

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.34:631.53.04

DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-3-7

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА КАЧЕСТВО СЕМЯН, ЭКОНОМИЧЕСКУЮ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

С. А. Васильченко, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Г. В. Метлина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Н. С. Кравченко, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Пищевая ценность семян сои заключается в высоком содержании белка (до 35%) и жира (до 25%). В Российской Федерации отмечается положительная динамика по увеличению посевных площадей под соей (с 1,537 млн га в 2013 г. до 2,919 млн га в 2018 г.). Полевые опыты проводили в лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (г. Зерноград, южная почвенно-климатическая зона Ростовской области) в 2016–2017 гг. Опыты проводили на сортах местной селекции Дон 21 и Дива, включенных в Государственный реестр селекционных достижений РФ по 6-му региону, различающихся по продолжительности вегетационного периода. Почва опытного участка благоприятная для возделывания сои: содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%; pH – 7,0; P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. В зависимости от срока посева урожайность сои изменялась в пределах от 0,85 до 1,25 т/га по сорту Дон 21 и от 0,77 до 1,38 т/га – по сорту Дива. Содержание белка в семенах сои было наибольшим в четвертом сроке посева – 41,9 и 39,8%, а жира в первом сроке – 19,0 и 20,2% соответственно по сортам Дон 21 и Дива. Анализ экономической и энергетической эффективности выявил наиболее эффективные варианты опыта (у сорта Дон 21 – второй срок посева, у сорта Дива – третий), где отмечались небольшие уровни рентабельности (129,8 и 147,7%) и коэффициенты энергетической эффективности (2,03 и 2,18).

Ключевые слова: соя, урожайность, белок, жир, экономическая и энергетическая эффективность.

**THE SOWING TERM EFFECT ON SEED QUALITY, ECONOMIC AND ENERGETIC EFFICIENCY OF SOYBEAN CULTIVATION**

S. A. Vasilchenko, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G. V. Metlina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

N. S. Kravchenko, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of biochemical assessment of breeding material and grain quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The nutritional value of soybean seeds is in high protein (up to 35%) and fat (up to 25%) percentage. In the Russian Federation, there is a positive trend in increasing the soybean acreage (e. g. from 1.537 million hectares in 2013 to 2.919 million hectares in 2018). The field trials were carried out in the laboratory of cultivation technology of row crops of the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" (Zernograd, southern soil-climatic region of the Rostov region) in 2016–2017. The experiments were conducted with the varieties of local breeding "Don 21" and "Diva", included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation in 6 regions, differing in the length of vegetation period. The soil of the experimental plot is favorable for soybean cultivation, the humus content in the topsoil is 3.36%; pH is 7.0; P₂O₅ is 24.4; K₂O is 360 mg/kg of soil. Depending on the sowing period, the soybean yields varied from 0.85 to 1.25 t/ha for the variety "Don 21" and from 0.77 to 1.38 t/ha for the variety "Diva". The protein content in soybean seeds was the highest in the fourth term of sowing (41.9 and 39.8%), and the fat content in the first term was 19.0 and 20.2% (the varieties "Don 21" and "Diva" respectively). The analysis of economic and energy efficiency identified the most effective variants of the trial. The variety "Don 21" had the second sowing period, the variety "Diva" had the third one, with the highest values of profitability (129.8 and 147.7%) and the energy efficiency ratio (2.03 and 2.18).

Keywords: soybean, productivity, protein, oil, economic efficiency, energetic efficiency.

Введение. Соя является мировым лидером среди культурных растений по содержанию белка в семенах. Семена сои также содержат высокое количество жира (до 25%). Она находит широкое применение в питании людей, кормлении животных и птицы, в различных отраслях промышленности, ба-

зирующихся на переработке ее зерна и получаемых белковых и жировых компонентах для производства пищевых продуктов, кормовых добавок, технических средств, фармацевтических и медицинских препаратов (Соя в России – действительность и возможность).

