

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СВЕТОВОГО ДНЯ НА МАТРИКАЛЬНУЮ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕМЯН СКОРОСПЕЛОГО СОРТА СОИ СЕНТЯБРИНКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ

Валентина Тимофеевна Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ
Анна Николаевна Лёвина, младший научный сотрудник
ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,
г. Благовещенск, Амурская обл., Россия
E-mail: valsino9@gmail.com

Аннотация. *Вегетационный опыт проводили в лаборатории физиологии растений ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои со скороспелым сортом сои Сентябринка. В 2020–2022 годах изучали влияние продолжительности светового дня на матричную разнокачественность и продуктивность семян сои для определения реакции сорта на продолжительность светового дня, которая зависит от срока посева семян раннеспелого сорта. Искусственное сокращение светового дня с шестнадцати до десяти часов при посеве 28 мая уменьшило вегетационный период растений на семь дней, а световой день при посеве 3 июня в естественных условиях обеспечил самую продолжительную вегетацию (на четыре дня длиннее по сравнению с этим периодом у растений, выращиваемых с десятичасовым световым днем). Количество семян, сформированных на одном растении в естественных условиях, было максимальным при сроке посева 28 мая (на девять штук больше, чем на растении со сроком посева 3 июня). Наибольшее количество бобов сформировалось в ярусе II у растений с естественным световым днем при сроке посева 28 мая и превысило на четыре штуки этот показатель у растений со сроком посева 3 июня. Независимо от продолжительности светового дня и даты посева меньше всего бобов было в ярусе I. В условиях естественного светового дня при сроке посева 28 мая выявлена тенденция к повышению продуктивности растений на 0,3 г/раст. по сравнению с этим показателем у растений с датой посева 3 июня. Установлено достоверное повышение продуктивности растений сои сорта Сентябринка на 1,16 г/раст. при сроке посева 28 мая относительно этого показателя в варианте с сокращением светового дня до 10 ч при сроке посева 3 июня. Наилучшие качество и продуктивность семян были в естественных условиях при сроке посева 28 мая.*

Ключевые слова: соя, бобы, семена, качество, световой день, продуктивность

INFLUENCE OF THE LENGTH OF DAYLIGHT HOURS ON THE MATRIX DIVERSITY AND PRODUCTIVITY OF THE EARLY MATURING SOYBEAN VARIETY Sentyabrinka SEEDS WHEN GROWN IN THE CONDITIONS OF THE AMUR REGION

V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honored worker of science of the Russian Federation
A.N. Levina, Junior Researcher
FSBSI FRC “All-Russian Scientific Research Institute of Soybean”,
Blagoveshchensk, Amur region, Russia
E-mail: valsino9@gmail.com

Abstract. *The research was carried out under the conditions of a vegetative experiment of the laboratory of plant physiology of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center “All-Russian Scientific Research Institute of Soybean” with an early maturing soybean variety Sentyabrinka. In 2020–2022, we research the effect of light days on the matrix different quality and productivity of soybean seeds in order to determine the response of an early maturing variety to light days, which depends primarily on the sowing time of seeds of an early maturing variety. The artificial reduction of light days from sixteen to ten hours at the sowing date on May 28 reduced the growing season of plants by 7 days, and light days at the sowing date on June 3 under natural conditions provided the longest growing season, which was 4 days longer compared to this period in plants grown with 10 hours of light days. The number of seeds formed on 1 plant under the conditions of natural light days was maximum at the sowing date on May 28, exceeding by 9 pcs/plant relative to this indicator for plants with a sowing date of June 3. The largest number of beans was formed on tier II in plants with natural light days at the sowing date on May 28 and exceeded this figure by 4 pcs for plants with a sowing date of June 03. Regardless of the duration of light days, the least number of beans was on layer I, both at the sowing date of May 28 and June 3. With the duration of light days at the sowing date of May 28, a tendency to increase plant productivity by 0.3 g/plant was revealed compared with this indicator for plants with a sowing date of June 3. A significant increase in the productivity of soybean plants of the Sentyabrinka variety by 1.16 g/plant was established at the sowing date on May 28 relative to this indicator for the variant with a reduction in light days to 10 hours at the sowing date on June 3. For all indicators of the quality and productivity of seeds, a favorable light day was created for plants in natural conditions at the sowing date of May 28.*

