

УДК 635.657:631.5(470.61)

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-35-38

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ШТАММАМИ РИЗОТОРФИНА НА УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Г.В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Ю.В. Лактионов², старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID: 0000-0001-6241-0273

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3;

²ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии
196608, г. Санкт-Петербург, Пушкин-8, шоссе Подбельского, 3

В статье приведены результаты изучения влияния инокуляции семян специфическими штаммами *Mesorhizobium ciceri* на количество и массу клубеньков на корнях нута, урожайность и питательную ценность зерна нута при возделывании в южной природно-климатической зоне Ростовской области. Исследования проводили в 2015–2016 гг. на полях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» (в лаборатории технологии возделывания пропашных культур), расположенных в южной зоне Ростовской области. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным тяжелосуглинистым карбонатным со следующими агрохимическими показателями почвы: pH – 7,0; гумус – 3,2%; P₂O₅ – 18–25, K₂O – 350–400 мг/кг почвы. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10, допущенный к использованию в Ростовской области. Штаммы клубеньковых бактерий (ризоторфин) были произведены и предоставлены ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (лаборатория экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий). Агроклиматические условия вегетационного периода нута в годы исследований различались, что позволило объективно оценить продуктивность нута при проведении полевого опыта. В результате применения штаммов ризоторфина отмечались повышение сохранности растений к уборке, улучшение показателей семенной продуктивности (масса семян с растения, масса 1000 семян) и повышение урожайности зерна, где прибавка к контролю составляла от 0,24 до 0,51 т/га. Улучшение питательной ценности зерна нута выражалось большим сбором кормовых единиц и сырого протеина с единицы площади, где прибавка к контролю составляла 0,33–0,68 т/га и 26,5–93,1 кг/га соответственно.

Ключевые слова: нут, урожайность, ризоторфин, масса семян с растения, питательная ценность зерна.



THE EFFECT OF SEED INOCULATION BY RHIZOTORFIN STRAINS ON CHICKPEA PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN PART OF THE ROSTOV REGION

S.A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G.V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of cultivation technology of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Yu.V. Laktionov², senior researcher of the laboratory of ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy"

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3;

²FSBSI All-Russian RI of agricultural microbiology
196608, Saint-Petersburg, Pushkin-8, Podbelsky, 3

The article presents the study results of seed inoculation by specific strains *Mesorhizobiumciceri* on number and weight of chickpea root nodules, productivity and nutrition value of chickpea cultivated in the southern nature-climatic part of the Rostov region. The study was conducted on the fields of FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" (in the laboratory of cultivation technology of row crops) located in the southern part of the Rostov region in 2015–2016. The soil of the plot was heavy loamy carbonate blackearth (chernozem) with 7.0 pH, 3.2% of humus, 18–25 of P₂O₅ mg/kg of soil and 350–400 of K₂O mg/kg of soil. The object of the study was a chickpea variety 'Volgogradsky 10', approved to use in the Rostov region. The strains of nodule bacteria (Rhizotorfin) were developed and presented by the FSBSI All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (the laboratory of ecology of symbiotic and associative rhizobacteria). Agroclimatic conditions of chickpea vegetation period ranged throughout the years of study that allowed estimating chickpea productivity without fear or favor. The use of Rhizotorfin strains resulted in increasing preservation of plants for harvesting, improving seed productivity (seed-weight per plant, 1000-kernel weight) and increasing grain productivity (with the increase on 0.24–0.51 t/ha compared with the control). Large yields of fodder units and raw protein per unit area testified the improvement of nutrition value of chickpea kernels, and the increase of these traits to the control was 0.33–0.68 t/ha and 26.5–93.1 kg/ha respectively.

Keywords: chickpea, productivity, rhizotorfin, seed weight per plant, nutrition value of grain.

Введение. Нут – одна из самых засухоустойчивых и жаровыносливых культур. В мировом земледелии нут возделывается на площади 13–14 млн га и занимает третье место среди зернобобовых культур планеты (Выращивание нута по безгербицидной технологии).

