

7. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Вплив агроєкологічних факторів на вміст протеїну та олії в насінні сої // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області : науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2016. – Вип. 20. – С. 84–90.
8. Каленська С.М., Новицька Н.В., Гарбар Л.А., Андрієць Д.В. Урожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи технології вирощування // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2010. Вип. 149. – С. 227–234.
9. Парахин Н.В., Кузмичева Ю.В., Лысенко Н.Н. Засоренность посевов сои при различных условиях возделывания // Зернобобовые и крупяные культуры. – №1(17). 2016. Орёл. – С. 14 – 16.
10. Алабушев А. В., Ермолина О.В. Влияние морфо-биологических признаков сои на содержание масла в семенах // Корми і кормовиробництво – Вінниця. – 2011. – Вип. 69. – С. 60 – 66.
11. Гаврилин Д.С., Полевщиков Д.С. Сравнительная оценка сбора белка и масла у сортов сои отечественной селекции при разных сроках посева в условиях Тамбовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – №1(9). – 2014. – Орёл. – С. 30 – 36.
12. Гутянський Р. А. Конкуентоспроможність сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду у відношенні до бур'янів // Селекція і насінництво: міжвід темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків. – 2008. – Вип. 95. – С. 266–272.
13. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка // Зернобобовые и крупяные культуры. – №1(17). – 2016. Орёл. – С. 45 – 51.

PRODUCTIVITY OF SOYBEAN AGROPHYTOCENOSIS DEPENDING UPON VARIETY, SEEDING RATE AND METHODS OF CROPS CARE

O. G. Milenko

POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

Abstract: The purpose of our research was to analyze influence of variety properties, seeding rates and methods of crops care on the level of weediness, productivity and quality of soybean grain on drilling crops. It was done by determining number of weeds in agrophytocenosis, productivity level, protein and oil content in soybean grain.

Possibility of soybean cultivation without herbicides applying, using drilling sowing with the lowest yield losses because of weediness has been proved. It has been established that varieties with larger foliaceous area compete with weeds in the best way. Increase of soybean seeding rate forms denser agrophytocenosis. This agrophytocenosis is more competitive to weeds. One preemergence and two postemergence harrowing decrease number of weeds on 76%. Varieties with longer vegetation period have higher soybean productivity than precocious varieties. Optimal seeding rate for precocious variety Romantyka is 800 thousand/ha and optimal seeding rate for precocious variety Ustya is 900 thousand/ha. The most favourable conditions for growth and development of plants on drilling crops were created with mechanical method of crops care. Weediness of crops negatively influence on quality of soybean grain. Correlation dependence between protein and oil content has been established. Increase of protein content influence on decrease of oil content in soybean grain and vice-versa. Increase of seeding rate influenced on increase of protein and decrease of oil content.

Keywords: soybean, variety, seeding rate, method of crops care, productivity, quantity of weeds, protein, oil.

УДК 635.655

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ШТАММОВ РИЗОБИЙ НА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦАХ СОИ

А. Г. ВАСИЛЬЧИКОВ, кандидат биологических наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: office@vniizbk.orel.ru

Исследования проведены во ВНИИЗБК в 2015-2016 гг. Изучена отзывчивость новых линий сои (Л-212, Л-103, Л-216 и ЛС-1) на инокуляцию набором новых активных штаммов

ризобий 634, 626, 640 в сравнении со стандартом Ланцетная на темно-серой лесной среднесуглинистой почве. Схема опыта включала: контроль (без инокуляции и внесения удобрений); варианты с инокуляцией штаммами 634, 626 и 640, а также вариант с внесением минерального азота в дозе 60 кг д. в./га. Повторность опытов четырехкратная. Площадь опытных делянок – 10 м². Посев проводили сеялкой СКС-6-10 широкорядным способом (ширина междурядий 45 см) во вторую декаду мая. Норма высева – 600 тыс. всхожих семян/га. Как инокуляция семян, так и внесение минерального азота в дозе 60 кг/га вызывали повышение урожайности сои. Прибавки урожая в зависимости от года и варианта составили 0,5-3,2 ц/га. Уровень урожайности был прямо пропорционален количеству осадков, выпавших за вегетационный период и в период формирования и налива бобов (июль-август). По результатам испытаний наибольшую эффективность на сорте Ланцетная и линиях Л-212 и Л-103 показал штамм 626 (+2,0, 2,0 и 1,9 ц/га к контролю). Штамм 634 был более эффективен на линиях Л-216 и ЛС-1(+2,4 и 1,8 ц/га) соответственно. Самый высокий урожай – 26,8 ц/га (в среднем за 2 года) сформировала линия Л-103. Уровень рентабельности линии Л-103 составил 200-234% в зависимости от варианта. Применение бактериальных удобрений было более рентабельным, чем применение минерального азота на 13-29% в зависимости от сорта.