Keywords: soybean, beans, seeds, quality, light days, productivity

Семена с одного растения не бывают одинаковыми по своему качеству (масса, величина, зрелость). Из крупных семян обычно вырастают хорошо развитые и урожайные растения, из мелких – недостаточно полноценные. Один из важнейших факторов, обуславливающих образование разнокачественных семян – неодновременность их формирования на растении. Это связано с воздействием внешней среды (температура воздуха, продолжительность светового дня, качество и интенсивность света). [13, 16] Сое для перехода в репродуктивную стадию требуется определенное соотношение светового и темного периодов суток. [6] Начало цветения у растений наступает быстрее в условиях короткого светового дня и затягивается с его удлинением. В Амурской области цветение растений и формирование репродуктивных органов происходит при длительном световом дне – 16...17 ч. [11, 18] Это приводит к изменениям в фазах цветения и созревания и ухудшает биометрические показатели репродуктивных органов, биохимический состав и посевные качества семян. [4,10,14] Семена, сформировавшиеся на одном растении в различных условиях освещения, отличаются по морфологическим, физиологическим и биологическим признакам. [2, 7] У зернобобовых культур увеличение времени цветения и формирования семян приводит к образованию разнокачественных семян на материнском растении. Многочисленные исследования указывают на тесную взаимосвязь между разнокачественностью семян и урожайностью. [1, 5, 12] Для получения семян высокого качества важно в каждом регионе создавать сорта слабо реагирующие на длину светового дня.

Цель работы – изучение реакции скороспелого сорта на продолжительность светового дня, которая зависит от срока посева.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 годах в условиях вегетационного домика с использованием сосудов Вагнера. Изучали действие продолжительности естественного светового дня и искусственно сокращенного до 10 ч с фазы третьего тройчатого листа на рост, развитие и формирование репродуктивных органов скороспелого сорта сои в зависимости от срока посева. Объект изучения – сорт селекции ВНИИ сои *Сентябринка* с периодом вегетации 87...99 дней, урожайностью семян более 2,6 т/га, содержанием белка до 43,8 %, жира – 19,2 %. Сорт характеризуется индетерминантным типом роста, устойчив к полеганию, формирует две-три ветви, растения устойчивы к грибным и бактериальным болезням. Он соответствует параметрам возделывания в регионах с ограниченными тепловыми ресурсами, что обеспечивает получение высокой урожайности за короткий безморозный период. [15] Посев проводили 28 мая и 3 июня, повторность – четырехкратная. Высевали по пять семян в каждом сосуде, после появления всходов оставляли по три растения. В течение всего вегетационного периода влажность почвы поддерживали на уровне 80 % ППВ. Растения закрывали в сосудах для изменения продолжительности светового дня до десяти

часов с фазы третьего тройчатого листа. Чередуемые дневного и ночного периодов в каждом варианте повторяли семь раз за вегетацию. Контролем для сои, выращиваемой с сокращенным световым днем, служили растения, рост и развитие которых проходили в естественных условиях, когда продолжительность светового дня от всходов сои до начала образования бобов, составляла 16 ч. Учеты по чередованию фотопериодов, формированию репродуктивных органов с фазы начала цветения выполняли по методике Э.Ф.Лопаткиной. [8] Фенологические наблюдения осуществляли ежедневно в течение вегетационного периода с фазы всходов (VE) до полного созревания семян (R8), с отметкой фазы роста и развития по методике W. Fehret. al. [17] Структуру и величину урожая определяли по методике ГСИ. [9] Анализ параметров генеративных органов проводили на главном стебле растений, разбив его по узлам на три яруса – I, II и III (снизу вверх) на основе теоретического распределения средних из трех величин разных параметров: количество бобов и семян, масса семян. Учитывая ограниченное число степеней свободы, использовали t-распределение Стьюдента. [3]

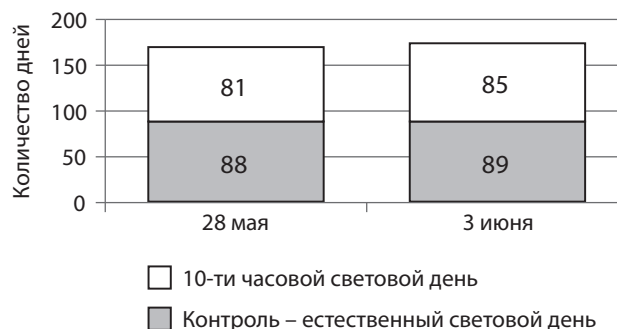


Рис. 1. Продолжительность вегетационного периода сои сорта *Сентябринка* в зависимости от срока посева и длины светового дня, 2020–2022 годы.