У нас эта культура не имеет широкого распространения (по данным АБ-Центра, в России в 2016 году нут высевался на площади более 374 тыс. га) (Российский рынок нута – ключевые тенденции). В нашей стране нут выращивают в Волгоградской, Саратовской, Оренбургской, Самарской, Ростовской областях

и в Башкирии. В последние годы выращиванием нута занялись в Омской, Челябинской областях и Кулундинской зоне Алтайского края (Нут в Сибири).

Однако преимущества возделывания нута следующие: за счет формирования активного бобово-ризобияльного симбиоза происходит усвоение атмосферного азота и накопление его в растительных остатках; рановсходяемая яровая культура, являющаяся хорошим предшественником для озимой пшеницы на юге России; хорошая окупаемость затрат на производство за счет высокой цены реализации зерна (Лактионов, 2013).

Исследователи в России отмечают отзывчивость нута на применение различных агроприемов, таких как нормы высева, дозы минеральных удобрений, применение микроудобрений и биопрепаратов для обработки семян и растений по вегетации (Пимонов, 2010; Балашов, 2016; Васильченко, 2017).

Несмотря на высокую засухоустойчивость, нут хорошо отзывывается на умеренный приход атмосферных осадков за вегетационный период. Так, по данным ученых АНЦ «Донской», их количество, необходимое для формирования максимальной урожайности нута в южной зоне Ростовской области, составляет 200–220 мм (Васильченко С.А., 2017).

Для нута как бобовой культуры большое значение имеет предпосевная инокуляция семян специфическими клубеньковыми бактериями (ризоторфин), обеспечивающая прибавку урожайности от 0,11 до 0,26 т/га (Барабанов В.В., 2008).

Цель исследований – оценка эффективности штаммов клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* (основа препарата ризоторфина) из коллекции ФГБНУ ВНИИССХМ в условиях южной зоны Ростовской области.

В задачи исследований входило определение продуктивности нута при предпосевной инокуляции семян препаратами на основе различных специфических штаммов клубеньковых бактерий.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили на опытном поле лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2015–2016 гг. По зональному делению Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области (Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы, 2013).

Зона проведения опыта характеризуется полусухим климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой, годовым количеством осадков 582,4 мм. Среднегодовая сумма температур воздуха выше 10 °С составляет 3304 °С. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: рН – 7,0; гумус – 3,2%;

P₂O₅ – 18–25, K₂O – 350–400 мг/кг почвы (Бельтюков Л.П., 1993).

Закладку полевого опыта, проведение сопутствующих наблюдений, анализов, учетов выполняли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Агротехника в опыте общепринятая для южной зоны, кроме изучаемого элемента технологии. Учетная площадь делянки составляла 25 м². Повторность четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница.

Посев осуществляли сеялкой СН-16 с нормой высева 900 тыс. всхожих семян/га. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10.

Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003 и CXStat (Доспехов Б.А., 1985).

В опыте применяли биопрепараты на основе штаммов клубеньковых бактерий нута (*Mesorhizobium ciceri* шт. 065, шт. 522, шт. 527, шт. KZ-2013), предоставленные ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Кожемяков А.П., 2015).

Результаты и их обсуждение. Годы исследований незначительно отличались по гидротермическим условиям за вегетационный период возделывания нута (ГТК 2015 г. – 0,93; ГТК 2016 г. – 0,89), однако различались по равномерности распределения атмосферных осадков. Так, если в 2015 г. распределение осадков было близким к среднеевропейским значениям, то в 2016-м в мае выпало 62,6% от всего количества за вегетацию в виде ливневых дождей, что отрицательно повлияло на развитие растений в этот период и формирование урожая.

Гидротермические условия за вегетационный период оказывали положительное влияние на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке. В вариантах с применением биопрепаратов густота стояния растений к уборке была выше, чем на контроле. Превышение густоты стояния к контрольному варианту составляло от 3,3 (шт. 065) до 5,1 шт./м² (шт. 522).

Применение биопрепаратов для обработки семян нута оказало положительное влияние на показатели структуры урожая нута.

