

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ НУТА И ЧИНЫ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-6257-0576

М.М. ДОНСКОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», г. Орел

E-mail: office@vniizbk.ru

В статье изложены результаты исследований, проведенных в 2020-2022 гг. по применению микробиологических препаратов на основе специфичных для нута и чины штаммов клубеньковых бактерий в условиях Орловской области. Установлено, что предпосевная инокуляция семян ризоторфином способствует формированию активного симбиотического аппарата, оказывает положительное влияние на рост, развитие растений, повышает их сопротивляемость стрессовым факторам. Применение препаратов привело к образованию клубеньков, увеличению корней и биомассы растений. Показано, что на данные показатели значительное влияние оказывают погодные условия. В среднем за три года исследований число клубеньков в варианте с ризоторфином составило у сортов нута 14 шт./раст. (Аватар), 16 шт./раст. (Краснокутский 123), у чины Славянка 11 шт./раст. Биомасса растений нута увеличилась на 21,1% к контролю, чины – на 35,1% к контролю. Предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином (штамм 527) увеличивала семенную продуктивность растений на 25,9% к контролю у сорта Аватар и на 17,8% к контролю у сорта Краснокутский 123. Это привело к увеличению урожайности зерна нута в вариантах с ризоторфином на 0,33-0,34 т/га. У чины Славянка урожайность в варианте с инокуляцией (штамм 2803) была на уровне контроля. Полученные данные свидетельствуют об эффективности предпосевной инокуляции семян у изученных сортов. Однако следует использовать микробиологические препараты, устойчивые к местным штаммам клубеньковых бактерий. А также необходимо продолжать поиск генотипов нута и чины и комплементарных им штаммов ризобий для создания устойчивых сорто-микробных систем.

Ключевые слова: нут, чина, сорт, ризоторфин, штамм, урожайность.

Для цитирования: Донская М.В., Донской М.М. Использование микробиологических препаратов при возделывании перспективных сортов нута и чины в Орловской области. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 1(45):33-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-33-39

USE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CULTIVATION OF PROMISING VARIETIES OF CHICKPEAS AND LATHYRUS IN THE ORYOL REGION

M.V. Donskaya, M.M. Donskoi

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The article presents the results of studies conducted in 2020-2022 on the use of microbiological preparations based on strains of nodule bacteria specific for chickpeas and lathyrus in the conditions of the Oryol region. It has been established that pre-sowing inoculation of seeds with rhizotorphin promotes the formation of an active symbiotic apparatus, has a positive effect on the growth and development of plants, and increases their resistance to stress factors.*

Application of preparations led to the formation of nodules, increased roots and plant biomass. It is shown that these indicators are significantly influenced by weather conditions. On average, over three years of research, the number of nodules in the variant with rhizotorphin was 14 pcs/plant in chickpeas varieties. (Avatar), 16 pcs/set (Krasnokutsky 123), in lathyrus Slavyanka 11 pcs/plant. The biomass of chickpeas plants increased by 21.1% compared to the control, lathyrus – by 35.1% compared to the control. Presowing inoculation of chickpeas seeds with rhizotorphin (strain 527) increased the seed productivity of plants by 25.9% compared to the control in the Avatar variety and by 17.8% compared to the control in the Krasnokutsky 123 variety. This led to an increase in the yield of chickpea grain in the variants with rhizotorphin by 0.33-0.34 t/ha. In lathyrus Slavyanka, the yield in the variant with inoculation (strain 2803) was at the control level. The data obtained indicate the effectiveness of presowing seed inoculation in the studied varieties. However, microbiological preparations that are resistant to local strains of nodule bacteria should be used. It is also necessary to continue the search for chickpea and lathyrus genotypes and complementary rhizobia strains to create stable microbial cultivar systems.

Keywords: chickpea, lathyrus, variety, rhizotorphin, strain, productivity.

Урожайность нута (*Cicer arietinum* L.) в условиях Центрально-Черноземного региона России в сильной степени определяется погодными условиями. Практически каждый второй год в Орловской области отличается обильными и затяжными дождями в конце августа – сентябре, т.е. в период созревания и уборки нута, что приводит к значительным потерям урожая. Создание скороспелых сортов нута процесс длительный, поэтому наряду с этим, необходима разработка агротехнических приемов, способных сгладить негативное влияние окружающей среды, повысить иммунитет растений, создать условия для их ускоренного роста и развития. Таким приемом может стать предпосевная инокуляция семян микробиологическими препаратами, в частности ризоторфином.

