

Научная статья

УДК 633.853.52:632.93:632.3:632.4

DOI: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-76-82

Оценка комплексной обработки семян сои фунгицидами и инокулянтом

Дина Александровна Курилова
Надежда Анатольевна Бушнева

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 275-85-13
protection@vniimk.ru

Аннотация. В результате ранее проведенных иностранными и российскими учеными исследований определена важная роль симбиоза ризобий и сои, благодаря которому растения получают из воздуха необходимое количество азота для эффективного роста и синтеза протеина. Вместе с тем обнаружено, что обработка семян некоторыми фунгицидами подавляет рост ризобий и уменьшает образование азотфиксирующих клубеньков в полевых условиях. В настоящее время актуальным в системе агротехники сои является поиск фунгицидов, эффективных против патогенов, но не подавляющих ризобии при совместном применении. Результаты исследований, проведенных в 2020–2021 гг., показывают, что обработка семян инокулянтом Хайкоут супер соя на основе бактерии *Bradyrhizobium japonicum* не снижала пораженность растений сои болезнями, но способствовала получению дополнительного урожая на уровне 0,37 (2020 г.) и 0,27 т/га (2021 г.) за счет симбиотической деятельности. В вариантах совместного применения фунгицидов и инокулянта показана их эффективность против фузариозного увядания. Обработка семян сои фунгицидами Максим, КС, Дэлит Про, КС и Тебу 60, МЭ в сочетании с инокулянтом не подавляла образование азотфиксирующих клубеньков на корнях растений сои и не снижала их воздушно-сухую массу. Наибольшее количество (33 и 83 шт./раст.) и масса (0,09 и 0,32 г/раст.) клубеньков отмечены на корнях растений сои в варианте с обработкой семян смесью Максим, КС + инокулянт, Ж.

Ключевые слова: соя, фунгициды, протравители, защита растений, инокулянт, ризобии, болезни

Для цитирования: Курилова Д.А., Бушнева Н.А. Оценка комплексной обработки семян сои фунгицидами и инокулянтом // Масличные культуры. 2023. Вып. 3 (195). С. 76–82.

UDC 633.853.52:632.93:632.3:632.4

The assessment of a complex treatment of soybean seeds with fungicides and inoculator

Kurilova A.D., senior researcher, PhD in biology

Bushneva N.A., senior researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-85-13

protection@vniimk.ru

Abstract. The Russian and foreign scientists have already proved an important role of the symbiosis of rhizobia and soybean through which plants obtain the necessary nitrogen amount from the air for effective growth and protein synthesis. At the same time, they stated the seed treatment with some fungicides suppress the rhizobia growth and lowered the formation of nitrogen-fixing nodules in fields. Now, the search of fungicides effective against pathogens but not suppressing rhizobia at joint application is actual in an agrotechnological system. In 2020–2021, we treated soybean seeds with an inoculant Hycout super soya based on a bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. It did not reduce soybean plants infestation with diseases but caused additional seed yield 0.37 (2020) and 0.27 t/ha (2021) through the symbiotic activity. The combined application of fungicides and an inoculant showed their effectiveness against fusarium wilt. The soybean seed treatment with Maxim, CS, Delit Pro, CS, and Tebu 60, OE combined with the inoculant did not suppress the formation of nitrogen-fixing nodules on soybean plant roots and did not reduce their air-dry weight. The highest amount (33 and 83 pcs./plant) and weight (0.09 and 0.32 g/plant) of nodules are noted on plant roots in a variant when treated the seeds with a mix Maxim, CS + inoculant, L.

