

УДК 633.853.52:631.524.84
ГРНТИ 68.35.31

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-12021>

Синеговская В.Т., академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ, гл. науч. сотр.;
Лёвина А.Н., мл. науч. сотр.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СВЕТОВОГО ДНЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ

© Синеговская В.Т., Лёвина А.Н., 2020

Резюме. С целью изучения реакции скороспелых сортов сои на прохождение фенологических фаз роста и развития, продуктивность растений под влиянием продолжительности светового дня, проведены исследования с новым скороспелым сортом Сентябринка в условиях вегетационного домика с 3-мя сроками посева. Продолжительность светового дня до 8-ми часов устанавливали с фазы 3-го тройчатого листа с чередованием дневного и ночного периодов в каждом варианте 7 раз за вегетацию. Контролем служили растения, рост и развитие которых проходило в условиях естественного освещения. В результате исследований выявлено, что растения сои со сроком посева 23 мая, проявили наибольшую чувствительность к изменению светового режима. Условия короткого светового дня (8 часов) ускоряли прохождение основных фаз развития у растений скороспелого сорта сои, при этом фаза цветения наступила раньше на 4 дня, фаза налива бобов – на 8 дней, а полный налив семян – на 13 дней по сравнению с растениями, которые зацвели в условиях естественного фотопериода. У растений сои со сроком посева 3 июня вегетационный период составил 85 дней, в связи с уменьшением продолжительности межфазных периодов. Растения скороспелого сорта Сентябринка попадали в наиболее благоприятный естественный световой режим при сроке посева 28 мая. Условия освещения в этот период соответствовали требованиям роста и развития растений этого сорта, что привело к увеличению высоты растений, количеству бобов и массе семян с 1 растения, массе 1000 семян по сравнению с растениями контрольных вариантов раннего и позднего сроков посева. Максимальное количество бобов – 20 штук, сформировалось на растениях, выращенных с естественным освещением при посеве 28 мая, минимальное – 17 штук, при посеве 3 июня.

Ключевые слова: соя, срок посева, фаза роста и развития, фотопериодизм, световой день, продуктивность.

UDC 633.853.52:631.524.84

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-12021>

V.T. Sinegovskaya, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr Agr. Sci.,
Professor, Honoured Worker of Science of RF, Chief Research Worker;
A.N. Lyovina, Junior Research Worker

INFLUENCE OF DAYLIGHT DURATION ON SOYBEAN GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY

Abstract. Research objective: study of the reaction of early-season variety of soya when passing phenological phases of growth and development; plant productivity under the influence of the duration of the daylight. **Object of research:** new early-season variety Sentyabrinka. Research conditions: green-house, 3 periods of sowing. The duration of daylight up to 8 hours was set from the phase of the 3rd triple leaf. Interchange of day and night periods took place 7 times in each variant during vegetation. The control was provided by the plants that grew and developed in natural light. As a

result of the research, it was found that soy plants with sowing date of May 23 showed the greatest sensitivity to changes in the light conditions. The conditions of a short daylight (8 hours) accelerated the passing of the main phases of development in plants of the precocious soybean variety. At the same time flowering phase came earlier by 4 days, the ripening phase of beans – by 8 days, and the full ripening of seeds – by 13 days as compared to the plants that bloomed in the natural photoperiod. In soybean plants with a sowing date of June 3, the growing period was 85 days, due to a decrease in the duration of interphase periods. Plants of the early-maturing variety Sentyabrinka were under the most favorable natural light conditions at the time of sowing on May 28. Lighting conditions during this period met the requirements for growth and development of plants of this variety, which led to an increase in the height of plants, the number of beans and the weight of seeds from 1 plant, the weight of 1000 seeds as compared to the plants of control variants of early and late sowing periods. The maximum number of beans (20 pieces) was produced by the plants grown with natural light when sown on May 28, the minimum (17 pieces), when sown on June 3.

Keywords: soybean, sowing time, growth and development phase, photoperiodism, daylight, productivity.

