

9. Пантелеева Е.И. Селекция и сортоизучение облепихи: учебно-методическое пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. – 44 с.

**References**

1. Singh V. (2003). Geographical adaptation and distribution of Seabuckthorn (*Hippophae* L.) resources. In: A Multipurpose Wonder Plant – Botany, Harvesting and Processing Technologies (V. Singh, Editor in Chief), pp. 21-34, Indus Publishing Company, New Delhi.

2. Yongshan, Lian; Xuelin, Chen; Hong, Lian (2003). Taxonomy of seabuckthorn (*Hippophae* L.). Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A Multipurpose Wonder Plant, Vol. I. New Delhi, India: Indus Publishing Company. pp. 35-46.

3. Bartish I.V., Jeppsson N. Application of Molecular Markers to Study the Systematics, Phylogeny, Biogeography, Genetic Diversity and Population Genetics of *Hippophae* L. // Seabuckthorn (*Hippophae* L.): A Multipurpose Wonder Plant. Vol. 1 (V. Singh et al., Eds., 2003, India), Indus Publishing Company. pp. 64-71.

4. Shchapov N.S., Belykh A.M. Sorta oblepikhi seleksii ITsIG i Novosibirskoy ZPYaOS im. I.I. Michurina // Oblepikha v lesostepi Priobya: sb. nauch.

tr. / RASKhN. Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 1999. – S. 50-55.

5. Shiripnimbueva B.Ts., Myakhanova N.T., Budaeva N.A. Intensivnye sorta oblepikhi buryatskoy seleksii // Sovremennoe sadovodstvo: elektronnyy zhurnal. – 2014. – No. 3. – S. 60-64. URL: <http://journal-vniispk.ru/pdf/2014/3/41.pdf>.

6. Aksenova N.A., Dolgacheva V.S. O novykh sortoobraztsakh oblepikhi seleksii botanicheskogo sada Moskovskogo universiteta // Novoe v biologii, khimii i farmakologii oblepikhi: sb. nauch. tr. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otdelenie, 1991. – S. 23-28.

7. Kondrashov V.T., Panteleeva E.I., Kalinina I.P., Gryuner L.A. Oblepikha // Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur. – Orel, 1999. – S. 404-416.

8. Panteleeva E.I., Zubarev Yu.A., Oderova E.V., Gunin A.V., Gushchina E.N., Ivanova V.F., Makhonova N.T., Smykova T.K., Kuzmina A.A. Oblepikha // Programma rabot selektsentra Nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva Sibiri imeni M.A. Lisavenko do 2030 goda. – Novosibirsk, 2011. – S. 136-163.

9. Panteleeva E.I. Seleksiya i sortoizuchenie oblepikhi: uchebno-metodicheskoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2010. – 44 s.



УДК 577.1.:633.34 (631.527.)

О.А. Юсова, А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк  
O.A. Yusova, A.M. Asanov, L.V. Omelyanyuk

**ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ РОСТА ТРОЙЧАТОГО ЛИСТА  
НА СТЕПЕНЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ СОИ  
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**THE INFLUENCE OF TERNATE LEAF GROWTH DYNAMICS ON THE DEGREE  
OF PRODUCTIVE POTENTIAL REALIZATION OF SOYBEAN VARIETIES UNDER THE CONDITIONS  
OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA**

**Ключевые слова:** *Glycine*, тройчатый лист, общий азот, сырой жир, сухая биомасса, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

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 настоящее время активно изучается роль тройного соевого листа. Цель исследований – оценка динамики роста тройчатого листа сои и его роль в процессах развития расте-

ния. Объектом исследований являлись два сорта сои – *Glycine* (L) Merr. – Эльдорадо и СибНИИК 315. Исследования выполнялись на полевых мелкоделяночных опытах лаборатории селекции зернобобовых культур ФГБНУ СибНИИСХ с 2013 по 2015 гг. Для оценки фотосинтетической активности растений определены площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал. В абсолютно сухой навеске примордиального листа установлены основные биохимические – содержание сырого жира и общего азота. Типично континентальный климат южной части Западной Сибири с коротким вегетационным периодом, поздним прекраще-

нием заморозков весной и ранним наступлением их осенью, проявлением региональных типов засух и ливневых осадков обуславливают необходимость внедрения в производство сортов зернобобовых, выносливых к экстремальным условиям возделывания. Результаты исследований показали, 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 ( $r=0,82-0,91$ ).