В России в последние годы отмечается тенденция к увеличению урожайности культуры. Так, если в 2008 г. урожайность составляла 1,08 т/га, то в 2017 г. – 1,47 т/га (+36,1%), однако она намного меньше среднемировой урожайности (2,7 т/га).

В России соя пользуется стабильно высоким спросом. По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2017 г. было произведено 3,621 млн т зерна сои, что недостаточно для полного удовлетворения потребительского спроса (Валовые сборы сельскохозяйственных культур в Российской Федерации (ч. 2); Соя – основная сельскохозяйственная культура региона).

Ростовская область относится к зоне рискованного земледелия (неустойчивое и недостаточное увлажнение), поэтому возделывание сои связано с определенным риском не получить планируемую урожайность. Основным сдерживающим фактором для роста посевных площадей под соей в регионе является слабая влагообеспеченность посевов в критические фазы водопотребления растений (цветение – налив семян). За последнее время в Ростовской области посевные площади под соей изменялись в широких пределах – от 3,5 тыс. га в 2008 г. до 24,7 тыс. га в 2010 г. Динамика к уменьшению посевных площадей под соей отмечается в годы, следующие после неурожайного года, что наблюдалось в 2008 и 2011 гг. Также на желание сельхозтоваропроизводителей возделывать культуру оказывает влияние спрос на нее, который традиционно высокий. По данным интернет-сайта «Зерно Он-Лайн», в России на 1 марта 2019 г. цена за 1 кг соевых бобов составляет не менее 26 рублей. Высокой цене реализации соответствует более качественная продукция (содержание белка – более 36%) (Соя в Ростове-на-Дону и Ростовской области).

На качественные показатели семян сои влияют различные факторы: тепло- и влагообеспеченность растений в течение вегетационного периода, условия минерального питания и др.

Целью исследований являлось изучение влияния сроков посева сои на качество семян, экономическую и энергетическую эффективность возделывания.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводили в 2016–2017 гг. на полях научного севооборота лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (ФГБНУ «АНЦ «Донской», г. Зерноград).

Объектом исследований были два сорта сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» различных групп спелости: Дон 21 – среднеранний и Дива – среднеспелый. Оба сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации по 6-му региону (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2017).

Схема опыта (в скобках представлены календарные даты посева 2016 и 2017 гг.):

I срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 8–10 °С (13.04; 13.04);

II срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 12–14 °С (21.04; 24.04);

III срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 16–18 °С (4.05; 10.05);

IV срок – посев при температуре почвы на глубине заделки семян 20–22 °С (15.05; 20.05).

Повторность опыта – четырехкратная; учетная площадь делянки – 50 м²; расположение делянок – систематическое. Глубина заделки семян – 5–6 см.

Предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая для возделывания культуры в южной зоне Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы, 2013). Посев проводили селекционной сеялкой СС-11 Альфа. Способ посева – широкорядный с междурядьем 45 см. Норма высева – 0,5 млн всхожих семян/га. Уборку опытных делянок осуществляли с помощью селекционного комбайна Сампо 2010. Убранные семена подвергали очистки и доводили до 100% чистоты и 12% влажности.

Проведение полевых опытов и статистическую обработку данных осуществляли по методике Б. А. Доспехова (Доспехов, 2014). Биометрические данные обрабатывали на персональном компьютере с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003, CXStat, Statistica 10.0.

Качественные показатели семян сои определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна (ФГБНУ «АНЦ «Донской») по следующим методикам: ГОСТ 10486-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения содержания белка» и ГОСТ 29033-91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира». Оценку экономической эффективности возделывания сои осуществляли по методике А. В. Алабушева (2009), а энергетической эффективности – по методике А. И. Пупониной (1998). Экономические и энергетические затраты определяли по технологической карте планирования процессов и операций при возделывании сои.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,36%; рН – 7,0; P₂O₅ – 24,4; K₂O – 360 мг/кг почвы. Толщина гумусного слоя превышает 1 м.

