

УДК 63:576.8:631.67:633.34(571.1.)

ВЛИЯНИЕ РИЗОТОРФИНА НА РАЗВИТИЕ СОРТОВ СОИ СЕЛЕКЦИИ СИБНИИСХ ПРИ ОРОШЕНИИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.Ю. Тимохин,

научный сотрудник

Л.В. Омелянюк,

доктор сельскохозяйственных наук

В.С. Бойко,

доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ СибНИИСХ

Россия, 644012, г. Омск, проспект Королёва, 26

Тел./факс: (3812) 77-68-87

E-mail: sibniish@bk.ru

Для цитирования: Тимохин А.Ю., Омелянюк Л.В., Бойко В.С. Влияние ризоторфина на развитие сортов сои селекции СибНИИСХ при орошении в южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 3 (167). – С. 53–58.

Ключевые слова: соя, сорт, сохранность растений, азотфиксирующие клубеньки, урожайность, содержание белка и жира в семенах.

Исследования проведены в 2011–2014 гг. в орошаемом стационаре СибНИИСХ в южной лесостепи Западной Сибири с целью изучения особенностей продукционного процесса сои и выявления роли инокуляции семян ризоторфином в реализации ее биологического потенциала. Объектом исследований были три скороспелых сорта сои – Эльдорадо, Дина и Золотистая. Выявлено, что сохранность растений сои в течение вегетации в среднем по опыту была высокой независимо от сорта и применения ризоторфина (РТ) – 94,5 %. Этот агроприем не оказал влияния на семенную продуктивность – 2,07 т/га (контроль) и 2,02 т/га (РТ), при положительном действии бактериального препарата на показатели симбиотической активности сои – в среднем по вариантам (РТ) масса и количество клубеньков на ее корнях составили 4,39 г и 120 штук соответственно – увеличение на 161 и 100 % по сравнению с контролем. Применение ризоторфина в среднем за четыре года по всем изучаемым сортам достоверно повысило белковость семян с 36,95 до 38,74 %, или на 1,79 %. Таким образом, в результате многолетнего изуче-

ния трёх сортов сои селекции СибНИИСХ в контрастных погодных условиях при сохранении оптимального уровня влагообеспечения почвы на фоне пониженного содержания азота и отсутствия аборигенных штаммов азотфиксирующих бактерий выявлено, что при применении ризоторфина растения сои перешли на симбиотрофное питание, что в частности проявилось в увеличении массы и количества клубеньков на их корнях и доли белка в семенах. Предпосевная инокуляция семян не оказала положительного эффекта на сохранность растений, урожайность семян и содержание в них жира.

UDC 63:576.8:631.67:633.34(571.1.)

Influence of rhizotorfin on development of soybean cultivars released by the Siberian Research Institute of Agriculture at the irrigation in the southern forest-steppe of the Western Siberia.

Timohin A.Y., scientific researcher

Omel'yanyuk L.V., doctor of agriculture

Boiko V.S., doctor of agriculture

Siberian research institute of agriculture (SibNIISKh)

26, Korolyova pr-t, Omsk, 644012, Russia

Tel./fax: (3812) 77-68-87

E-mail: sibniish@bk.ru

Key words: soybean, cultivar, safety of plants, nitrogen fixing tubercle, yield, protein and fat contents in seeds.

The researches were conducted in 2011–2014 on the irrigated stationary plot of the Siberian research institute of agriculture in the southern forest-steppe of the Western Siberia. The purpose was to study features of productional process of soybean and identification of a role of seeds inoculation by rhizotorfin in realization of its biological potential. Three early soybean cultivars – Eldorado, Dina and Zolotistaya – were studied. It is revealed that safety of soybean plants in average in the trial was high – 94.5% and did not depend on a cultivar or rhizotorfin application. This method had no impact on seed productivity – 2.07 t per ha (control) and 2.02 t per ha (rhizotorfin), but positive action of a bacterial preparation on indicators of symbiotic activity of soybean was distinguished – average weight and quantity of tubercle on its roots was 4.39 g and 120 pieces per 10 plants respectively, that means enlargement by 161 and 100% in comparison with control variant. Application of rhizotorfin significantly increased protein content in seeds of all studied cultivars from 36.95 to 38.74%, or on 1.79%, in average for four years. Thus, the result of long-term studying of three soybean cultivars of SibNIISKh breeding in contrast weather conditions under an optimum level of moisture and the lowered nitrogen content in soil, and lack of native strains of nitrogen fixing bacteria showed that rhizotorfin application caused simbiotrophic nutrition of soybean plants. This influenced on increasing of weight and

quantity of tubercles on roots and protein content in seeds. The pre-sowing seed inoculation by rhizotorfin didn't have a positive effect on safety of plants, yield, and protein and fat contents of seeds.

