

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА И ЧИНЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

М.В. ДОНСКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID ID 0000-0001-6257-0576, E-mail: nmaria_87@mail.ru
М.М. ДОНСКОЙ, кандидат сельскохозяйственных наук,
А.И. ЯКУБОВСКАЯ*, кандидат биологических наук,
О.П. ПТАШНИК*, старший научный сотрудник,
И.А. КАМЕНЕВА*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР, г. ОРЕЛ

*ФГБУН НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
КРЫМА

Цель исследования заключалась в определении эффективности применения микробиологических препаратов на перспективных сортах нута и чины. Исследования проводили параллельно в 2020-2022 гг. в условиях Орловской области и республики Крым (Красногвардейский район). Материалом для исследования служили сорт нута Аватар и сорт чины Славянка (селекции ФНЦ ЗБК). Опыты закладывали по следующим вариантам: 1 - контроль (без обработок); 2 – предпосевная обработка семян препаратом Ризобин^{агро} норма расхода 100 мл/га; 3 – предпосевная обработка семян комплексом биопрепаратов, состоящим из микса препаратов Ризобин^{агро}, Фосфостим^{агро} и Биопрофид^{агро}, норма расхода 300 мл/га. Опыты закладывали на опытных полях ФНЦ ЗБК и НИИ сельского хозяйства Крыма на делянках площадью 10 м² и 27 м² соответственно в четырехкратной повторности. Эффективность применения микробиологических препаратов на сортах нута и чины, как в условиях Орловской области, так и в условиях степного Крыма, в сильной степени определяется погодными условиями, почвенными характеристиками (особенно содержанием органики, подвижных форм азота и кислотностью) и наличием в почве местных популяций клубеньковых бактерий. В среднем за годы изучения наибольшую эффективность показало применение комплексного биопрепарата (КМП), предпосевная инокуляция которым оказала положительное стимулирующее влияние на процессы роста и развития растений нута и чины, что было особенно заметно в неблагоприятные по агрометеорологическим показателям годы. В этом варианте наблюдалось увеличение урожайности зерна нута на 0,16-0,28 т/га и чины на 0,10-0,27 т/га по сравнению с контролем. Предпосевная инокуляция семян Ризобин^{агро} в отдельные годы повышала содержание белка в зерне нута на 3,3%, чины на 1,7% к контролю, применение КМП увеличило содержание белка в зерне чины на 1,3% к контролю.

Ключевые слова: нут (*Cicer arietinum* L.), чина посевная (*Lathyrus sativus* L.), сорт, микробиологические препараты, вегетационный период, белок, урожайность, почва.

Для цитирования: Донская М.В., Донской М.М., Якубовская А.И., Пташник О.П., Каменева И.А. Сравнительная продуктивность нута и чины при применении микробиологических препаратов в условиях Орловской области и республики Крым. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023; 4(48):71-79. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-4-71-79

OF CHICKPEA AND GRASS PEA COMPARATIVE PRODUCTIVITY WHEN APPLICATION OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE ORYOL REGION AND THE REPUBLIC OF CRIMEA CONDITIONS