Соя – уникальная по биологическим и хозяйственным свойствам сельскохозяйственная культура многогранного использования. В соевом зерне содержится 35-45% полноценного по аминокислотному составу белка, 20-25% масла, 18-25% углеводов, 12 основных витаминов, и большое количество биологически активных компонентов (фосфатиды, изофлавоны, олигосахариды и т.д.). Мировое производство сои в 2016 году составило 338 млн. тонн (+8% к 2015 году). Площадь посевов сои в России в 2016 году составила 2184 тысяч гектар (в Центральном округе-613 тысяч га), что при урожайности 15,6 ц/га позволило собрать 3141 тысяч тонн семян. При этом импорт сои в 2016 году составил 2,15 млн. тонн [1]. Поэтому увеличение производства сои прямо связано со стратегией импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Ценность сои, помимо пищевых и кормовых достоинств, определяется тем, что, она является хорошим азотфиксатором, способным покрывать свои потребности в азоте благодаря формированию симбиоза с клубеньковыми бактериями. В среднем, при благоприятных условиях возделывания она может удовлетворять за счет симбиотической азотфиксации до 70% своих потребностей в азоте [2].

Симбиоз сои с клубеньковыми бактериями – одна из наиболее эффективных растительно-микробных систем, формирующих процесс биологической азотфиксации, имеющий огромное экологическое и практическое значение. Инокуляция растений высокоэффективными штаммами клубеньковых бактерий повышает продуктивность бобовых в среднем на 10-25%. При интродукции бобовых культур в новые районы возделывания, где в почве, как правило, отсутствуют спонтанные популяции ризобий соответствующего вида, прибавки от инокуляции могут достигать 50-100% [3, 4].

В связи с этим, выявление сортов, наиболее адаптированных для условий Орловской области и повышение продуктивности на основе оптимизации условий симбиотической деятельности посевов за счет инокуляции семян активным штаммом ризобий, а также поиск наиболее комплементарных пар симбионтов является актуальной задачей.

Методика исследований

Исследования проводили в полевых условиях на опытном участке лаборатории генетики и биотехнологии с использованием методик полевого опыта [5] и оценки активности симбиотической азотфиксации [6]. Почва опытного участка темно-серая лесная среднесуглинистая с пахотным слоем 28-30 см. Уровень плодородия характеризовался следующими показателями: рН солевой вытяжки – 4,9, содержание гумуса – 4,97%, содержание подвижных форм питательных веществ на 100 г почвы: Р₂О₅ по Кирсанову – 9,3 мг, К₂О по Кирсанову – 9,5 мг. Посев – широкорядный, ширина междурядий – 45 см. Норма высева – 600 тысяч всхожих семян на 1 га. Посев – сеялкой

СКС-6-10. Нитрагин для инокуляции получали из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин-Санкт-Петербург). Инокуляция семян – в день посева. Была проведена оценка отзывчивости на нитрагинизацию 4 перспективных линий (Л-212, Л-103, Л-216, ЛС-1). В качестве контроля использовали сорт сои Ланцетная. На каждом сорте закладывали следующие варианты: контроль без инокуляции, вариант с внесением минерального азота в дозе 60 кг действующего вещества на гектар и варианты с инокуляцией штаммами 634, 626 и 640. Формирование симбиотического аппарата оценивали по активности фермента нитрогеназы методом редукции ацетилена и по количеству клубеньков на корнях растений. Учёт урожая семян – поделочно, путем сплошного обмолота комбайном «Сампо-130».

Результаты исследований

Климатические условия вегетационных периодов 2015-2016 годов по температурному режиму характеризовались теплой погодой. Средняя температура воздуха превышала среднегодовую показатели на 1,2-2,8⁰ С. Количество и характер выпадения осадков по годам резко контрастировали между собой. В первой половине вегетации количество выпавших осадков за оба года было близко к среднегодовым значениям и способствовало активному росту вегетативной массы. В период формирования репродуктивных органов (июль-август), который является основным максимумом водопотребления у сои, и в значительной мере определяет уровень урожайности, в 2015 году выпало 76,7мм осадков (52% от среднегодового уровня), что лимитировало формирование высокого урожая. В 2016 году в этот же период выпало 233,5 мм осадков (158,8% от среднегодового уровня) (таблица 1), что способствовало формированию достаточно высокого уровня урожая. В среднем по Орловской области урожайность сои в 2016 году составила 19,5 ц/га, что позволило собрать 98,9 тыс. тонн [7].