Введение. Обеспечение продовольственной безопасности России – равноправного члена ВТО, в условиях рынка приобретает глобальную значимость. В настоящее время продовольственная зависимость государства является одним из основных рычагов внешнеполитического принуждения, определяющим место той или иной страны в мировом сообществе [1]. Социально-экономические преобразования в сельском хозяйстве РФ привели к ряду нежелательных последствий, одно из которых – прогрессирующее снижение плодородия почв вследствие недостаточного применения органических и минеральных удобрений, а также нарушение севооборотов из-за преобладания посевов зерновых культур [2]. Изменить сложившуюся ситуацию возможно путем возделывания зернобобовых культур, т.к. они обеспечивают положительное пролонгированное действие на процессы восстановления почвенного плодородия [3].

Зернобобовые культуры, содержащие большое количество белка, имеют важнейшее значение и в решении задачи устранения дефицита белка в кормовых рационах – мощного ограничителя роста продуктивности животных [4]. К сожалению, современное состояние кормопроизводства и животноводства Российской Федерации показывает, что обеспеченность скота кормами и переваримым протеином ниже аналогичного показателя развитых зарубежных стран в 1,3–1,5 раза и имеет тенденцию к дальнейшему снижению [5].

Соя – одна из наиболее ценных бобовых культур. Столь глобальное значение эта культура приобрела благодаря своему уникальному биохимическому составу, связанному с ним многофункциональному использованию и высокой рентабельности производства [6]. Соя содержит все, что нужно человеку: незаменимые аминокислоты, витамины, пищевые минералы, фосфолипиды. Её аминокислотный состав соответствует говядине высшей категории [7]. Соя присутствует практически во всех сегментах продовольственного комплекса. В странах Европы в год на человека потребляется 100 кг сои, тогда как в России – всего 5 кг [8].

Практическое использование богатейшего потенциала сои должно осуществляться за счет широкого её вовлечения в сельскохозяйственное производство. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрировано шесть сортов сои селекции СибНИИСХ, в т.ч. Эльдorado, Дина, Золотистая, Сибирячка [9]. Для получения высоких и устойчивых урожаев сои в лесостепи Западной Сибири – зоне рискованного земледелия, наряду с улучшением сортового состава необходимо учитывать биологические особенности этой культуры и с помощью применения агротехнических мероприятий создавать оптимальные условия для реализации потенциала ее продуктивности [10].

Цель исследований – изучить особенности продукционного процесса сортов сои на орошаемых черноземных почвах и выявить роль инокуляции семян ризоторфином в реализации биологического потенциала этой зернобобовой культуры.

Материалы и методы. Опыт заложен в 2011–2014 гг. в южной лесостепи Омского Прииртышья на орошаемом стационаре ФГБНУ СибНИИСХ.

Погодные условия в период исследований отличались контрастностью. Наиболее благоприятными для возделывания сои были 2011 и 2013 гг., сбалансированные по соотношению тепла и влаги (ГТК 0,99 и 1,12 соответственно). Критическим для развития растений сои был 2012 г., когда недобор осадков в сочетании с повышенными температурами воздуха, особенно в июле, привел к снижению ГТК до 0,69. Проведенные в этом году вегетационные поливы позволили сохранить

влажность почвы на оптимальном для этой культуры уровне.

Почва опытного участка – лугово-черноземная, тяжелосуглинистая, содержание гумуса (в слое 0–40 см) – 5,94–6,37 %. В разные годы исследований содержание нитратного азота (по Грандваль-Ляжу) значительно различалось, находилось преимущественно в градации очень низкого и низкого содержания [11]; содержание фосфора (по Чирикову) во всех слоях почвы не опускалось ниже среднего, а в слое 0–20 см зачастую находилось в градации повышенного; содержание калия соответствует высокой обеспеченности почвы этим элементом [12].