M.V. Donskaya, M.M. Donskoi, A.I. Yakubovskaya*, O.P. Ptashnik*, I.A. Kameneva*

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS, Orel

*FSBIS RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA

Abstract. *The purpose of the study was to determine the effectiveness of the use of microbiological preparations on promising varieties of chickpea and grass pea. The studies were carried out in parallel in 2020–2022 under the conditions of the Oryol region and the Republic of Crimea (Krasnogvardeisky district). The chickpea variety Avatar and grass pea variety Slavyanka served as the material for the research (breeding of FSC LGC). Experiments were laid according to the following variants: 1 - control (no treatment); 2 – pre-sowing seed treatment with Rizobin^{agro}, preparation application rate 100 ml/ha; 3 – pre-sowing seed treatment with a complex of biopreparations consisting of a mix of Rizobin^{agro}, Phosphostim^{agro} and Bioprofid^{agro}, application rate 300 ml/ha. Experiments were laid on experimental fields of FSC LGC and Research Institute of Agriculture of Crimea on plots of 10 m² and 27 m², respectively, in four repetitions. The effectiveness of the use of microbiological preparations on varieties of chickpea and grass pea, both in the conditions of the Oryol region and in the conditions of the steppe Crimea, is largely determined by weather conditions, soil characteristics (especially the content of organic matter, mobile forms of nitrogen and acidity) and the presence of local populations of nodule bacteria in the soil. On average, over the years of study, the use of a complex biological product (CMP) showed the highest efficiency, pre-sowing inoculation with which had a positive stimulating effect on the growth and development of chickpea and grass pea plants, which was especially noticeable in years that were unfavorable in terms of agro meteorological indicators. In this variant, there was an increase in the yield of chickpea grain by 0.16-0.28 t/ha and grass pea by 0.10-0.27 t/ha compared to the control. Presowing seed inoculation with Rizobin^{agro} in some years increased the protein content in chickpea grain by 3.3%, grass pea by 1.7% compared to control, the use of CMP increased the protein content in grass pea grain by 1.3% compared to control.*

Keywords: chickpea (*Cicer arietinum* L.), grass pea (*Lathyrus sativus* L.), variety, microbiological preparations, vegetation period, protein, productivity, soil.

Зернобобовые культуры являются важной и специфической составной частью структуры посевных площадей во всем зерновом комплексе России, что делает их востребованными при всех формах собственности и одинаково необходимыми в любых природно-климатических условиях [1].

Нут и чина перспективные зернобобовые культуры. Нут возделывают в странах Азии, Африки, Австралии, Ближнего Востока, Центральной и Южной Америки. В России его выращивают в основном в Волгоградской, Саратовской, Самарской и Ростовской областях и в Башкирии. Чина довольно широко распространена в Индии, Египте, Алжире и странах Западной Европы. В России чина посевная занимает площади на Северном Кавказе, в Закавказье и в среднеазиатских странах.

Нут и чина являются ценным источником растительного белка для питания людей и кормления животных. Благодаря особенности вступать во взаимодействия с азотфиксирующими бактериями, они играют важную роль в поддержании почвенного плодородия за счет обогащения почвы азотом, особенно на подверженных засухам землях.

Предпосевная инокуляция семян зернобобовых культур специфическими штаммами клубеньковых бактерий значительно увеличивает число клубеньков на корнях растений, повышает их массу и нитрогеназную активность [2]. Один из путей оптимизации условий функционирования симбиоза – инокуляция семян одновременно с ризобиями другими штаммами микроорганизмов, которые обладают способностью к фосфатмобилизации и подавлению развития фитопатогенных грибов. Не меньшее значение имеет и применение азотфиксирующих фосфатмобилизирующих микроорганизмов на других сельскохозяйственных культурах [3].

Ряд зарубежных и отечественных исследований подтверждает, что как отдельная, так и совместная инокуляция семян нута ризобиями, ассоциативными полезными микроорганизмами и грибами арбускулярной микоризы оказывает положительное влияние на рост растений, параметры симбиоза, элементы продуктивности, урожайность и качество зерна, поглощение элементов питания, повышает устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессам [4-8]. Аналогичные данные, подтверждающие высокую эффективность предпосевной инокуляции семян биопрепаратами, получены и для чины посевной [9-12].

В связи с тем, что нут и чина являются перспективными культурами для возделывания в различных регионах Российской Федерации, изучение эффективности применения микробиологических препаратов на сортах данных культур является актуальным.

Цель исследования – определение эффективности применения микробиологических препаратов на перспективных сортах нута и чины, изучение влияния микробных препаратов на агрохимические показатели почвы.