Введение. В решении проблемы обеспечения населения растительным белком, содержащим все незаменимые аминокислоты, ведущая роль отводится сое [11]. Приоритет в исследованиях этой культуры принадлежит русским ученым и путешественникам. Уже в те далекие годы некоторые агрономы и практики предвидели большое будущее этой бобовой культуры. Высокую оценку сое дал первый дальневосточный селекционер В.А. Золотницкий: «Ни одно растение в мире не может произвести за 100 дней столько белка и жира, сколько даёт она, ни одно другое растение не может соперничать с соей по количеству ценных пищевых продуктов, производимых с единицы площади посева». Наибольшую ценность представляли разработки по селекции и технологии возделывания сои. Создание новых высокоурожайных сортов сои позволило расширить ее посевы в Амурской области и повысить урожайность этой ценной высокобелковой культуры. С этой культурой на Дальнем Востоке было связано решение кормовой проблемы животноводства, соя в основном использовалась для создания интенсивных пастбищ, стойлового откорма (как зеленый корм), шла на сено и силос [5].

В настоящее время основным производителем зерна сои в России является Амурская область, где сосредоточено более 33% её посевов [7]. Интродукция сои в дру-

гие регионы России обусловлена возрастанием интереса к ней как ценной высокобелковой пищевой культуре. Пищевую ценность сои отмечают многие исследователи [8, 15, 16]. Вместе с тем, для увеличения производства сои за счет продвижения этой культуры в другие регионы, необходимо учитывать, что она относится к культурам короткого светового дня, поэтому оптимальное освещение для нее составляет 12–13 часов [10, 12]. Вместе с тем решение этой проблемы возможно путем создания сортов, слабо реагирующих на длину светового дня.

В Амурской области, которая является самой северной зоной возделывания сои на Дальнем Востоке, цветение растений и формирование репродуктивных органов приходится на длительный световой день в 16–17 часов, что оказывает отрицательное влияние на продолжительность фаз роста и развития, высоту растений, ширину междоузлий, и в конечном итоге, на семенную продуктивность растений [18]. Соя, как растение короткого светового дня, имеет высокую чувствительность к его продолжительности, поэтому долгое время может оставаться в состоянии вегетативного роста при достаточно длительном дне в 15–17 часов. В то время как при коротком дне в 10–11 часов, растения зацветают через месяц после посева. Сорты, созданные в погодных условиях Амурской области, более приспособлены к условиям длительного светового

дня, поэтому при их продвижении на север на 6°, они не увеличивают период вегетации и слабо реагируют на изменение фотопериодов [2, 5, 11]. Вместе с тем для того, чтобы фазы цветения и формирования репродуктивных органов попадали в благоприятные условия, посев сои следует производить в оптимальные для сорта сроки [1, 4]. Оптимизируя сроки посева, можно направленно изменять комплекс жизненно необходимых для растений сои условий, чтобы максимально реализовать потенциальную продуктивность сорта и получить семена высокого качества. Кроме того, важно иметь сорта, слабо реагирующие на длину светового дня, что позволит расширить ареал их использования в регионах, различающихся по почвенно-климатическим условиям и продолжительности светового дня [9, 17, 19].

Для создания таких сортов необходимо изучение прохождения фенологических фаз роста и развития растений в зависимости от продолжительности светового дня, формирования репродуктивных органов, и величину урожайности семян. В этой связи целью наших исследований было изучение реакции нового скороспелого сорта сои на прохождение фенологических фаз роста и развития, продуктивность растений при искусственном сокращении продолжительности светового дня.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в сосудах Вагнера в вегетационном домике лаборатории физиологии растений ФГБНУ ВНИИ сои со скороспелым сортом сои Сентябринка, с периодом вегетации 87–99 дней, потенциальной урожайностью 2.7 т/га, содержанием белка 42.3% и жира 19.2%. Сорт устойчив к полеганию, грибным и бактериальным болезням.

Для набивки сосудов использовали луговую черноземовидную почву, опыт закладывали по методике Ф.А. Юдина [13]. Влажность почвы в сосудах доводили до 80% ППВ по методике З.И. Журбицкого [3] и поддерживали в течение всего периода

вегетации сои. Посев семян в сосудах проводили в 3 срока: 23 мая, 28 мая и 3 июня. В каждый сосуд высевали по 5 семян, после всходов оставляли по 3 растения. Закрытие растений в сосудах для изменения продолжительности светового дня до 8-ми часов проводили с фазы 3-го тройчатого листа с продолжительностью темнового периода 16 часов. Чередование дневного и ночного периодов в каждом варианте повторяли 7 раз за вегетацию. Контролем служили растения, рост и развитие которых проходило в условиях естественного освещения. Учеты и наблюдения за формированием репродуктивных органов в зависимости от фотопериодов проводили по методике Э.Ф. Лопаткиной [6]. Фенологические наблюдения в течение вегетационного периода с фазы всходов до полного созревания семян, с отметкой фаз роста и развития, проводили по методике Dunphy E. et al. [14].

