

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Бельшикина Марина Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Растениеводство и луговые экосистемы»

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-07-48; e-mail: mbelyshkina@rgau-msha.ru

Ключевые слова: соя, раннеспелые сорта, Касатка, УСХИ 6, рост и развитие, периоды формирования урожая, фотосинтетическая деятельность, урожайность семян.

В опытах по изучению формирования урожая раннеспелых сортов сои Касатка и УСХИ 6 в условиях Центрального Нечерноземья определены динамические характеристики продукционного процесса, их вариабельность и связь с урожайностью семян. Обоснована целесообразность рассмотрения агроценоза зернобобовых культур как сложной динамической фотосинтезирующей системы с выделением в ее пределах периодов онтогенеза как подсистем с определенными входными и выходными показателями. В течение активной фотосинтетической деятельности выделяются четыре периода: I – от всходов до начала цветения; II – цветение и образование плодов; III – рост плодов; IV – налив семян. В исследованиях выявлена продолжительность отдельных периодов, вегетации в целом и их вариабельность в связи с изменением метеорологических условий. Выявлены закономерности фотосинтетической деятельности и продукционного процесса, а также особенности, связанные с генотипом и метеорологическими факторами. Посев зернобобовых культур как фотосинтезирующая система наиболее эффективно функционирует в течение II и III периодов. За это время, составляющее около 40% от общего за вегетацию, синтезируется более 70% сухой надземной биомассы. Продолжительность вегетации и отдельных периодов была значительно больше у сорта УСХИ 6. Этот сорт к фазе R5 формировал на 10% больше сухой массы, однако СРП у этого сорта была на 9% меньше. В результате по урожайности семян сорта существенно не различались. Однако налив и созревание у сорта УСХИ 6 приходилось на более поздний период, когда в отдельные годы среднесуточная температура была ниже биологического минимума, и семена не созревали. В условиях Центрального Нечерноземья ограничивающим фактором реализации биологического потенциала раннеспелых сортов сои являются периоды налива семян и созревания, когда среднесуточная температура может оказаться ниже 14°C. Сорт Касатка по своим особенностям развития более соответствует возможной вариабельности тепловых ресурсов в данном регионе по сравнению с сортом УСХИ 6.

Введение

Выращивание сои (*Glycine max* (L.) Merr.) в Центральном Нечерноземье часто ограничивается ее продолжительной вегетацией и недостатком тепловых ресурсов в период налива и созревания семян. Характеристика различных раннеспелых сортов сои имеет большое значение для ее производства в данном регионе.

Для управления формированием урожая необходимо учитывать особенности продукционного процесса у сои на разных этапах развития растений. Большинство сортов относится к растениям с индетерминантным типом роста. Фазы репродуктивного развития на разных ярусах растения не совпадают. Когда на верхнем ярусе раскрываются цветки, в среднем отмечается завязывание плодов (бобов), а в нижнем в это время плоды достигают уже определенных размеров. С началом цветения, когда растения вступают в период репродуктивного развития, одновременно усиливается вегетативный рост.

Формирование конечного урожая зависит от баланса между вегетативным ростом и

репродуктивным развитием. Этот совместный период вегетативного и репродуктивного роста очень важен, так как в это время определяется число плодов и семян на 1 м².

В связи с указанными особенностями вегетативного роста, растянутого генеративного развития, а также потребностью в специальных условиях для эффективной азотфиксации, соя очень чувствительна к стрессовым факторам среды, особенно в определенные, критические периоды онтогенеза.

Во многих работах, посвященных исследованиям формирования урожая у зернобобовых культур, приводятся определенные динамические характеристики продукционного процесса. Однако весьма затруднительно сравнивать динамические показатели, полученные в разные годы испытания, в разных местах, а также привлекать для обсуждения литературные источники, если эти динамические характеристики (например, нарастание биомассы, ассимиляционная поверхность) представлены на дату или на определенный день после появления всходов,

так как состояние посева (микрофаза) у разных культур и сортов на одну и ту же календарную дату или день от всходов будет разным.

