

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ И ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Елена Васильевна Гуреева, кандидат сельскохозяйственных наук

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
с. Подвязые, Рязанская обл., Россия
E-mail: elenagureeva@bk.ru

Аннотация. Для внедрения в производство созданных в ФГБНУ «Рязанский НИИСХ» (ныне ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) сортов сои северного экотипа нужно разработать технологию возделывания, которая позволит в значительной степени реализовать потенциал сорта. Продолжительность периода вегетации, срок и способ посева, норма высева – основные факторы, влияющие на урожайность сои (*Glycine max* (L.) Merr.). В опытах, проведенных в отделе селекции и первичного семеноводства в 2018–2021 годах изучили влияние погодных условий и нормы высева на продуктивность и качество семян сои в Рязанской области. Объект исследований – раннеспелый сорт сои Георгия, зарегистрированный в Государственном реестре селекционных достижений РФ и допущенный к использованию в 2017 году. Почва – темно-серая лесная, среднего уровня плодородия. Продолжительность вегетационного периода – от 94 (2018 год) до 105 дней (2020 год) не зависела от нормы высева. Установлена сильная положительная связь высоты растения с уровнем прикрепления нижнего боба ($r = 0,771$), средняя положительная связь с количеством продуктивных узлов на растении ($r = 0,640$) и бобов ($r = 0,653$). Выявлено, что оптимальная норма высева для сои сорта Георгия в Рязанской области – 550 тыс. всх. семян/га при ширине междурядий 45 см. Варьирование урожая на 24% вызвано колебаниями ГТК мая–августа ($R^2 = 0,24$). Содержание протеина ($38,6 \pm 1,42\%$) и жира ($19,6 \pm 0,83\%$) в семенах не зависело от нормы высева.

Ключевые слова: Рязанская область, соя, нормы высева, урожайность, качество семян

WEATHER CONDITIONS AND SEEDING DENSITY INFLUENCE ON SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CENTRAL NONBLACK SOIL ZONE

E.V. Gureeva, *PhD in Agricultural Sciences*

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies- branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Podvyazye village, Ryazan region, Russia
E-mail: elenagureeva@bk.ru

Abstract. In order to introduce into production the northern ecotype soybean varieties created at the Ryazan Research Institute of Agricultural Sciences (now ISA – a branch of the FSBSI FNAC VIM), it is necessary to develop a cultivation technology that will significantly realize the potential of the variety. The duration of the growing season, the time and method of sowing, the seeding rate are the main factors affecting the yield of soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). In experiments conducted in the Department of breeding and primary seed production in 2018–2021, the influence of weather conditions and seeding rates on the productivity and quality of soybean seeds in the Ryazan region was studied. The object of research is an early-ripening variety of George soybean, registered in the State Register of Breeding Achievements and approved for use in 2017. The experiments were carried out on dark gray forest soil of average fertility. The duration of the growing season varied from 94 days (2018) to 105 days (2020) and did not depend on the seeding rate. When determining the relationship between the elements of the crop structure, a strong positive relationship was established between the height of the plant and the height of the attachment of the lower bean ($r = 0.771$), an average positive relationship with the number of productive nodes on the plant ($r = 0.640$) and the number of beans ($r = 0.653$). It was revealed that the optimal seeding rate for George soybeans in the conditions of the Ryazan region is 550 thousand germinating seeds per hectare with a row spacing width of 45 cm. The variation of the yield by 24% is caused by fluctuations in the GTC of May–August ($R = 0.24$). The protein content in the seeds did not depend on the seeding rate and was $38.6 \pm 1.42\%$ in the George variety, the fat content was $19.6 \pm 0.83\%$.

Keywords: Ryazan region, soy, seeding rates, yield, seed quality

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – универсальная культура, которая играет важную роль в решении проблемы дефицита белка в мире. Ее семена содержат высокое количество белка (до 48%), жира (до 20%), минеральных элементов и витаминов. Сою считают важным сельскохозяйственным сырьем стратегического назначения. [9]

Производство сои активно развивается по всему миру, особенно в России. По данным Росстата, за прошедшие 10 лет урожай соевых бобов

вырос в 4,6 раза (4,4 млн т, 2019 год). Около 49% собранного объема приходилось на Центральный федеральный округ, 31% – Дальневосточный, где два года подряд сбор падал из-за неблагоприятных погодных условий. В 2021 году соя размещена на площади 2,5 млн га. [4]

Урожайность сои зависит от генетической характеристики сорта, условий окружающей среды, срока посева, нормы высева, относительной спелости сортов и ширины междурядий. [10, 11]

Таблица 1.