Материал и методика проведения исследований

Опыты по изучению эффективности применения микробиологических препаратов закладывали параллельно на опытных полях ФНЦ ЗБК (Орловская область) и НИИСХ Крыма (республика Крым) в 2020-2022 гг. (рис.1). Материалом для исследования служили сорт нута Аватар и сорт чины Славянка селекции ФНЦ ЗБК [13]. Опыты закладывали по следующим вариантам: 1 - контроль (без обработок); 2 – предпосевная обработка семян препаратом Ризобин^{агро}, норма расхода 100 мл/га; 3 – предпосевная обработка семян комплексом биопрепаратов, состоящим из микса препаратов Ризобин^{агро}, Фосфостим^{агро} и Биопротид^{агро}, норма расхода 300 мл/га. Микробиологические препараты получены из НИИ сельского хозяйства Крыма (г. Симферополь).



Опытные поля ФНЦ ЗБК



Опытные поля НИИСХ Крыма

Рис. 1. Общий вид опытных посевов, 2022 г.

Метод размещения вариантов в полевом опыте систематический, повторность четырехкратная. Площадь делянки в ФНЦ ЗБК 10 м², учетная 8,25 м², в НИИСХ Крыма - посевная 27 м², учетная 25 м². Посев сеялкой СКС-6-10. Норма высева для нута 800 тыс. всхожих семян на 1 га, для чины – 1200 тыс. всхожих семян на га. Обработка семян микробиологическими препаратами в день посева по рекомендациям, предложенным производителями. Уборка по мере созревания малогабаритным комбайном САМПО-130 и «Wintersteiger Classic».

Закладку полевых опытов, уход за посевами, фенологические наблюдения и структурный анализ растений осуществляли по общепринятым методикам.

Содержание белка в зерне определяли в лаборатории физиологии и биохимии растений ФНЦ ЗБК методом Кьельдаля с использованием автоматической системы UDK-152 и дигестора DK-8 производства компании Velp Scientifica (Италия).

Анализ почв в годы исследований проводили в лаборатории агрохимических исследований НИИСХ Крыма по методу Кирсанова и ГОСТ 26951-86, 26205-91, 26207-84.

Статистическую обработку проводили методами дисперсионного анализа в приложении Microsoft Office Excel 2010.

Почва опытного участка ФНЦ ЗБК – темно-серая лесная, средней окультуренности, количество гидролитического азота – 0,56...2,14 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 19,18...51,9 мг/100 г почвы, обменного калия – 11,87...19,90 мг/100 г почвы, гумуса – 4,76...5,10%, рН солевой вытяжки – 5,37...5,96%.

Почва опытного участка НИИСХ Крыма – чернозем южный слабогумусированный, развитый на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах с содержанием гумуса в пахотном слое 2,26%. Мощность гумусового слоя 50 см. Количество легкогидролизуемого азота 3,0-4,0 мг, подвижного фосфора 4,6-6,0 мг, обменного калия 32-36 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. Объемная масса в пахотном слое составляет 1,02-1,15 см³. Южные черноземы через свой тяжелый механический состав подвержены быстрому уплотнению.

По обеспеченности почв элементами питания Р₂О₅ и К₂О (мг/100 г почвы) в среднем слое 0-40 см по методу Кирсанова почвы ФНЦ ЗБК характеризуются как оптимально и высоко обеспеченные; почвы НИИСХ Крыма по содержанию Р₂О₅ – низко обеспеченные, по содержанию К₂О – высоко обеспеченные.

Погодные условия в годы исследований в разных районах проведения опытов имели существенные различия, что позволило более полно оценить эффективность применения микробиологических препаратов на изучаемых сортах.

В Орловской области 2020 и 2022 годы отличались неравномерностью выпадения осадков в течение периода вегетации и характеризовались: 2020 г. как достаточно увлажненный (ГТК=1,4); 2022 г. как слабо засушливый (ГТК=1,1). Следует отметить, что в 2022 году максимальная сумма осадков выпала во II –III д. сентября, при температуре воздуха ниже нормы на 1,1-2,0 °С, что не позволило провести уборку нута вовремя и привело к большим потерям урожая. 2021 г. был засушливым (ГТК = 0,8).