Если на момент биометрических измерений указываются такие фазы, как фаза цветения, фаза выполненных бобов без уточнения микрофазы, то полученные данные трудно интерпретировать и сравнивать с результатами исследований других авторов. Американские ученые, изучающие формирование урожая у сои, придерживаются разработанной для сои шкалы микрофаз, обозначающих этапы вегетативного роста (V1 – V6) и генеративного развития (R1 – R8) [1, 2].

Системный подход в исследованиях. Урожайность культуры определяется фотосинтетической деятельностью посева как целостной, динамической, саморегулирующейся системы, меняющей свои параметры во времени. Отдельные биологически обоснованные последовательные периоды в развитии этой системы можно рассматривать как подсистемы, отображающие качественно новое состояние системы. При рассмотрении посева как системы, постепенно, поэтапно формирующей урожай семян (конечная цель развития системы) через ростовые процессы, развитие и фотосинтез, целесообразно выделить в этом временном ходе формирования урожая биологически обоснованные периоды, каждый из которых при завершении можно охарактеризовать важными с точки зрения формирования урожая одной или несколькими выходными величинами [3].

Посев (агроценоз) как растительная система приобретает свойства эмерджентности, целостности (свойства, характерные только для ценоза, а не для отдельных растений). Так, площадь листовой поверхности, урожайность био-

массы и семян, накопление протеина и другие показатели, максимальные или оптимальные для посева (т.е. в расчете на единицу площади), не будут таковыми для отдельных растений, входящих в ценоз. Обычно это хорошо иллюстрируется во всех опытах, где изучались разные нормы высева и соответственно густота стояния растений.

Возможность и точность определения начала и конца каждого периода по морфологическим признакам, аналогичным у всех зернобобовых культур, позволяют изучать и сравнивать разные сорта сои при разных условиях произрастания не только по конечной величине развития системы – урожайности семян, но и по всем динамическим показателям, характеризующим посев в конце каждого периода [4].

Целью работы явилось выявление закономерностей фотосинтетической деятельности и продукционного процесса сои, а также особенностей, связанных с генотипом и метеорологическими факторами.

Объекты и методы исследований

В опытах, проведенных на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва), изучались развитие растений и формирование урожая разнотипных раннеспелых сортов сои: Касатка (селекции Рязанского НИПТИ АПК) и УСХИ 6 (селекции Ульяновской сельскохозяйственной академии) с более продолжительным вегетативным ростом [5].

Почва участка – дерново-подзолистая, по механическому составу средний пылеватый суглинок; глубина пахотного слоя 22–25 см; pH солевой вытяжки 5,6–5,8; содержание гумуса по Тюрину 2,5%. В пахотном горизонте содержалось 165–170 мг P₂O₅ (по Кирсанову) и 90–95 мг K₂O (по Масловой) на 1 кг почвы.

В условиях Московской области почва полностью оттаивает 20–25 апреля. Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца – июля +18°C, среднесуточные температуры в течение вегетации по месяцам и декадам представлены в таблице 1. Область относится к зоне достаточного увлажнения. Годовая сумма осадков в среднем составляет 550–660 мм. Две трети осадков в году выпадают в виде дождя.

Площадь учетной делянки – 15 м², размещение вариантов рендомизированное, повторность 4-кратная. Срок посева – при достаточном прогревании почвы в конце первой – начале второй декады мая. Способ посева – широко-рядный с шириной междурядий 45 см. Норма высева устанавливалась из расчета получения

Таблица 1

Среднемноголетние данные среднесуточной температуры и осадков по декадам (по данным Обсерватории имени Михельсона, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Месяц	Среднесуточная температура, °С			Осадки, мм		
	декада			декада		
	I	II	III	I	II	III
Апрель	-0,9	4,3	7,9	12	13	15
Май	10,3	12,2	14	17	18	20
Июнь	15,2	16,5	17,5	22	23	25
Июль	18,4	18,7	18,4	27	28	28
Август	17,5	16,5	15,2	26	27	25
Сентябрь	12,8	10,6	8,7	21	20	20