Элементы структуры урожая сои, в среднем за 2018–2021 годы

Норма высева, тыс. шт./га	Высота, см		Количество на растении, шт.		
	растения	прикрепления нижнего боба	ветвей	продуктивных узлов	бобов
450	79,0+2,39*	12,2+1,53	1,9+0,64	13,6+2,60	21,7+5,71
550	77,7+6,07	12,9+2,56	1,6+0,51	15,3+4,84	22,1+5,73
650	75,2+2,31	11,5+2,46	1,5+0,62	12,8+1,71	21,4+3,66

Примечание.* здесь и далее доверительный интервал для среднего значения.

Для максимального раскрытия потенциала сорта необходимо создать условия, обеспечивающие растения факторами их жизнедеятельности. [8]

Фотосинтезу принадлежит ведущая роль в получении высокого урожая сельскохозяйственных культур, в том числе сои. Фотосинтетическая активность растения зависит от мощности листового аппарата. [3]

Норма высева для сои определяется массой посевного материала (кг/га), но рекомендуется ее рассчитывать по количественному показателю (тыс. шт./га), так как новые сорта имеют значительный разброс в массе семян (оцениваемый показатель – масса 1000 семян). От нормы высева в итоге зависит густота стояния растений в период всходов. [5] Следовательно, изучение этого агроприема при внедрении нового сорта в производство имеет важное практическое значение.

Цель работы – изучить влияние погодных факторов и различных норм высева на продуктивность и качество семян сои сорта *География* в условиях Рязанской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Институте семеноводства и агротехнологий (Рязанская область) в 2018–2021 годах. Объект изучения – раннеспелый сорт сои *География*, внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2017 году (тип развития индетерминантный). [1]

Почва – темно-серая лесная. Агрохимические показатели опытного участка: гумус (по Тюрину) – 5,3%, P₂O₅ (по Кирсанову) – 34 мг/100 г почвы, K₂O (по Кирсанову) – 19,2 мг/100 г почвы, рН_{сод} – 5,25, Н_г – 4,92 мг-экв/100 г, азот общий – 0,25%. Предшественник – озимая пшеница. Площадь деланки – 28,1 м², повторность четырехкратная. Агротехника общепринятая для возделывания сои в Рязанском регионе. [7] Для фенологических наблюдений и учетов использовали методику ФГБУ «Госсорткомиссия». [6] Площадь листьев определяли методом высечек, содержание масла и белка в семенах – на

анализаторе цельного зерна Infratec 1241 методом инфракрасной спектроскопии. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализа на компьютерной программе Microsoft Office Excel. [2]

Для характеристики уровня влагообеспеченности рассчитывали ГТК (гидротермический коэффициент). Периоды вегетации 2018 и 2021 годов «очень засушливые» (ГТК = 0,59 и 0,65 соответственно), 2019 – «засушливый» (ГТК = 0,71), 2020 – «достаточно увлажненный» (ГТК = 1,35).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полевая всхожесть зависела не от нормы высева семян, а от погодных условий, сложившихся в период посев-всходы. Температурный режим во все годы исследований был благоприятным для прорастания семян и появления всходов, полевая всхожесть составила 82...89%. Продолжительность межфазных периодов не зависела от нормы высева семян, но имела сильную связь с погодными условиями ($r = 0,734$). Вегетационный период варьировал от 94 (2018) до 105 дней (2020), не зависел от нормы высева. Колебание вегетационного периода на 83% связано с изменением ГТК мая-августа ($R^2 = 0,83$).

В среднем за годы испытаний по показателям количества боковых ветвей и массы семян с растения отмечена четкая тенденция снижения значений при увеличении плотности стеблестоя (табл. 1). Продуктивность уменьшилась с 6,5 (450 тыс. шт./га) до 4,1 г/растение (650 тыс. шт./га). Самые мелкие семена сформировались при норме высева 650 тыс. шт./га, масса 1000 семян в среднем – 117 г. Основное влияние на массу 1000 семян оказывали погодные условия в фазе налива семян, установлены значимые связи между этим признаком и ГТК июля ($r = 0,982$), количеством влаги в июле ($r = 0,938$).