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации сои в 2015- 2016 году

Показатели		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднеголетние осадки, мм		53	61	80	67	57
Среднеголетняя т-ра, t°С		13.0	16.9	18.5	17.1	11.7
Осадки, мм	2015 г.	64,7	38,3	68,5	8,2	68,7
	2016 г.	63,2	68,4	127,6	105,9	20,7
Ср. температура t°С	2015 г.	15,1	18,4	19,2	18,7	15,6
	2016 г.	14,2	18,1	20,9	19,9	11,9

Достаточное количество осадков в первой половине вегетации позволило сформировать большое количество клубеньков на корневой системе. Местные популяции ризобий, сформировавшиеся в почвах опытных севооборотов обеспечили высокий уровень клубенькообразования на контрольном варианте. На варианте с внесением минерального азота отмечено отчетливое ингибирование активности нитрогеназы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние инокуляции на показатели симбиотической активности сортов сои

(числитель - количество клубеньков, шт./растение; знаменатель - активность нитрогеназы, мкгN/раст/час); среднее за 2015-2016 гг.

Варианты	Ланцетная	Л-212	Л-103	Л-216	ЛС-1
Контроль	19/45	36/52	44/80	55/103	36/66
N ₆₀	18/32	25/15	22/40	14/16	15/24
Штамм 634	33/56	39/51	57/106	34/40	53/92
Штамм 626	20/86	48/87	55/136	35/50	57/112
Штамм 640	38/82	38/109	32/165	51/106	49/162

При наступлении полной спелости сои была проведена поделночная уборка урожая прямым комбайнированием комбайном Сампо 130. Результаты урожая, приведенного к стандартной влажности и 100% чистоте, представлены в табл. 3.

Как инокуляция, так и внесение минерального азота оказало положительное влияние на формирование урожая.

Таблица 3

Влияние инокуляции на урожайность сортов сои (ц/га)

Варианты	Ланцетная		Л-212		Л-103		Л-216		ЛС-1	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Контроль	19,4	25,0	20,0	24,5	22,8	28,4	20,1	19,4	20,2	25,8
N ₆₀	20,1	26,9	21,1	27,3	23,2	30,7	21,6	22,9	22,3	27,2
Штамм 634	19,5	26,5	20,9	26,7	23,6	30,6	20,5	23,5	22,9	25,9
Штамм 626	21,5	26,8	22,4	26,0	24,6	30,4	21,3	21,1	22,1	27,2
Штамм 640	20,9	25,2	20,6	25,6	23,9	29,6	20,6	21,8	22,1	26,4
Среднее по сорту	20,3	26,1	21,0	26,0	23,6	29,9	20,8	21,7	21,9	26,5
Среднее за 2 года	23,2		23,5		26,8		21,2		25,7	
НСР ₀₅ 2015	Для сорта 0,56, для штамма -0,47 ц/га Для сорта 1,2, для штамма -0,9 ц/га									
НСР ₀₅ 2016										

По фактору сорта наибольший урожай по результатам двух лет сформировала линия Л-103 – 26,8 ц/га. По фактору штамма более эффективными были: штамм 626 – на сорте Ланцетная, линии 212 и линии 103, и штамм 634 - на линиях Л-216 и ЛС-1.

Данные морфологического анализа в основном подтверждают результаты, полученные при учете урожайности семян. По фактору сорта, наибольшая масса растений (24,7 грамма), масса семян на одно растение (11,2 грамма), а также количество семян на растение (74,6) были отмечены у линии ЛС-1 (табл. 4).