Key words: soybean, fungicides, seed protectants, plant protection, inoculant, rhizobia, diseases

Введение. Из всех элементов питания растения на большинстве почв особенно остро нуждаются в азоте. Определённое значение в восполнении азотного дефи-

цита может иметь рациональное использование минеральных удобрений. Однако более экономичным является биологический азот, накапливаемый в почве свободноживущими и симбиотическими микроорганизмами [1]. Растения сои обладают важной способностью вступать в симбиоз с азотфиксирующими бактериями, благодаря чему получают азот из атмосферы и фиксируют его в почве. Общеизвестно, что этот симбиоз можно использовать для улучшения круговорота питательных веществ и повышения урожайности, так как многие клубеньковые бактерии синтезируют ростовые вещества [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Специфичными для сои в России являются клубеньковые бактерии *Bradyrhizobium japonicum* [9]. Штаммы данного вида способствуют интенсивному развитию корневой системы и увеличению надземной массы растений сои в начале вегетационного периода, а также обеспечивают повышение ее продуктивности. Российскими учёными, в том числе и из ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, были проведены исследования по оценке эффективности инокуляции сои препаратами клубеньковых бактерий, в ходе которых доказано, что все изученные инокулянты обеспечили прибавку урожая и способствовали увеличению содержания протеина в семенах [6; 7; 8; 9].

В тоже время при выращивании сои часто наблюдается ее поражение различными болезнями, вызываемое патогенными микроорганизмами, которые приводят к нарушению роста и развития растений, существенно снижают урожайность культуры, ухудшают посевные и товарные качества семян (*всхожесть, скорость и энергию прорастания, жизнеспособность*) [10]. В современных агроценозах культуры в Краснодарском крае распространены следующие болезни: фузариозное увядание (возбудители – грибы рода *Fusarium* spp.), пепельная гниль (возбудитель *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.), пероноспороз (возбудитель

Peronospora manshurica (Naum.) Syd.), пурпурный церкоспороз на листьях (возбудитель *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Yarn), антракноз бобов (возбудитель *Colletotrichum glycines* Hori (*C. truncatum* (Schw.) Andrus et W.D. Moore) и бактериоз (возбудители *Pseudomonas* Migula, *Xanthomonas* Dowson) [11]. Среди патогенов, вызывающих семенную инфекцию сои, наиболее часто встречаются бактерии родов *Pseudomonas* Migula, *Ervinia* Winslow et al. emend. Hauben et al., *Xanthomonas* Dowson и грибы рода *Fusarium* Link. [12; 13].

В традиционной технологии выращивания сои для защиты от патогенов обычно применяют химические фунгициды. Вместе с тем обнаружено, что обработки семян некоторыми фунгицидами подавляют рост ризобий и уменьшают образование клубеньков в полевых условиях. В загрязненных пестицидами почвах наблюдается инактивация азотфиксирующих бактерий. Исследования показывают, что некоторые препараты нарушают молекулярные взаимодействия между растениями и N-фиксирующими ризобактериями, следовательно, подавляют жизненно важный процесс биологической фиксации азота [3; 14; 15; 16].

Пестициды широко используются в сельском хозяйстве как часть стратегии борьбы с вредными организмами, поэтому совместимость пестицидных протравителей семян и инокулянтов является важным условием при применении средств защиты растений.

Целью работы был поиск эффективных фунгицидов для предпосевного протравливания семян, которые не подавляют активность формирования азотфиксирующих бактерий на корневой системе растений сои.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020–2021 гг. на базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар, Российская Федерация) в центральной агроклиматической зоне Краснодарского

края согласно методикам ВНИИМК и ВИЗР [17; 18]. Объектом исследований служили семена сои сорта Славия (селекция ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК), фунгицидные протравители семян и инокулянт (препарат клубеньковой бактерии *Bradyrhizobium japonicum* (титр 10 млрд клеток/мл) с добавлением питательного раствора сахаров) (табл. 1).