Результаты и обсуждение. При изучении влияния короткого дня на рост и развитие растений сои сорта Сентябринка было установлено, что закрытие растений на 16 часов на этапе формирования третьего тройчатого листа влияет на прохождение фаз развития растений, так как световой день значительно уменьшается. Растения сои со сроком посева 23 мая проявили наибольшую чувствительность к 8-ми часовому световому режиму по сравнению с растениями со сроком посева 28 мая и 3 июня (рис.1). У растений с укороченным световым днем фаза начала цветения наступила раньше на 4 дня по сравнению с контрольными растениями, которые имели фотопериод с естественной освещенностью. Фаза начала налива бобов в этом случае началась раньше на 8 дней, а полный налив семян – на 13 дней по сравнению с контролем. При сроке посева 28 мая сокращение светового дня до 8-ми часов с фазы третьего тройчатого листа ускорило цветение на два дня по сравнению с растениями контрольного варианта, которые при естественных условиях имели более длительный световой день (рис.1).

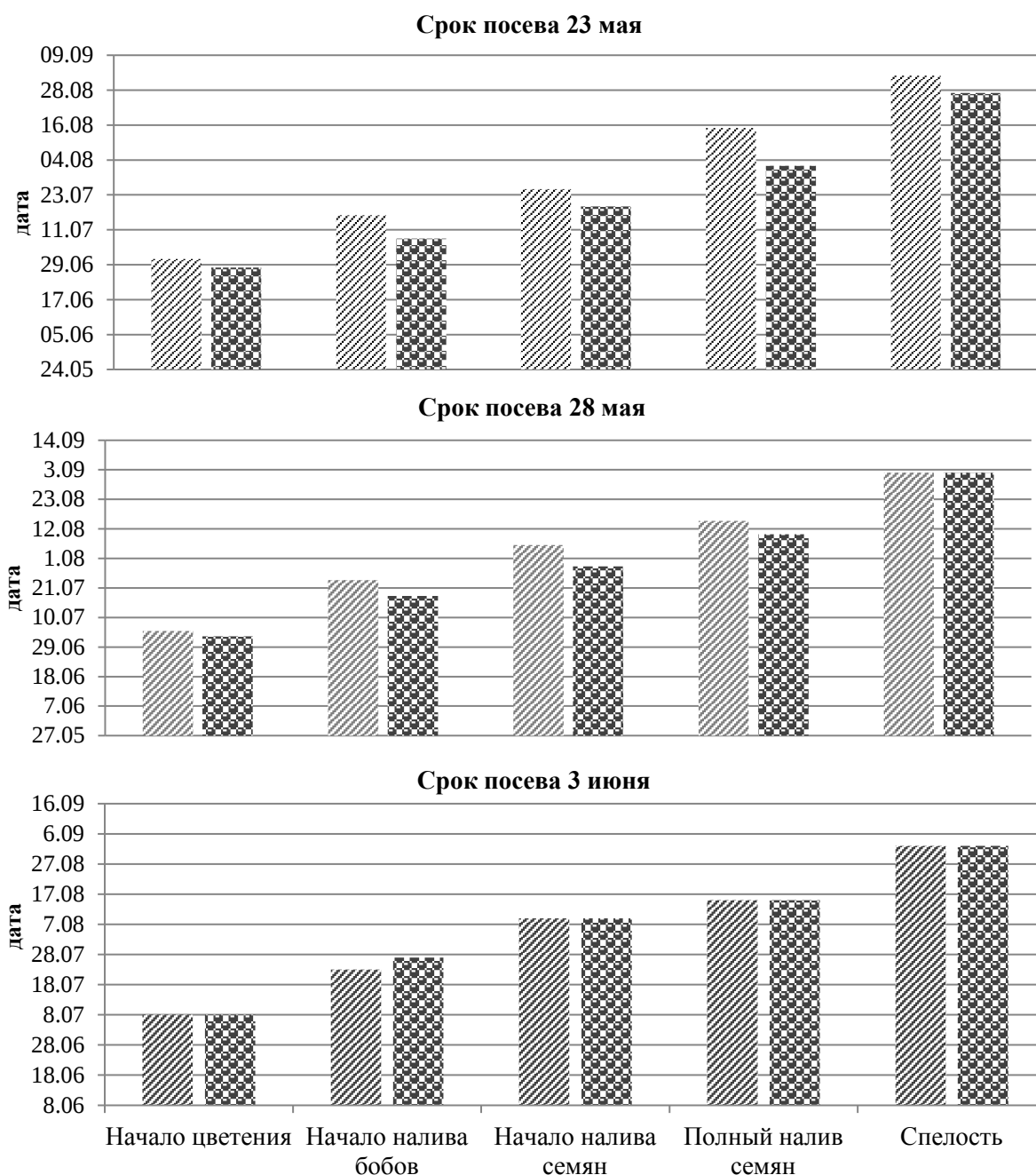


Рис. 1. Наступление фенологических фаз сои сорта Сентябринка в зависимости от срока посева и длины светового дня, дата:

▨ - Контроль, естественное освещение;

▣ - 8-ми часовой световой день с фазы 3-го тройчатого листа

Под влиянием короткого дня, искусственно созданного растениям с фазы 3-го тройчатого листа, фаза начала налива бобов началась раньше на 6 дней, фаза начала налива семян – на 7, а полный налив семян – на 5 дней раньше по сравнению с контролем. Сокращение продолжительности светового дня у растений скороспелого сорта

сочи Сентабринка при посеве 3 июня не оказало влияния на наступление и продолжительность фенологических периодов развития.

Возможно, это обусловлено тем, что цветение у растений этого срока посева наступило 8 июля, когда световой день после 22 июня сократился на 20 мин., поэтому

искусственное сокращение продолжительности светового дня не ускорило наступление фазы цветения сои. Цветение сои, как и при естественной освещенности, наступило 8 июля. Растения и в контроле, и в изучаемом варианте зацвели в один срок, дальнейшее их развитие также протекало в одни и

те же сроки. Поэтому полный налив семян и спелость у растений обоих вариантов наступили в одно и то же время. Общая продолжительность периода вегетации растений была минимальной при сроке посева 3 июня (табл.1).

Таблица 1