Периоды развития и формирования урожая

Посев - всходы	I	II	III	IV	Созревание
	Вегетативный рост	Цветение и образование плодов	Рост плодов	Налив семян	
	Вегетативное развитие	Репродуктивный период развития			
	Период вегетативного роста				
		Цветение и образование плодов			
		Формирование и рост плодов			
			Рост плодов		
			Медленный налив семян	Быстрый налив семян	
	Фазы развития сои [по 17]				
	Ve V1 V2..... V5	R1 R3	R4	R5	R6
					R7 R8

Рис. Схема вегетативного и генеративного развития у зерновых бобовых культур

густоты всходов 50 растений на 1 м².

В период вегетации определяли густоту стояния растений, проводили фенологические наблюдения. Высоту растений, накопление сырой и сухой массы растений и отдельных органов определяли через каждые 15 дней в течение вегетации. Площадь листьев определяли весовым методом путем взвешивания листьев и определения площади 1 г листьев на фотопланиметре, фотосинтетический потенциал (ФП) рассчитывали графическим методом, чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) находили путем деления прироста сухой биомассы за период на ФП этого периода. КПД ФАР определяли как отношение содержания энергии в сухой биомассе растений к приходу ФАР на единице площади, выраженное в процентах. Элементы структуры урожая определяли по пробным снопам из 25 растений с каждой делянки опыта. Учет урожая производили методом сплошной уборки с приведением урожая семян к стандартной 14%-й влажности и 100%-й чистоте. Статистический анализ результатов проводили с использованием приложения Microsoft Excel и статистического пакета IBM SPSS Statistics.

Результаты исследований

В основе примененного нами методологического подхода лежит рассмотрение посева (ценоза) как фотосинтезирующей системы, постепенно, поэтапно формирующей урожай семян (конечная цель развития системы) через рост, фотосинтез и другие физиологические процессы, интенсивность и направленность которых изменяются в процессе развития. Биологически обоснованные периоды в развитии растений выделяются как подсистемы, каждая

из которых завершается одной или несколькими выходными величинами, важными с точки зрения формирования урожая. Это позволяет изучать изменения в системе по изменениям в его звеньях, изучать специфические системные качества [3].

Структурное построение системы с выделением периодов-подсистем дает возможность выявить характер взаимосвязей, а затем выразить их численно с помощью корреляционного анализа и системы уравнений на основе регрессионного анализа. Исследования были посвящены последовательному выявлению тех особенностей фотосинтеза посева и формирования элементов продуктивности в предшествующий период, которые обуславливают существенное изменение состояния посева в последующий период и в конечном счете изменение урожайности и накопление протеина. Кроме того, было выявлено влияние изменения метеорологических условий в каждый из периодов на вариабельность параметров продукционного процесса в динамике.

Для всех культур характерны два периода в развитии, когда фотосинтез отсутствует: это начальный – от посева до появления всходов и конечный – созревания, когда на растениях отсутствуют листья и другие зеленые части растений.

В течение вегетации от всходов до начала созревания, когда посев функционирует как фотосинтезирующая система, выделяются четыре периода, общие для всех зернобобовых культур: I – от всходов до начала цветения (до раскрытия первого цветка на растении); II – цветение и образование плодов (от раскрытия первого цветка до полного окончания цветения); III

