

9. Кузина Е.В., Давлетшин Т.К., Силищев Н.Н. Эффективность биопрепарата Елена при выращивании ярового ячменя. *Сельскохозяйственная биология*. 2010;4:100-104.
10. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб., 2012.
11. Николаев П.Н., Юсова О.А., Поползухин П.В. Оценка адаптивного потенциала сортов ярового ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ». *Земледелие*. 2019;1:30-35. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10110.
12. Поползухин П.В., Николаев П.Н., Аниськов Н.И., Юсова О.А., Сафонова И.В. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья. *Земледелие*. 2018;3:40-43. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10309
13. Соболев Н.А. Проблема отбора и оценки селекционного материала. 1980: 100-106.
14. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). 2011: 708.
15. Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур. *Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекц.-генет. ин-та*. 1986; 2 (60):36-41.
16. Удачин Р.А., Головченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы. *Селекция и семеноводство*. 1990; 5: 2.
17. Abdul-Razzak Tahir N. Comparison of Rapd-PCR and SDS-Page Techniques to Evaluate Genetic Variation among nine Barley Varieties (*Hordeum SPP*). *Malaysian Applied Biology*. 2014;43 (1):107-117.
18. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Stap. Sci*, 1966;6(1):36-40.
19. Hill C. B., Li C. Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement. *Frontiers in Plant Science*. 2016; 7: 1906.
20. Kadi Z., Adjel F., Bouzerzour H. Analysis of the genotype x environment interaction of barley grain yield (*Hordeum vulgare L.*) under semi-arid conditions. *Advances in Environmental Biology*. 2010; 4(1):34-40.
21. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. *Heredity*. 1954; 8: 333-356.
22. Nevo E. Evolution of wild Barley at "Evolution Canyon": Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2015; 62(1-2):22-32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
23. Saad F.F., El-Mohsen A.A., Al-Soudan I. H. Parametric statistical methods for evaluating barley genotypes in multi-environment trials. *World Essays Journal*. 2013;1(4):125-136.
24. Sarkar B. Identifying Superior feed Barley Genotypes using ggebiplot for diverse Environments in India. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2014;1(74):26-33.
25. Zhou H., Steffenson B.J. Genome-wide association mapping reveals genetic architecture of durable spot blotch resistance in US barley breeding germplasm. *Mol. Breed*. 2013; 32: 139-154.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ТРОЙЧАТОГО ЛИСТА СОИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Юсова О. А., Асанов А. М., Омельянюк Л. В.

(Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр» (ФГБНУ «Омский АНЦ»), г. Омск, РФ)

Summary

The main role of the leaf in the life of the plant is to carry out a photosynthesis process, which is the main factor in the production process of agricultural plants, which produces up to 95% of the organic matter of the crop. The role of the triple soybean leaf is currently being actively studied. The goal of our research is to assess the growth dynamics of the triple soybean leaf and its role in the development processes of the plant. Two varieties of soybean - *Glycine (L) Merr. - Eldorado* and *SibNIIC 315*. The research was carried out on field small-scale experiments of the laboratory of selection of leguminous crops of FSBNU SibNIISH from 2013 to 2015. (Sheet surface, biomass accumulation, total nitrogen and crude fat) increases from the phase of the first triple sheet to the phase of flowering - the beginning of blade formation. By the beginning of maturation, these processes are reduced, as a result of the change in the relationship between photo-assimilating and stocking centers, which during

the period of generative development shift in favor of useful-economic bodies. Mass increase of leaves during this period has an adverse effect on productivity ($r = -0.36$), but accumulation in them of nitrogen and crude fat has a direct impact on formation of quality of grain ($r = 0.82 \div 0.91$).