Продолжительность фенологических периодов роста и развития растений сои сорта Сентябрька в зависимости длины светового дня, дни

Срок посева	Длина светового дня	Период роста и развития растений				Вегетационный период, дни
		Всходы – начало цветения	Начало цветения – начало налива бобов	Начало налива бобов – начало налива семян	Начало налива семян – спелость	
23.05	Контроль – естественное освещение	30	19	12	33	94
	8-часовой световой день*	28	12	11	37	88
28.05	Контроль – естественное освещение	29	18	12	32	91
	8-часовой световой день*	28	13	13	32	86
03.06	Контроль – естественное освещение	29	18	14	24	85
	8-часовой световой день*	29	16	16	24	85

* с фазы 3-го тройчатого листа

У растений контрольного варианта со сроком посева 3 июня период начало налива семян – спелость был короче, чем у растений при сроке посева 23 и 28 мая на 9 и 8 дней соответственно. Установление 8-ми часового светового дня с фазы 3-го тройчатого листа при сроке посева 23 мая привело к увеличению продолжительности периода налива семян – спелость на 7 дней по сравнению с таким же вариантом со сроком посева 3 июня. Значительное сокращение светового дня для растений, посеянных 23 мая, привело к увеличению продолжительности налива семян и наступлению их спелости. В то время как при сроке посева 3 июня продолжительность этого периода была одинакова с растениями контрольного варианта. Следовательно, процесс оттока питательных веществ в семена и наступление спелости проходили в неблагоприятных условиях не только по световому режиму, но и температуре воздуха, что задержало наступление спелости семян. Влажность почвы не влияла на наступление фаз

роста и развития, так как была одинакова во всех сосудах и составляла 80% ППВ/

Вместе с тем искусственное сокращение светового дня до 8-ми часов уменьшило продолжительность других периодов роста и развития скороспелого сорта сои на 1–7 дней, поэтому и вегетационный период по сравнению с контролем сократился на 6 дней. Наиболее благоприятным по продолжительности межфазных периодов и в целом вегетационного периода для скороспелого сорта Сентябрька был срок посева 28 мая. Изменение фотопериодов в сторону уменьшения продолжительности светового дня сократило вегетационный период растений на 5 дней за счёт уменьшения периода начало цветения – начало налива бобов. Высота растений к фазе спелости также была наибольшей при сроке посева 28 мая в контрольном варианте, сокращение светового дня уменьшило этот показатель на 11 см (табл.2).