Периоды развития посева и их характеристика

Период	Фаза в начале и конце периода	Фаза у сои по классификации в США [2]	Основные процессы формирования урожая	Основные выходные показатели периода
Посев – всходы (А)	Посев семенами – всходы	–	Набухание и прорастание семян	Густота всходов
I. Всходы – начало цветения	Всходы – раскрытие нижнего цветка	$V_1 - V_5$	Рост главного побега, листьев и формирование бутонов	Величина ассимиляционной поверхности
II. Цветение и образование плодов	Раскрытие нижнего цветка – образование завязей бобов на верхних ярусах	$R_1 - R_2$ и $R_3 - R_4$	Цветение и образование плодов, продолжение роста побегов	Максимальная площадь листьев, число плодов на 1 м ²
III. Рост плодов	Сизые бобы – блестящие бобы	$R_5 - R_6$	Рост плодов и развитие семян. В конце периода максимальные размер плодов и масса их створок	Число семян на 1 м ² , накопление биомассы, накопление протеина, площадь листьев, масса плодов
IV. Налив семян	Блестящие бобы – Пожелтение (побурение) бобов	$R_6 - R_7$	Налив семян. К концу периода сухая масса семян максимальная, пожелтение и опадение листьев	Сухая масса семян (урожай), сбор протеина, урожай биомассы
Созревание	Пожелтение бобов – бурые сухие бобы	$R_7 - R_8$	Созревание, потеря влаги створками плодов и семенами	Урожай созревших семян, сбор протеина с урожаем семян

– *рост плодов* (в конце периода плоды на боковых побегах или верхних ярусах растения достигают максимальных размеров, створки плодов максимальной массы, отмечается фаза выполненных или блестящих бобов); *IV – налив семян* (ассимиляты и питательные вещества из створок плодов и других органов оттекают в семена; в конце периода сухая масса семян максимальная, влажность семян высокая). *Созревание семян* – завершающий период их развития. В этот период семена и створки плодов теряют влагу [6]. Скорость созревания, характеризующаяся интенсивностью снижения влажности семян и створок плодов, зависит от погодных условий. При пониженной температуре и осадках созревание замедляется (рис., табл. 2).

Такой подход к определению и характеристике значимых периодов отмечается в работах американских исследователей, посвященных изучению формирования урожая у сои в связи с ее фенологией. Выделяются микрофазы и определенные периоды в этом процессе. Показано, что элементы структуры урожая формируются поэтапно и тесно связаны с фотосинтетическими характеристиками агроценоза: индексом листовой поверхности, эффективностью работы листьев (ЧПФ), скоростью нарастания сухой биомассы на определенном этапе [7, 8]. Урожайность семян прямо связана с первичными компонентами урожая – числом семян, сформиро-

вавшихся в расчете на 1 м², а также массой 1000 семян. Эти компоненты урожая формируются на более поздних этапах продукционного процесса и, в свою очередь, определяются предшествующим состоянием посева, когда формируется число плодов на 1 м², а также числом семян в плоде. Авторы утверждают, что формирование компонентов урожая может быть организовано в последовательную серию причинных взаимозависимостей [9]. Эффективность каждого этапа, в свою очередь, связана с величиной нарастания сухой массы. Кроме того, на эти показатели продукционного процесса очень большое влияние оказывают стрессовые факторы среды, такие как температура, дефицит влаги.

Выделение последовательных периодов формирования урожая с определенными характеристиками продукционного процесса позволяет устанавливать причинно-следственные связи между этапами формирования урожая, показывать, как предшествующее состояние посева оказывает влияние на последующее развитие и формирование элементов продуктивности.

Агроценоз как динамическая фотосинтезирующая система характеризуется рядом показателей. Эти показатели делятся на две группы. Первая группа отражает *состояние посева на определенный выделенный момент вегетации культуры*. Разные авторы в своих исследовани-

Таблица 3

Динамические параметры посевов сортов сои по периодам развития в условиях достаточной влагообеспеченности