Keywords: (Glycine), primordial leaf, total nitrogen, crude fat, dry biomass

Введение. При появлении всходов сои на поверхность почвы выносятся плотно сомкнутые семядоли, затем появляется первая пара настоящих примордиальных листьев, расположенных супротивно, а за ними - тройчатые листья. Первый тройчатый лист сои раскрывается через 5-7 дней после всходов, а последующие – через 3-6 дней. Рост одного листа длится 10-12 дней. Скорость развития и величина листового аппарата – характерное отличие сортов. Скороспелые сорта имеют меньше листьев и меньшую листовую поверхность. В зависимости от сорта и условий выращивания, на главном стебле в фазу цветения может быть 5-7 листьев, на ветвях 14-60 и больше [1]. Листья сои сложные, цельнокрайние, расположены по одному в узле, имеют прилистники и состоят из трёх листочков, средний листочек имеет более длинный черешок, чем боковые листочки. Длина черешка листа составляет 2-8 см, с малозаметной или глубокой бороздкой с верхней стороны. Листовые пластинки могут быть от 3 до 15 см шириной, обычно на верхушке растения листья более мелкие. Форма пластинки может быть яйцевидной или ланцетовидной (узкой), с острым или округлым кончиком. У узколистных сортов обычно формируется большее число семян в бобе, чем у сортов с яйцевидной формой листьев. Поверхность листа обычно гладкая и только у некоторых сортов - морщинистая (волнистая), с верхней и нижней стороны покрыта густыми волосками. Окраска листьев разнообразная: от тёмно-зелёной до светло- и серо-зелёной в зависимости от сорта и условий выращивания [2].

Основная роль листа в жизни растения – осуществление процесса фотосинтеза, обеспечивающего полноценное функционирование всех наиболее жизненно важных органов зеленого растения и глобального природного источника восполняемой энергии на Земле. В силу перечисленных факторов, фотосинтез выступает основным фактором продукционного процесса сельскохозяйственных растений, за счет которого образуется до 95% органического вещества урожая. Данное обстоятельство позволяет рассматривать использование фотосинтеза в селекции, как одно из самых приоритетных ее направлений, где скрыты огромные, но пока слабо используемые резервы. Известно, что современные посевы сельскохозяйственных культур реализуют фотосинтетическую радиацию в урожае с КПД всего лишь 0,5-0,9%, в лучших случаях – 1-2%. В то же время, эту величину можно фактически довести у СЗ растений до 4-5%, а С4-6%, и если удастся это сделать, то урожайность возделываемых культур приблизится к максимально возможному [3, 4].

В настоящее время роль тройчатого листа сои активно изучается с точки зрения влияния его развития на урожайность сорта [5] путем использования удобрений [6], гуминовых препаратов [7, 8] и регуляторов роста [9], регулированием ширины междурядий [10, 11] и нормы высева [12], различных уровней влажности почвы [13] и прочих элементов технологии выращивания [14]. Применение перечисленных агротехнологий направлено, в первую очередь, на усиление фотосинтетической деятельности путем стимуляции роста облиственности растений, увеличение жизнеспособности листьев, продление срока их жизни и активацию процесса нарастания биомассы, результатом чего является рост как плодоношения растения, так и урожайности сорта в целом. Также улучшение условий возделывания способствует более полной реализации продуктивного потенциала сорта.

Цель наших исследований: оценить динамику роста тройчатого листа сои и его роль в процессах развития растения.

Методы исследований

Объектом исследований являлись два сорта сои – Glycine (L) Merr. – Эльдорадо и СибНИИК 315.

Эльдорадо – сорт зернового направления, создан в СибНИИСХ, относится к маньчжурскому подвиду, апробационная группа Флавида. Сорт скороспелый, засухоустойчив в первую половину вегетации. Средняя урожайность семян составляет 2,86 т/га, имеет повышенное содержание белка в зерне – от 39 до 40,3%. По содержанию сырого жира сорт находится на уровне стандарта – около 18%. Более устойчив к поражению бактериозом, чем стандарт. Районирован в 2010 году и рекомендуется для зон степи и лесостепи Западной Сибири (патент на селекционное достижение № 5343) [15].

Стандартом в течение всего периода исследований выступал сорт СибНИИК 315, полученный в СибНИИ кормов (г. Новосибирск) методом индивидуального отбора в потомстве естественного гибрида из сортообразца ВИР (к. 5828). В 1991 г. данный сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Западносибирскому региону [16].

Исследования выполнялись на полевых мелкоделяночных опытах лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ СибНИИСХ с 2013 по 2015 гг.

Предшественник – озимые культуры на зерно. Основная обработка почвы – отвальная зябь. Весной проводилось боронование в два следа. Непосредственно перед посевом внесена стартовая доза азотного удобрения (аммиачная селитра – 100 кг/га). Посев 17, 18 мая сеялкой ССФК-7. Норма высева 0,8 млн. всхожих семян на гектар. Повторность опыта 4-х кратная.

Отбор проб растений для анализа динамики развития примордиальных листьев осуществлялся по 10 растений с каждой повторности в фазах первого тройчатого листа и бутонизации [17].

Материал предварительно высушивали в воздушном стерилизаторе “HS 200 A/G” (Chirana, Германия) посредством горячего воздуха с вынужденной циркуляцией.