Весной проводилось лушение лущильником ЛДГ-10, затем боронование боронами БЗСС-1,0. Предпосевная обработка почвы – культиватором комбинированным Степняк-5,6, прикатывание после посева – катками ЗККШ-6,0. До предпосевной культивации в почву внесен аммофос ($P_{52}N_{10}$). Посев проводился 17–21 мая сеялкой СН-16. В период вегетации (9–12 июня) посевы обрабатывались гербицидом Пивот (0,8 л/га). Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам, уборку зерна – в третьей декаде сентября комбайном «Сампо-130». В период вегетации проводили до двух вегетационных поливов по 300 м³/га, что позволило регулировать водный режим почвы в интервале от влажности разрыва капилляров до наименьшей влагоемкости во всех вариантах опыта.

Повторность четырёхкратная, площадь делянки 25 м². Непосредственно перед посевом семена сои обрабатывали специфичным штаммом азотфиксирующих бактерий 634 Б, полученным из ВНИИСХМ (Санкт-Петербург). Учет симбиотического аппарата: количества и массы клубеньков на корнях сои – с 10 растений из четырёх повторностей в фазе начала образования лопаток в вариантах без ризоторфина – контроль (К) и с инокуляцией ризоторфином (РТ), проводили по методике Посыпанова [13].

Биохимический анализ семян сои сделан в лаборатории генетики, физиологии и биохимии растений ФГБНУ «СибНИИСХ». В абсолютно сухой навеске определяли: белок – на автоматическом анализаторе «Kjeltek Auto 1030 Analyzer»; жир – в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка [14].

Результаты опыта обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Доспехова [15].

Объекты исследований – скороспелые сорта сои зернового направления селекции СибНИИСХ:

Дина. Сорт созревает за 79–100 суток. По урожайности семян превышает стандарт СибНИИК 315 на 0,35–0,65 т/га. В семенах содержится 41,1 % сырого протеина и 18,4 % жира. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2003 г. в Уральском и Западно-Сибирском регионах.

Эльдорадо. Сорт отличается засухоустойчивостью в первую половину вегетации, продолжительность вегетационного периода на уровне стандарта СибНИИК 315 – 92–99 суток. За годы конкурсного сортоиспытания (2003–2005 гг.) средняя урожайность семян составила 2,86 т/га (на 0,31 т/га выше СибНИИК 315); содержание белка в семенах от 39,0 до 40,3 % – выше, чем у стандарта СибНИИК 315 на 1,2–2,1 %; содержание жира – на уровне стандарта – около 18 %. Но с учетом высокой продуктивности новый сорт даёт возможность получать больший выход продукции с единицы площади, чем другие районированные сорта. Сорт Эльдорадо более устойчив к поражению бактериозом в сравнении с сортом Дина и СибНИИК 315. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2010 г. по Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам.

Золотистая. Сорт отличается засухоустойчивостью. Продолжительность вегетационного периода от 92 до 99 суток. За годы конкурсного сортоиспытания (2005–2007 гг.) средняя урожайность семян составила 2,75 т/га (на 0,22 т/га выше стан-

дарта СибНИИК 315). Сорт более устойчив к поражению бактериозом в сравнении с Эльдорадо и СибНИИК 315, что сорт не имеет твердокаменных семян. Сорт Золотистая в среднем содержит 39,5 % белка в семенах, что превышает районированный сорт СибНИИК 315 на 0,9 % и находится на уровне сорта Эльдорадо. По содержанию жира сорт Золотистая находится на уровне Эльдорадо – около 16,5 %. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ с 2012 г. по Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам.

Результаты и обсуждение. Тип азотного питания у зернобобовых культур меняется в зависимости от условий произрастания. Фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями начинается примерно на 15–20-й день после появления всходов, но в начале вегетационного периода азотфиксация проходит медленно. Продолжается этот процесс до старения растений, а заметная активность его наблюдается в фазе цветения – образования бобов [16].

Увеличение количества сохранившихся к уборке растений зернобобовых культур является одним из резервов увеличения их урожайности. Сохранность растений сои в среднем по опыту была высокой независимо от сорта и применения ризоторфина – 94,5 %. Инокуляция семян выразилась положительной тенденцией только на сорте Дина – анализируемый показатель увеличился на 2,3 % по сравнению с контролем.