**Keywords:** *soybean (Glycine), ternate leaf, total nitrogen, crude fat, dry biomass, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.*

The main role of the leaf in plant life is the implementation of the photosynthesis process which ensures the full functioning of all the most vital organs of the green plant and the global natural source of renewable energy on the Earth. At present, the role of soybean ternate leaf is actively studied. The goal of our research was to evaluate the growth

dynamics of soybean ternate leaf and its role in plant development processes. The research targets were two varieties of soybean (*Glycine (L.) Merr.*) - Eldorado and SibNIK 315. The studies were carried out by means of field micro-plot trials of the Leguminous Crop Breeding Laboratory of the Siberian Research Institute of Agriculture from 2013 through 2015. To evaluate plant photosynthetic activity, leaf area, net photosynthesis productivity and photosynthetic potential were determined. The main biochemical indices as the content of crude fat and total nitrogen were determined in oven-dry primordial leaf sample. The typical continental climate of the southern part of West Siberia with a short growing season, late cessation of ground frosts in spring and their early onset in autumn, and the manifestation of regional types of droughts and heavy rainfalls necessitate the introduction of leguminous crop varieties that are resistant to the extreme growing conditions. The research findings showed that the photosynthetic activity of soybean plants (leaf surface, the accumulation of biomass, total nitrogen and crude fat) increases from the first ternate leaf stage to flowering stage and the beginning of pod formation. By the beginning of ripening, these processes decrease due to changed relationship between photo-assimilation and storage centers which shifts in favor of useful economic bodies during the period of generative development. Mass growth of leaves during this period negatively affects the yield ( $r = -0.36$ ), but the accumulation of nitrogen and crude fat in the leaves has a direct effect on the formation of grain quality ( $r = 0.82-0.91$ ).

**Юсова Оксана Александровна**, к.с.-х.н., зав. лаб. генетики, биохимии и физиологии растений, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru; ksana-jusva@rambler.ru.

**Асанов Акимбек Мырзаевич**, к.с.-х.н., зав. лаб. селекции зернобобовых культур, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru; akimbek-asanov@rambler.ru.

**Омельянюк Людмила Валентиновна**, д.с.-х.н., гл. н.с., лаб. селекции зернобобовых культур, Омский аграрный научный центр. E-mail: 55asc@bk.ru; Milya1302@yandex.ru.

**Yusova Oksana Aleksandrovna**, Cand. Agr. Sci., Head, Plant Genetics, Biochemistry and Physiology Lab., Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru; ksana-jusva@rambler.ru.

**Asanov Akimbek Myrzayevich**, Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Legume Crop Breeding, Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru; akimbek-asanov@rambler.ru.

**Omelyanyuk Lyudmila Valentinovna**, Dr. Agr. Sci., Chief Staff Scientist, Lab. of Legume Crop Breeding, Omsk Agricultural Scientific Center. E-mail: 55asc@bk.ru; Milya1302@yandex.ru.

### Введение

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 урожай с КПД всего лишь 0,5-0,9%, в лучших случаях – 1-2%. В то же время эту величину можно фактически довести до 4-5%, и если удастся это сделать, то урожайность возделываемых культур приблизится к максимально возможному [1, 2].

В настоящее время роль тройчатого листа сои активно изучается с точки зрения влияния его развития на урожайность сорта [3] путем использования удобрений [4], гуминовых препаратов [5, 6] и регуляторов роста [7], ширины междурядий [8, 9] и нормы высева [10], различных уровней влажности почвы [11] и прочих элементов техно-

логии выращивания [12]. Применение перечисленных агротехнологий направлено, в первую очередь, на усиление фотосинтетической деятельности путем стимуляции роста облиственности растений, увеличения жизнеспособности листьев, продления срока их жизни и активации 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 исследований** – оценка влияния динамики роста тройчатого листа сои на фотосинтетическую активность растений, формирование урожайности и качества зерна данной агрокультуры.