Анализ накопления и распределения биомассы растений по основным органам (лист, стебель, корень) [18] проводили путем взвешивания на электронных весах “ЕК-400Н” (AND, Япония).

Биохимические показатели определяли в абсолютно сухой навеске примордиального листа [19], после предварительного размола листовой массы на лабораторной зерновой мельнице “ЛЗМ-1М” (ИП Седов А.Б., Россия). Содержание сырого жира определяли в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка, с использованием петролейного эфира.

Определение содержания общего азота включает ряд технологических операций:

- Сжигание образцов в компактной системе разложения MBC-6/N (Raуra R. Espinar, S.L., Испания) при температуре 400°C в течении 40 минут с использованием реактивов селен и серная кислота (H₂SO₄).

- Отгонка аммиака в дистилляторе для перегонки азота DNP-2000 MP (Raуra R. Espinar, S.L., Испания) с автоматической подачей NaOH, H₂SO₄ и индикатора. Индикатор состоит из спирта, NaOH, бромкрезола зеленого, метила красного.

- Титрование полученного раствора соляной кислотой (HCl) на титраторе TitroLineEasy (Schott Instruments, Испания).

Окончательное содержание общего азота в образце вычисляют по формуле:

$$X = \frac{a * T * 0,14 * 100 * 100}{n * 10},$$

где X – содержание азота, %; а – количество 0,01 н. HCl, израсходованной на титрование, мл; T – поправка к титру 0,01 н. HCl; 0,14 – количество азота (мг), которое связывается в виде аммиака 1 мл точно 0,01 н. HCl; 100 – объем раствора в мерной колбе после сжигания, мл; 10 – количество раствора, взятого для отгона аммиака, мл; 100 – коэффициент для перевода в проценты; n – навеска абсолютно сухого вещества, мг [18].

Площади листьев сои определяли по формуле:

$$S=K*a*v, \text{ где}$$

S - площадь листа, см², а, в – ширина и длина листа, см, K – коэффициент кривизны (для центрального, обычно симметричного листочка = 0,668; для боковых, менее симметричных = 0,751) [20].

Расчета чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ):

$$\text{ЧПФ} = \frac{M_1 - M_2}{1/2(S_1 + S_2)} \times T,$$

где M₁, M₂ - прирост массы урожая за промежутки времени, г/см², S₁, S₂ – средняя площадь листьев за промежутки времени, см², T – продолжительность межфазного периода (промежутки времени), сут.

Фотосинтетический потенциал определяли как по межфазным периодам, так и за период вегетации, м²*сут./раст.:

$$\text{ФП} = \frac{S_1 + S_2}{2} \times H_1 + \frac{S_2 + S_2}{2} \times H_1 + \frac{S_n + S_{n+1}}{2} \times H_{n+1},$$

где S₁...S₂...S_n - площадь ассимиляционной поверхности, см², H₁...H₂...H_n - количество суток [21].

Математическая обработка данных проведена по пособию Б.А. Доспехова в приложении Excel для ПК [22].

Западная Сибирь традиционно считается зоной рискованного земледелия. Типично континентальный климат южной части Западной Сибири с коротким вегетационным периодом, поздним прекращением заморозков весной и ранним наступлением их осенью, проявлением региональных типов засух и ливневых осадков обуславливают необходимость внедрения в производство сортов зерновых, выносливых к экстремальным условиям возделывания. Климатические условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными и довольно полно отражали особенности южной лесостепной зоны Омской области (рис.), что отразилось на росте и развитии растений сои. Достаточным увлажнением отличался период вегетации 2013 года, сумма осадков превышала среднемноголетние данные в мае, июле и августе в 2-3 раза на фоне недостатка тепла (-0,8 ÷ -1,0°C) с мая по июль.

В 2014 году наблюдалось неравномерное распределение тепла: жаркая погода мая и июня (+1,3 и +0,5°C соответственно) сменилась холодным июлем с недобором суммы температур в этом месяце (-3,4°C) и превышением по сумме температур в августе (+3,0°C). Недобор осадков наблюдался в течении всего периода вегетации (-0,5 ÷ -73,3% к среднемноголетним данным).

В период вегетации 2015 г. на фоне обильных осадков (+8,2 ÷ +27,8% к норме в мае, июне и августе) наблюдалось неравномерное распределение тепла: жаркие май и июнь (+2,4 ÷ +3,0°C) сменились недобором тепла в июле и августе (-1,6 ÷ -0,7°C).