Таблица 1

Схема полевого испытания совместного применения фунгицидных протравителей и инокулянта против болезней сои

Вариант	Норма расхода, л/г
Контроль без обработки	-
Инокулянт (Хайкоут супер соя (<i>Bradyrhizobium japonicum</i> 10 млрд клеток/мл) + экстендер, Ж (контроль)	1,42 + 1,42
ТМТ Д (тирам 400 г/л), ВСК + Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж (эталон)	6,0 + 1,42 + 1,42
Максим (флудиоксонил 25 г/л), КС + Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	2,0 + 1,42 + 1,42
Дэлит Про (пираклостробин 200 г/л), КС + Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	0,5 + 1,42 + 1,42
Тебу 60 (тебуконазол 60 г/л), МЭ + Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	0,5 + 1,42 + 1,42

Предпосевную обработку семян сои проводили согласно схеме опыта на лабораторном инкрустаторе «Неге». Посев семян осуществляли сеялкой «Gaspardo-MT 8» согласно схеме, с нормой высева всхожих семян 400 000 шт./га, повторность опыта 3-кратная, площадь делянки – 56 м².

Обследование посевов сои проводили регулярно, отмечали первые симптомы проявления болезней. Основной учёт болезней сои был проведён в фазе налива бобов. На каждой опытной делянке просматривали 25 растений, расположенных в средней части делянки. Распространённость болезней в посевах сои определяли по соотношению количества больных растений к общему количеству растений в пробе, выраженному в процентах. Расчёт биологической эффективности фунгицидов осуществляли по формуле Аббота [17]:

$$C = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \%,$$

где С – биологическая эффективность, %;

А – распространённость болезни в контроле (без обработки);

В – распространённость болезни в испытываемом варианте после обработки.

Учёт количества образовавшихся клубеньков проводили в фазе цветения. Для этого в каждом варианте опыта (по повторностям) выкапывали растения сои с корешками (по 10 растений), в лабораторных условиях корешки промывали под водой на почвенных ситах. В дальнейшем подсчитывали количество клубеньков и определяли их воздушно-сухую массу.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием поделяночно в один день. Урожай приводили к стандартной (14%-ной) влажности чистых семян по формуле [18]:

$$Y = \frac{M \cdot 10 \cdot (100 - W)}{S \cdot (100 - W_{ст.})},$$

где Y – урожай при стандартной влажности, т/га;

M – масса семян с делянки, кг;

S – учётная площадь делянки, м²;

W – влажность семян при взвешивании урожая, %;

W_{ст.} – стандартная влажность семян, %.

Результаты и обсуждение. В опытном посеве на растениях сои в оба года исследований обнаружены следующие болезни: пурпурный церкоспороз (возбудитель *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner), церкоспороз (возбудитель *Cercospora sojae* Hara), фузариозное увядание (возбудитель *Fusarium* spp. Link) и бактериальный ожог (возбудитель *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Coerper) Young et al.). Первые симптомы проявления болезней отмечались преимущественно на листьях сои в период цветения – формирование бобов, за исключением фузариоза, который вызывал поражение всего растения.

В 2020 г. в контрольном варианте фузариозным увяданием было поражено

16,1 %, пурпурным церкоспорозом – 15,2, церкоспорозом – 15,0 и бактериальным ожогом – 9,1 % растений. В 2021 г. распространённость фузариоза в контрольном варианте по сравнению с предыдущим годом снизилась до 10 %, церкоспороза – до 3,3 %, тогда как число поражённых пурпурным церкоспорозом и бактериальным ожогом растений увеличилось и составило 36,7 и 65,0 % соответственно. Учитывая низкий процент поражения церкоспорозом в 2021 г., эффективность препаратов против болезни представлена только за 2020 г. (табл. 2).

Таблица 2

Биологическая эффективность совместного применения фунгицидных протравителей семян и инокулянта на основе клубеньковой бактерии *V. jarrowii* против болезней на сое (фаза вегетации налив бобов)

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2020–2021 гг.