Климат района расположения НИИСХ Крыма (с. Клепинино, Красногвардейский район, республика Крым) - степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая температура воздуха составляет 9,8 – 10,4°С, с колебанием 9,4 – 11,5°С. Годовая сумма осадков 340-418 мм, из них в вегетационное время, ограниченное температурой выше 10°С – 195-205 мм. Наиболее жарким был 2020 г. – сумма эффективных температур за вегетационный период составила 1704,5°С, что на 215,5°С превысила многолетнюю норму, количество осадков было на уровне 160,6 мм или 87,8% от нормы. 2021 и 2022 гг. по температурному режиму были более близки к среднемноголетним показателям, по количеству осадков превзошли многолетнюю норму на 21% и 41% соответственно, характеризовались как достаточно увлажненные. Таким образом, погодные условия в районе расположения опытов складывались благоприятным образом для развития растений нута и чины.

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях Орловской области продолжительность вегетационного периода у сорта нута Аватар изменялась от 96 суток в 2021 году до 136 суток в 2020 году. У чины Славянка продолжительность вегетационного периода колебалась от 77 суток в 2021 году до 97 суток в 2022 году. Фазы созревание и полная спелость у нута значительно растягивались из-за дождей, выпадающих во второй половине периода вегетации культуры. Периоды затяжных дождей повторяются практически каждые два года, что сказывается на урожайности культуры в эти годы.

В условиях степного Крыма продолжительность вегетационного периода у нута Аватар варьировала от 96 суток в 2022 году до 119 суток в 2021 году, у чины Славянка от 86 суток в 2022 году до 101 суток в 2020 году. В условиях степного Крыма агрометеорологические условия для возделывания культур более стабильны. Жаркие засушливые периоды в течение вегетации нут и чина как засухоустойчивые культуры переносят легко.

Применение микробиологических препаратов не оказало влияния на продолжительность вегетационного периода сортов, которая в большей степени зависела от складывающихся погодных условий.

Использование бактериальных препаратов оказало существенное влияние на параметры продуктивности растений нута (табл. 1). Так, масса зерна с растения у сорта Аватар в среднем за три года изучения увеличилась на 10,3-17,2% в условиях Орловской области и на 13,5-38,2% в условиях степного Крыма; масса 1000 зерен возросла на 4,0 % в условиях Орловской области и на 1,5-3,7% в условиях Крыма.

Таблица 1

Семенная продуктивность растений, масса 1000 зерен и урожайность нута и чины при обработке микробиологическими препаратами

Культура, сорт	Вариант опыта	Масса зерна с раст., г				Масса 1000 зерен, г				Урожайность, т/га			
		2020	2021	2022	Ср.	2020	2021	2022	Ср.	2020	2021	2022	Ср.
ФНЦ ЗБК													
Нут Аватар	Контроль	6,8	7,5	3,2	5,8	290,4	328,4	220,1	279,6	3,11	3,52	0,50	2,38
	Ризобин ^{агро}	6,7	9,6	4,2	6,8	287,2	311,2	240,1	279,5	3,27	3,62	0,80	2,56
	КМП	6,2	9,5	3,6	6,4	299,9	328,5	243,8	290,7	3,67	3,62	0,70	2,66
<i>HCP 05</i>		0,5	1,1	0,9		6,8	9,8	12,6		0,16	0,08	0,29	
Чина Славянка	Контроль	4,4	4,5	5,6	4,8	198,7	243,2	202,8	214,9	0,99	2,25	2,10	1,78
	Ризобин ^{агро}	4,0	4,2	5,1	4,4	197,0	230,8	199,4	209,1	1,08	2,25	2,00	1,78
	КМП	4,3	3,9	5,6	4,6	182,1	243,4	205,7	210,4	1,05	2,22	2,30	1,86
<i>HCP 05</i>		0,3	0,5	0,7		7,8	6,7	12,2		0,09	0,04	0,27	
НИИСХ Крыма													
Нут Аватар	Контроль	13,2	5,9	7,6	8,9	235,0	245,8	237,0	239,3	1,12	0,74	2,22	1,36
	Ризобин ^{агро}	14,5	6,6	9,2	10,1	237,0	246,9	245,0	243,0	1,20	0,78	2,39	1,46
	КМП	19,5	8,1	9,2	12,3	243,0	247,2	254,0	248,1	1,25	0,89	2,42	1,52
<i>HCP 05</i>		0,9	0,8	0,7		4,1	4,4	12,4		0,05	0,13	0,16	
Чина Славянка	Контроль	4,2	5,6	10,1	6,6	236,0	217,6	267,0	240,2	1,26	1,46	1,84	1,52
	Ризобин ^{агро}	4,4	7,5	11,2	7,7	240,0	212,7	281,0	244,6	1,34	1,54	2,07	1,65
	КМП	4,9	8,3	12,4	8,5	242,0	212,3	288,0	247,4	1,47	1,67	2,22	1,79
<i>HCP 05</i>		0,4	0,9	1,4		3,9	5,8	9,9		0,06	0,09	0,29	