Влияние продолжительности светового дня на матрикальную разнокачественность семян сорта *Сентябринка*, 2021–2022 годы

Дата посева	Продолжительность светового дня	Ярус	Количество, шт./раст.		Масса семян, г/раст.
			бобов	семян	
28.05	Контроль – естественные условия	I	5	9	0,94
		II	17	37	5,78
		III	9	23	3,67
	всего	31	69	10,39	
	10 ч	I	7	15	1,71
		II	14	34	4,89
III		10	17	2,58	
всего	31	66	9,18		
03.06	Контроль – естественные условия	I	6	13	1,18
		II	13	29	4,72
		III	9	18	3,14
	всего	28	60	9,04	
	10 ч	I	6	11	1,36
		II	14	31	5,27
III		7	17	2,73	
всего	27	59	9,36		
НСР ₀₅			2,10	5,64	0,87

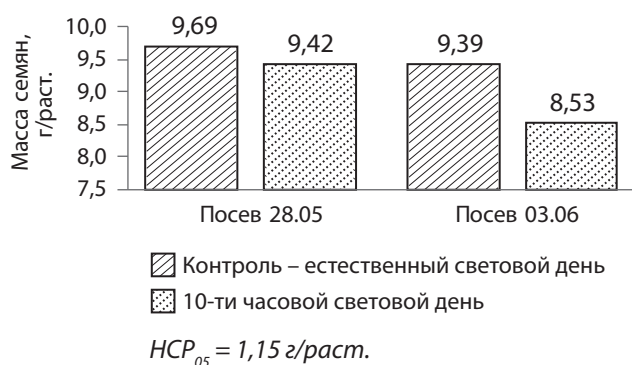


Рис. 2. Продуктивность сорта сои *Сентябринка* в зависимости от срока посева и продолжительности светового дня, г/раст., 2020–2022 годы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В благоприятных условиях температурного режима и оптимальной влажности почвы длина светового дня оказала влияние на продолжительность вегетационного периода скороспелого сорта сои *Сентябринка* (рис.1).

Световой день был самым продолжительным в условиях естественного освещения во все фазы роста и развития растений, что привело к удлинению вегетационного периода со сроком посева 3 июня на четыре дня по сравнению с десятичасовым световым днем. При сроке посева 28 мая искусственное сокращение светового дня до десяти часов уменьшило вегетационный период на семь дней.

Формирование репродуктивных органов на главном стебле растений как по ярусам, так и на всем растении, в среднем за два года, различалось в зависимости от продолжительности светового дня (табл. 1).

Максимальное количество бобов на растении образовалось при сроке посева 28 мая, как при естественном световом дне, так и сокращенном, минимальное – в варианте с укороченным световым днем (посев – 3 июня). Количество семян на одном растении в условиях естественной продолжительности светового дня было больше на 9 шт. при сроке посева 28 мая, чем у растений, посеянных 3 июня. В остальных вариантах опыта существенных различий по количеству семян с одного растения не установлено. Положительные различия массы семян с растения получены в варианте с естественной про-

должительностью светового дня при сроке посева 28 мая по сравнению с другими вариантами.

Продолжительность светового дня в большей степени повлияла на репродуктивные органы при их формировании в ярусах главного стебля по сравнению с образовавшимися на всем растении в течение вегетационного периода сои. Наибольшее количество бобов сформировалось на ярусе II у растений с естественным световым днем при сроке посева 28 мая (на 4 шт. больше, чем у растений, посеянных 3 июня). Независимо от продолжительности светового дня и даты посева меньше всего бобов было в ярусе I. Сокращение светового дня до десяти часов не привело к увеличению бобов в нижнем ярусе. Вероятнее всего, на формирование бобов отрицательно повлияло затенение нижнего яруса листовой поверхностью. Несмотря на лучшее освещение узлов яруса III, количество бобов не только не превышало этот показатель для яруса II, а было меньше на 4...11 шт. в зависимости от продолжительности светового дня. Меньше всего бобов в ярусе III сформировалось у растений с десятичасовым световым днем при сроке посева 3 июня. Показатели количества и массы семян были также самыми высокими в ярусе II, независимо от продолжительности светового дня, максимальными – в варианте со сроком посева 28 мая в естественных условиях. Следовательно, наиболее благоприятный режим продолжительности светового дня создается при посеве 28 мая, что подтверждается данными по количеству и массе семян со всего растения. Превышение массы семян с растения относительно варианта со сроком посева 3 июня (полный световой день) в среднем за два года составило 1,35 г/раст., при $НСП_{05} = 0,87$. Изучение влияния продолжительности светового дня в течение трех лет показало, что продуктивность семян с растения не имела существенных различий по вариантам опыта (рис. 2). Выявлена тенденция к снижению продуктивности семян у растений, выращиваемых с коротким световым днем. В естественных условиях продуктивность растений (посев – 28 мая) была выше на 0,30 г/раст. относительно посева 3 июня.