Установлено, что высота растения имеет сильную положительную связь с высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,771$), среднюю – с числом

Таблица 2.

Параметры фотосинтетической деятельности посевов, среднее за 2018–2021 годы

Норма высева, тыс. шт./га	Площадь листьев (фаза – начало налива семян)		Фотосинтетический потенциал посева, тыс. м ² дн/га	Накопление сухого вещества (фаза – полный налив семян)	
	см ² /растение	тыс. м ² /га		г/растение	т/га
450	774,7	30,8	1722,0	18,9	7,52
550	767,3	39,1	2173,5	16,7	8,52
650	691,0	41,3	2404,5	14,3	9,19

Таблица 3.
Урожайность сои сорта *Гео́ргия* по годам

Норма высева, тыс. шт./га	Урожайность, т/га			
	2018	2019	2020	2021
450	1,14	1,73	2,57	1,32
550	1,10	1,89	2,79	1,58
650	1,09	1,67	2,53	1,27
НСР ₀₅	0,09	0,08	0,12	0,09

Таблица 4.
**Качество семян сои в зависимости от нормы высева,
в среднем за 2018–2021 годы**

Норма высева, тыс. шт./га	Содержание, % (на сухое вещество)		Сбор питательных веществ, кг/га	
	протеина	жира	белка	жира
450	38,5	19,8	474,3	234,5
550	38,3	19,8	493,4	255,1
650	39,0	19,1	447,9	219,3

продуктивных узлов на растении ($r = 0,640$) и бобов ($r = 0,653$). Положительная сильная связь ($r = 0,879$) прослеживается между количеством продуктивных узлов и бобов на растении.

Площадь листа имеет решающее значение для улавливания света растениями и существенно влияет на урожайность. [12] Наибольшая площадь листовой поверхности в фазе начала налива семян. Повышение нормы высева с 450 до 650 тыс. шт./га привело к снижению площади листовой поверхности отдельного растения на 10,8%, а общая площадь листьев посева увеличилась на 25,4% (табл. 2). Аналогичная тенденция у фотосинтетического потенциала посева.

Максимум сухого вещества зафиксирован к фазе полного налива семян. При увеличении нормы высева с 450 до 550 тыс. шт./га происходит прирост сухого вещества с 7,52 до 8,52 т/га (13,2%). Последующее повышение нормы высева (650 тыс. шт./га) приводит к увеличению сухого вещества с 8,52 до 9,19 т/га (7,8%). Таким образом, наблюдается тенденция замедления накопления сухого вещества по мере возрастания густоты растений.

В условиях засушливого 2018 года максимальная урожайность получена при норме высева семян 450 тыс. шт./га (1,14 т/га). В 2019–2021 годах, по результатам дисперсионного анализа, достоверно увеличивается урожайность при норме 550 тыс. шт./га, по сравнению с 450 тыс. шт./га. Дальнейшее увеличение количества семян приводило к снижению урожайности: при 650 тыс. шт./га получен наименьший урожай, в среднем за годы исследований – 1,64 т/га (табл. 3). Во все годы проведения опытов замечена тенденция к снижению урожайности при норме высева 650 тыс. шт./га по сравнению с 450 тыс. всх. семян/га.

Варьирование урожая сои сорта *Гео́ргия* на 24% обусловлено колебаниями ГТК мая–августа ($R^2=0,24$).

Содержание протеина ($38,6 \pm 1,42\%$) и жира ($19,6 \pm 0,83\%$) в семенах не зависело от нормы высева семян (табл. 4).