Урожайность зерна нута в условиях Орловской области в среднем за три года была выше, чем в условиях степного Крыма и составила в контроле 2,38 т/га. Несмотря на то, что 2022 год оказался самым неблагоприятным для возделывания нута, из-за затяжных дождей отмечались большие потери урожая. Прибавка от применения микробных препаратов была на уровне 0,18-0,28 т/га.

В условиях Крыма средняя урожайность нута в контрольном варианте составила 1,36 т/га, прибавка от использования препаратов – 0,10-0,16 т/га.

Наибольшую эффективность на нуте показал КМП, в состав которого помимо высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий входят фосфатмобилизующие микроорганизмы и бактерии, обладающие высокой антифунгальной активностью против широкого спектра возбудителей распространенных сельскохозяйственных культур.

Применение микробиологических препаратов в условиях Орловской области показало меньшую эффективность у чины сорта Славянка, у которого масса зерна с растения и масса 1000 зерен в годы проведения исследований были чуть ниже или на уровне контроля. Надо отметить, что в 2020 г. некоторую эффективность показало применение Ризобин^{агро}, прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 0,09 т/га, в 2022 г. эффективнее был КМП, прибавка составила 0,2 т/га к контролю. При этом в среднем за три года урожайность зерна чины в контрольном варианте и варианте с использованием Ризобин^{агро} составила 1,78, в варианте с КМП была 1,86 т/га.

Возможно, что слабая эффективность применения изученных препаратов на чине в условиях Орловской области объясняется низкой конкурентоспособностью входящих в их состав штаммов азотфиксирующих бактерий. В дальнейших исследованиях следует

использовать микробиологические препараты на основе штаммов клубеньковых бактерий устойчивых к местным популяциям.

В условиях степного Крыма масса зерна с растения у чины в вариантах с применением микробиологических препаратов увеличилась на 16,7-28,8% по сравнению с контролем. Урожайность зерна чины в контрольном варианте составила 1,52 т/га, прибавка от применения микробных препаратов была на уровне 0,13-0,27 т/га.

В разные годы предпосевная инокуляция семян нута и чины бактериальными препаратами оказывала разное влияние на накопление белка в зерне у этих культур (табл. 2). Так в 2020 году применение Ризобин^{агро} увеличило содержание белка в зерне чины на 1,7% по сравнению с контролем. В 2021 и 2022 годах в варианте с Ризобин^{агро} увеличилось содержание белка в зерне нута на 3,3 и 0,5 % соответственно по сравнению с контролем. В 2022 г. применение КМП повысило содержание белка в зерне чины на 1,3% к контролю.