Показатель	Период, фаза			
	I Всходы – цветение	II Цветение и об- разование бобов	III Рост бобов	IV Налив семян
	$V_1 - R_1$	$R_1 - R_4$	$R_5 - R_6$	$R_6 - R_7$
Сорт Касатка				
Продолжительность периода, дни	45	30	9	11
Индекс листовой поверхности	1,2	5,3	3,0	1,0
Нарастание сухой биомассы, кг/га	1225	5250	5650	5250
СРП, кг га ⁻¹ сут. ⁻¹	27	134	44	–
Сорт УСХИ 6				
Продолжительность периода, дни	54	32	13	16
Индекс листовой поверхности	1,6	5,5	5,2	1,1
Нарастание сухой массы, кг/га	1450	5400	5750	5500
СРП, кг га ⁻¹ сут. ⁻¹	27	123	27	–

ях этот момент обозначают по-разному: например, указывают фазу (бутионизация, цветение, выполненные бобы), не уточняя, на каком ярусе, узле, побеге растения отмечается данная фаза. В других случаях указывается календарная дата или день от всходов. Такие данные трудно сопоставимы при изучении разных генотипов в зависимости от места и года исследований, а также в сравнении с данными других авторов. Американские исследователи сои пользуются разработанной для этой культуры шкалой микрофенологии (табл. 2).

В данной работе, где динамические параметры рассматриваются в разрезе периодов-подсистем, следует четко указать морфологические признаки растений, определяющие границы периодов, общие для всех зернобобовых культур, их биотипов и сортов. Так, период I продолжается от всходов до раскрытия первого цветка на растениях. Это граница, где заканчивается период I и начинается период II – цветение и образование плодов, который заканчивается, когда верхние цветки на растениях опадают или из них образуются завязи плодов. Это граница II и III периода – роста плодов. Период роста плодов заканчивается, и начинается период налива семян, когда плоды на верхних ярусах растений вступают в фазу выполненных (блестящих) бобов, приобретают максимальные линейные размеры, а створки бобов достигают максимальной за вегетацию сырой и сухой массы. К моменту окончания налива семян отмечается пожелтение плодов, семена приобретают характерную для генотипа окраску, листья становятся желтыми или полностью опадают. Динамические показатели определяются по морфологическим признакам, разграничивающим периоды («на конец периода»).

Параметры формирования урожая, относящиеся к первой группе и отражающие нетто-фотосинтез посева, следующие: 1) нарастание сухой биомассы (в исследованиях обычно наземная сухая биомасса) – общей и (или) отдельных органов в г/м² или в кг/га (СМ); 2) нарастание ассимиляционной поверхности (обычно площади листьев) в тыс. м²/га (ЛЛ) или представленное как индекс листовой поверхности (м²/м²) – ИЛП.

Вторая группа включает показатели, отражающие результаты функционирования посева за определенный период или в целом за пери-

од активной фотосинтетической деятельности агроценоза. К ним относятся следующие параметры:

– фотосинтетический потенциал (ФП), тыс. м² дн. га⁻¹;

– чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) отражает интенсивность создания в процессе фотосинтеза сухой биомассы за сутки 1 м² листовой поверхности – г м⁻² дн⁻¹;

– прирост сухой массы за период (ПСМ), г м⁻² или кг га⁻¹;

– скорость роста посева (СРП) – прирост сухой массы на 1 м⁻² или на 1 га за сутки, в англоязычной литературе – Crop growth rate (CGR), г м⁻² дн⁻¹ или кг га⁻¹ дн⁻¹.

Динамические характеристики обсуждаются в связи с их влиянием на формирование плодов, семян, массу 1000 семян и урожайность.

У изучаемых сортов была определена продолжительность периодов-подсистем в соответствии с изложенными выше морфологическими признаками, которые были увязаны со шкалой микрофаз для сои по Fehr W.R. & Caviness C.E. [1, 10].

В исследованиях определена сумма активных температур, необходимая для прохождения всех этапов вегетации. У сорта Касатка она составила в среднем 2040°С, у сорта УСХИ

Таблица 4 периодом [11].