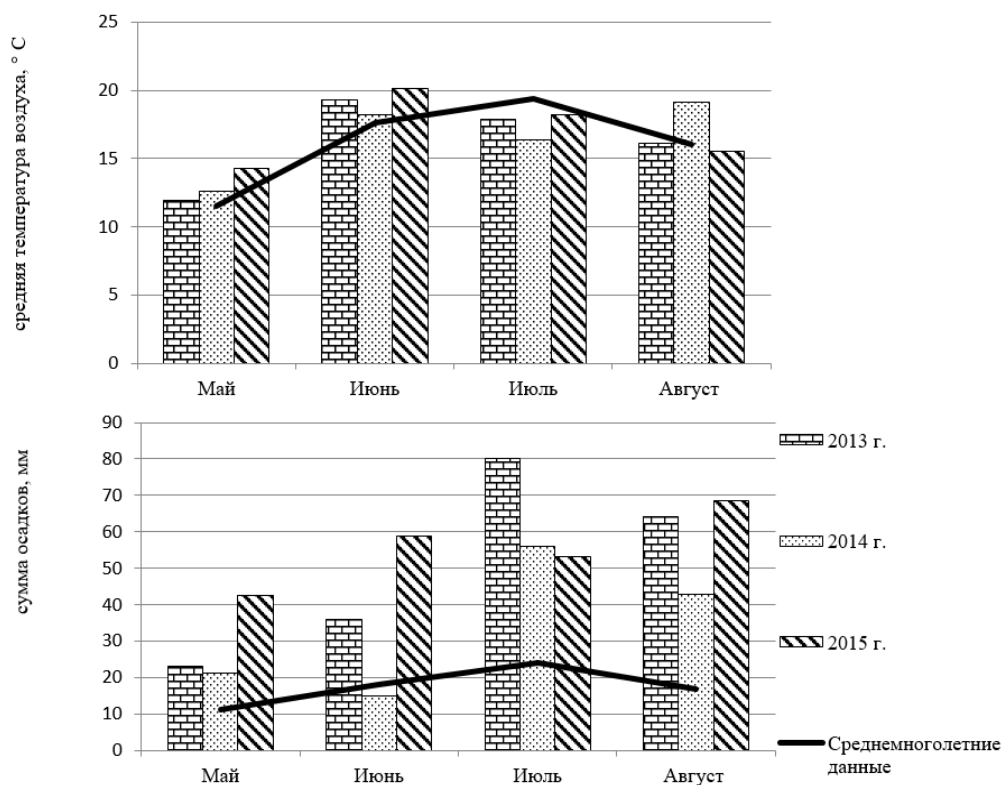


Рисунок. Характеристика климатических условий периодов вегетации 2013-2015 гг.

Результаты и обсуждение

Показатель интенсивности развития листа сои служит для оценки устойчивости и адаптации растений к абиотическим стрессовым факторам внешней среды [24] потребности растений в питательных веществах [25-28], а также потенциальной мутагенной и канцерогенной активности химических соединений [29].

В настоящее время применяется несколько различных способов определения площади листьев сои (весовой методом, метод высечек и подсчета квадратов, по планиметру, и по сортовой формуле). Сравнение данных методов не выявило их преимуществ, так как имеющиеся отклонения компенсируются рядом достоинств математических методов и, принимая вид систематической ошибки, не оказывают влияния на правильность заключений [23]. В наших исследованиях площадь листовой поверхности растений сои определялась произведением его длины и ширины на коэффициент кривизны [20]. Достоинство данного метода подтверждается тесной корреляцией для тройчатых листьев сои между площадью листа и произведением его длины на ширину ($r = 0,8871-0,9540$) [23].

Согласно данным наших исследований, характерной особенностью роста растения являлась низкая изменчивость площади листовых пластинок в начальный период роста растения ($CV < 10\%$) и ее увеличение до средней у верхней пластинки ($CV > 10\%$) и до значительной у боковых ($CV > 20\%$) к созреванию растений. Изменчивость ассимиляционной поверхности тройчатого листа значительна на протяжении всего периода функционирования листа, табл. 1.