Таблица 2

Содержание белка в зерне нута и чины при применении микробиологических препаратов (ФНЦ ЗБК)

Культура, сорт	Вариант опыта	Содержание белка, %			
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Нут Аватар	Контроль	23,0	24,0	21,4	22,8
	Ризобин ^{агро}	22,0	24,8	21,5	22,8
	КМП	22,7	23,6	21,0	22,4
<i>HCP 05</i>		<i>0,28</i>	<i>0,61</i>	<i>0,32</i>	
Чина Славянка	Контроль	28,5	30,0	30,5	29,7
	Ризобин ^{агро}	29,0	29,6	30,5	29,7
	КМП	28,0	29,8	30,9	29,6
<i>HCP 05</i>		<i>0,65</i>	<i>0,27</i>	<i>0,23</i>	

Важную роль в формировании растительно-микробных взаимодействий помимо погодных условий играет агрохимический состав почвы и предшественник. В Орловской области опыты по изучению применения микробиологических препаратов закладывались в севообороте после чистого пара. Высокое содержание подвижных форм азота и органических соединений, которыми характеризуются чистые пары, приводят к снижению симбиотической азотфиксации, заметно снижается клубенькообразование у бобовых растений [14].

С целью определения динамики доступных для растений форм NPK в 2021 и 2022 годах был проведен агрохимический анализ почвы до посева и после уборки культур по вариантам опыта. Он показал, что при возделывании нута и чины с применением микробиологических препаратов происходит снижение уровня кислотности почвы (табл. 3).

Содержание подвижных форм азота после уборки в 2021 году уменьшилось, что возможно указывает на преобладание автотрофного типа азотного питания растений нута и чины над симбиотрофным. В 2022 году содержание легкогидролизуемого азота в почве опытного участка увеличилось в процессе возделывания культур и после уборки составило 1,07...2,24 мг/100 г почвы в вариантах с применением микробиологических препаратов, против 0,56 мг/100 г в контроле до посева. Что косвенно указывает на преобладание симбиотрофного типа азотного питания растений.

Данные по содержанию подвижных форм фосфора и калия разнятся по годам и культурам. Так, в 2021 году содержание подвижного фосфора увеличилось после уборки нута, но оставалось на допосевном уровне и чуть ниже после уборки чины. Содержание обменного калия увеличилось во всех вариантах опыта, за исключением Ризобин^{агро} на чине. В 2022 году содержание фосфора увеличилось в почве во всех вариантах опыта, за исключением варианта с Ризобин^{агро} на нуте. Содержание обменного калия наоборот уменьшилось во всех вариантах, кроме вариантов с применением Ризобин^{агро} на нуте и чине. Возможно, что такая разница обусловлена доминирующими потребностями культур в том

или ином элементе питания в различные фазы вегетации в конкретных почвенных условиях в годы проведения исследований. Динамика накопления фосфора в почве опытного участка может быть связана также с действием фосфатмобилизирующих микроорганизмов, входящих в составе КМП. Что подтверждается данными урожайности, так у чины в 2022 году максимальная урожайность зафиксирована в варианте с КМП – 2,3 т/га.

Таблица 3

**Результаты агрохимического анализа почв ФНЦ ЗБК, 2021-2022 гг.
(по данным лаб. агрохимических исследований НИИСХ Крыма)**

Показатель	До посева	После уборки нута			После уборки чины		
		Контроль	Ризобин ^{агро}	КМП	Контроль	Ризобин ^{агро}	КМП
2021 год							
рН	5,37	5,85	5,75	5,60	5,44	5,44	5,52
N-NO ₃ ⁻ , мг/100 г почвы	2,14	0,36	0,40	0,35	0,35	0,40	0,34
P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	19,18	20,50	20,02	21,35	19,58	18,29	18,96
K ₂ O, мг/100 г почвы	11,87	13,57	14,84	13,99	12,72	11,87	13,57
2022 год							
рН	5,72	5,95	6,01	5,74	5,93	5,66	5,88
N-NO ₃ ⁻ , мг/100 г почвы	0,56	0,93	1,62	1,32	2,24	2,24	1,07
P ₂ O ₅ , мг/100 г почвы	51,90	69,10	49,70	77,10	63,80	79,20	94,50
K ₂ O, мг/100 г почвы	19,90	16,80	22,10	18,10	19,90	22,10	19,00

