых и смешанных агроэкосистемах, тыс. м²/га

Культура, сорт	Фазы вегетации растений					
	посев – всходы	всходы – кущение	кущение – цветение	цветение – молочная спелость	восковая спелость	полная спелость
Сахарное 35, контроль	0,9	12,5	20,1	22,5	36,6	20,5
Соя ВНИИОЗ 86, контроль	0,6	5,0	8,3	25,0	24,2	8,0
Сорго Сахарное 35 + Соя ВНИИОЗ 86, контроль	0,8 0,5	12,5 4,5	19,8 8,0	21,0 24,4	36,0 23,7	18,2 7,4
Сорго Юбилейное	1,6	12,5	21,0	32,5	42,0	24,5
Соя Камызякская 136	1,1	5,5	10,2	25,5	24,5	8,5
Сорго Юбилейное + Соя Камызяк- ская 136	1,0 0,8	11,5 5,2	21,0 9,0	32,0 24,9	41,5 24,2	23,0 8,1

Площадь листовой поверхности оставалась практически без изменений почти до конца вегетационного периода – фазы полной спелости зер-

на. Растения сахарного сорго обоих сортов достигли максимальной площади поверхности в фазу восковой спелости, площадь листьев в этот период составила в одновидовом посеве у сорго Сахарное 35 – 36,6 тыс. м²/га, у сорго Юбилейное – 42,0 тыс. м²/га.

В смешанных посевах с соей максимальной площади листьев достигли в эту же фазу. Она составила 36,0 и 41,5 тыс. м²/га соответственно. К фазе полной спелости площадь листьев сорго сокращается почти вдвое.

Соотношение компонентов в смеси по зеленой массе увеличивается по фазам роста растений в пользу сорго. Это можно объяснить биологическими особенностями растений сорго и сои, их биоморфологическими различиями.

Растения сои формируют максимальную листовую поверхность несколько раньше, чем растения сорго. Характерной особенностью сорго является его медленный рост в первой трети вегетационного периода. В результате оно обладает очень слабой конкурентоспособностью. В первые 35 дней после появления всходов среднесуточный прирост растений составляет не более 2 см, и только к фазе выметывания он возрастает до 8–10 см. Листовой ассимиляционный аппарат сорго максимально формируется позднее за счет более продолжительного и большего новообразования листьев. Это значительно улучшает условия использования солнечной радиации на протяжении всего периода вегетации. В целом в них формируется большая общая листовая поверхность, а значит и продуктивность. В смешанных агроэкосистемах ресурсы среды поглощаются и используются более полно, чем в одновидовых посевах за счет рационального расположения органов растений в пространстве.

Результаты исследований показали, что у растений сои и сорго, возделываемых в смешанных агроэкосистемах, формируется вполне работоспособный ассимиляционный аппарат, обеспечивающий нормальную фотосинтетическую деятельность. В смешанных посевах сорго и сои площадь листовой поверхности каждого компонента несколько ниже, чем в чистых посевах. Однако, общая листовая поверхность значительно выше по сравнению с одновидовыми посевами этих культур.

Изменение величины листовой поверхности растений определяет фотосинтетическую продуктивность посевов. Смешанные посевы резко отличаются по эффективности использования света. Результаты определения КПД ФАР в одновидовых посевах сорго и смешанных посевах с соей, показывают, что смешанные посевы характеризуются достаточно высокими величинами КПД. Наиболее интенсивно в смешанных посевах используют свет растения сорго. У сорго в одновидовом посеве на гектар КПД от падающей на посев ФАР за вегетацию составляет 2,4–3,0 %, а в смешанном посеве – 2,2–2,8 %.

КПД ФАР в одновидовом посеве сои составляет 2,0–2,6 %, а в смешанном посеве с сорго – 2,2–2,3 %. ЧПФ одновидовых посевов сорго со-

ставляет 7,9–9,4 г/м² сутки, а в смешанных посевах сорго и сои – 7,7–9,0 г/м² сутки, что представляет достаточно высокие величины в таких посевах, в которых происходит формирование урожая кормовых культур. ЧПФ одновидовых посевов сои равна 5,5–5,1 г/м² сутки, а в смешанных посевах с сорго 4,3 г/м² сутки.

Полученные данные по элементам фотосинтетической деятельности сорго и сои, при возделывании их в агроэкосистеме, показали, что на орошаемых землях дельты Волги, смешанные посевы сорго и сои формируют сравнительно большую площадь листьев, имеют высокие показатели ЧПФ, ФП и КПД от приходящей ФАР, что способствует накоплению за вегетационный период большего общего количества зеленой массы с гектара пахотных земель, чем в одновидовых посевах этих культур.

Список литературы

1. Ничипорович, А. А. О некоторых принципах оптимизации фотосинтетической деятельности растений в посевах / А. А. Ничипорович, К. А. Асроров // Фотосинтез и использование солнечной энергии. – Л. : Наука, 1971. – С. 104–108.
2. Беликов, И. Ф. Развитие растений сои в зависимости от размещения / И. Ф. Беликов, В. И. Холупенко // Соя : сб. статей. – М. : Сельхозиздат, 1963.