В процессе роста растения наблюдалось нарастание как верхней пластинки тройчатого листа сои (от $9,0 \text{ см}^2$ в фазе первого тройчатого листа до $26,3 \text{ см}^2$ в фазе начала цветения – образование лопаток), так и боковой ($9,1 \div 26,6 \text{ см}^2$), в среднем по сортам. Закономерным итогом стало нарастание суммарной ассимиляционной поверхности тройчатого листа от $26,7$ до $71,8 \text{ см}^2$ к образованию лопаток. В фазе

начало созревания наблюдалось снижение средней площади тройчатого листа (на 6,6 см²) и его пластинок (то 0,5 до 4,1 см²) по отношению к предшествующей фазе.

Таблица 1 – Выраженность и изменчивость тройчатого листа растения сои

Фенологическая фаза	Сорт	Верхняя пластинка тройчатого листа			Боковая пластинка			Суммарная поверхность тройчатого листа		
		\bar{x} , см ² .	Lim., см ²	CV, %	\bar{x} *, см ²	Lim., см ² (1 боковая пластинка)	CV, %	\bar{x} , см ²	Lim., см ²	CV, %
Первый тройчатый лист	СибНИИК 315, st.	8,9	8,8 - 9,0	3,0	8,5/16,0	8,3 - 8,7	5,7	24,9	23,2-26,0	26,6
	Эльдорадо	9,1	8,4 - 9,6	3,2	9,7/19,4	8,8 - 11,0	6,9	28,5	27,1-31,2	32,8
	Среднее	9,0	8,6 - 9,3	-	9,1/17,7	8,9 - 9,9	-	26,7	25,2-28,6	-
Бутонизация	СибНИИК 315, st.	18,8	17,0 - 21,8	7,3	18,3/32,8	15,8 - 23,0	38,7	55,4	48,6-67,8	34,1
	Эльдорадо	20,8	15,7 - 28,2	9,4	14,0/29,4	11,3 - 17,0	40,2	50,2	42,5-54,9	35,0
	Среднее	19,8	16,4 - 25,0	-	16,2/31,1	13,9 - 20,0	-	52,8	45,6-61,3	-
Цветение – начало образования лопаток	СибНИИК 315, st.	21,3	19,2 - 25,0	8,3	22,2/44,4	19,2 - 27,5	33,4	65,7	57,6-79,8	33,3
	Эльдорадо	31,2	29,6 - 32,0	10,7	30,9/59,9	29,7 - 31,9	34,8	91,1	85,4-94,0	29,6
	Среднее	26,3	24,4 - 28,5	-	26,6/52,2	24,5 - 29,7	-	78,4	71,5-86,9	-
Начало созревания	СибНИИК 315, st.	26,6	21,2 - 31,3	10,4	24,1/48,1	20,4 - 31,2	47,7	74,7	62,0-93,7	43,8
	Эльдорадо	27,1	16,6 - 32,7	10,9	20,9/41,9	15,9 - 27,8	48,6	68,9	48,6-88,3	47,5
	Среднее	26,8	18,9 - 32,0	-	22,5/45,0	18,2 - 29,5	-	71,8	55,3-91,0	-
$S_{\bar{x}}$		2,3		-	3,1		-	6,3		-

Примечание: * - 1 боковая пластинка / 2 боковые пластинки

Аналогичная картина наблюдалась по накоплению биомассы растениями сои (от 2,8 г/раст. сырой и 0,8 г/раст. сухой биомассы фазе первого тройчатого листа до 28,1 и 11,0 г/раст соответственно в фазе цветения-начала образования лопаток), табл. 2. В следующей фазе процессы по накоплению биомассы в тройчатом листе растений незначительны, в пределах ошибки. Объяснением данному факту может служить исследования ученых, согласно которым, в фазу массового образования плодов максимума достигает интенсивность транспирации (на 40,4%) и биосинтетических процессов [30], в результате происходит изменение отношений между фотоассимилирующими и запасными центрами, которые в период генеративного развития смещаются в пользу полезно-хозяйственных органов [31, 32].

Таблица 2 – Характеристика сортов сои по общей ассимиляционной поверхности и накоплению сухой биомассы

Фенологическая фаза	Сорт	Площадь тройчатого листа, см ²	Кол-во листьев, шт./раст.		ОАС, м ² /раст.	Биомасса, г/раст.			
			\bar{x}	Lim.		сырая		сухая	
						\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.
Первый тройчатый лист	СибНИИК 315, st.	24,9	30,0	25,0-35,0	7,5	2,8	2,1-3,2	0,8	0,5-1,0
	Эльдорадо	28,5	27,7	9,0-24,0	7,9	2,5	2,4-2,5	0,7	0,5-0,8
	Среднее	26,7	28,9	17,0-29,5	7,7	2,6	2,3-2,8	0,7	0,5-0,9
Бутонизация	СибНИИК 315, st.	55,4	25,2	23,0-29,0	14,1	20,2	15,6-23,0	4,7	4,5-5,0
	Эльдорадо	50,2	25,2	23,0-29,0	12,7	22,2	18,4-28,9	4,8	4,6-5,1
	Среднее	52,8	25,2	23,0-29,0	13,3	21,2	17,0-26,0	4,7	4,5-5,1