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что эффективность применения микробиологических препаратов на сортах нута и чины, как в условиях Орловской области, так и в условиях степного Крыма, в сильной степени определяется погодными условиями, почвенными характеристиками (особенно содержанием органики и подвижных форм азота, кислотностью почвы), наличием местных популяций клубеньковых бактерий. В среднем за годы изучения наибольшую эффективность показало применение комплексного биопрепарата (КМП), предпосевная инокуляция которым оказала положительное стимулирующее влияние на процессы роста и развития растений нута и чины, что было особенно заметно в неблагоприятные годы. В этом варианте наблюдалось увеличение урожайности зерна нута на 0,16-0,28 т/га и чины на 0,10-0,27 т/га по сравнению с контролем.

Предпосевная инокуляция семян Ризобин^{агро} в отдельные годы повышала содержание белка в зерне нута на 3,3%, чины на 1,7% к контролю, применение КМП увеличило содержание белка в зерне чины на 1,3% к контролю.

Проведение агрохимического анализа почв до посева и после уборки культур показало, что при возделывании нута и чины с применением микробиологических препаратов происходит снижение уровня кислотности почвы. Определение подвижных форм азота в 2021 году позволило установить преобладание автотрофного типа азотного питания растений нута и чины, в 2022 году – симбиотрофного типа азотного питания. КМП за счет входящих в его состав фосфатмобилизирующих микроорганизмов способствовал накоплению фосфора в почве.

Литература

1. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198
2. Наумкина Т.С., Васильчиков А.Г., Гурьев Г.П., Барбашов М.В., Донская М.В., Донской М.М., Громова Т.Н. Повышение эффективности биологической азотфиксации зернобобовых культур // Земледелие. – 2012. – № 5. – С. 21-23.
3. Якубовская А.И., Каменева И.А., Гритчин М.В., Мельничук Т.Н. Эффективность интродукции ассоциативных бактерий в ризосферу риса (*Oryza sativa* L.) // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 2 (18). – С. 110-116. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-110-116
4. Пташник О.П. Технологические приемы выращивания нута в условиях степного Крыма // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 4 (24). – С. 13-19.
5. Кузина Е.В., Рафикова Г.Ф., Столярова Е.А., Мухаматдырова С.Р., Логинов О.Н. Перспектива использования бактериальных препаратов против семенной инфекции нута // Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 44-47. DOI:10.24411/0044-3913-2020-10211
6. Wondwosen Tena, Endalkachew Wolde-Meske, Fran Walley Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to inoculation with native and exotic Mesorhizobium strains in Southern Ethiopia // African Journal of Biotechnology. 2016. Vol. 15(35), pp. 1920-1929. DOI: 10.5897/AJB2015.15060
7. Singh Z., Singh G. Role of Rhizobium in chickpea (*Cicer arietinum*) production - A review // Agricultural Reviews. 39(1) 2018. pp. 31-39. DOI: 10.18805/ag.R-1699
8. Laranjeira S., Fernandes-Silva A., Reis S., Torcato C., Raimundo F., Ferreira L., Carnide V., Marques G. Inoculation of plant growth promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi improve chickpea performance under water deficit conditions // Applied Soil Ecology. 2021. V. 164. P. 103927. DOI:10.1016/j.apsoil.2021.103927
9. Barrientos L., Badilla A., Mera M., Montenegro A., Gaete N., Espinoza N. Performance of Rhizobium strains isolated from Lathyrus sativus plants growing in southern Chile // Lathyrus Lathyrism Newsletter. 2003. 3. pp. 8-9.
10. Горбунов В.С., Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П., Зайцева Л.И., Гудова Л.А., Худенко М.Н. Современная технология выращивания и сорта чины посевной, адаптированные к условиям недостаточного увлажнения нижнего Поволжья // Земледелие – 2015. – № 4. – С. 47-48.
11. 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.
12. Мусаев М.А. Абаев А.А. Элементы технологии возделывания чины посевной на каштановых почвах предгорного Дагестана // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2022. – №1 (105). – С. 90-96. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-1-105-90-97
13. Селекционные достижения Федерального научного центра зернобобовых и крупяных культур. Орёл: Каргуш. – 2022. – 204 с. (Полухин А.А., Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Понарина В.И. Бобков С.В., Бударина Г.А., Грядунова Н.В., Задорин А.М. и др).
14. Гурьев Г.П. Влияние предшественника на симбиотическую азотфиксацию у гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – №1 (13). – С. 34-38.