В опыте не выявлено достоверного влияния применения ризоторфина на массу надземной части растений и корней. В среднем за четыре года наибольшая вегетативная масса сформирована у сорта Дина – 354,4 г, наименьшая у сорта Золотистая – 310,0 г (табл. 1). Масса корней изменялась от 26,0 г (Дина) до 28,9 г (Эльдорадо).

Продуктивность работы бобово-ризобийной системы зависит от её величины и активности. Чаще всего, характеризуя деятельность симбиотического аппарата, используют такие показатели, как масса и количество клубеньков [17]. У всех исследуемых сортов сои выявлена

высокая отзывчивость на инокуляцию бактериальным препаратом. В среднем по вариантам масса и количество клубеньков на ее корнях составили 4,39 г и 120 шт. соответственно – увеличение на 161 и 100 % по сравнению с контролем.

Таблица 1

Симбиотический аппарат сортов сои при инокуляции семян ризоторфином, среднее за 2011–2014 гг.

Сорт	Масса надземной части, г			Масса корней, г			Масса сырых клубеньков, г			Количество клубеньков, шт.		
	РТ	К	Х	РТ	К	Х	РТ	К	Х	РТ	К	Х
Эльдорадо	295,6	379,4	337,5	25,8	31,9	28,9	3,23	1,71	2,47	99,0	50,0	74,5
Дина	383,2	325,5	354,4	28,3	23,6	26,0	5,53	1,93	3,73	141,0	66,3	103,7
Золотистая	288,9	331,1	310,0	28,2	28,2	28,2	4,41	1,41	2,91	119,9	64,1	92,0
Х	322,6	345,3	-	27,4	27,9	-	4,39	1,68	-	120,0	60,1	-
НСР ₀₅	F _Ф < F ₀₅	-	-	F _Ф < F ₀₅	-	-	1,92	-	-	10,32	-	-

РТ – вариант с ризоторфином; К – контроль

Наибольшая масса клубеньков на корнях растений (в среднем за 2011–2014 гг.) зафиксирована у сорта Дина – 3,73 г при их количестве 103,7 шт., при этом минимальным был показатель у сорта Эльдорадо – 2,47 г при 74,5 шт.

По массе клубеньков на корнях самым отзывчивым был сорт Золотистая, сформировавший при применении ризоторфина до 4,41 г, или на 212 % выше в сравнении с контролем. Масса клубеньков на корнях растений сои сорта Дина с обработкой семян бактериальным препаратом увеличилась с 1,93 до 5,53 г (на 187 %); на сорте Эльдорадо эта закономерность подтвердилась, но анализируемый показатель увеличился лишь на 89 % – с 1,71 до 3,23 г.

Существенное влияние на образование и развитие азотфиксирующих клубеньков оказывали погодные условия. Самым неблагоприятным был режим гидротермического обеспечения в 2012 г., когда на корнях сои можно было обнаружить лишь от 3 до 8 очень мелких клубеньков, масса которых не превысила 0,018 г в среднем на растение (рисунок).

В июле (во время массового цветения и начала образования бобов) сое требует-

ся ГТК около 1,8 [10]. Несмотря на принятые попытки поддержания влажности почвы в оптимальном для развития растений сои интервале (0,7–1,0 НВ), экстремально засушливые погодные условия в июле 2012 г.: превышение среднесуточной температуры на 3,5 °С в сочетании с практически полным отсутствием осадков (12 % от нормы), негативно отразились на общем состоянии растений и процессах фотосинтеза.

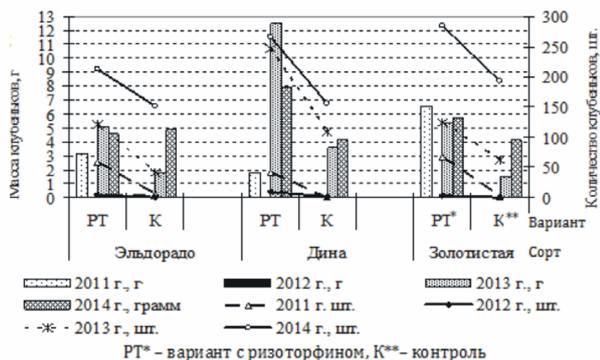


Рисунок – Симбиотический аппарат сортов сои при инокуляции семян ризоторфином, 2011–2014 гг.