Таблица 2

Высота и продуктивность растений сорта сои Сентябринка в зависимости от срока посева и продолжительности светового дня

Срок посева (Фактор А)	Световой день (Фактор Б)	Высота расте- ния, см	Масса семян с 1 растения, г
23 мая	Контроль – естественное освещение	53	8.5
	8-часовой световой день*	41	7.1
28 мая	Контроль – естественное освещение	60	9.2
	8-часовой световой день*	49	7.5
3 июня	Контроль – естественное освещение	52	8.1
	8-часовой световой день*	42	6.7
НСР ₀₅ , в среднем по опыту		5.13	1.27
По фактору А		3.63	0.90
По фактору Б		2.97	0.73

* с фазы 3-го тройчатого листа

Сокращение светового дня с фазы 3-го тройчатого листа до 8-ми часовой продолжительности привело к существенному снижению высоты и продуктивности растений независимо от срока посева сои. Самыми низкими с меньшей продуктивностью семян были растения при сроке посева 23 мая, самыми высокими и более продуктивными – при сроке посева 28 мая. При раннем посеве масса семян с 1 растения уменьшилась на 7.6% по сравнению с посевом 28 мая. Естественные фотопериоды при

сроке посева 28 мая были более благоприятны по освещенности для растений скороспелого сорта Сентябринка, что способствовало росту и развитию растений, формированию семян в бобах. Изменения в росте и развитии растений подтверждает существенное влияние фотопериода на продуктивность растения. При посеве 23 мая у растений с укороченным световым днём среднее количество бобов с одного растения составляло 15 штук (рис.2).

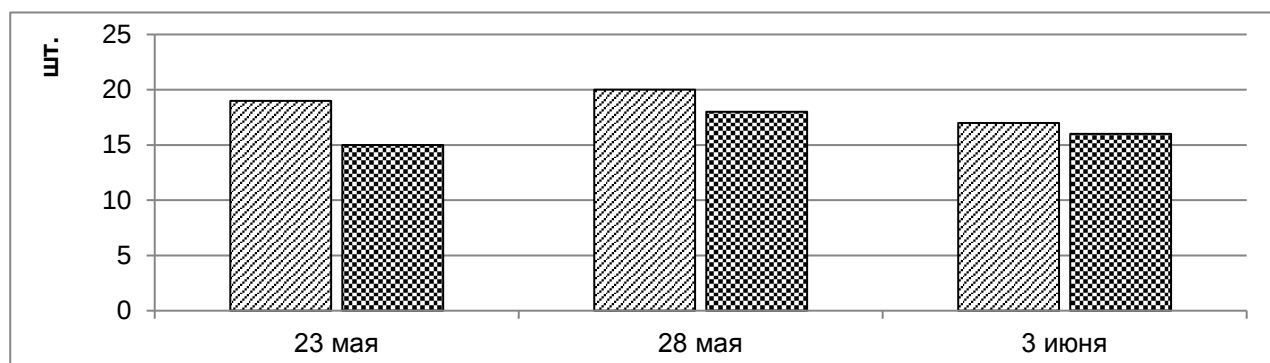


Рис.2. Количество бобов сои сорта Сентябринка в зависимости от срока посева и длины светового дня, шт./растение:

– Контроль – естественное освещение;
 – 8-часовой световой день с фазы 3-го тройчатого листа

В естественных условиях освещения среднее количество бобов увеличивается до 19 штук с одного растения. Максимальное количество бобов (20 штук) сформировалось на растениях, выращенных с естественным освещением при посеве 28 мая,

минимальное (17 штук) – при посеве 3 июня. Использование 8-ми часового светового дня с фазы 3-го тройчатого листа привело к уменьшению количества бобов на растении при всех сроках посева, что также

указывает на отрицательное влияние значительного снижения продолжительности светового дня. Причем при сроке посева 23 мая оно было более значительным по сравнению со сроками посева 28 мая и 3 июня.