Чина более скороспелая культура, чем нут. В наших условиях ее убирают на 1-1,5 месяца раньше. Вместе с тем, эта культура новая для региона и при изучении особенностей ее возделывания необходимо уделить внимание процессу симбиотической азотфиксации, как возможному фактору регуляции продукционного процесса.

Главным условием активного симбиоза является наличие в почве специфических вирулентных штаммов клубеньковых бактерий.

Применение высокоэффективных отселектированных штаммов клубеньковых бактерий на нуте повышает продуктивность растений, обеспечивая прибавку урожая семян нута от 0,1 до 0,16 т/га или на 10,4-16,7% при урожайности 1,06-1,12 т/га. Комплексное применение биопрепаратов обеспечивает повышение урожайности нута на 0,15-0,20 т/га или на 14,8-19,8% [1].

Изучено применение ризоторфина (штаммы 527, 522 и 065 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*) и почвенно-корневой смеси из-под микоризованной суданской травы, содержащей штаммы грибов арбускулярной микоризы, для предпосевной инокуляции семян перспективных образцов нута из коллекции ВИРа им. Н.И. Вавилова. Выделены генотипы, отзывчивые на инокуляцию разными штаммами, сформировавшие высокую семенную продуктивность на 1,7...7,1 г или 21,8...69,6% выше контроля и урожайность на 0,4...0,6 т/га или 9,1...42,9% выше контроля [2].

Для улучшения минерального питания, повышения урожайности и качества зерна бобовых культур при сохранении почвенного плодородия необходимо использование инокулянтов. Применение ризоторфина, как на естественном фоне плодородия, так и с различными дозами фосфорно-калийных удобрений способствовало получению наибольшей прибавки урожая у испытанных сортов чины посевной – 0,67 т/га [3]. Получены экспериментальные данные, свидетельствующие, что биопрепараты (ризоторфин и альбит) повышают сопротивляемость растений чины посевной к болезням и полеганию, что способствует повышению продуктивности культуры на 0,34-0,42 т/га [4].

К сожалению, данные приемы в наших условиях используются недостаточно широко. В связи с этим исследования, направленные на изучение отзывчивости перспективных для Орловской области сортов нута и чины на применение производственных штаммов ризоторфина являются актуальными, а полученные данные могут быть использованы для повышения стрессоустойчивости сортов при различных погодных условиях вегетационного периода и повышения продуктивности растений.

Цель исследований – изучение эффективности применения микробиологических препаратов на основе высокоэффективных штаммов ризобий на перспективных сортах нута и чины.

Материал, методика и условия проведения исследований

Материалом для изучения являлись сорта нута Аватар (селекции ФНЦ ЗБК), Краснокутский 123 (селекции ФГБНУ «Краснокутская СОС НИИСХ Юго-Востока») и сорт чины Славянка (селекции ФНЦ ЗБК) [5].

Опыты закладывали в полевом севообороте лаборатории генетики и биотехнологии в 2020-2022 годах по вариантам: 1. контроль (без обработок); 2. инокуляция семян ризоторфином (для нута штамм 527 на основе клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri*, для чины штамм 2803 на основе клубеньковых бактерий *Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae*). Препараты получены из ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии» (г. Санкт-Петербург). Метод размещения вариантов в полевом опыте систематический, повторность четырехкратная. Площадь делянки 8,25 м². Агротехника под культуры общепринятая для региона. Даты посева: 2020 г. – 22.04; 2021 г. – 6.05; 2022 г. – 11.05. Посев сеялкой СКС-6-10 с шириной междурядий 15 см. Норма высева для нута 800 тыс., для чины – 1200 тыс. всхожих семян на га. Инокуляция семян в день посева. Уборка по мере созревания малогабаритным комбайном САМПО-130.

Закладку полевых опытов, уход за посевами и сопутствующие наблюдения осуществляли согласно методическим указаниям ВИРа [6]. Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере в приложении Microsoft Office Excel 2010.