Цветение – начало образования лопаток	СибНИИК 315, st.	65,7	20,3	26,0-35,0	13,3	28,2	27,9-28,5	11,0	10,9-11,2
	Эльдорадо	91,1	23,0	22,0-32,0	21,0	28,0	27,5-28,6	11,1	10,8-11,5
	Среднее	78,4	21,7	24,0-33,5	17,0	28,1	27,7-28,6	11,0	10,9-11,4
Начало созревания	СибНИИК 315, st.	74,7	45,5	36,5-50,0	34,0	35,0	7,1-56,2	15,7	13,0-18,6
	Эльдорадо	68,9	21,3	30,0-38,0	14,7	19,4	8,41-25,6	8,2	8,0-8,5
	Среднее	71,8	33,4	33,3-44,0	24,0	27,2	7,8-40,9	12,0	10,5-13,5
$S_{\bar{x}}$		6,3	2,0	2,2	3,2	1,5			

На фоне снижения площади тройчатого листа и его биомассы к началу созревания, наблюдалось увеличение количества листьев на растении от 28,9 до 33,4 шт. (со снижением в фазах бутонизации и начала цветения на 3,0-8,0 шт.), за счет чего отмечено увеличение общей ассимиляционной поверхности растений сои (от 7,7 м²/раст. до 24,0 м²/раст.), в среднем по сортам.

Расположение листьев на растении оказывает немаловажное влияние на интенсивность фотосинтеза. В частности, у сортов сои наибольшей интенсивностью фотосинтеза и устьичной проводимости обладают листья, расположенные в верхнем ярусе растений, как наиболее освещенные и имеющие повышенную плодовую нагрузку. Такую ярусную изменчивость можно объяснить еще и тем, что нижние листья более старые по возрасту и в период налива семян в них начинают активно осуществляться деструктивные процессы, приводящие к выраженному снижению физиологических процессов, в том числе устьичной проводимости [33]. Целесообразность использования листа в растительной диагностике обусловлена тем, что это физиологически наиболее активный орган и изменения в процессе его онтогенеза почти те же, что и в целом растении [26. 28], что подтверждается нашими дальнейшими исследованиями, табл. 3. Так, переменное увеличение у растений сои площади и количества тройчатых листьев (компенсирующих друг друга), способствовало непрерывному нарастанию фотосинтетического потенциала растений (от 178,5 м²*сут./раст. в межфазный период первый тройчатый лист – бутонизация до 451,0 м²*сут./раст. в межфазный период цветение-начало образования лопаток – начало созревания), что подтверждает данные других исследователей интенсивности фотосинтеза листьев [34].

Снижение накопления биомассы к началу созревания послужило причиной снижения чистой продуктивности фотосинтеза в межфазном периоде цветение-начало образования лопаток – начало созревания (в 2,5 раза к предыдущему периоду), которая характеризует динамику накопления биологического урожая в связи с фотосинтетической активностью растений.

Таблица 3 – Характеристика сортов сои по основным показателям фотосинтетической активности

Сорт	Первый тройчатый лист – бутонизация		Бутонизация–цветение – начало образования лопаток		Цветение–начало образования лопаток – начало созревания	
	ФП, м ² *сут/раст.	ЧПФг*м ² /раст.	ФП, м ² *сут/раст.	ЧПФ, г*м ² /раст.	ФП, м ² *сут/раст.	ЧПФ, г*м ² /раст.
СибНИИК 315, st.	183,6	1,5	328,8	2,8	520,3	1,1
Эльдорадо	175,1	1,7	404,4	2,2	392,7	0,9
Среднее	178,5	1,6	363,6	2,5	451,0	1,0
$S_{\bar{x}}$	22,5	0,1	21,8	0,2	36,9	0,8

В настоящее время особое значение приобретает контроль биохимического состава листьев, в силу того, что именно в листьях синтезируется органическое вещество урожая, поэтому анализ листьев дает наиболее точную информацию об обеспеченности растений элементами питания. Известно, что химический состав растений подвержен большому сезонному варьированию [5].