Наилучшие показатели по количеству клубеньков отмечены у сорта Золотистая в 2014 г. в варианте РТ – 285 шт., по их массе – у сорта Дина в 2013 г. в варианте РТ – 12,45 г. В целом, использование биопрепарата стабильно положительно влияло на количество клубеньков, их масса, как правило, также увеличивалась. На фоне пониженного содержания азота и присутствия только аборигенных штаммов азотфиксирующих бактерий, характерных для почв опытного участка, сорта при применении ризоторфина активизировали симбиотрофное питание, что в частности проявилось в лучшем развитии симбиотического аппарата.

Урожайность семян является одним из основных показателей, подтверждающих состоятельность и привлекательность культуры для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство. При положительном действии инокуляции ризоторфином на показатели симбиотической активности сои этот агроприем не оказал влияния на семенную продуктивность – 2,07 т/га (К) и 2,02 т/га (РТ). Мак-

симальная в опыте урожайность зафиксирована в 2013 г. у сорта Эльдorado – 2,35–2,51 т/га.

Однако применение ризоторфина положительно сказалось на белковости семян всех изучаемых сортов сои, в среднем за четыре года достоверно повышая этот показатель с 36,95 до 38,74 %, или на 1,79 %. Но этот агроприем способствовал небольшому и недостоверному снижению содержания жира с 16,12 до 15,59 %, или на 0,53 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние инокуляции семян ризоторфином на биохимические показатели семян сои, 2011–2014 гг.

Сорт	Белок, %			Жир, %		
	ризо-торфин	кон-троль	Х	ризо-торфин	кон-троль	Х
Эльдorado	38,55	37,00	37,78	16,12	16,38	16,25
Дина	38,89	36,94	37,92	15,42	15,93	15,68
Золотистая	38,78	36,91	37,85	15,22	16,07	15,65
Среднее по вариантам	38,74	36,95	-	15,59	16,12	-
НСР ₀₅	1,39			F _ф < F ₀₅		

Отмечается некоторое превосходство сорта Дина над другими образцами по содержанию белка в семенах – выше на 0,07–0,14 %, сорт Эльдorado по содержанию жира имел преимущество на 0,57–0,60 %.

Выводы. В результате многолетнего изучения трёх сортов сои селекции СибНИИСХ в контрастных погодных условиях южной лесостепи Западной Сибири при сохранении оптимального уровня влагообеспечения почвы на фоне пониженного содержания азота и присутствия только аборигенных штаммов азотфиксирующих бактерий выявлено, что при применении ризоторфина сорта активизировали симбиотрофное питание, что в частности проявилось в лучшем развитии симбиотического аппарата – масса и количество клубеньков на корнях растений сои увеличились более чем в 2,5 раза, а белковость ее семян с 36,95 до 38,74 %, или на 1,79 %. Предпосевная инокуляция семян не оказала положительного эффекта на сохранность растений, урожайность семян и содержание в них жира.

1. Технологические системы возделывания зерновых и зернобобовых культур: рекомендации. – Омск: ЛИТЕРА, 2014. – 108 с.
2. Балашов В.В., Демченко М.М., Кудинов В.В. Влияние предпосевной инокуляции ризоторфином на развитие симбиотического аппарата и урожайность зерна нута // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – № 1. – С. 20–23.
3. Мерецкая Е.Ф., Демченко М.М. Формирование микробиоценозов в почве под озимой пшеницей // Земледелие. – 2008. – № 2. – С. 12–13.
4. Зарипова Л.П., Гибадулина Ф.С. Состояние и пути решения проблемы кормового белка в республике Татарстан // Кормопроизводство. – 2009. – № 3. – С. 2–5.
5. Епифанов В.С. Рациональное использование кормового белка (О монографии Л.П. Зариповой) // Кормопроизводство. – 2005. – № 10. – С. 30–32.
6. Толоконников В.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания и селекция адаптированных к природным условиям Нижнего Поволжья сортов сои: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.01, 06.01.05 / Владимир Васильевич Толоконников. – Волгоград, 2010. – 48 с.
7. Бельшикина М.Е. Анализ и перспективы производства сои в России и мире // Кормопроизводство. – 2013. – № 7. – С. 3–6.
8. Устюжанин А.П. Стратегия развития соевого комплекса России // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 3–6.
9. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ СибНИИСХ / Отв. ред. И.Ф. Храмов. – Омск: Литера, 2015. – 156 с.
10. Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Танакулов А.Х. Влияние гидротермического обеспечения вегетационного периода на урожайность скороспелой сои в южной лесостепи Омской области // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – № 1 (150). – С. 80–83.
11. Кочергин А.Е. Потребность растений в азотных удобрениях // Науч. тр. – Омск: СибНИИСХ, 1973. – Т. 5 (20). – С. 33–37.
12. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
13. Пleshkov Б.В. Практикум по биохимии растений. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
14. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха // Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
16. Михалев И.В. Азотфиксирующая деятельность, урожайность и качество семян сортов кормовых бобов и гороха в зависимости от макро- и микроудобрений в лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... кан. с.-х. наук. – Воронеж, 2014. – 18 с.
17. Захарова Е.Б., Никольчев К.А. Структура соевого агроценоза в зависимости от способа основной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 10. – С. 16–17.