### Методы исследований

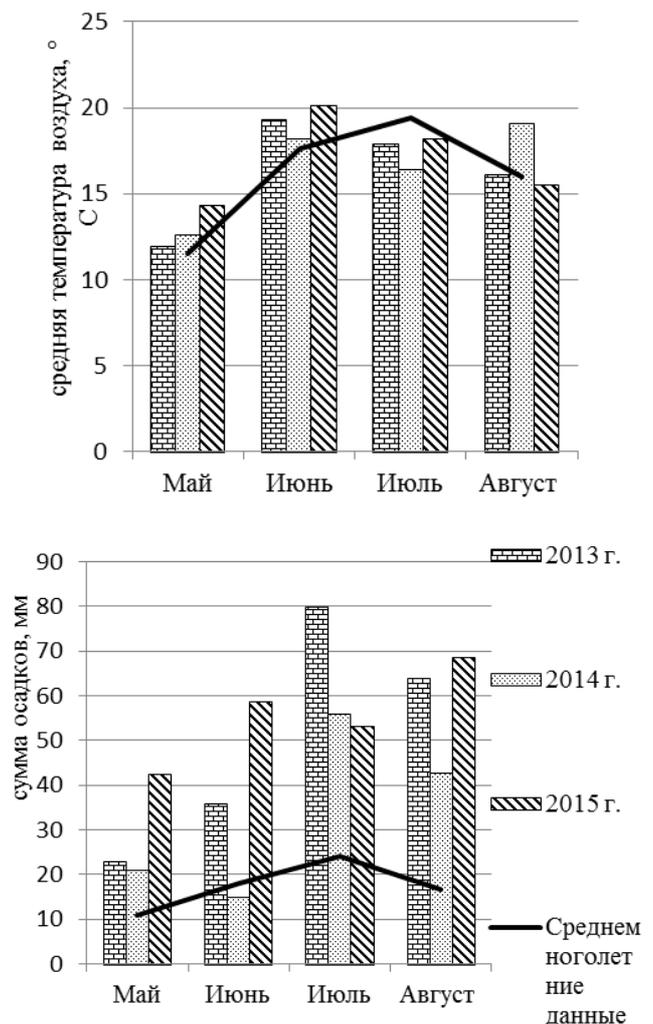
Объектом исследований являлись два сорта сои – Glycine (L) Merr. – Эльдорадо и СибНИИК 315.

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 1 га. Повторность опыта 4-кратная.

Отбор проб для анализа динамики развития тройчатых листьев осуществлялся по 10 растений в двух полевых повторностях в основные фазы развития агрокультуры [13]. Анализ накопления и распределения биомассы растений проводился по основным органам (лист, стебель, корень) [14].

Биохимические показатели определяли в абсолютно сухой навеске примордиального листа, после предварительного размола листовой массы. Содержание сырого жира – в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка, с использованием петролейного эфира. Содержание общего азота – по методике Кьельдаля [15]. Для оценки фотосинтетической активности растений определены следующие показатели: площадь листьев [16], чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и фотосинтетический потенциал [17]. Математическая обработка данных проведена по пособию Б.А. Доспехова в приложении Excel для ПК [18].

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 зернобобовых, выносливых к экстремальным условиям возделывания. Климатические условия в годы проведения исследований были достаточно контрастными и довольно полно характеризовали особенности южной лесостепной зоны Омской области, что отразилось на росте и развитии растений сои (рис.). Достаточным увлажнением отличался период вегетации 2013 г., 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.



**Рис. Характеристика климатических условий периодов вегетации 2013-2015 гг.**

В 2014 г. 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 течение всего периода вегетации (73,3% к среднемуголетним 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).

### Результаты и обсуждение

Показатель интенсивности развития листа сои служит для оценки устойчивости и адаптации растений к абиотическим стрессовым факторам внешней среды [19], потребности растений в питательных веществах [20-23], а также потенциальной мутагенной и канцерогенной активности химических соединений [24]. В настоящее время применяется несколько различных способов определения площади листьев сои (весовой ме-

тод, 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 [25]. В наших исследованиях площадь листовой поверхности растений сои определялась произведением его длины и ширины на коэффициент кривизны [16]. Достоинство данного метода подтверждается тесной корреляцией для тройчатых листьев сои между площадью листа и произведением его длины на ширину ( $r=0,887-0,954$ ) [25].