Сформировавшиеся в бобах семена различались по крупности в зависимости от их расположения по ярусам (рис. 3).

По мере увеличения высоты растений доля крупных семян (6...7 мм) в верхнем ярусе уменьшалась

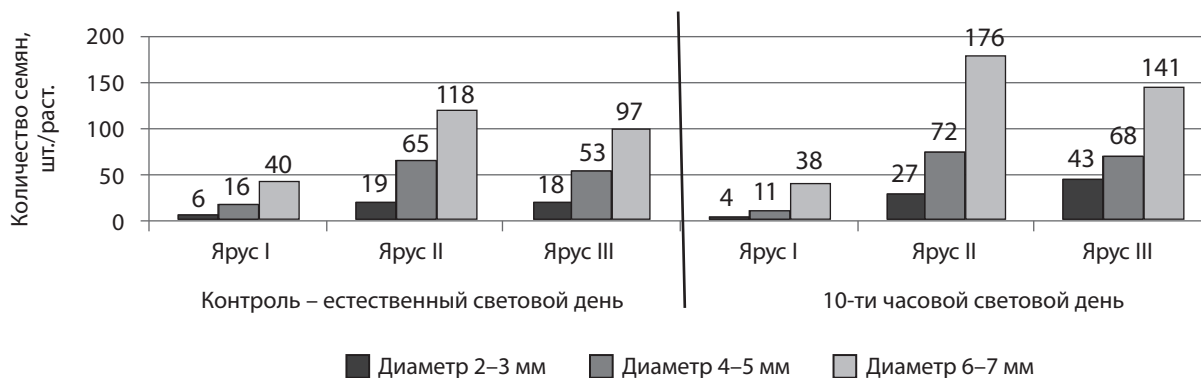


Рис. 3. Крупность семян сои сорта *Сентябринка* в зависимости от места их формирования на растении и длины светового дня при сроке посева 28 мая, 2021–2022 годы.

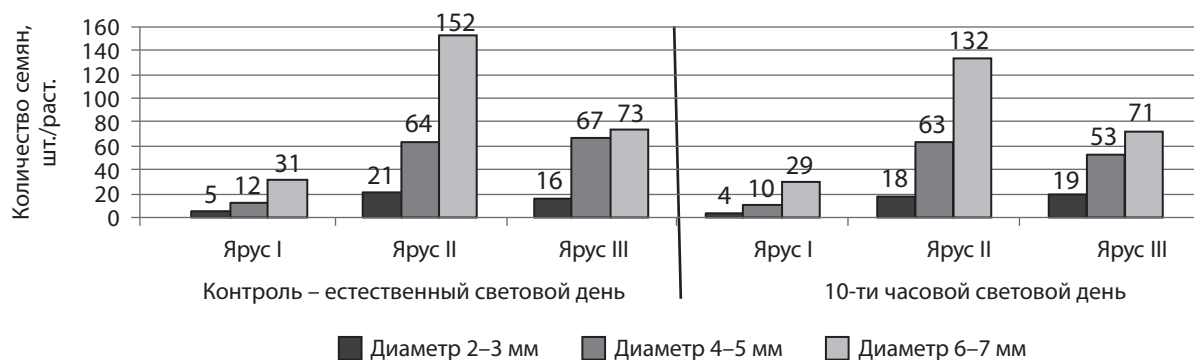


Рис. 4. Крупность семян сои сорта *Сентябринка* в зависимости от места их формирования на растении и длины светового дня при сроке посева 3 июня, 2021–2022 годы.