Масса семян с растения достоверно превышала контроль при обработке семян штаммами 065 и KZ-2013, где прибавка составляла 0,56 и 0,80 г соответственно (табл. 1).

Существенное увеличение массы 1000 семян отмечалось во всех вариантах опыта, где значения данного показателя находились в интервале от 242,6 г (шт. 527) до 255,6 г (шт. KZ-2013) против 235,6 г на контроле.

1. Влияние применения биопрепаратов на густоту стояния растений к уборке, элементы семенной продуктивности и урожайность нута (2015–2016 гг.)

1. The effect of biopreparations on density of the plant stand before harvesting, elements of seed productivity of chickpea (2015–2016)

Вариант	Густота стояния растений к уборке, шт./м ²	Масса, г		Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		семян с растения	1000 семян		т/га	%
Контроль	65,0	3,19	235,6	1,93	–	–
шт. 065	68,3	3,75	244,6	2,24	0,31	16,1
шт. 522	70,1	3,41	245,4	2,17	0,24	12,4
шт. 527	69,7	3,46	242,6	2,18	0,25	13,0
шт. KZ-2013	69,2	3,99	255,6	2,44	0,51	26,4
НСР ₀₅	0,2	0,45	6,04	0,26	±0,26	
V, %	3,0	8,7	2,6	8,2		

С увеличением густоты стояния и показателей семенной продуктивности в вариантах с применением штаммов *Mesorhizobium ciceri* отмечалось возрастание урожайности, где прибавка к контролю составляла от 0,24 до 0,51 т/га, или на 12,4–26,4%. Достоверной прибавка была только в вариантах с инокуляцией семян штаммами 065 и KZ-2013.

Одним из показателей интенсивности фиксации атмосферного азота растениями является количество клубеньков, образующихся на корнях нута.

На контрольном варианте с естественным фоновым микрофлоры количество клубеньков в расче-

те на одно растение в фазу бутонизации составило 3,2 шт. На вариантах с обработкой семян изучаемыми штаммами ризоторфина количество клубеньков составило от 5,5 до 9,6 шт. на растение. К фазе образования бобов количество клубеньков снизилось на 0,9–1,2 шт. на растение.

Наибольшая масса клубеньков была отмечена в фазу бутонизации при обработке семян штаммом ризоторфина KZ-2013 – 1,202 г на растение. Остальные изучаемые варианты по этому показателю находились в пределах 0,379–1,172 г/растение (табл. 2).

2. Количество и масса клубеньков нута в зависимости от применения биопрепаратов (2015–2016 гг.) 2. Quantity and weight of chickpea nodules depending on biopreparations (2015–2016)

Вариант	Количество клубеньков, шт./растение		Масса клубеньков, г/растение	
	бутонизация	образование бобов	бутонизация	образование бобов
Контроль	3,2	2,3	0,379	0,208
шт. 065	7,4	6,5	0,995	0,609
шт. 522	5,5	4,3	0,919	0,641
шт. 527	9,6	8,6	1,172	0,853
шт. KZ-2013	9,1	7,9	1,202	0,883
НСП ₀₅	0,9	0,6	0,050	0,034

К фазе образования бобов масса клубеньков снижалась до 0,208–0,883 г/растение по вариантам опыта.

Зерно нута является высокоэнергетическим продуктом питания человека, а также используется для приготовления комбикормов для животных, поэтому использование дополнительных источников энергии в виде биопрепаратов для повышения урожайности и улучшения качественных показателей имеет большое значение при возделывании культуры.

Изучаемые препараты оказали влияние на питательную ценность зерна нута. Так, на контроле выход сырого протеина составил 499,6 кг/га. Варианты обработки семян нута изучаемыми штаммами ризоторфина обеспечили сбор сырого протеина 526,1–592,7 кг/га. Максимальным этот показатель был в варианте обработки семян препаратом на основе штамма KZ-2013. В этом же варианте получено максимальное количество кормовых единиц, которое составило 3,08 т/га (табл. 3).