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).

Таблица 1

**Выраженность и изменчивость площади тройчатого листа сои**

Фенологическая фаза	Сорт	Верхняя пластинка тройчатого листа			Боковая пластинка			Суммарная поверхность тройчатого листа		
		$\bar{x}$ , см <sup>2</sup>	Lim, см <sup>2</sup>	CV, %	$\bar{x}$ , см <sup>2</sup>	Lim, см <sup>2</sup> (1 боковая пластинка)	CV, %	$\bar{x}$ , см <sup>2</sup>	Lim, см <sup>2</sup>	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.

В процессе роста растения наблюдалось нарастание как верхней пластинки тройчатого листа сои (от 9,0 см<sup>2</sup> в фазе первого тройчатого листа до 26,3 см<sup>2</sup> в фазе начала цветения – образование лопаток), так и боковой (9,1-26,6 см<sup>2</sup>), в среднем по сортам. Закономерным итогом стало нарастание суммарной ассимиляционной поверхности тройчатого листа от 26,7 до 71,8 см<sup>2</sup> к образованию лопаток. В фазе начало созревания наблюдалось снижение средней площади тройчатого листа (на 6,6 см<sup>2</sup>) и его пластинок (от 0,5 до 4,1 см<sup>2</sup>) по отношению к предшествующей фазе.

Аналогичная картина прослеживалась 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 [26], в результате происходит изменение отношений между фотоассимилирующими и запасающими центрами, которые в период генеративного развития смещаются в пользу полезно-хозяйственных органов [26, 27].

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 до 24,0 м<sup>2</sup>/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 реакций, в том числе устьичной проводимости [26]. Целесообразность использования листа в растительной диагностике обусловлена тем, что это физиологически наиболее активный орган и измене-

ния в процессе его онтогенеза почти те же, что и в целом растении [21, 23], 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 м<sup>2</sup>\*сут/раст. в межфазный период первый тройчатый лист – бутонизация до 451,0 м<sup>2</sup>\*сут/раст. в межфазный период цветение-начало образования лопаток – начало созревания), что подтверждает данные других исследователей интенсивности фотосинтеза листьев [26].

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.

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 [3].

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 [3]). К началу созревания содержание общего азота снизилось в 2 раза и сырого жира – на 0,6%, по отношению к максимальному показателю.

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. 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 обилие азота растения ( $r=0,41$  и  $0,50$ ), накопление в них азота ( $r=0,82$ ) и сырого жира ( $r=0,91$ ).

Таблица 2

Характеристика сортов сои по общей ассимиляционной поверхности и накоплению сухой биомассы

Фенологическая фаза	Сорт	Площадь тройчатого листа, см <sup>2</sup>	Кол-во листьев, шт/раст.		ОАС, м <sup>2</sup> /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	

Таблица 3

Характеристика сортов сои по основным показателям фотосинтетической активности

Сорт	Межфазный период					
	первый тройчатый лист – бутонизация		бутонизация – цветение – начало образования лопаток		цветение – начало образования лопаток – начало созревания	
	ФП, м <sup>2</sup> *сут/раст.	ЧПФ, г*м <sup>2</sup> /раст.	ФП, м <sup>2</sup> *сут/раст.	ЧПФ, г*м <sup>2</sup> /раст.	ФП, м <sup>2</sup> *сут/раст.	ЧПФ, г*м <sup>2</sup> /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

Таблица 4

Выраженность и изменчивость основных биохимических 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	

### Заключение

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, 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 запаасающими центрами, которые в период генеративного развития смещаются в пользу полезных 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 положительное влияние на формирование качества зерна ( $r=0,82 \div 0,91$ ).