Таблица 4

Результаты морфологического анализа растений

Варианты	Вес		Количество		Масса 1000 семян, г	К хоз.
	растений, г/ растение	семян, г/ растение	бобов, шт/ растение	семян, шт/ растение		
Ланцетная						
Контроль	18,4	8,37	25,9	55,5	151	45,5
N ₆₀	17,5	8,50	26,2	55,2	145	45,5
Штамм 634	18,9	8,60	29,1	62,1	138	45,6
Штамм 626	21,8	9,75	29,7	70,9	138	44,6
Штамм 640	17,3	8,00	27,2	56,5	141	45,0
Ср. по сорту	18,8	8,64	27,6	60,0	143	45,2
Линия 212						
Контроль	14,5	7,1	19,6	45,7	159	49,2
N ₆₀	19,3	8,6	25,5	58,7	148	45,3
Штамм 634	16,1	7,6	20,2	47,4	161	47,3
Штамм 626	15,7	7,3	19,0	47,9	151	45,6
Штамм 640	14,2	7,0	18,4	43,3	162	49,1
Ср. по сорту	16,0	7,5	20,5	48,6	156	47,3
Линия 103						
Контроль	14,9	7,0	15,8	31,0	224	46,9
N ₆₀	20,5	9,57	21,3	43,6	224	47,5
Штамм 634	19,4	9,37	22,5	39,4	240	48,4
Штамм 626	19,5	8,75	19,5	41,6	222	44,6
Штамм 640	18,8	8,75	19,8	39,2	221	46,6
Ср. по сорту	18,6	8,69	19,8	39,0	226	46,8
Линия 216						
Контроль	15,0	6,8	20,3	47,1	146	45,8
N ₆₀	16,3	7,6	24,0	52,2	146	47,3
Штамм 634	18,5	8,6	24,8	57,3	151	46,8
Штамм 626	15,0	6,8	21,6	47,5	142	44,9
Штамм 640	14,6	6,8	21,0	45,7	144	45,4
Ср. по сорту	15,9	7,3	22,3	50,0	146	46,0

Продолжение табл. 4						
Линия ЛС-1						
Контроль	23,2	10,4	31,1	70,1	148	44,8
N ₆₀	26,4	11,7	36,2	79,4	148	44,5
Штамм 634	23,8	10,7	31,9	71,6	149	45,3
Штамм 626	26,0	12,3	34,4	77,3	159	47,2
Штамм 640	24,3	10,7	33,1	74,5	140	44,4
Ср. по сорту	24,7	11,2	33,3	74,6	149	45,2

Однако по урожайности она уступила линии Л-103, что можно объяснить более низкой полевой всхожестью и меньшей сохранностью растений к уборке. По фактору инокуляции как внесение минерального азота, так и инокулирование посевного материала испытываемыми штаммами вызвало увеличение весовых и количественных показателей по отношению к контролю.

Таблица 5

Экономическая эффективность применения микробных препаратов на сое.

Показатели	Конт роль	N ₆₀	Штамм 634	Штамм 626	Штамм 640
Сорт Ланцетная					
Урожайность, ц/га	22,2	24,0	23,0	24,2	23,0
Стоимость валовой продукции, руб./га	55500	60000	57500	60500	57500
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	905	937	896	851	896
Условно чистый доход, руб./га	35400	37520	36900	39900	36900
Уровень рентабельности, %	176	167	179	194	179
Фактический экономический эффект, руб./га	-	2120	1500	4500	1500
Линия 212					
Урожайность, ц/га	22,2	24,2	23,8	24,2	23,1
Стоимость валовой продукции, руб./га	55500	60500	59500	60500	57750
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	905	929	865	851	892
Условно чистый доход, руб./га	33400	38020	38900	39900	37150
Уровень рентабельности, %	166	169	189	194	180
Фактический экономический эффект, руб./га	-	4580	5500	6500	3750
Линия 103					
Урожайность, ц/га	25,6	27,0	27,1	27,5	26,8
Стоимость валовой продукции, руб./га	64000	67500	67750	68750	67000
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	785	832	760	749	792
Условно чистый доход, руб./га	44300	45020	47150	48150	46400
Уровень рентабельности, %	220	200	229	234	225
Фактический экономический эффект, руб./га	-	720	2850	3850	2100
Линия 216					
Урожайность, ц/га	19,8	22,2	22,0	21,2	21,2
Стоимость валовой продукции, руб./га	49500	55500	55000	53000	53000
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	1015	1013	936	972	972
Условно чистый доход, руб./га	29400	33020	34400	32400	32400
Уровень рентабельности, %	146	147	167	157	157
Фактический экономический эффект, руб./га	-	3620	5000	3000	3000
Линия ЛС-1					
Урожайность, ц/га	23,0	24,8	24,4	24,7	24,3
Стоимость валовой продукции, руб./га	57500	62000	61000	61750	60750
Производственные затраты, руб./га	20100	22480	20600	20600	20600
Себестоимость, руб./ц	874	906	844	834	848
Условно чистый доход, руб./га	37400	39520	40400	41150	40150
Уровень рентабельности, %	186	176	196	200	195
Фактический экономический эффект, руб./га	-	2120	3000	3750	2750

Стоимость семян сои – 25000 руб./тонна

Ориентировочная цена препаратов – 500 руб./га-порция

Цена 1 центнера аммиачной селитры – 1400 руб.