При посеве 23 мая у растений с укороченным световым днем отмечена тенденция к формированию более крупных семян, масса 1000 семян которых была на 7.8% больше, чем при естественном световом режиме (табл.3).

Таблица 3

Влияние срока посева и продолжительности светового дня на массу 1000 семян сои сорта Сентябрька, г

Срок посева (Фактор А)	Световой день (Фактор Б)	Масса 1000 семян, г
23 мая	Контроль – естественное освещение	191.0
	8-часовой световой день*	206.0
28 мая	Контроль – естественное освещение	199.0
	8-часовой световой день*	181.0
3 июня	Контроль – естественное освещение	189.0
	8-часовой световой день*	181.0
Масса 1000 семян в среднем по опыту, г		191.2
НСР ₀₅ , в среднем по опыту, г		32.5
По фактору А		23.0
По фактору Б		18.8

* с фазы 3-го тройчатого листа

Следовательно, в данном случае короткий световой день оказал некоторое положительное влияние на крупность семян. Сокращение светового дня у растений со сроком посева 28 мая и 3 июня, напротив, привело к тенденции, направленной на уменьшение крупности семян. Масса 1000 семян при этом уменьшилась у растений с коротким световым днем на 9.9% и 4.4%, соответственно срокам посева по сравнению с растениями, которые получали более продолжительный световой день с естественным освещением. Вместе с тем существенных различий по массе 1000 семян не выявлено ни от срока посева, ни от искусственного уменьшения продолжительности светового дня.

Выводы. У скороспелого сорта сои Сентябрька выявлена положительная реакция на уменьшение межфазных периодов и продолжительности всего вегетационного периода в зависимости от продолжительности светового дня. Искусственное сокращение светового дня до 8-ми часов ускоряло начало цветения при майских сроках посева. Растения, семена которых посеяны в июне, попадали в более короткий июльский световой день и реакция на его дальнейшее сокращение не установлена.

Фенологические фазы у них наступали одновременно с растениями контрольного варианта. Наиболее благоприятный естественный световой режим был при сроке посева 28 мая. Продолжительность светового дня в этот период обеспечивала благоприятные условия для роста и развития растений, формирования семян в бобах, что привело к увеличению высоты растений, количеству бобов и массе семян с 1 растения. Проведенные исследования подтверждают существенное влияние фотопериода на наступление фаз развития растений скороспелого сорта и увеличение их семенной продуктивности. Наибольшую чувствительность к 8-ми часовому световому режиму растения сои сорта Сентябрька проявили при сроке посева 23 мая по сравнению с растениями со сроком посева 28 мая и 3 июня. Установлено снижение массы семян с 1 растения на 7.6%, снижение высоты растений на 8 см по сравнению с растениями, имеющими также 8-ми часовой световой день, но семена которых высевали 28 мая. Высота растений во всех вариантах с 8-ми часовым световым днем была меньше растений контрольных вариантов на 10–12 см, что привело к снижению их семенной продуктивности.