Таким образом, оптимальная норма высева в условиях Рязанской области для сои сорта *Гео́ргия* – 550 тыс. шт. всх. семян/га, при которой формируется максимальное количество белка и жира (493 и 255 кг/га соответственно). Варьирование урожая на 24% обусловлено колебаниями ГТК мая–августа ($R^2=0,24$).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гуреева Е.В. Сорт сои Гео́ргия // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 6. С. 45–46.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Записоцкий Д.Н., Барчукова А.Я. Фотосинтетическая деятельность растений сои в зависимости от применения в технологии ее возделывания регуляторов роста // Плодородие. 2018. №. 6 (105). С. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.08
4. Зерно: цены, аналитика, трейдинг – Режим доступа: <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/8946-posevnyue-ploshchadi-soi> (дата обращения 11.07.2021).
5. Иншаков С.В., Редкокашина А.В., Редкокашин А.А. и др. Прогнозирование урожайности сои при двухстрочном способе посева // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 86–93. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М.А. Федина. М.: Колос, 1983. Вып. 3. 184 с.
7. Регистр ресурсо-энергосберегающих технологий производства продукции растениеводства для Рязанской области (Система технологий) / под общ. ред. С.В. Сальникова, П.В. Дацюка // Рязань, 2007. С. 92–101.
8. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Нормы высева и способы посева раннего сорта сои северного экотипа «Памяти Фадеева» в условиях Чувашии // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 62–66. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090
9. Чепелев Г.П., Михайлова М.П., Гретченко А.Е. и др. Влияние плотности посева сои сорта Кружевница на урожайность и качество семян в условиях юга Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. №. 8. С. 80–84. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10814
10. Nleya T. et al. Planting date, cultivar, seed treatment, and seeding rate effects on soybean growth and yield // Agrosystems, Geosciences & Environment. 2020. Т. 3. №. 1. P. E20045.
11. Schmitz P.K., Kandel H.J. Individual and Combined Effects of Planting Date, Seeding Rate, Relative Maturity, and Row Spacing on Soybean Yield // Agronomy. 2021. Т. 11. №. 3. P. 605.
12. Sinclair T.R. Leaf Area Development in Field Grown Soybeans I // Agronomy journal. 1984. Т. 76. №. 1. P. 141–146.

REFERENCES

1. Gureeva E.V. Sort soi Georgiya // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2017. № 6. S. 45–46.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Zapisockij D.N., Barchukova A.Ya. Fotosinteticheskaya deyatelnost' rastenij soi v zavisimosti ot primeneniya v tekhnologii ee vzdelyvaniya reguljatorov rosta // Plo-dorodie. 2018. №. 6 (105). S. 26–28. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.08

4. Zerno: ceny, analitika, trejding – Rezhim dostupa: <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/8946-posevnye-ploshchadi-soi> (data obrashcheniya 11.07.2021).
5. Inshakov S.V., Redkokashina A.V., Redkokashin A.A. i dr. Prognozirovaniye urozhajnosti soi pri dvuhstrochnom sposobe poseva // Vestnik KrasGAU. 2020. № 9. S. 86–93. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur / pod obshch. red. M.A. Fedina. M.: Kolos, 1983. Vyp. 3. 184 s.
7. Registr resurso-energoberegayushchih tekhnologij proizvodstva produkcii rastenievodstva dlya Ryazanskoj oblasti (Sistema tekhnologij) / pod obshch. red. S.V. Sal'nikova, P.V. Dacyuka // Ryazan', 2007. S. 92–101.
8. Fadeeva M.F., Vorob'eva L.V., Matveeva O.L. Normy vyseva i sposoby poseva rannego sorta soi severnogo ekotipa «Pamyati Fadeeva» v usloviyah Chuvashii // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2019. № 2 (30). S. 62-66. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090
9. Chepelev G.P., Mihajlova M.P., Gretchenko A.E. i dr. Vliyanie plotnosti poseva soi sorta Kruzhevnica na urozhajnost' i kachestvo semyan v usloviyah yuga Priamur'ya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. №. 8. S. 80–84. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10814
10. Nleya T. et al. Planting date, cultivar, seed treatment, and seeding rate effects on soybean growth and yield // Agrosystems, Geosciences & Environment. 2020. T. 3. №. 1. P. E20045.
11. Schmitz P.K., Kandel H.J. Individual and Combined Effects of Planting Date, Seeding Rate, Relative Maturity, and Row Spacing on Soybean Yield // Agronomy. 2021. T. 11. №. 3. P. 605.
12. Sinclair T.R. Leaf Area Development in Field Grown Soybeans I // Agronomy journal. 1984. T. 76. №. 1. P. 141–146.