относительно нижнего. При сроке посева 28 мая у растений контрольного варианта в ярусе I доля семян с диаметром 6...7 мм составила 64,5 % их общего количества, II – 58,4, III – 57,7, с укороченным световым днем – 71,7, 71,0 и 56,0% соответственно. Сокращение светового дня оказало положительное влияние на крупность семян в нижнем и среднем ярусах из-за более раннего начала их формирования, что подтверждается снижением продолжительности вегетационного периода растений с укороченным световым днем на семь дней. У растений со сроком посева 3 июня доля крупных семян в варианте с естественным световым днем в бобах яруса I – 64,6%, II – 64,1, III – 46,8, десятичасовом – 67,4, 62,0 и 49,6 % соответственно (рис. 4).

Сокращение светового дня, ускоряя начало цветения, обеспечило увеличение доли крупных семян нижнего и верхнего ярусов на 2,8% относительно вариантов с естественным световым днем, независимо от даты посева растений.

Таким образом, продолжительность светового дня при сроке посева 28 мая создает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений сои сорта *Сентябринка*, что подтверждается величиной продуктивности растений и показателями матричной разнокачественности по количеству бобов и семян, массе семян в ярусах главного стебля. Наибольшее количество бобов формировалось в ярусе II у растений с естественным световым днем при сроке посева 28 мая и превышало этот показатель на четыре штуки у растений, посеянных 3 июня. Увеличение доли крупных семян в бобах в условиях десятичасового светового дня не привело к повышению продуктивности растений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бельшклина М.Е., Кобозева Т.П., Шевченко В.А., Деллаев У.А. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и качество семян раннеспелых сортов и форм сои Северного экотипа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 182–190. doi 10.26897/0021-342X-2018-4-182-190. – EDN YLSYTI.
- Бухаров А.Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор) // Овощи России. 2020. № 2. С. 23–31. doi: 10.18619/2072-9146-2020-2-23-31.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. / М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Елисеева Л.В., Каюкова О.В. К вопросу изучения матричной разнокачественности семян зерновых бобовых // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(2). С. 21–25.
- Елисеева Л.В., Кокуркина О.Т., Мефодьев Г.А. Изучение разнокачественности семян сои // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2. 505 с.
- Зеленцов С.В., Савельев А.А. Использование параметров ярусной изменчивости длины междоузлий для выявления генотипов сои с пониженной реакцией на длину дня // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2008. вып. 1(138). С.47–3.
- Кашуков М.В., Магомедов К.Г., Калова В.Х., Абазова М.С. Влияние агротехнических приемов на физические свойства, химический состав и посевные качества семян сои // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 30. № 2(30). С. 22–25.
- Лопаткина Э.Ф. Фоторегулирование длительности этапов органогенеза сои в связи с задачами селекции // Приемы регулирования продуктивности сои: Сб. науч. тр. /ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1987. С. 126–129.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 195 с.
- Позднякова А.В., Магомедтагиров А.А., Резвицкий Т.Х. Матричная разнокачественность элементов цветка сои // The Scientific Heritage. 2021. № 59-2(59). С. 31–34. doi: 10.24412/9215-0365-2021-59-2-31-34.
- Синеговская В.Т., Левина А.Н. Влияние продолжительности светового дня на рост, развитие и продуктивность сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 2(54). С. 47–55.
- Соколова С.С., Гатаулина Г.Г. Продолжительность вегетации и особенности формирования урожая зернобобовых культур на дерново-подзолистых почвах центрального региона // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2011. № 1. С. 19–23.
- Ткаченко К.Г. Разнокачественность плодов и семян, определяющая ритмы развития особей нового поколения // Hortus Botanicus. 2020. Т.15. С. 226–253.
- Устюжанин А.П., Шевченко В.Е., Турьянский А.В. Селекция сортов сои северного экотипа // Воронеж: Воронежский ГАУ. 2007. 225 с.
- Фокина Е.М., Беляева Г.Н., Синеговский М.О. и др. Каталог сортов сои. Благовещенск: ООО «ИНК «ОДЕОН», 2021. 69 с.
- Яркова Н.Н., Федорова В.М. Семеноведение сельскохозяйственных растений: учебное пособие // Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. 116 с. ISBN 978-5-94279-323-4