Динамические параметры посевов сортов сои по периодам развития в условиях засухи

Показатель	Период, фаза			
	I Всходы – цветение	II Цветение – образова- ние бобов	III Рост бобов	IV Налив семян
	$V_1 - R_1$	$R_1 - R_4$	$R_5 - R_6$	$R_6 - R_7$
Сорт Касатка				
Продолжитель- ность периода, дни	42	19	8	8
Индекс листовой поверхности	3,0	3,2	1,5	0,2
Сухая масса, кг/га	2450	3250	3000	2400
Скорость роста по- севов, кг га ⁻¹ сут. ⁻¹	58	42	–	–
Сорт УСХИ 6				
Продолжитель- ность периода, дни	48	19	9	10
Индекс листовой поверхности	2,3	3,2	1,5	0,31
Сухая биомасса, кг/га	2500	3300	2900	2300
Скорость роста по- севов, кг га ⁻¹ сут. ⁻¹	52	42	–	–

6 – 2230°С. В условиях Центрального Нечерноземья лимитирующим фактором является не общая сумма активных температур за вегетацию, а их сумма и напряженность по периодам развития. Это обстоятельство особенно важно для сои на последних этапах формирования урожая – налива и созревания семян, так как пониженные среднесуточные температуры в эти периоды являются лимитирующим фактором при возделывании сои в Центральном Нечерноземье.

Динамические характеристики изучаемых сортов в условиях достаточной влагообеспеченности рассматриваются в таблице 3, в условиях засухи – в таблице 4.

Агроценоз сои как фотосинтезирующая система функционирует наиболее продуктивно в период цветения и образования плодов. Этот же период – критический в формировании урожая. В это время формируются плоды и высокими темпами нарастают вегетативные органы, в том числе листья и общая биомасса растений. В годы с достаточной влагообеспеченностью за этот период, продолжительностью 30 дней, что составляет 35% от периода I–III, сформировалось 70% общей сухой биомассы. Скорость роста посева (СРП) в это время была в 5 раз больше по сравнению с предшествующим

Влияние водного стресса на указанные параметры проявилось в полной мере в засушливые годы. Как правило, в эти годы погодные условия до цветения были более благоприятными для ростовых процессов, и среднесуточный прирост сухой массы в I период был в 2 раза больше, чем в другие годы. Однако наступившая засуха угнетающе действовала на интенсивность ростовых процессов, приросты снизились в 3 раза, а их продолжительность – в 2 раза. В период роста плодов листья пожелтели и стали опадать, прироста биомассы не отмечено.

В формировании урожайности особое значение имеет величина накопления сухой биомассы к моменту завершения образования бобов на растениях, так как их максимально возможное количество в расчете на растение и на единицу площади в это время уже сформировалось. Поэтому величина сухой биомассы в этот период может характеризовать потенциал урожайности. Многие американские ученые полагают, что накопление сухой массы сои к фазе

R5 определяет потенциальную урожайность семян. Кроме того, большое значение для анализа продукционного процесса имеет показатель скорости роста посева (Crop Growth Rate). По данным Egli [4], Board and Modali [8], величина сухой биомассы у сои в этот критический период очень важна для формирования компонентов урожая, особенно в связи с действием абиотических факторов, таких как водный стресс. От ее величины зависит число плодов и семян на 1 м².

В наших исследованиях в благоприятные по погодным условиям годы к концу этого периода величина сухой массы у раннеспелых сортов составляла в среднем 525 г/м² у сорта Касатка и 540 г у сорта УСХИ 6, индекс листовой поверхности достигал максимума – 5,3–5,5 в зависимости от сорта. Период цветения и образования плодов является определяющим в формировании потенциальной урожайности.

При благоприятных условиях величина нарастания сухой массы 450–550 г/м² к моменту завершения образования бобов в значительной мере определяет будущую урожайность, которая в условиях Центрального Нечерноземья реализуется на уровне 2,0–2,2 т/га при оптимальной густоте стояния растений и резко снижается (в наших опытах – в 2,5 раза), если в критиче-

ский период растения подвергаются водному стрессу.