References

1. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Gryadunova N.V. et al. Development of the production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2020. №4 (36). Pp. 5-17. DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11198
2. Naumkina T.S., Vasil'chikov A.G., Gur'ev G.P. et al. Increasing the efficiency of biological nitrogen fixation of leguminous crops // *Zemledelie*. 2012. №5. Pp. 21-23.
3. Yakubovskaya A.I., Kameneva I.A., Gritchyn M.V., Mel'nichuk T.N. Efficiency of introduction of associative bacteria into the rice rhizosphere (*Oryza sativa* L.) // *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki*. 2019. № 2 (18). Pp. 110-116. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-110-116
4. Ptashnik O.P. Technological methods for growing chickpeas in the steppe Crimea // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2017. №4 (24). Pp. 13-19.
5. Kuzina E.V., Rafikova G.F., Stolyarova E.A. et al. The prospect of using bacterial drugs against chickpea seed infection // *Zemledelie*. 2020. №2. Pp. 44-47. DOI:10.24411/0044-3913-2020-10211
6. Wondwosen Tena, Endalkachew Wolde-Meske, Fran Walley Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to inoculation with native and exotic Mesorhizobium strains in Southern Ethiopia // African Journal of Biotechnology. 2016. Vol. 15(35), pp. 1920-1929. DOI: 10.5897/AJB2015.15060
7. Singh Z., Singh G. Role of Rhizobium in chickpea (*Cicer arietinum*) production - A review // Agricultural Reviews. 39(1) 2018. pp. 31-39. DOI: 10.18805/ag.R-1699
8. Laranjeira S., Fernandes-Silva A., Reis S. et al. Inoculation of plant growth promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi improve chickpea performance under water deficit conditions // Applied Soil Ecology. 2021. V. 164. P. 103927. DOI:10.1016/j.apsoil.2021.103927
9. Barrientos L., Badilla A., Mera M. et al. Performance of Rhizobium strains isolated from Lathyrus sativus plants growing in southern Chile // Lathyrus Lathyrism Newsletter. 2003. 3. pp. 8-9.

10. Gorbunov V.S., Zhuzhukin V.I., Zaitsev S.A. et al. Modern cultivation technology and grasspea varieties, adapted to the conditions of insufficient moisture in the lower Volga region // *Zemledelie*. 2015. №4. Pp. 47-48.
11. Khokhueva N.T., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. The role of biological products in increasing the productivity of grasspea // *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018. № 8. Pp. 105-108.
12. Musaev M.A. Abaev A.A. Elements of technology for cultivating grasspea on chestnut soils of foothills Dagestan // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2022. №1 (105). Pp. 90-96. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-1-105-90-97
13. Polukhin A.A., Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Panarina V.I., Bobkov S.V., Budarina G.A., Gryadunova N.V. et al. Breeding achievements of the Federal Scientific Center for Legumes and Groat Crops. Variety catalog. Orel, OOO PF «Kartush» Publ., 2022, 204 p.
14. Gur'ev G.P. The influence of the precursor on symbiotic nitrogen fixation in peas // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015. №1 (13). Pp. 34-38.