Погодно-климатические условия в годы исследований складывались следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия 2020 - 2022 гг. (по данным ЦГМС, г. Орел)

Показатель		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
2020 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	11,2	20,0	19,2	17,7	15,3	10,4
	Отклонение от нормы	-2,6	+3,2	+1,2	+0,7	+3,7	+5,1
Осадки, мм	Сумма за месяц	75	74	121	17	36	31
	Процент от нормы	147	101	149	270	69	74
2021 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	13,9	19,8	22,3	20,5	10,4	5,9
	Отклонение от нормы	+0,1	+3,0	+4,3	+3,5	-1,2	+0,6
Осадки, мм	Сумма за месяц	72	41	51	50	130	12
	Процент от нормы	141	56	63	79	250	29
2022 г.							
Температура воздуха, °С	Средняя за месяц	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9	7,6
	Отклонение от нормы	-2,3	+2,3	+1,1	+4,8	-1,7	+2,3
Осадки, мм	Сумма за месяц	51	52	64	32	111	84
	Процент от нормы	100	140	79	51	213	200

2020 и 2022 годы отличались неравномерностью выпадения осадков. В 2020 году наибольшее количество осадков выпало в период от всходов до бутонизации (май-июнь), а также в критическую фазу формирования и налива семян (июль-август), что благоприятно отразилось на развитии растений. Уборка чины завершилась 17 августа. В сентябре-октябре осадков выпало в пределах нормы, температура воздуха была выше средней многолетней на 3,7°C и 5,1 °C соответственно. Это способствовало дозреванию бобов и своевременной уборке нута 5 октября. 2021 год был близок к среднемноголетним климатическим показателям. Уборку чины провели 2 августа, нута – 23 августа. В 2022 году максимальная сумма осадков выпала в сентябре-октябре, складывалась дождливая и прохладная погода, не позволившая провести уборку вовремя, что привело к большим потерям урожая нута. Чину убрали 7 сентября, нут 14 октября.

Результаты и их обсуждение

В среднем за три года изучения продолжительность вегетационного периода составила у сорта нута Аватар 113 суток, изменяясь от 96 суток в 2021 году до 136 суток в 2020 году; у сорта Краснокутский 136–122 суток, варьируя от 107 суток в 2021 году до 148 суток в 2020 году (рисунок). Средняя продолжительность вегетационного периода у чины Славянка равнялась 87 суткам, колеблясь по годам от 77 суток в 2021 году до 97 суток в 2022 году.

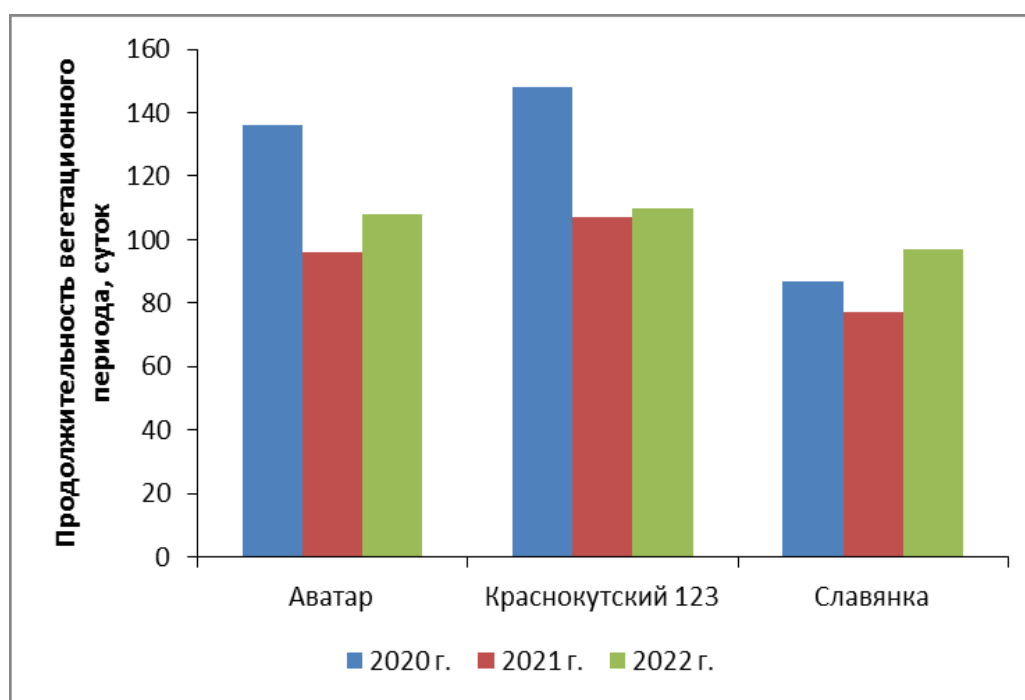


Рис. Продолжительность вегетационного периода сортов нута и чины, 2020-2022 гг.