17. Fehr W.R., Caviness C.E., Burmood D.T., Pennington J.S. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merr. // *Crop Sci.* 1971. №11. pp. 929–930.
18. Zhang L.X., Liu W., Tsegaw M., et al. Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean // *Journal of integrative agriculture.* 2020. Vol. 19. № 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)
8. Lopatkina E.F. Fotoregulirovanie dlitel'nosti etapov organogeneza soi v svyazi s zadachami selekcii // *Priemy regulirovaniya produktivnosti soi: Sb. nauch. tr. /VASKHNIL. Sib. otd-nie. Novosibirsk, 1987. S. 126–129.*
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. M., 1989. 195 s.
10. Pozdnyakova A.V., Magomedtagirov A.A., Rezvickij T.H. Matrikal'naya raznokachestvennost' elementov cvetka soi // *The Scientific Heritage.* 2021. № 59-2(59). S. 31–34. doi: [10.24412/9215-0365-2021-59-2-31-34](https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-59-2-31-34).
11. Sinegovskaya V.T., Levina A.N. Vliyanie prodolzhitel'nosti svetovogo dnya na rost, razvitie i produktivnost' soi // *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik.* 2020. № 2(54). S. 47–55.
12. Sokolova S.S., Gataulina G.G. Prodolzhitel'nost' vegetacii i osobennosti formirovaniya urozhaya zernobobovyh kul'tur na dernovo-podzolistyh pochvah central'nogo regiona // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* 2011. № 1. S. 19–23.
13. Tkachenko K.G. Raznokachestvennost' plodov i semyan, opredelyayushchaya ritmy razvitiya osobej novogo pokoleniya // *Hortus Botanicus.* 2020. T.15. S. 226–253.
14. Ustyuzhanin A.P., Shevchenko V.E., Tur'yanskij A.V. Selekcija sortov soi severnogo ekotipa // *Voronezh: Voronezhskij GAU.* 2007. 225 s.
15. Fokina E.M., Belyaeva G.N., Sinegovskij M.O. i dr. Katalog sortov soi. Blagoveshchensk: OOO «INK «ODEON», 2021. 69 s.
16. Yarkova N.N., Fedorova V.M. Semenovedenie sel'skohozyajstvennyh rastenij: uchebnoe posobie // Perm': IPC «Prokrost», 2016. 116 s. ISBN 978-5-94279-323-4
17. Fehr W.R., Caviness C.E., Burmood D.T., Pennington J.S. Stages of development descriptions for soybeans, *Glycine max.* (L) Merr. // *Crop Sci.* 1971. №11. pp. 929–930.
18. Zhang L.X., Liu W., Tsegaw M., et al. Principles and practices of the photo-thermal adaptability improvement in soybean // *Journal of integrative agriculture.* 2020. Vol. 19. № 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)

REFERENCES

1. Belyshkina M.E., Kobozeva T.P., Shevchenko V.A., De-laev U.A. Vliyanie norm vyseva i sposobov poseva na urozhajnost' i kachestvo semyan rannespelyh sortov i form soi Severnogo ekotipa // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* 2018. № 4. S. 182–190. doi: [10.26897/0021-342X-2018-4-182-190](https://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-4-182-190). – EDN YLSYJTJ.
2. Buharov A. F. Raznokachestvennost' semyan: teoriya i praktika (obzor) // *Ovoshchi Rossii.* 2020. № 2. S. 23–31. doi: [10.18619/2072-9146-2020-2-23-31](https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-23-31).
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisti-cheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., dop. i pererab. / M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Eliseeva L.V., Kayukova O.V. K voprosu izucheniya matrikal'noj raznokachestvennosti semyan zernovyh bobovyh // *Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* 2017. № 2(2). S. 21–25.
5. Eliseeva L.V., Kokurkina O.T., Mefod'ev G.A. Izuchenie raznokachestvennosti semyan soi // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* 2015. № 2. 505 s.
6. Zelencov S.V., Savel'ev A.A. Ispol'zovanie parametrov yarusnoj izmenchivosti dliny mezhdouzlij dlya vyavleniya genotipov soi s ponizhennoj reakciej na dlinu dnya // *Maslichnye kul'tury. Nauchno tekhnicheskij byulleten' VNIIMK.* 2008. vyp. 1 (138). S.47–3.
7. Kashukoev M.V., Magomedov K.G., Kalova V.H., Abazova M.S. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na fizicheskie svoystva, himicheskij sostav i posevnye kachestva semyan soi // *Problemy razvitiya APK regiona.* 2017. T. 30. № 2(30). S. 22–25.

Поступила в редакцию 06.01.2023

Принята к публикации 20.01.2023