В наших исследованиях наблюдалось увеличение содержания в листьях растений сои как общего азота (от 4,0 до 4,4%), так и сырого жира (от 2,5 до 4,5%), табл. 4. Максимум отмечен в фазе цветения (в данной фазе рекомендуется отбирать листья для диагностики условий питания сои [5]). К началу созревания содержание общего азота снизилось в 2 раза и сырого жира – на 0,6%, по отношению к максимальному показателю.

Таблица 4 – Выраженность и изменчивость основных биохимического показателей тройчатого листа растений сои

Фенологическая фаза	Сорт	Содержание общего азота, %.		Содержание сырого жира, %	
		\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.
Первый тройчатый лист	СибНИИК 315, st.	3,5	2,5-4,5	2,6	1,4-4,0
	Эльдорадо	4,6	4,5-4,7	2,3	1,2-3,5
	Среднее	4,0	3,5-4,6	2,5	1,3-3,7
Бутонизация	СибНИИК 315, st.	4,3	4,1-4,5	2,9	1,9-4,1
	Эльдорадо	4,3	4,2-4,6	3,1	2,5-4,0
	Среднее	4,3	4,1-4,5	3,0	2,2-4,0
Цветение – начало образования лопаток	СибНИИК 315, st.	4,4	4,3-4,5	4,6	4,5-4,7
	Эльдорадо	4,4	4,3-4,5	4,3	4,1-4,6
	Среднее	4,4	4,3-4,5	4,5	4,3-4,7
Начало созревания	СибНИИК 315, st.	2,4	1,9-2,8	4,1	4,0-4,2
	Эльдорадо	2,3	2,2-2,4	3,7	3,4-3,9
	Среднее	2,3	2,1-2,6	3,9	3,7-4,0
$S_{\bar{x}}$		0,3		0,2	

Так какое же влияние фотосинтетическая деятельность растений сои оказывает на ее урожайность и качество зерна? Для ответа на данный вопрос, проведен корреляционный анализ перечисленных показателей, табл. 5. Очевидно, что на урожайность зерна основное влияние оказывает накопление сухой биомассы ($r = 0,63$); с количеством листьев урожайность, напротив, находится в слабой отрицательной сопряженности ($r = -0,36$), что может объясняться конкуренцией между вегетативной и генеративной частями растения. Однако, на формирование качества зерна непосредственное влияние оказывают облиственность растения ($r = 0,41$ и $0,50$) и накопление в них азота ($r = 0,82$) и сырого жира ($r = 0,91$).

Таблица 5 – Сопряженность основных показателей фотосинтетической активности тройчатого листа растений сои с урожайностью и качеством зерна

Показатель	Фотосинтетическая поверхность тройчатого листа	Кол-во листьев	Биомасса листа		Содержание общего азота в листе	Содержание сырого жира в листе
			сырая	сухая		
Содержание белка в зерне	-0,09	0,41	0,13	0,25	0,82	-
Содержание жира в зерне	-0,08	0,50	0,25	0,15	-	0,91
Урожайность зерна	0,10	-0,36	-0,3	0,63	0,12	0,11

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что фотосинтетическая активность растений сои (листовая поверхность, накопление биомассы, общего азота и сырого жира) возрастает от фазы первого тройчатого листа к фазе цветения – начало образования лопаток. К началу созревания данные процессы снижаются, в результате изменения отношений между фотоассимилирующими и запасующими центрами, которые в период генеративного развития смещаются в пользу полезно-хозяйственных органов. Массовое нарастание листьев в данный период отрицательно сказывается на урожайности ($r = -0,36$), но накопление в них азота и сырого жира оказывает непосредственное влияние на формирование качества зерна ($r = 0,82 \div 0,91$).