Вариант	Биологическая эффективность фунгицидов (%) против болезней, по годам:							
	пурпурный церкоспороз		церкоспороз		фузариозное увядание		бактериальный ожог	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Контроль без обработки	15,2*	36,7*	15,0*	3,3*	16,1*	10,0*	9,1*	65,0*
Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	0	0	14,5	-	0	0	0	0
ТМТД, ВСК + инокулянт, Ж (эталон)	37,5	45,5	21,1	-	40,1	83,0	30,8	30,8
Максим, КС + инокулянт, Ж	10,5	27,2	31,6	-	84,9	50,0	7,7	13,9
Дэлит Про, КС + инокулянт, Ж	5,9	31,9	53,3	-	77,6	100	0	0
Тебу 60, МЭ + инокулянт, Ж	9,9	50,1	51,3	-	77,0	67,0	18,7	2,6

Примечание: * – распространённость болезни в контроле (%)

Биологическая эффективность инкрустации семян сои смесью ТМТД, ВСК + инокулянт, Ж против пурпурного церкоспороза в 2020 г. достигала 37,5 %, а в 2021 г. – 45,5 %, церкоспороза – 21,1; фузариозного увядания – 40,1 и 83,0 соответственно, бактериального ожога – 30,8 % в оба года.

В варианте с обработкой семян сои Максим, КС + инокулянт, Ж против пур-

пурного церкоспороза и бактериального ожога биологическая эффективность была ниже, однако против церкоспороза превышала эталон и достигала 31,6 %. Против фузариоза эффективность совместного применения фунгицида и инокулянта в 2020 г. достигала 84,9 %, однако в 2021 г. она была ниже и не превышала 50,0 %.

Обработка семян фунгицидом Дэлит Про, КС + инокулянт, Ж способствовала снижению пораженности растений сои церкоспорозом, при этом эффективность обработки в 2020 г. достигала 53,3 %, и фузариозом, биологическая эффективность составляла в 2020 г. 77,6 %, а в 2021 г. – 100 % соответственно.

Биологическая эффективность Тебу 60, МЭ + инокулянт, Ж против пурпурного церкоспороза в 2020 г. находилась на уровне 9,9 %, тогда как в 2021 г. она была максимальной среди испытанных препаратов (50,1 %). По отношению к фузариозному увяданию биологическая эффективность этой композиции в оба года испытаний находилась на одном уровне и составляла 77,0 и 67,0 % соответственно.

Кроме защитного эффекта применения химических протравителей совместно с инокулянтом против болезней сои, анализировали влияние фунгицидов на образование азотфиксирующих клубеньков. В 2020 г. на корнях растений сои в контроле их образовалось 26 шт./раст. В вариантах с обработкой семян фунгицидами и инокулянтом количество клубеньков находилось на уровне 20–33 шт./раст., лучшим был вариант Максим, КС + инокулянт, Ж – 33 шт./раст. Применение ТМТД, ВСК с инокулянтом, Ж сдерживало образование клубеньков до 20 шт./раст., тогда как обработка семян одним инокулянтом благоприятствовала образованию их наибольшего количества – 43 шт./раст. Воздушно-сухая масса клубеньков по вариантам изменялась от 0,05 до 0,10 г/раст. Более крупные клубеньки образовывались в вариантах с обработкой семян

инокулянт, Ж и Максим, КС + инокулянт, Ж, их масса достигала 0,10 и 0,09 г/раст. соответственно. Применение фунгицида ТМТД, ВСК отрицательно повлияло на массу клубеньков, и в сравнении с контролем она была снижена на 0,02 г/раст. (табл. 3).

Таблица 3

Влияние совместно фунгицидных протравителей и инокулянта на основе клубеньковой бактерии *V. jarrowii* на количество и массу клубеньков у растений сои (фаза вегетации цветение)

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2020–2021 гг.