1. Tekhnologicheskie sistemy vozdelvaniya zernovykh i zernobobovykh kul'tur: rekomendatsii. – Omsk: LITERA, 2014. – 108 s.
2. Balashov V.V., Demchenko M.M., Kudinov V.V. Vliyanie predposevnoy inokulyatsii rizotorfinom na razvitie simbioticheskogo apparata i urozhaynost' zerna nuta // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2013. – № 1. – S. 20–23.
3. Meretskaya E.F., Demchenko M.M. Formirovanie mikrobiotsenozov v pochve pod ozimoy pshenitsej // Zemledelie. – 2008. – № 2. – S. 12–13.
4. Zaripova L.P., Gibadulina F.S. Sostoyanie i puti resheniya problemy kormovogo belka v respublike Tatarstan // Kormoproizvodstvo. – 2009. – № 3. – S. 2–5.
5. Epifanov V.S. Ratsional'noe ispol'zovanie kormovogo belka (O monografii L.P. Zaripovoy) // Kormoproizvodstvo. – 2005. – № 10. – S. 30–32.
6. Tolokonnikov V.V. Teoreticheskoe i eksperimental'noe obosnovanie tekhnologiy vozdelvaniya i selektsiya adaptirovannykh k prirodnyam usloviyam Nizhnego Povolzh'ya sortov soi: avtoref. dis... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.01, 06.01.05 / Vladimir Vasil'evich Tolokonnikov. – Volgograd, 2010. – 48 s.
7. Belyshkina M.E. Analiz i perspektivy proizvodstva soi v Rossii i mire // Kormoproizvodstvo. – 2013. – № 7. – S. 3–6.
8. Ustyuzhanin A.P. Strategiya razvitiya soevogo kompleksa Rossii // Zemledelie. – 2010. – № 3. – S. 3–6.
9. Sorta sel'skokhozyaystvennykh kul'tur selektsii FGBNU SibNIISKH / Otv. red. I.F. Khramtsov. – Omsk: Litera, 2015. – 156 s.
10. Omel'yanyuk L.V., Asanov A.M., Tanakulov A.Kh. Vliyanie gidrotermicheskogo obespecheniya vegetatsionnogo perioda na urozhaynost' skorospelay soi v yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2012. – № 1 (150). – S. 80–83.
11. Kochergin A.E. Potrebnost' rasteniy v azotnykh udobreniyakh // Nauch. tr. – Omsk: SibNIISKH, 1973. – T. 5 (20). – S. 33–37.
12. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
13. Pleshkov B.V. Praktikum po biokhimmii rasteniy. – 3-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 255 s.
14. Posypanov G.S. Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha // Spravochnoe posobie. – M.: Agropromizdat, 1991. – 300 s.
15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – 5-e izd. – M.: Kolos, 1985. – 351 s.
16. Mikhalev I.V. Azotfiksiruyushchaya deyatel'nost', urozhaynost' i kachestvo semyan sortov kormovykh bobov i gorokha v zavisimosti ot makro- i mikroudobreniy v lesostepi TsChR: avtoref. dis. ... kan. s.-kh. nauk. – Voronezh, 2014. – 18 s.
17. Zakharova E.B., Nikul'chev K.A. Struktura soevogo agrotsenoza v zavisimosti ot sposoba osnovnoy obrabotki pochvy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 10. – S. 16–17.