### Библиографический список

1. Ничипорович, А. А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивности растений / А. А. Ничипорович. – Пушино: НЦ БИ АН СССР, 1979. – 37 с. – Текст: непосредственный.
2. Ort, D.R., Merchant, S.S., Alric, J., Barkan, A., et al. (2015). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 112 (28): 8529-8536. – doi: 10.1073/pnas.1424031112.
3. Воронкова, Н. А. Химический состав листьев растений сои / Н. А. Воронкова, А. А. Мирошниченко, Т. В. Скрипко, В. А. Волкова, Н. А. Цыганова. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 5. – С. 7-11.
4. Трач, И. В. Влияние внекорневых подкормок на урожайность сортов сои в условиях Западной лесостепи Украины / И. В. Трач. – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 2 (10). – С. 39-44.
5. Записоцкий, Д. Н. Влияние обработки растений сои регуляторами роста на высоту растений и нарастание массы надземными органами / Д. Н. Записоцкий, А. Я. Барчукова. – Текст: непосредственный // Рисоводство. – 2018. – № 3 (40). – С. 58-61.
6. Записоцкий, Д. Н. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от применения в технологии ее возделывания регуляторов роста / Д. Н. Записоцкий, А. Я. Барчукова. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2018. – № 6 (105). – С. 26-28.
7. Барчукова, А. Я. Влияние препарата мелafen на ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений сои / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, А. Н. Туриченко. – Текст: непосредственный // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 62. – С. 61-67.
8. Шукюров, С. А. Эффективность использования фотосинтетически активной радиации растениями сои в зависимости от ширины междурядий / С. А. Шукюров, Т. Н. Федорова. – Текст: непосредственный // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 115-119.
9. Singh, Guriqbal (Ed) (2010). *The Soybean: Botany, Production and Uses*. CAB International, Wallingford, UK.
10. Хайрулина, Т. П. Влияние различных уровней влажности почвы на активность ферментов в листьях и семенах сои / Т. П. Хайрулина. – Текст: непосредственный // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области: сборник научных трудов. – Благовещенск, 2014. – С. 16-21.
11. Омаров, Ф. Б. Фотосинтез посевов сои в зависимости от приёмов выращивания / Ф. Б. Омаров, А. А. Айтемиров, М. А. Магомедова [и др.]. – Текст: непосредственный // Московский экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 38.
12. Димитров, В. Г. Формирование листьев и соцветий на растениях сои в зависимости от элементов технологии / В. Г. Димитров, В. Т. Саблук. – Текст: непосредственный // Сахарная свекла. – 2016. – № 9. – С. 46-47.
13. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общей редакцией В. М. Лукомца. – Изд. 2-е. – Краснодар, 2010. – 328 с. – Текст: непосредственный.
14. Методические рекомендации по определению некоторых физиологических показателей растений пшеницы при сортоизучении / под общей редакцией В.А. Кумакова. – Москва: Всесоюзная академия с.-х. наук им. В.И. Ленина, 1982. – 27 с. – Текст: непосредственный.
15. Беркутова, Н. С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н. С. Беркутова. – Москва: Росагропромиздат, 1991. – 206 с. – Текст: непосредственный.
16. Бабич, А. А. Аналитический метод изучения процесса формирования листовой поверхности сои / А. А. Бабич, О. В. Макаров. – Текст:

непосредственный // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1969. – № 1. – С. 97-102.

17. Ничипорович, А. А. Крупные достижения биологической науки в повышении продуктивности растений / А. А. Ничипорович. – Текст: непосредственный // Экология. – 1971. – № 1. – С. 8-14.

18. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973.

19. Харчук, О. А. Недеструктивный метод определения осмотического потенциала листьев растений сои / О. А. Харчук. – Текст: непосредственный // Вестник современной науки. – 2015. – № 12-1 (12). – С. 36-38.

20. Гисматулина, Ю. А. Сравнительный химический состав пяти урожаев мискантуса сорта сорановский: растение в целом, лист, стебель / Ю. А. Гисматулина. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 4. – С. 23-26.

21. Ермохин, Ю. И. Метод определения урожайности тысячелистника обыкновенного по химическому составу растения / Ю. И. Ермохин, Д. Н. Молкоедов. – Текст: непосредственный // Вестник Омского университета. – 2013. – № 4. – С. 243-244.