Сравнение двух сортов по динамическим параметрам формирования урожайности показывает, что продолжительность вегетации и отдельных периодов значительно больше у сорта УСХИ 6. Этот сорт к фазе R5 формировал на 10% больше сухой массы, однако СРП у этого сорта была на 9% меньше. В результате по урожайности семян сорта существенно не различались. Однако налив и созревание у сорта УСХИ 6 приходились на более поздний период, когда в отдельные годы среднесуточная температура была ниже биологического минимума, и семена не созревали. В условиях Центрального Нечерноземья ограничивающим фактором реализации биологического потенциала раннеспелых сортов сои являются периоды налива семян и созревания, когда среднесуточная температура может оказаться ниже 14°C. Сорт Касатка по своим особенностям развития более соответствует возможной вариабельности тепловых ресурсов в данном регионе по сравнению с сортом УСХИ 6.

Выводы

Величина фотосинтетического потенциала (ФП), сухой массы (СМ) и скорость роста посева (СРП) в критический период цветения и образования плодов (период II) в значительной мере определяют число плодов и семян на 1 м² и могут служить прогностическими показателями потенциальной урожайности семян.

Установлено, что предшествующее состояние посева по величине ФП, нарастанию сухой массы и скорости роста посева (СРП), особенно в критический период II (цветение и образование плодов), в значительной мере определяет в последующем величину компонентов урожайности и непосредственно урожайность семян. СРП II периода наряду с накоплением сухой массы III периода могут служить прогностическими показателями потенциальной урожайности семян.

Вариабельность динамических характеристик продукционного процесса и урожайности семян в значительной степени связана с изменением метеорологических условий в разные годы и в зависимости от региона возделывания. В условиях, приводящих к угнетению ростовых процессов (засуха), особенно в критический период II – цветения и образования плодов, сильно уменьшается нарастание сухой массы и СРП.

Их величина в этом периоде тесно коррелирует с числом плодов и семян на 1 м² и урожайностью семян.

Библиографический список

1. Fehr, W.R. Stage of soybean development / W.R. Fehr. - Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1977. - 11 p. (Special report, 80). Ames, IA.
2. Board, J.E. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof / J.E. Board. - Hany El-Shemy (Ed.), 2011. - 488 p.
3. Гатаулин, А.М. Системы и системный анализ в экономике / А.М. Гатаулин. - Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 166 с.
4. Egli, D.B. Soybean reproductive sink size and short-term reductions in photosynthesis during flowering and pod set / D.B. Egli // Crop Sci. - 2010. - Vol. 50. - P. 1971–1977.
5. Гуреева, Е.В. Соя для Центрального Нечерноземья / Е.В. Гуреева // Земледелие. - 2010. - № 3. - С. 45–46.
6. Гатаулина, Г.Г. Рост и развитие раннеспелых сортов сои при разных сроках посева в Московской области / Г.Г. Гатаулина // Кормопроизводство. - 2012. - № 3. - С. 26–28.
7. Carpenter, A.C. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations / A.C. Carpenter // Crop Sci. - 1997. - Vol. 37. - P. 1520–1526.
8. Board, J.E. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybean / J.E. Board // Crop Sci. - 2005. - Vol.45. - P. 1790–1799.
9. De Bruin, J.L. Growth, yield, and yield component changes among old and new soybean cultivars / J.L. De Bruin // Agron. J. - 2009. - Vol.101. - P. 123–130.
10. Бельшикина, Марина Евгеньевна. Формирование урожая и фотосинтетическая деятельность раннеспелых сортов сои при разных приемах возделывания в условиях Центрального Нечерноземья: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.01/ М.Е. Бельшикина. - Москва, 2011. - 150 с.
11. Дозоров, А.В. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от способов посева / А.В. Дозоров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 1. - С. 8–12.