Список литературы

1. Дозоров, А.В. Разработка технологических приёмов возделывания сои в условиях лесостепи Среднего Поволжья: монография / А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – 163 с.
2. Енкен, В.Б. Соя / В.Б. Енкен. – Москва : Сельхозгиз, 1959. – 622 с.
3. Журбицкий, З.И. Теория и практика вегетационного метода /З.И. Журбицкий. – Москва : Изд-во «Наука», 1968. – 260 с.
4. Зайцева, О.А. Влияние сроков посева на урожайность семян сои Брянская МИЯ/ О.А. Зайцева, А.В. Дронов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №1. – С. 3–7.
5. Золотницкий, В. А. Соя на Дальнем Востоке / В. А. Золотницкий, канд. с.-х. наук ; под ред. канд. с.-х. наук Е. А. Старостина. - Хабаровск : Кн. изд-во, 1962. — 248с., 1 л. карт. ил.
6. Лопаткина, Э. Ф. Фоторегулирование длительности этапов органогенеза сои в связи с задачами селекции / Э. Ф. Лопаткина // Приемы регулирования продуктивности сои : Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние; [редкол.: В. Ф. Кузин (отв. ред.) и др.]. - Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1987. — С.126-129.
7. Министерство сельского хозяйства Амурской области / Агропромышленный комплекс [Электронный ресурс]. - URL: <https://agro.amurobl.ru/> (дата обращения 15.03.2020).
8. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование/ В.С. Петибская //под ред. академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. – Майкоп : ОАО «Полиграф –ЮГ», 2012. – 432 с.
9. Реакция сортов сои на различную длину дня / С. В. Зеленцов [и др.]. –Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2006. – Вып.2(135). – С. 93–99.
10. Соя в России /В. А. Федотов [и др.]. – Монография: под ред. профессоров В.А. Федотова и С.В. Гончарова. – Москва : Агролига России, 2013. – 432 с.
11. Соя на Дальнем Востоке/ А.П. Ващенко [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
12. Толмачева, А.В. Влияние агрометеорологических условий на произрастание культуры сои /А. В. Толмачева // Вестник Одесского государственного экологического университета. – 2013. – Вып. 15. – С. 89–94.
13. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф. А. Юдин.-Москва :Колос, 1980. – 272 с.
14. Dunphy, E. [et al.] Soybean yields in relation to days between specific development stages // Agron.J. – 1979. – Vol.71. – No.6. –P. 917–920.
15. Freiria, G.H. Productivity and chemical composition of food-type soybeans sown on different dates/ G.H. Freiria, W.F. Lima, R.S. Leite // Acta Scientiarum-Agronomy. –2016. – Vol. 38. – No. 3.– P. 371–377. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.28632>.
16. Hu, M.X. Effect of planting date on soybean growth, yield, and grain quality / M.X.Hu, P.Wiatrak//Agronomy Journal. – 2012. – Vol.104.– No. 3.– P. 785–790. DOI: <https://doi.org/10.2134/aronj2011.0382>.
17. Planting date influences fresh pod yield and seed chemical compositions of vegetable soybean/Y.S. Li, M. Du, Q.Y. Zhang, et al.// Hortscience. – 2014. – Vol. 49. – No. 11.– P. 1376–1380. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.11.1376>.
18. Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean/ L.X. Zhang, W. Liu, M. Tsegaw, et al.// Journal of integrative agriculture. – 2020. – Vol. 19. – No. 2.– P. 295–310. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62850-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62850-9).
19. Zhang, S.R. Photoperiodism dynamics during the domestication and improvement of soybean/ S.R. Zhang, H. Wang, Z.Y. Wang // Science China-Life Sciences. – 2017. – Vol. 60.–No. 12.– P. 1416–1427. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11427-016-9154-x>.

Reference

1. Dozorov, A.V., Ermoshkin, Yu.V. Razrabotka tekhnologicheskikh priemov vozdel'yvaniya soi v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya (Development of Technological Methods for Soybean Cultivation in the Climates of the Forest-Steppe of the Middle Volga Region), Ul'yanovsk, Ul'yanovskaya GSKhA im. P.A. Stolypina, 2014, 163 p.
2. Enken, V.B. Soya (Soya), Moskva, Sel'khozgiz, 1959, 622 p.
3. Zhurbitskii, Z.I. Teoriya i praktika vegetatsionnogo metoda (The Theory and Practice of the Vegetative Method), Moskva, Izd-vo «Nauka», 1968, 260 p.