3. Питательная ценность зерна нута в зависимости от применения биопрепаратов (2015–2016 гг.) 3. Nutrition value of chickpea depending on biopreparations (2015–2016)

Вариант опыта	Сбор			Выход валовой энергии, ГДж/га	Приращение валовой энергии к контролю, ГДж/га
	сухого вещества, т/га	кормовых единиц, т/га	сырого протеина, кг/га		
Контроль	1,66	2,40	499,6	34,14	-
шт. 065	1,93	2,81	535,2	39,54	5,40
шт. 522	1,87	2,73	526,1	38,39	4,25
шт. 527	1,88	2,76	548,7	38,57	4,43
шт. KZ-2013	2,10	3,08	592,7	43,08	8,94
НСП ₀₅	0,22	0,32			

Рост урожайности зерна в вариантах с инокуляцией семян штаммами *Mesorhizobium ciceri* способствовал приращению энергии к контролю, где этот показатель составил 4,25–8,94 ГДж/га по вариантам опыта.

Выводы

1. Изучаемые штаммы клубеньковых бактерий для предпосевной обработки семян нута оказали положительное влияние на сохранность растений к уборке. В этих вариантах опыта густота стояния растений к уборке достоверно превышала контроль на 3,3–5,1 шт./м².

2. Показатели семенной продуктивности нута были выше в вариантах с применением штаммов *Mesorhizobium ciceri*, что способствовало получению прибавки урожайности зерна к контролю на уровне

0,24–0,51 т/га, или на 12,4–26,4%. Достоверная прибавка к контрольному варианту отмечалась при обработке семян ризоторфином на основе штаммов 065 и KZ-2013.

3. Применяемые штаммы *Mesorhizobium ciceri* способствовали увеличению количества и массы клубеньков на корнях, где превышение над контролем в фазу образования бобов составляло 0,401–0,675 г/растение.

4. Изучаемые биопрепараты оказали влияние на питательную ценность зерна нута и выход валовой энергии с гектара, где максимальные их значения отмечались при применении штамма KZ-2013 (сбор кормовых единиц – 3,08 т/га, переваримого протеина – 592,7 кг/га, выход валовой энергии – 43,08 ГДж/га).

Библиографические ссылки

1. Балашов В.В., Балашов А.В., Кудинов В.В. Влияние минеральных удобрений, предшественника и ризоторфина на развитие симбиотического аппарата и урожайность нута // Плодородие. 2016. Т.93. №6. С.14-15.
2. Бельтюков Л.П., Гриценко А.А. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону. Зерноград, 1993. 226 с.
3. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние агроприёмов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. №51 (3). С.59-63.
4. Васильченко С.А., Метлина Г.В., Нехорошова Н.В. Влияние метеоусловий на урожайность и содержание белка в зерне нута при возделывании в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2017. Т.52(4). С. 48-53.
5. Выращивание нута по безгербицидной технологии [электронный ресурс] URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/vyrashchivanie-nuta-po-bez-gerbicidnoi-tehnologii.html> (дата обращения: 16.03.2018 г.).
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами стат. обраб. результатов исслед.). 5-е изд. Доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
7. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы. Ч 2. Ростов-на-Дону: «Донской издательский дом». 2013. 272 с.
8. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А., Орлова А.Г., Кокорина А.Л., Вайшла О.Б., Агафонов Е.В., Гужвин С.А., Чураков А.А., Яковлева М.Т. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. №50(3). С. 369-376. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.369rus.
9. Лактионов Ю.В., Белоброва С.Н., Кожемяков А.П., Воробьев Н.И., Сергалиев Н.Х., Аменова Р.К., Тлепова А.С. Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза «Нут *Cicer arietinum* L. – бактерии *Mezorizobium cicer*» при использовании минеральных удобрений // Плодородие. 2013. Т.74. №5. С.24-25
10. Нут в Сибири [электронный ресурс] URL: <https://predsedatel-apk.ru/rastenievodstvo/nut-v-sibiri> (дата обращения: 11.03.2018 г.)
11. Пимонов К.И., Агафонов Е.В., Пугач Е.И. Рекомендации по возделыванию нута на Дону. пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2010. 52 с.
12. Российский рынок нута – ключевые тенденции [электронный ресурс] URL: <https://www.ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---klyuchevye-tendencii.html> (дата обращения: 14.02.2018 г.)