Вариант	Количество клубеньков, шт./раст.		Масса клубеньков, г/раст. (воздушно-сухая)	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Контроль без обработки	26	69	0,07	0,09
Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	43	76	0,10	0,18
ТМТД, ВСК + инокулянт, Ж (эталон)	20	33	0,05	0,07
Максим, КС + инокулянт, Ж	33	83	0,09	0,32
Дэлит Про, КС + инокулянт, Ж	27	72	0,06	0,15
Т ебу 60, МЭ + инокулянт, Ж	27	70	0,07	0,11

В условиях 2021 г. количество азотфиксирующих клубеньков в контрольном варианте достигало в среднем 69 шт./раст. Обработка семян инокулянтom способствовала образованию клубеньков в количестве 76 шт./раст. В вариантах совместного применения фунгицидов и инокулянта количество клубеньков варьировало от 33 до 83 шт./раст. Инкрустация семян сои смесью Максим, КС + инокулянт, Ж позволила получить 83 шт./раст. – лучший результат в опыте. На фоне обработки семян культуры ТМТД, ВСК + инокулянт, Ж количество образовавшихся на корнях сои клубеньков было меньше, чем в контроле, на 48 %.

Наибольшая воздушно-сухая масса клубеньков получена в вариантах с обработкой семян инокулянтom, Ж и Максим, КС + инокулянт, Ж – 0,18 и 0,32 г/раст. соответственно. Применение фунгицида ТМТД, ВСК отрицательно влияло на мас-

су клубеньков, и в сравнении с контролем она была снижена на 0,02 г/раст., а с другими вариантами – на 0,04–0,25 г/раст.

Урожайность сои в 2020 г. находилась на уровне 1,51–2,11 т/га, достоверный сохраненный урожай получен в вариантах с обработкой семян инокулянтom, Дэлит Про, КС + инокулянт, Ж и Максим, КС + инокулянт, Ж – 0,37; 0,40 и 0,60 т/га соответственно.

В 2021 г. урожайность сои достигала 1,26–1,61 т/га, наибольший сохраненный урожай получен при обработке семян инокулянтom, Ж – 0,27 т/га, и смесью Максим, КС + инокулянт, Ж – 0,35 т/га (табл. 4).

Таблица 4

Хозяйственная эффективность совместного применения фунгицидных протравителей и инокулянта на основе клубеньковой бактерии *V. jarrowii* против болезней на сое

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2020–2021 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		Сохранённый урожай, т/га	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Контроль без обработки	1,51	1,26	-	-
Инокулянт (Хайкоут супер соя + экстендер), Ж	1,88	1,33	0,37	0,27
ТМТД, ВСК + инокулянт, Ж (эталон)	1,63	1,53	0,12	0,07
Максим, КС + инокулянт, Ж	2,11	1,61	0,60	0,35
Дэлит Про, КС + инокулянт, Ж	1,91	1,32	0,40	0,06
Т ебу 60, МЭ + инокулянт, Ж	1,74	1,40	0,23	0,14
НСР ₀₅	0,24	0,18	-	-

Заключение. Основными болезнями, поражающими посевы сои в 2020–2021 гг., были пурпурный церкоспороз, церкоспороз, фузариозное увядание и бактериальный ожог. Инкрустация семян фунгицидами совместно с инокулянтom Хайкоут супер соя, Ж позволила снизить распространенность фузариозного увядания на 40,1–83,0 % в 2020 г. и на 50–100 % в 2021 г. Против бактериального ожога обработка семян испытываемыми фунгицидами была малорезультативной, биологическая эффективность находилась в диапазоне от 2,6 до 30,8 %.

Установлено, что изучаемые фунгициды Максим, КС, Дэлит Про, КС и Тебу 60, МЭ, применяемые для протравливания семян сои в смеси с инокулянтом, не препятствуют образованию азотфиксирующих клубеньков на корнях растений сои и не снижают их воздушно-сухую массу. Лучший результат получен при обработке семян Максим, КС + инокулянт, Ж. Так, количество клубеньков в 2020 г. находилось на уровне 33 шт./раст., а в 2021 г. – 83 шт./раст., воздушно-сухая масса достигала 0,09 и 0,32 г/раст. соответственно. Также в этом варианте получен высокий сохранённый урожай – 0,60 (2020 г.) и 0,35 (2021 г.) т/га. Следовательно, данные фунгициды совместимы с ризобияльным инокулянтом на основе бактерии *V. japonicum*.