Климат южной зоны области характеризуется как полусухой с умеренно жарким летом и умеренно мягкой зимой. Среднегодовое количество осадков составляет 582,4 мм, из них 2/3 выпадает в теплое время года при среднесуточной температуре воздуха выше 10 °С. Среднегодовая температура воздуха составляет +9,6 °С; сумма положительных температур за период вегетации равна 3400–3600 °С; гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 0,80–0,85, что характеризует зону проведения исследований как засушливую. За летний период отмечается более 40 суховейных дней.

При проведении полевых опытов гидротермические условия за вегетационный период различались, что позволило объективно оценить изучаемые сорта и сроки посева (Васильченко, 2018).

Результаты и их обсуждение. В результате исследований было выявлено влияние сроков посева на показатели качества семян, а также показатели экономической и энергетической эффективности возделывания сои. Определена реакция сортов сои на сроки посева.

Изучаемые сроки посева оказали влияние на урожайность сортов сои. Статистический анализ выявил существенное превышение урожайности как между отдельными вариантами опыта (НСР₀₅ для частных различий – 0,05 т/га), так и между факторами «сорт» (НСР₀₅ = 0,04 т/га) и «срок посева» (НСР₀₅ = 0,05 т/га). В среднем наиболее высокая урожайность за годы исследований отмечалась у среднеспелого сорта Дива в третьем сроке посева – 1,38 т/га, а у среднераннего сорта Дон 21 – во втором сроке посева – 1,25 т/га (рис. 1).

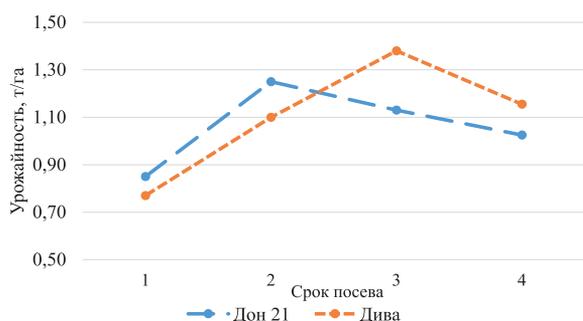


Рис. 1. Влияние сроков посева на урожайность сортов сои (2016–2017 гг.)

Fig. 1. Effect of sowing time on productivity of soybean varieties (2016–2017)

Отмеченная максимальная урожайность сформировалась благодаря более лучшим гидротермическим условиям в этих сроках посева.

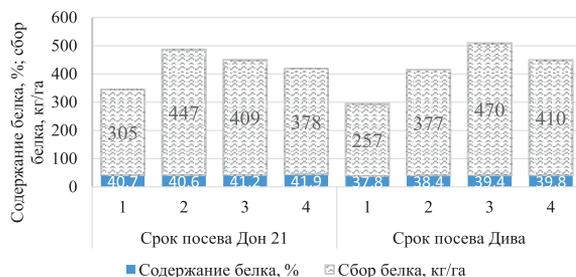


Рис. 2. Влияние сроков посева на содержание белка в семенах сои (%) и сбор белка с гектара (кг/га) (2016–2017 гг.)

Fig. 2. Effect of sowing time on protein percentage (%) in soybean seeds and protein yield per hectare (kg/ha) (2016–2017)

Важной составляющей в оценке агроприема является качественная оценка полученной продукции. Так, при более позднем посеве отмечалось увеличение содержания белка в семенах сои как по сорту Дон 21, так и по сорту Дива. Максимальный сбор белка с гектара площади посева (447 и 470 кг соответственно

по сортам Дон 21 и Дива) отмечался в вариантах опыта, где была получена максимальная урожайность семян (рис. 2).

Другим важным показателем качества семян сои является содержание жира, которое находилось в пределах 17,9–19,0 и 19,3–20,2% соответственно по сортам Дон 21 и Дива. Содержание жира в семенах сои уменьшалось от первого срока посева к четвертому как по сорту Дон 21, так и по сорту Дива (рис. 3).