DYNAMIC PARAMETERS OF CROP FORMATION OF EARLY SOYBEAN VARIETIES IN THE CONDITIONS OF CENTRAL NON BLACK SOIL

Belyshkina M. Ye.

FSBEI HE "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev" 127550, Moscow, Timiryazevskaya st., 49; tel. : (499) 976-07-48; e-mail: mbelyshkina@rgau-msha.ru

Keywords: soybeans, early varieties, Kasatka, USKh1 6, growth and development, periods of crop formation, photosynthetic activity, seed yield.

Dynamic characteristics of the production process, variability and connection to seed yield are determined in the experiments on formation of early soybean varieties such as Kasatka and USKh1 6 in the conditions of the Central Non-Black Soil Region. The expediency of considering the agroecology of leguminous crops as a complex dynamic photosynthesizing system with segregation of ontogenesis periods as subsystems with certain input and output parameters has been substantiated. Four periods during active photosynthetic activity are distinguished: I - from germination to the beginning of flowering; II - flowering and fruit formation; III - fruit growth; IV - plumpness of seeds. The studies revealed the duration of individual periods, the growing season as a whole and their variability due to changes in meteorological conditions. The patterns of photosynthetic activity and the production process, as well as features associated with the genotype and meteorological factors are identified. Sowing of leguminous crops as a photosynthetic system most effectively functions during the II and III periods. During this time, taking about 40% of the vegetation, more than 70% of dry aboveground biomass is synthesized. The vegetation length and individual periods were significantly longer for USKh1 6 variety. This variety, by the R5 phase, formed 10% more of dry weight, but the crop growth rate of this variety was 9% less. As a result, the seed yield of the varieties did not differ significantly. However, the plumpness and ripening of USKh1 6 variety happened at a later period, when the average daily temperature was below the biological minimum in some years and the seeds did not ripen. In the conditions of the Central Non-Black Soil Region, the limiting factor for realization of biological potential of early soybean varieties is the periods of seed plumpness and ripening, when the average daily temperature may be below 14 ° C. Kasatka variety better corresponds to the possible variability of thermal resources in this region as compared with the variety of USKh1 6.

Bibliography

1. Fehr, W.R. Stage of soybean development / W.R. Fehr. - Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1977. - 11 p. (Special report, 80). Ames, IA.
2. Board, J.E. Soybean Yield Formation: Soybean Physiology and Biochemistry, Prof / J.E. Board - Hany El-Shemy (Ed.), 2011. - 488 p.
3. Gataulin, A.M. Systems and system analysis in economics / A.M. Gataulin. - Publishing house LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 166 p.
4. Egli, D.B. Soybean and under the set / D.B. Egli // Crop Sci. - 2010. - Vol. 50. - R. 1971-1977.
5. Gureeva, E.V. Soy for the Central Black Soil / E.V. Gureeva // Agriculture. - 2010. - № 3. - p. 45-46.
6. Gataulina, G.G. Growth and development of early soybean varieties at different sowing periods in Moscow region / G.G. Gataulina // Feed production. 2012 - № 3. - p. 26-28.
7. Carpenter, A.C. Growth dynamic factors controlling plant growth populations / A.C. Carpenter // Crop Sci. - 1997. - Vol. 37. - P. 1520-1526.
8. Board, J.E. Dry matter in soybean / J.E. Board // Crop Sci. - 2005. - Vol. 45. - P. 1790-1799.
9. De Bruin, J.L. Cultivars / J.L. De Bruin // Agron. J. - 2009. - Vol. 101. - P. 123-130.
10. Belyshkina, Marina Evgenievna. Formation of the harvest and photosynthetic activity of early soybean varieties with different methods of cultivation in the conditions of the Central Non-Black Soil Region: dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.01 / M.E. Belyshkina. - Moscow, 2011. - 150 p.
11. Dozorov, A.V. Photosynthetic activity of soybean varieties depending on sowing methods / A.V. Dozorov // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2012. - № 1. - P. 8-12.