Анализ показателей симбиотической деятельности проводили в период максимальной азотфиксирующей активности, установленный нами опытным путем в предыдущие годы исследований – цветение – начало формирования бобов [7]. Инокуляция семян нута и чины ризоторфином способствовала формированию более развитого и активного симбиотического аппарата по сравнению с контролем без обработки. В вариантах с инокуляцией биомасса растений нута увеличилась на 21,1% к контролю, чины – на 35,1% к контролю (табл. 2). Масса сухих корней возросла на 65,6% по сравнению с контролем у сорта Аватар и на 12,8% у сорта Краснокутский 123; масса клубеньков выросла на 28,1% к контролю у сорта Аватар, на 29,6% у сорта Краснокутский 123 и на 67,6% у сорта Славянка. Число клубеньков в варианте с ризоторфином составило у сортов нута 14-16 шт./раст., у чины – 11 шт./раст.

Таблица 2

Характеристика симбиотического аппарата и структура растений нута и чины при обработке бактериальными препаратами в период взятия проб, среднее за 2020-2022 гг.

Признак	Аватар		Краснокутский 123		Славянка	
	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин
Сырая масса растения, г	20,90±1,8	25,33±1,9	19,40±1,3	23,50±1,5	14,57±1,4	19,69±2,2
Сухая масса растения, г	4,63±0,4	5,28±0,4	4,35±0,3	5,32±0,3	3,13±0,2	3,91±0,4
Высота растения, см	45,47±0,6	45,66±0,7	47,44±0,6	47,87±0,8	62,58±1,2	66,94±2,3
Масса сырых корней, г	1,86±0,1	2,23±0,2	2,33±0,2	2,46±0,1	0,58±0,05	0,83±0,08
Масса сухих корней, г	0,32±0,03	0,53±0,03	0,47±0,02	0,53±0,03	0,14±0,01	0,14±0,01
Число клубеньков	11,68±2,5	14,67±1,9	10,17±1,8	16,72±2,4	7,75±1,3	11,44±1,8
Масса клубеньков, г	0,875±0,01	1,121±0,02	0,592±0,02	0,767±0,02	0,074±0,01	0,124±0,03

Отмечено формирование клубеньков на корнях растений нута и чины в контрольных вариантах. Они отличались небольшим размером, серой или бледно-розовой окраской и располагались главным образом на боковых корнях, что свидетельствует об их низкой активности. Их наличие у нута можно объяснить тем, что после нескольких лет возделывания в почве могли сформироваться популяции клубеньковых бактерий, специфичных для данной культуры. В отличие от нута, образующего симбиоз только с ризобиями вида *Mesorhizobium ciceri*, чина способна вступать в симбиоз с различными штаммами вида *Rhizobium leguminosarum* *bv. viciae*, с которыми так же взаимодействуют горох, вика и чечевица. А так как посеvy этих культур занимают значительную часть в севооборотах ФНЦ ЗБК, то в почве имеются многочисленные спонтанные популяции клубеньковых бактерий.

Следует отметить, что различия погодных условий в годы проведения исследований позволили более полно оценить эффективность инокуляции, а также влияние климатических факторов на процесс клубенькообразования. Так в 2020 году среднее число клубеньков в варианте с ризоторфином у сорта Аватар составило 22 шт./раст., у сорта Краснокутский 123–30 шт./раст., у чины Славянка – 19 шт./раст. В 2021 и 2022 годах наблюдалось уменьшение числа клубеньков при увеличении их массы, что можно объяснить, как поздними сроками сева нута и чины (на 15-20 суток позже, чем в 2020 году), так и менее благоприятными условиями в период формирования симбиотического аппарата в эти годы.

Для полной оценки эффективности применяемых микробиологических препаратов, изучали параметры, слагающие структуру урожая.