Список литературы

1. Доронинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. – Л.: Колос, 1970. – 192 с.
2. Тильба В.А. Вирулентность клубеньковых бактерий сои и масштабы усвоения симбиотического азота в почвах Приамурья // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. 4 (168). – С. 61–66.
3. Румянцева М.Л. Клубеньковые бактерии: перспективы мониторинга симбиотических свойств и стрессоустойчивости с использованием генетических маркеров (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 5. – С. 847–862.
4. Hayat R., Ali S., Amara U. [et al.]. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review // Annals of Microbiology. – 2010. – Vol. 60. – P. 579–598.
5. Тильба В.А., Тишков Н.М., Шкарупа М.В. Особенности формирования симбиотического аппарата у среднеспелых сортов сои на выщелоченном чернозёме Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 72–78.
6. Tilba V.A., Makhonin V.L., Zelentsov S.V. The effect of native strains of nodule bacteria on the development of symbiotic apparatus and on the productivity of new soybean cultivars // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, Virtual, November 17–18, 2020. – Moscow, 2021. – Vol. 650. – P. 012042.
7. Бушнева Н.А. Эффективность совместного применения инокулянтов и фунгицидов при обработке семян сои // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 119–123.
8. Lucomets V., Tilba V., Tishkov N. [et al.] The efficiency of rhizobia use in the soybean cultivation on chernozem of the Western Ciscaucasia // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, October 15–16, 2020. – Yekaterinburg, 2020. – P. 2039.
9. Тильба В.А. Аборигенная популяция ризобий сои основной соеосеющей зоны России: Свойства и участие в продукционных процессах: дис. ... д-ра биол. наук в виде науч. докл. / Владимир Арнольдович Тильба. – Владивосток: ТИБОХ ДВО РАН, 1998. – 47 с.
10. Пивень В.Т., Бушнева Н.А., Дряхлов А.И., Саенко Г.М. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 30–33.
11. Саенко Г.М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 106–113.
12. Курилова Д.А. Патогенная микрофлора семян сои и её влияние на лабораторную всхожесть // Актуальные проблемы научного обеспечения земледелия Западной Сибири: сб. науч. статей, посвященный 70-летию академика РАН Храмцова Ивана Федоровича, 95-летию основания отдела земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ». – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. – С. 200–203.
13. Курилова Д.А. Лабораторная оценка эффективности фунгицидов против семенной инфекции сои // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 2 (186). – С. 81–87.
14. Nettles R., Watkins J., Rickson K. [et al.]. Influence of pesticide seed treatments on rhizosphere fungal and bacterial communities and leaf fungal endophyte communities in maize and soybean // Applied Soil Ecology. – 2016. – Vol. 102. – P. 61–69.
15. Costa Stuart A.K., Makowiecky Stuart R., Pimentel I.Ch. Effect of agrochemicals on endophytic fungi community associated with crops of organic and conventional soybean (*Glycine max* L. Merrill) // Agriculture and Natural Resources. – 2018. – Vol. 52. – Is. 4. – P. 388–392.
16. Саенко Г.М., Бушнева Н.А. Совместимость фунгицидных протравителей сои с инокулянтами // Масличные культуры. – 2018. – Вып. 1 (169). – С. 75–82.
17. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под ред. В. М. Лукомца. – Краснодар, 2010. – 327 с.
18. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском

References

1. Doroninskiy L.M. Kluben'kovye bakterii i nitragin. – L.: Kolos, 1970. – 192 s.
2. Til'ba V.A. Virulentnost' kluben'kovykh bakteriy soi i masshtaby usvoeniya simbioticheskogo azota v pochvakh Priamur'ya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2016. – Vyp. 4 (168). – S. 61–66.
3. Rumyantseva M.L. Kluben'kovye bakterii: perspektivy monitoringa simbioticheskikh svoystv i stressoustoychivosti s ispol'zovaniem geneticheskikh markerov (obzor) // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. – 2019. – T. 54. – № 5. – S. 847–862.
4. Hayat R., Ali S., Amara U. [et al.]. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review // Annals of Microbiology. – 2010. – Vol. 60. – P. 579–598.
5. Til'ba V.A., Tishkov N.M., Shkarupa M.V. Osobennosti formirovaniya simbioticheskogo apparata u srednespelykh sortov soi na vyshechloennom chernozeme Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 4 (172). – S. 72–78.
6. Til'ba V.A., Makhonin V.L., Zelentsov S.V. The effect of native strains of nodule bacteria on the development of symbiotic apparatus and on the productivity of new soybean cultivars // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, Virtual, November 17–18, 2020. – Moscow, 2021. – Vol. 650. – P. 012042.
7. Bushneva N.A. Effektivnost' sovmestnogo primeneniya inokulyantov i fungitsidov pri obrabotke semyan soi // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 119–123.
8. Lucomets V., Til'ba V., Tishkov N. [et al.] The efficiency of rhizobia use in the soybean cultivation on chernozem of the Western Caucasus // E3S Web of Conferences, Yekaterinburg, October 15–16, 2020. – Yekaterinburg, 2020. – P. 2039.
9. Til'ba V.A. Aborigennaya populyatsiya rizobiy soi osnovnoy soeseyushchey zony Rossii: Svoystva i uchastie v produktsionnykh protsessakh: dis. ... d-ra biol. nauk v vide nauch. dokl. / Vladimir Arnol'dovich Til'ba. – Vladivostok: TIBOKh DVO RAN, 1998. – 47 s.
10. Piven' V.T., Bushneva N.A., Dryakhlov A.I., Saenko G.M. Zashchita posevov soi ot bolezney, vrediteley i sornyakov // Zemledelie. – 2010. – № 3. – S. 30–33.
11. Saenko G.M. Fitosanitarnyy monitoring osnovnykh bolezney soi v Krasnodarskom krae // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 3 (179). – S. 106–113.
12. Kurilova D.A. Patogennaya mikroflora semyan soi i ee vliyaniye na laboratornuyu vskhozhest' // Aktual'nye problemy nauchnogo obespecheniya zemledeliya Zapadnoy Sibiri: sb. nauch. statey, posvyashchenny 70-letiyu akademika RAN Khrantsova Ivana Fedorovicha, 95-letiyu osnovaniya otdela zemledeliya FGBNU «Omskiy ANTs». – Omsk: Izd-vo IP Maksheevoy E.A., 2020. – S. 200–203.
13. Kurilova D.A. Laboratornaya otsenka effektivnosti fungitsidov protiv semennoy infektsii soi // Maslichnye kul'tury. – 2021. – Vyp. 2 (186). – S. 81–87.
14. Nettles R., Watkins J., Ricka K. [et al.]. Influence of pesticide seed treatments on rhizosphere fungal and bacterial communities and leaf fungal endophyte communities in maize and soybean // Applied Soil Ecology. – 2016. – Vol. 102. – P. 61–69.
15. Costa Stuart A.K., Makowiecky Stuart R., Pimentel I.Ch. Effect of agrochemicals on endophytic fungi community associated with crops of organic and conventional soybean (*Glycine max* L. Merrill) // Agriculture and Natural Resources. – 2018. – Vol. 52. – Is. 4. – P. 388–392.
16. Saenko G.M., Bushneva N.A. Sovmestimost' fungitsidnykh protraviteley soi s inokulyantami // Maslichnye kul'tury. – 2018. – Vyp. 1 (169). – S. 75–82.
17. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod red. V. M. Lukomtsa. – Krasnodar, 2010. – 327 s.
18. Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyaystve / Pod red. V.I. Dolzhenko. – SPb., 2009. – 378 s.

Сведения об авторах

Д.А. Курилова, ст. науч. сотр., канд. биол. наук

Н.А. Бушнева, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

06.09.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

11.09.2023

Получено после доработки/Manuscript revised

11.09.2023

Принято/Accepted

21.09.2023

Manuscript on-line

30.11.2023