22. Пешкова, А. А. Участие листьев различных ярусов в усвоении нитратов почвы растениями семейства капустных / А. А. Пешкова, Н. В. Дорофеев, Е. В. Бояркин. – Текст: непосредственный // Агрехимия. – 2011. – № 1. – С. 8-10.

23. Ермохин, Ю. И. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур / Ю. И. Ермохин, Н. Н. Тищенко. – Текст: непосредственный // Агрехимия. – 2014. – № 6. – С. 89-93.

24. Биттуева, М. М. Оценка эффективности растительного теста по учету соматических мутаций в листьях сои *Glycine max* (L.) Merrill / М. М. Биттуева. – Текст: непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 548.

25. Медведева, З. М. Сравнительная оценка методов определения площади листьев сои / З. М. Медведева. – Текст: непосредственный // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2009. – № 9. – С. 23-25.

26. Амелин, А. В. Интенсивность фотосинтеза листьев у сортов сои в зависимости от фазы роста и ярусного расположения / А. В. Амелин, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин [и др.]. – Текст: непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 53-58.

27. Чиков, В. И. Эволюция представлений о связи фотосинтеза с продуктивностью растений / В. И. Чиков. – Текст: непосредственный // Физиология растений. – 2008. – Т. 55, № 1. – С. 140-154.

## References

1. Nichiporovich A.A. Energeticheskaya effektivnost fotosinteza i produktivnosti rasteniy / A.A. Nichiporovich. – Pushchino: NTs BI AN SSSR, 1979. – 37 s.

2. Ort, D.R., Merchant, S.S., Alric, J., Barkan, A., et al. (2015). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 112 (28): 8529-8536. – doi: 10.1073/pnas.1424031112.

3. Khimicheskij sostav listev rasteniy soi / Voronkova N.A., Miroshnichenko A.A., Skripko T.V., Volkova V.A., Tsyganova N.A. // *Uspekhi sovremenogo estestvoznaniya.* – 2017. – No. 5. – S. 7-11.

4. Trach I.V. Vliyanie vnekornevnykh podkormok na urozhaynost sortov soi v usloviyakh Zapadnoy lesostepi Ukrainy / I.V. Trach // *Zernobobovye i krupyanye kultury.* – 2014. – No. 2 (10). – S. 39-44.

5. Zapisotskiy D.N. Vliyanie obrabotki rasteniy soi regulyatorami rosta na vysotu rasteniy i narastanie massy nadzemnymi organami / D.N. Zapisotskiy, Barchukova A.Ya. // *Risovodstvo.* – 2018. – No. 3 (40). – S. 58-61.

6. Zapisotskiy D.N. Fotosinteticheskaya deyatelnost rasteniy soi v zavisimosti ot primeneniya v tekhnologii ee vozdeyvaniya regulyatorov rosta / D.N. Zapisotskiy, A.Ya. Barchukova // *Plodorodie.* – 2018. – No. 6 (105). – S. 26-28.

7. Vliyanie preparata melafen na rostovye protsessy i fotosinteticheskuyu deyatelnost rasteniy soi / Barchukova A.Ya., Chernysheva N.V., Turichenko A.N. // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2016. – No. 62. – S. 61-67.

8. Shukyurov S.A. Effektivnost ispolzovaniya fotosinteticheskoy aktivnoy radiatsii rasteniyami soi v zavisimosti ot shiriny mezhduryadiy / S.A. Shukyurov, T.N. Fedorova // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2018. – No. 4. – S. 115-119.

9. Singh, Guriqbal (Ed) (2010). *The Soybean: Botany, Production and Uses.* CAB International, Wallingford, UK.

10. Khayrulina T.P. Vliyanie razlichnykh urovney vlazhnosti pochvyna aktivnost fermentov v listyakh i semenakh soi / Khayrulina T.P. // *Adaptivnye tekhnologii v rastenievodstve Amurskoy oblasti:*

сbornik nauchnykh trudov. – Blagoveshchensk, 2014. – S. 16-21.

11. Fotosintez posevov soi v zavisimosti ot priemov vyrashchivaniya / F.B. Omarov, A.A. Aytemirov, M.A. Magomedova i dr. // Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal. - 2019. – No. 4. – S. 38.