4. Zaitseva, O.A., Dronov, A.V. Vliyanie srokov poseva na urozhainost' semyan soi Bryanskaya MIYa (The Influence of Sowing Dates on the Crop Yield of Soybean Seeds of the Variety Bryanskaya MIA), *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2014, No 1, PP. 3–7.
5. Zolotnitskii, V. A. Soya na Dal'nem Vostoke (Soybean in the Far East), V. A. Zolotnitskii, kand. s.-kh. nauk, pod red. kand. s.-kh. nauk E. A. Starostina, Khabarovsk, Kn. izd-vo, 1962, 248 p., 1 l. kart.: il.
6. Lopatkina, E. F. Fotoregulirovanie dlitel'nosti etapov organogeneza soi v svyazi s zadachami selektsii (Photoregulation of the Duration of Organogenesis Stages of Soya in Connection with Problems of Breeding), *Priemy regulirovaniya produktivnosti soi* : Sb. nauch. tr. / VASKhNIL, Sib. otd-nie; [redkol.: V. F. Kuzin (otv. red.) i dr.], Novosibirsk, SO VASKhNIL, 1987, PP.126-129.
7. Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Amurskoi oblasti / Agropromyshlennyy kompleks [Elektronnyy resurs] (Ministry of Agriculture of the Amur Region-Agriculture Sector [Electronic Resource]), URL:<https://agro.amurobl.ru/> (data obrashcheniya 15.03.2020).
8. Petibskaya, V.S. Soya: khimicheskii sostav i ispol'zovanie (Soybean: Chemical Composition and Application), V.S. Petibskaya, pod red. akademika RASKhN, d-ra s.-kh. nauk V.M. Lukomtsa, Maikop, OAO «Poligraf –YuG», 2012, 432 p.
9. Reaktsiya sortov soi na razlichnuyu dlinu dnya (Reaction of the Varieties Soybean to Different Durations of the Daylight), S. V. Zelentsov [i dr.], *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VNIIMK*, 2006, Vyp. 2 (135), PP. 93–99.
10. Soya v Rossii (Soya in Russia), V.A. Fedotov [i dr.], monografiya, pod red. professorov V.A. Fedotova i S.V. Goncharova, Moskva, Agroliga Rossii, 2013, 432 p.
11. Soya na Dal'nem Vostoke (Soya in the Far East), A.P. Vashchenko [i dr.], Vladivostok, Dal'nauka, 2010, 435 p.
12. Tolmacheva, A.V. Vliyanie agrometeorologicheskikh uslovii na proizrastanie kul'tury soi (Influence of Agrometeorological Conditions on the Growth of Soybean Culture), *Vestnik Odesskogo gosudarstvennogo ekologicheskogo universiteta*, 2013, Vyp. 15, PP. 89–94.
13. Yudin, F.A. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy (Methodology of Agrochemical Research), Moskva, Kolos, 1980, 272 p.
14. Dunphy, E. [et al.] Soybean yields in relation to days between specific development stages, *Agron.J.*, 1979, Vol.71, No.6, PP. 917–920.
15. Freiria, G.H., Lima, W.F., Leite, R.S. Productivity and chemical composition of food-type soybeans sown on different dates, *Acta Scientiarum-Agronomy*, 2016, Vol. 38, No.3, PP. 371–377, DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.28632>.
16. Hu, M.X., Wiatrak, P. Effect of planting date on soybean growth, yield, and grain quality, *Agronomy Journal*, 2012, Vol.104, No. 3, PP. 785–790, DOI: <https://doi.org/10.2134/aronj2011.0382>.
17. Planting date influences fresh pod yield and seed chemical compositions of vegetable soybean, Y.S. Li, M. Du, Q.Y. Zhang, et al., *Hortscience*, 2014, Vol. 49, No. 11, PP. 1376–1380, DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.11.1376>.
18. Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean, L.X. Zhang, W. Liu, M. Tsegaw, et al., *Journal of integrative agriculture*, 2020, Vol. 19, No. 2, PP. 295–310., DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62850-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62850-9).
19. Zhang, S.R., Wang, H., Wang Z.Y. Photoperiodism dynamics during the domestication and improvement of soybean, S.R. Zhang, H. Wang, Z.Y. Wang, *Science China-Life Sciences*, 2017, Vol. 60, No. 12, PP. 1416–1427, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11427-016-9154-x>.

Информация об авторах

Синеговская Валентина Тимофеевна, академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; гл. науч. сотр.; ФГБНУ Всероссийский НИИ сои; г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: valsin09@gmail.com;

Лёвина Анна Николаевна, мл. науч. сотр., ФГБНУ Всероссийский НИИ сои; г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: lan@vniisoi.ru.

Information about the authors

Valentina T. Sinegorskaya, Dr Agr. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia; Chief Researcher of the Plant Physiology Laboratory of the All-Russian Research Institute of Soy; Blagoveshchensk, Amur region, Russia; e-mail: valsin09@gmail.com;

Anna N. Lyovina, Junior research; All-Russian Research Institute of Soy; Blagoveshchensk, Amur region, Russia; +7914-575-68-00; e-mail: lan@vniisoi.ru.