По результатам структурного анализа растений нута и чины можно заключить, что в вариантах с инокуляцией масса сухого растения у сортов нута увеличилась на 9,4...60,8 % по сравнению с контролем (табл. 3). При этом высота растений в варианте с ризоторфином увеличилась только у сорта Славянка на 12,9% к контролю.

У сорта чины Славянка применение ризоторфина (штамм 2803) в среднем за три года не оказало существенного влияния на изменение основных элементов продуктивности. Однако необходимо отметить, что в неблагоприятном по погодным условиям 2022 году предпосевная инокуляция семян ризоторфином позволила сформировать семенную продуктивность чины на уровне 6,3 г/раст., что на 3,3% превысило контроль. Растения на делянках выглядели более мощными (масса сухого растения увеличилась на 16,8% по сравнению с контролем) и высокорослыми (высота растений возросла на 33,4% к контролю). Число бобов на одном растении к уборке на 11,7% превышало контроль.

Таблица 3

Влияние микробиологических препаратов на показатели продуктивности сортов нута и чины, среднее за 2020-2022 гг.

Признак	Аватар		Краснокутский 123		Славянка	
	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин	Контроль	Ризоторфин
Масса сухого растения, г	14,9±1,0	16,3±1,2	12,5±1,2	20,1±1,6	10,5±0,8	10,3±0,7
Высота растения, см	62,7±1,2	58,5±1,0	81,0±1,4	74,6±1,2	78,5±3,1	88,6±3,2
Число бобов на растении	16,4±1,3	19,5±1,4	16,7±1,6	21,1±1,9	13,0±1,1	13,0±1,0
Число семян с растения	19,6±1,7	24,3±2,0	14,5±1,6	18,3±1,9	23,3±2,2	21,9±1,6
Масса семян с растения, г	5,8±0,5	7,3±0,6	4,5±0,5	5,3±0,5	5,0±0,4	4,5±0,3
Масса 1000 семян, г	279,6±7,2	295,7±5,5	282,3±8,7	302,2±7,5	220,2±7,4	206,8±8,3

У сортов нута в среднем за три года изучения предпосевная инокуляция семян ризоторфином (штамм 527) привела к увеличению числа бобов и семян на растении на 18,9...26,3% и 24,0...26,2% по сравнению с контролем соответственно. При этом семенная продуктивность повысилась на 17,8...25,9%, а крупность семян – на 5,8...7,0% к контролю.

Необходимо отметить, что в неблагоприятном 2022 году у сортов нута, после затяжных дождей, делянки с инокуляцией визуально выглядели более здоровыми, на них было больше сохранившихся растений с бобами. Коэффициент хозяйственной эффективности в вариантах с инокуляцией составил у сорта Аватар 43,4%, у сорта Краснокутский 123–29,6%, против 38,2% и 26,1% в контрольных вариантах.

Оценка урожайности сортов показала, что в среднем за три года у сорта Аватар максимальная прибавка урожайности в варианте с ризоторфином составила 0,34 т/га, у сорта Краснокутский 123–0,33 т/га, у чины Славянка урожайность в варианте с инокуляцией была на уровне контроля (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность зерна нута и чины при инокуляции производственными штаммами ризоторфина, т/га

Сорт	Вариант опыта	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Средняя
Аватар	Контроль	3,11	3,52	0,52	2,38
	Ризоторфин	3,17	3,50	1,49	2,72
	НСР ₀₅	0,14	0,17	0,25	
Краснокутский 123	Контроль	1,83	3,15	0,52	1,83
	Ризоторфин	2,24	3,40	0,85	2,16
	НСР ₀₅	0,11	0,16	0,27	
Славянка	Контроль	0,99	2,25	2,07	1,77
	Ризоторфин	0,85	2,22	1,94	1,67
	НСР ₀₅	0,19	0,14	0,17	

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о различной реакции сортов нута и чины на применение микробиологических препаратов. Важную роль в формировании симбиоза между бобовыми растениями и полезными почвенными микроорганизмами играют условия среды, что необходимо учитывать при возделывании культур. Хорошо развитый симбиотический аппарат не всегда способствует увеличению урожайности, в неблагоприятных условиях прибавка от приема инокуляции может отсутствовать.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что применение ризоторфина способствует формированию активного симбиотического аппарата, оказывает положительное влияние на рост, развитие растений, повышает их сопротивляемость стрессовым факторам. Его применение привело к образованию клубеньков и увеличению биомассы растений. Число клубеньков в варианте с ризоторфином, в среднем за три года,

составило у сортов нута 14-16 шт./раст., у чины – 11 шт./раст. Значительно увеличилась биомасса растений: у нута – на 21,1% к контролю, у чины – на 35,1% к контролю.

Предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином увеличивала число бобов и семян на растении, повышала семенную продуктивность на 17,8-25,9% по сравнению с контролем. Урожайность зерна нута в вариантах с ризоторфином повышалась на 0,33-0,34 т/га при контрольном уровне 1,83-2,38 т/га.

Литература

1. Пташник О.П. Технологические приемы выращивания нута в условиях степного Крыма // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2017. – № 4 (24). – С. 13-19.
2. Донская М.В., Бобков С.В., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В. Применение микробиологических препаратов при возделывании нута в Орловской области // Земледелие, – 2015. – №4. – С. 16-18.
3. Хохоева Н.Т., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Эффективность применения препарата ризоторфин в технологии возделывания чины посевной // Известия Горского государственного аграрного университета, – 2018. – № 2, Т. 55. – С. 28-32.
4. Хохоева Н.Т., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Роль биопрепаратов в повышении продуктивности чины посевной // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, – 2018. – № 8. – С. 105-108.
5. Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С. и [др.]. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Каталог сортов. - Орел: Изд-во ООО ПФ «Картуш», – 2022. – 204 с.
6. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания / М.А. Вишнякова, И.В. Сеферова, Т.В. Буравцева и [др.]; под науч. ред. М.А. Вишняковой; рец. Н. Н. Чикида. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ВИР, – 2018. – 143 с.
7. Донская М.В., Донской М.М., Наумкина Т.С., Глазков А.В., Наумкин В.В. Влияние микробиологических препаратов на урожайность и симбиотическую деятельность нута // Земледелие, – 2014. – № 4. – С. 15-17.

References

1. Ptashnik O.P. Tekhnologicheskie priemy vyrashchivaniya nuta v usloviyakh stepnogo Kryma [Technological methods of growing chickpeas in the conditions of the steppe Crimea]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2017, no.4 (24), pp. 13-19. (In Russian)
2. Donskaya M.V., Bobkov S.V., Naumkina T.S., Glazkov A.V., Naumkin V.V. Primenenie mikrobiologicheskikh preparatov pri vozdeleyvanii nuta v Orlovskoi oblasti [The use of microbiological preparations in the cultivation of chickpeas in the Oryol region]. *Zemledelie*, 2015, no.4, pp. 16-18. (In Russian)
3. Khokhoeva N.T., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Effektivnost' primeneniya preparata rizotorfin v tekhnologii vozdeleyvaniya chiny posevnoi [The effectiveness of the use of the preparation rhizotorfin in the technology of cultivation of Indian pea]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, no. 2, v. 55, pp. 28-32. (In Russian)
4. Khokhoeva N.T., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Rol' biopreparatov v povyshenii produktivnosti of Indian pea [The Role of Biologics in Increasing the Productivity of Indian pea]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2018, no. 8, pp. 105-108.
5. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S. et al. Seleksionnye dostizheniya Federal'nogo nauchnogo tsentra zernobobovykh i krupyanykh kul'tur. Katalog sortov [Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog]. Orel, ООО ПФ «Kartush» Publ., 2022, 204 p. (In Russian)
6. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya [Collection of World Genetic Resources of Cereal Legumes VIR: Replenishment, Conservation and Study: Guidelines]. Vishnyakova M.A., Seferova I. V., Buravtseva T. V. et al., M.A. Vishnyakova sci. ed.; N. N. Chikida reviewer. 2nd ed., revised and supplemented., St. Petersburg, VIR, 2018, 143 p. (In Russian)
7. Donskaya M.V., Donskoi M.M., Naumkina T.S., Glazkov A.V., Naumkin V.V. Vliyanie mikrobiologicheskikh preparatov na urozhainost' i simbioticheskuyu deyatel'nost' nuta [The influence of microbiological preparations on the yield and symbiotic activity of chickpeas]. *Zemledelie*, 2014, no.4, pp. 15-17. (In Russian)