12. Dimitrov V.G. Formirovanie listev i sotsvetiy na rasteniyakh soi v zavisimosti ot elementov tekhnologii / V.G. Dimitrov, V.T. Sabluk // Sakharnaya svekla. – 2016. – No. 9. – S. 46-47.

13. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytom s maslichnymi kulturami / pod obshchey redaktsiyey V.M. Lukomtsa. Izd. 2-e. – Krasnodar, 2010. – 328 s.

14. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu nekotorykh fiziologicheskikh pokazateley rasteniy pshenitsy pri sortoizuchenii / pod obshchey redaktsiyey Kumakova V.A. – Moskva: Vsesoyuznaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk imeni V.I. Lenina, 1982. – 27 s.

15. Berkutova N.S. Metody otsenki i formirovaniya kachestva zerna. – Moskva: Rosagropromizdat, 1991. – 206 s.

16. Babich A.A. Analiticheskiy metod izucheniya protsessa formirovaniya listvoy poverkhnosti soi / A.A. Babich, O.V. Makarov // Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – 1969. – No. 1. – S. 97-102.

17. Nichiporovich A.A. Krupnye dostizheniya biologicheskoy nauki v povyshenii produktivnosti rasteniy / A.A. Nichiporovich // Ekologiya. – 1971. – No. 1. – S. 8-14.

18. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: Kolos, 1973.

19. Kharchuk O.A. Nedestruktivnyy metod opredeleniya osmoticheskogo potentsiala listev rasteniy soi / O.A. Kharchuk // Vestnik sovremennoy nauki. – 2015. – No. 12-1 (12). – S. 36-38.

20. Gismatulina Yu.A. Sravnitelnyy khimicheskiy sostav pyati urozhaev miskantusa sorta Soranovskiy: rastenie v tselom, list, stebel / Yu.A. Gismatulina // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2016. – No. 4. – S. 23-26.

21. Ermokhin Yu.I. Metod opredeleniya urozhaynosti tsysachelistnika obyknovennogo po khimicheskomu sostavu rasteniya / Yu.I. Ermokhin, D.N. Molkoedov // Vestnik Omskogo universiteta. – 2013. – No. 4. – S. 243-244.

22. Peshkova A.A. Uchastie listev razlichnykh yarusov v usovenii nitratov pochvy rasteniyami semeystva kapustnykh / A.A. Peshkova, N.V. Dorofeev, E.V. Boyarkin // Agrokimiya. – 2011. – No. 1. – S. 8-10.

23. Ermokhin Yu.I. Optimizatsiya mineralnogo pitaniya sel'skokhozyaystvennykh kultur / Yu.I. Ermokhin, N.N. Tishchenko // Agrokimiya. – 2014. – No. 6. – S. 89-93.

24. Bittueva M.M. Otsenka effektivnosti rastitel'nogo testa po uchetu somaticheskikh mutatsiy v listyakh soi Glycine max (L.) Merrill / M.M. Bittueva // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2016. – No. 6. – S. 548.

25. Medvedeva Z.M. Sravnitel'naya otsenka metodov opredeleniya ploshchadi listev soi / Z.M. Medvedeva // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No. 9. – S. 23-25.

26. Intensivnost fotosinteza listev u sortov soi v zavisimosti ot fazy rosta i yarusnogo raspolozheniya / Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V. i dr. // Zernobobovye i krupyanye kultury. – 2017. – No. 4 (24). – S. 53-58.

27. Chikov V.I. Evolyutsiya predstavleniy o svyazi fotosinteza s produktivnostyu rasteni / V.I. Chikov // Fiziologiya rasteniy. – 2008. – No. 1. – T. 55. – S. 140-154.



УДК 631.527:635.655

**Т.В. Минькач, О.А. Селихова**  
T.V. Minkach, O.A. Selikhova

**СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ СОИ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

**SELECTION AND GENETIC ANALYSIS OF INTERSPECIFIC FIRST-GENERATION SOYBEAN HYBRIDS**

**Ключевые слова:** дикая соя, гибридизация, гетерозис, фенотипическое доминирование, сорт, гибрид.

**Keywords:** wild soybean (Glycine soja), hybridization, heterosis, phenotypic dominance, variety, hybrid.