Соя является наиболее доходной культурой среди возделываемых полевых культур [1]. При урожайности 15 центнеров на гектар рентабельность её возделывания составляет около 100%. Соответственно, в наших исследованиях, при одинаковых условиях возделывания уровень рентабельности прямо пропорционален урожайности возделываемого сорта. В условиях 2015-2016 годов уровень рентабельности наиболее урожайной линии Л-103 составил 200-234% в зависимости от варианта. Применение бактериальных удобрений в наших опытах было более рентабельным, чем применение минерального азота на 13-29% в зависимости от сорта. Использование приема инокуляции на сое становится экономически оправданным при получении прибавки 0,5 ц/га. Наиболее отзывчивой на инокуляцию в 2015-2016 годах была Линия 212, где на варианте с инокуляцией штаммом 626 экономический эффект составил 6500 рублей.

Таким образом, определены наиболее эффективные штаммы, рекомендованные для применения в ресурсосберегающих технологиях производства сои. Установлено, что штамм 626 был более эффективен на сорте Ланцетная, линиях 212 и 103 (+2,0, 2,0 и 1,9 ц/га к контролю), штамм 634 на линиях – Л-216 и ЛС-1 (+2,4 и 1,8 ц/га) соответственно.

Литература

1. Сбор сои в России обновил рекорд – Агроинвестор [Электронный ресурс] URL: <http://www.Agroinvestor.ru/markets/news/25245-sbor-soi-v-rossii-obnovil-rekord/> (дата обращения 13.02.2017 г.)
2. Синеговская В.Т. Оптимизация симбиотической и фотосинтетической деятельности посевов сои в условиях Приамурья // Авт.-т. дис. на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. М. 2002. – 32 с.
3. Кожемяков А.П., Тихонович И.А. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. М., 1998. №6. – С. 7-10.
4. Кокорина А.Л., Кожемяков А.П. Бобово-ризобийный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия – важный резерв повышения продуктивности пашни. СПб., 2010. – 50 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Орлов В.П., Орлова И.Ф., Щербина Е.А., Гурьев Г.П., Васильчиков А.Г. Методика оценки активности симбиотической азотфиксации селекционного материала зернобобовых культур ацетиленовым методом. Орел: ВНИИЗБК, 1984. – 16 с.
7. Орловская область вошла в ТОП-20 по производству соевых бобов [Электронный ресурс] URL http://newsorel.ru/fn_230092.html (дата обращения 13.02.2017).

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF NEW RHIZOBIA STRAINS IN PROSPECTIVE SOYBEAN ACCESSIONS

A. G. Vasilchikov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: Research was performed at VNIIZBK in 2015-2016. Responsiveness of new soybean lines (L-212, L-103, L-216 and LS-1) to inoculation with new active set of rhizobia strains 634, 626, 640 in comparison to standard Lancetnaya on dark gray forest medium loam soil was studied. The experimental setup consisted of: control (without inoculation and fertilizer); variants with inoculation by strains 634, 626 and 640, and a variant with mineral nitrogen in dose 60 kg of active substance/ha. Repeated experiments fourfold. The area of experimental plots was 10 m². Sowing was performed by drill SKS-6-10 in wide (row spacing 45 cm) in the second decade of May. Seeding rate was 600 thousand of viable seeds/ha. Both seed inoculation and application of mineral nitrogen in the dose of 60 kg/ha caused an increase of soybean yields. Yield increase, depending on the year and options amounted to 0,5-3,2 kg/ha. The level of productivity was directly proportional to the amount of precipitation during the growing season and during the formation and ripening of beans (July-August). According to the results of tests the most effective on the variety Lancetnaya and lines L-212 and L-103 showed strain 626 (2,0, 2,0 and 1,9 t/ha to control). Strain 634 was more effective on the lines L-216 and LS-1 (2,4 and 1.8 t/ha), respectively. The highest harvest – 26,8 c/ha (average 2 years) formed the line L-103. The profitability level of the line L-103 was 200-234% depending on variant. The use of bacterial fertilizers was more cost-effective than the use of mineral nitrogen on 13-29% depending on the variety.