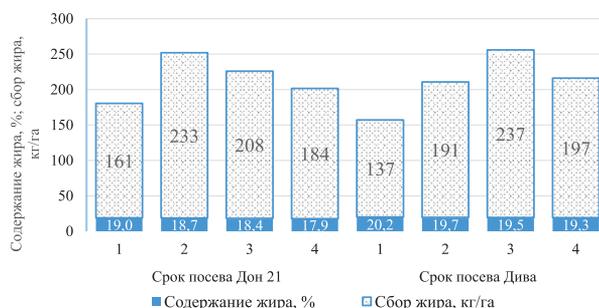


Рис. 3. Влияние сроков посева на содержание жира в семенах сои (%) и сбор жира с гектара (кг/га) (2016–2017 гг.)

Fig. 3. Effect of sowing time on oil percentage (%) in soybean seeds and oil yield per hectare (kg/ha) (2016–2017)

Расчет экономической эффективности возделывания сои является важнейшей составляющей при оценке агроприема возделывания. Для расчета стоимости валовой продукции с гектара использовали цену в размере 26 рублей за килограмм семян сои. Производственные затраты определялись согласно технологической карте. Более высокие производственные затраты в третьем и четвертом сроках посева связаны с тем, что была проведена еще одна дополнительная культивация для очистки опытного участка от сорной растительности. Величина условно чистого дохода, получаемая как разность между стоимостью валовой продукции и производственными затратами, свидетельствует о том, что отсутствует отрицательная доходность при посеве сои в различные сроки. Наибольший условно чистый доход отмечался в вариантах с максимальной урожайностью (табл. 1).

1. Влияние сроков посева на экономическую эффективность возделывания сои
1. Effect of sowing time economic efficiency of soybean cultivation

Сорт	Срок посева	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Дон 21	1	22 100	14 106	7994	16 595	56,7
	2	32 500	14 142	18 358	11 314	129,8
	3	29 380	14 448	14 932	12 786	103,3
	4	26 650	14 437	12 213	14 085	84,6
Дива	1	20 020	14 100	5920	18 312	42,0
	2	28 600	14 135	14 465	12 850	102,3
	3	35 880	14 483	21 397	10 495	147,7
	4	30 030	14 459	15 571	12 519	107,7

В среднем за годы исследований себестоимость продукции находилась в пределах от 10 495 до 18 312 рублей за тонну. Наименьшая себестоимость продукции отмечена во втором сроке посева по сорту Дон 21 и третьем сроке посева по сорту Дива, а также в этих вариантах опыта был максималь-

ный уровень рентабельности – 129,8 и 147,7% соответственно по сортам.

Оценка энергетической эффективности позволяет определить степень окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожая. Так, наибольшее количество энергии с урожаем было получено во втором

сроке посева по сорту Дон 21 и третьем сроке посева по сорту Дива – 22,63 и 24,98 ГДж/га соответственно. В поздних посевах сои затраты совокупной энер-

гии были более высокими по сравнению с ранними, что связано с дополнительной культивацией ячи для уничтожения ранних яровых сорняков (табл. 2).

2. Влияние сроков посева на энергетическую эффективность возделывания сои 2. Effect of sowing time on energetic efficiency of soybean cultivation

Сорт	Срок посева	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоемкость продукции, ГДж/т	КЭЭ*
Дон 21	1	15,39	10,95	4,44	12,88	1,41
	2	22,63	11,14	11,49	8,91	2,03
	3	20,45	11,35	9,10	10,04	1,80
	4	18,55	11,30	7,25	11,02	1,64
Дива	1	13,94	10,91	3,03	14,17	1,28
	2	19,91	11,06	8,85	10,05	1,80
	3	24,98	11,45	13,53	8,30	2,18
	4	20,91	11,34	9,57	9,82	1,84

Примечание: КЭЭ* – коэффициент энергетической эффективности.

Чистый энергетический доход, получаемый как разность энергии, полученной с урожаем семян, и затрат совокупной энергии, был положительным во всех вариантах опыта и находился в пределах от 3,03 до 13,53 ГДж/га. Максимальные значения чистого энергетического дохода получены во втором сроке посева по сорту Дон 21 (11,49 ГДж/га) и третьем сроке посева по сорту Дива (13,53 ГДж/га).