References

1. Balashov V.V., Balashov A.V., Kudinov V.V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij, predshestvennika i rizotorfina na razvitie simbioticheskogo apparata i urozhajnost' nuta [The effect of mineral fertilizers, forecrops and rhizotorfin on the development of symbiotic apparatus and chickpea productivity] // Plodorodie. 2016. T.93. №6. S.14-15.
2. Bel'tyukov L.P., Gricenko A.A. Primenenie udobrenij pod zernovye kul'tury na Donu [Fertilizers use for grain crops on Don]. Zernograd, 1993. 226 s.
3. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V., Nekhoroshova N.V. Vliyanie meteouslovij na urozhajnost' i sodержание belka v zerne nuta pri vozdel'nyanii v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of weather conditions on productivity and protein content of chickpea cultivated in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. №52(4). S. 48-53.
4. Vasil'chenko S.A., Metlina G.V. Vliyanie agropriyomov vozdel'nyaniya na urozhajnost' nuta v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti [The effect of agro cultivation technologies on chickpea productivity in the southern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. №51. (3). S.59-63.
5. Vyrashchivanie nuta po bezgerbicidnoj tekhnologii [Chickpea growing according to non-herbicide technology] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/vyrashchivanie-nuta-po-bez-gerbicidnoi-tehnologii.html> (data obrashcheniya: 16.03.2018 g.).
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami stat. obrab. rezul'tatov issled.) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of the study results)]. 5-e izd. Dop. i pererab. M.: Agropromizdat. 1985. 351 s.
7. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013-2020 gody. CH 2. [Zoned agricultural systems of the Rostov region in 2013-2020, P.II]. Rostov-na-Donu: «Donskoj izdatel'skij dom». 2013. 272 s.
8. Kozhemyakov A.P., Laktionov YU.V., Popova T.A., Orlova A.G., Kokorina A.L., Vajshlya O.B., Agafonov E.V., Guzhvin S.A., CHurakov A.A., YAkovleva M.T. Agrotekhnologicheskie osnovy sozdaniya usovershenstvovannyh form mikrobnih biopreparatov dlya zemledeliya [Agro technological basis of the improved forms of microbe biopreparations for agriculture] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2015. №50(3). S. 369-376. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.3.369rus.
9. Laktionov YU.V., Belobrova S.N., Kozhemyakov A.P., Vorob'yov N.I., Sergaliev N.H., Amenova R.K., Tlepova A.S. EHffektivnost' bobovo-rizobial'nogo simbioza «Nut *Cicer arietinum* L. – bakterii *Mezorizobium cicer*» pri ispol'zovanii mineral'nyh udobrenij [Efficiency of legume-rhizobial symbiosis 'Chickpea *Cicer arietinum* L.' x bacteria 'Mezorizobiumcicer' during mineral fertilizing] // Plodorodie. 2013. T.74. №5. S.24-25
10. Nut v Sibiri [Chickpea in Siberia] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://predsedatel-apk.ru/rastenievodstvo/nut-v-sibiri> (data obrashcheniya: 11.03.2018 g.)
11. Pimonov K.I., Agafonov E.V., Pugach E.I. Rekomendacii po vozdel'nyaniyu nuta na Donu [Recommendations on chickpea cultivation on Don]. pos. Persianovskij: Izd-vo Donskogo GAU, 2010. 52 s.
12. Rossijskij ryok nuta – klyuchevye tendencii [Russian market of chickpea, its key tendencies] [ehlektronnyj resurs] URL: <https://www.ab-centre.ru/news/rossiyskiy-rynok-nuta---klyuchevye-tendencii.html> (data obrashcheniya: 14.02.2018 g.)

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.