Литература

1. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири / Н.И. Васякин / РАСХН. Сиб. отд-ние. АНИИЗиС. – Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2002. – 184 с.
2. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами /под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар: ВНИИМК, 2007. – 113 с
3. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивности растений / Пушино: НЦ БИ АН СССР, 1979. – 37 с.
4. Ort D.R., Merchant S.S., Alric J., Barkan A. et al. Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. // PNAS. – 2015. V. 112.- №28. – P.8529-8536. – DOI: 10.1073/pnas.1424031112
5. Химический состав листьев растений сои / Воронкова Н.А., Мирошниченко А.А., Скрипко Т.В., Волкова В.А., Цыганова Н.А. // Успехи современного естествознания. 2017. № 5. С. 7-11.
6. Влияние внекорневых подкормок на урожайность сортов сои в условиях Западной лесостепи Украины / Трач И.В. Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2 (10). С. 39-44
7. Влияние обработки растений сои регуляторами роста на высоту растений и нарастание массы надземными органами / Записоцкий Д.Н., Барчукова А.Я. // Рисоводство. 2018. № 3 (40). С. 58-61
8. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от применения в технологии ее возделывания регуляторов роста / Записоцкий Д.Н., Барчукова А.Я. // Плодородие. 2018. № 6 (105). С. 26-28
9. Влияние препарата мелафен на ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений сои / Барчукова А.Я., Чернышева Н.В., Туриченко А.Н. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 62. С. 61-67
10. Эффективность использования фотосинтетически активной радиации растениями сои в зависимости от ширины междурядий / Шукюров С.А., Федорова Т.Н. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 115-119.
11. Singkn Gurikbal. Soybean: Biology, Production, Use. Kiev, “Zerno” Publ., 2014. 656 p.
12. Влияние различных уровней влажности почвы на активность ферментов в листьях и семенах сои / Хайрулина Т.П. // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области: сборник научных трудов. Благовещенск, 2014. С. 16-21

13. Фотосинтез посевов сои в зависимости от приёмов выращивания / Ф.Б. Омаров, А.А. Айтемиров, М.А. Магомедова, З.Ш. Тажудинова, У.М. Магомедов // Московский экономический журнал. 2019. № 4. С. 38
14. Формирование листьев и соцветий на растениях сои в зависимости от элементов технологии /Димитров В.Г., Саблук В.Т. // Сахарная свекла. 2016. № 9. С. 46-47.
15. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ СибНИИСХ / Отв. ред. И.Ф. Храмцов. – Омск: Вариант. – Омск, 2015. – 154 с.
16. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ГНУ СибНИИСХ / Отв. ред. Р.И. Рутц. – Омск: Вариант. – Омск, 2013. – 143 с.
17. Методика проведения полевых агротехнических опытом с масличными культурами / Под общей редакцией В.М. Лукомца. Изд. 2-е. – Краснодар, 2010. – 328 с.
18. Методические рекомендации по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении / Под общей редакцией Кумакова В.А. М.: Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина, 1982. – 27 с.
19. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.
20. Бабич А.А., Макаров О.В. Аналитический метод изучения процесса формирования листовой поверхности сои / Вестник сельскохозяйственной науки. – 1969. - № 1, С. 97-102
21. Ничипорович А.А. Крупные достижения биологической науки в повышении продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Экология, 1971. №1. - С. 8-14.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. – 1973.
23. Медведева З.М. Сравнительная оценка методов определения площади листьев сои // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2009, №9, С. 23-25.
24. Недеструктивный метод определения осмотического потенциала листьев растений сои / Харчук О.А. // Вестник современной науки. 2015. № 12-1 (12). С. 36-38.
25. Гисматулина Ю.А. Сравнительный химический состав пяти урожаев мискантуса сорта сорановский: растение в целом, лист, стебель // Успехи современного естествознания. – 2016, № 4, С. 23-26.
26. Ермохин Ю.И. Метод определения урожайности тысячелистника обыкновенного по химическому составу растения / Ю.И. Ермохин, Д.Н. Молкоедов // Вестник Омского университета. – 2013, № 4, С. 243-244.
27. Пешкова А.А. Участие листьев различных ярусов в усвоении нитратов почвы растениями семейства капустных / А.А. Пешкова, Н.В. Дорофеев, Е.В. Бояркин // Агрехимия. – 2011, №1, С. 8-10.
28. Ермохин Ю.И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур / Ю.И. Ермохин, Н.Н. Тищенко // Агрехимия. – 2014. № 6, С. 89-93.
29. Оценка эффективности растительного теста по учету соматических мутаций в листьях сои *Glucinetax* (L.) Merrill / Биттуева М.М. // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. С. 548.
30. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения / Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Сальникова Н.Б. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4 (24). С. 53-58.
31. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения / Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Сальникова Н.Б. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4 (24). С. 53-58.
32. Чиков В.И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений. - №1. – Т.55. – 2008. – С.140-154.
33. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения / Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Сальникова Н.Б. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4 (24). С. 53-58.
34. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения / Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Сальникова Н.Б. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4 (24). С. 53-58.