Наибольшая энергоемкость продукции отмечена в первом сроке посева как по сорту Дон 21, так и по сорту Дива – 12,88 и 14,17 ГДж/га, что было связано с получением минимальной урожайности в этих вариантах опыта. Наименее энергоемкими вариантами опыта были второй срок посева по сорту Дон 21 (8,91 ГДж/т) и третий – по сорту Дива (8,30 ГДж/т). В этих же вариантах опыта получены максимальные значения коэффициента энергетической эффективности – 2,03 и 2,18, свидетельствующие о более 100% превышении энергетических затрат энергией, полученной с урожаем.

Выводы

1. Сроки посева оказывали влияние на урожайность и биохимический состав семян сои. Наибольшая урожайность семян у среднераннего сорта Дон 21 отмечалась во втором сроке посева (1,25 т/га), а у среднеспелого сорта Дива – в третьем сроке посева (1,38 т/га).

2. Наибольшее содержание белка отмечалось в четвертом сроке посева – 41,9 и 39,8%, а жира – в первом – 19,0 и 20,2% соответственно по сортам Дон 21 и Дива.

3. Наилучшие показатели экономической и энергетической эффективности отмечались во втором сроке посева у сорта Дон 21 и третьем сроке посева у сорта Дива, где отмечалась максимальная рентабельность – 129,8 и 147,7%, а также наибольший коэффициент энергетической эффективности – 2,03 и 2,18.

Библиографические ссылки

1. Валовые сборы сельскохозяйственных культур в Российской Федерации (ч. 2) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
2. Васильченко С. А., Метлина Г. В. Влияние сроков посева на продуктивность сортов сои селекции АНЦ «Донской» в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6. С. 9–13. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. М., 2017. 483 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. Перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.
5. Зональная система земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. II. Ростов н/Д., 2013. 272 с.
6. Соя в России – действительность и возможность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/monitoring-selskohozyajstvennyh-tovarov/soja-v-rossii-deistvitelnost-i-vozmozhnost.html>.
7. Соя в Ростове-на-Дону и Ростовской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rostov.zol.ru/Soya/soya.html>.
8. Соя – основная сельскохозяйственная культура региона [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agroamur.ru/4/4.html>.

References

1. Valovye sbory sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Rossijskoj Federacii (ch. 2) [Elektronnyj resurs] [Gross harvest of grain crops in the Russian Federation (part 2)]. Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516.
2. Vasil'chenko S. A., Metlina G. V. Vliyanie srokov poseva na produktivnost' sortov soi selekcii ANC "Donskoj" v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [Effect of sowing time on productivity of soybean varieties developed by the ARC "Donskoj" in the southern zone of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6. S. 9–13. DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-9-13.
3. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu [The State List of Breeding Achievements approved for use]. T. 1. Sorta rastenij. M., 2017. 483 s.

-
4. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]: uchebnik dlya vysshih sel'skohozyajstvennyh uchebnyh zavedenij. Stereotip. izd. Perepech. s 5-go izd., dop. i pererab., 1985 g. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
 5. Zonal'naya sistema zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013–2020 gody [Regional agricultural system of the Rostov region for 2013–2020]. Ch. II. Rostov n/D., 2013. 272 s.
 6. Soya v Rossii – dejstvitel'nost' i vozmozhnost' [Elektronnyj resurs] [Soybean in Russia: the reality and the opportunity]. Rezhim dostupa: <https://www.agroxxi.ru/monitoring-selskohozyajstvennyh-tovarov/soja-v-rossii-deistvitel'nost-i-vozmozhnost.html>.
 7. Soya v Rostove-na-Donu i Rostovskoj oblasti [Elektronnyj resurs] [Soybean in Rostov-on-Don and in the Rostov Region]. Rezhim dostupa: <https://rostov.zol.ru/Soya/soya.html>.
 8. Soya – osnovnaya sel'skohozyajstvennaya kul'tura regiona [Elektronnyj resurs] [Soybean is the main crop of the region]. Rezhim dostupa: <http://agroamur.ru/4/4.html>.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.