

С.А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

Г.В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Ю.В. Лактионов², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

А.П. Кожемяков², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

¹ФГБНУ «АНЦ «Донской»,

(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vniizk30@mail.ru),

²ФГБНУ «ВНИИСХМ»,

(196608, Санкт-Петербург, Пушкин, ш. Подбельского, д.3)

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ ПРЕПАРАТАМИ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ *MESORHIZOBIUM CICERI* НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Для зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Ростовской области наиболее перспективной зернобобовой культурой является нут, обладающий высокой засухоустойчивостью, жаростойкостью, устойчивостью к полеганию и повреждению болезнями. Исследования проводили в 2015-2017 гг. с целью определения реакции нута на применение различных штаммов клубеньковых бактерий нута *Mesorhizobium ciceri* – продуцентов инокулянта Ризоторфин. Для обработки семян нута использовали инокулянт производства Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург). Исследовательская работа выполнена на полях «Аграрного научного центра «Донской» (лаборатория технологии возделывания пропашных культур), расположенного в южной почвенно-климатической зоне Ростовской области. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый карбонатный на лёссовидных суглинках. Объектом исследований являлся сорт нута Волгоградский 10, допущенный к использованию по Ростовской области. В статье приведены результаты изучения влияния биопрепаратов на полевую всхожесть, сохранность растений к уборке, элементы структуры урожая, урожайность, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания нута. Наибольшие значения элементов структуры урожая нута: количество бобов на растении и семян с растения, масса семян с растения и масса 1000 семян – отмечены при применении биопрепарата на основе *Mesorhizobium ciceri* KZ-2013. В этом же варианте опыта была максимальная прибавка урожайности к контролю и самые высокие показатели энергетической и экономической эффективности возделывания нута.

Ключевые слова: нут, урожайность, биопрепараты, экономическая и

энергетическая эффективность, рентабельность.

S.A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Science, senior research officer;
G.V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Science, leading research officer;
Yu.V. Laktionov², Candidate of Agricultural Science, senior research officer;
A.P. Kozhemyakov², Candidate of Agricultural Science, senior research officer,
¹FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru)
²FSBSI «ARRIA»
(196608, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelskogo Sh., 3)

THE EFFECT OF INOCULATION BY THE DRUGS ON THE BASIS OF THE BACTERIA *MESORHIZOBIUM CICERI* ON THE CHICKPEA PRODUCTIVITY IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

For the zone of insufficient and unstable hydration of the Rostov region, the most promising leguminous crop is chickpea as it possesses high drought resistance, heat resistance, resistance to lodging and diseases. The research was conducted in 2015-2017 to determine the reaction of chickpea on the use of various strains of nodule bacterium *Mesorhizobium ciceri* (producers of the inoculant 'Risotorfin'). For the processing of chickpea seeds, there was used an inoculant, produced by the All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology (St. Petersburg). The research work was carried out on the fields of the agricultural scientific center 'Donskoy' (laboratory of cultivated crops technology), located in the southern soil and climatic zone of the Rostov region. The soil of the experimental plot is ordinary blackearth (chernozem), heavy loamy, calcareous on forestry loams. The object of research was the chickpea variety 'Volgogradsky 10', approved to use in the Rostov region. The article presents the study results of the influence of bio drugs on field germination, the preservation of plants for harvesting, the elements of the yield structure, the productivity, the economic and bioenergetic efficiency of chickpea cultivation. The greatest values of such elements of the structure of chickpea yield structure as 'number of beans per plant' and 'number of seeds per plant', 'seed weight per plant' and '1000-seed weight' were obtained when using the biologic drug based on *Mesorhizobium ciceri* KZ-2013. In the same version of the experiment, there was a maximum yield increase compared with the control variety and the highest indexes of energetic and economic efficiency of chickpea cultivation.

Keywords: chickpea, productivity, biologic drugs, economic and energetic efficiency, profitability.

Введение. Нут – одна из самых засухоустойчивых и жаровыносливых культур. В последние годы в Российской Федерации отмечается увеличение посевных площадей под этой культурой (374,2 тыс.га в 2016 году против 248,5 тыс. га в 2011 году). Привлекательность нута для сельхозпроизводителей заключается в следующем: высокая

цена реализации на внешнем рынке (по данным экспертно-аналитического центра агробизнеса «АБ-Центр», экспортная цена зерна нута (в перерасчёте на рубли) за последние 3 года выросла более, чем в 3 раза) делает производимый товар ликвидным (2/3 зерна нута, произведённого в России отправляется на экспорт), обогащение почвы биологическим азотом (последующая культура севооборота получает до 50-100 кг/га биологического азота, в связи с чем, экономятся денежные средства на минеральные удобрения), хороший раноубираемый предшественник под озимые (в Ростовской области уборка нута осуществляется в 1-2 декадах августа) [1,2].

Стабилизирующей основой большинства систем земледелия и формирования устойчивых агроэкосистем являются бобовые растения, обеспечивающие за счёт формирования активного бобово-ризобияльного симбиоза рост интенсивности усвоения азота из воздуха, увеличение продуктивности растений [3,4,5].

В южной зоне Ростовской области оптимальные гидротермические условия для формирования максимальной урожайности нута находятся в пределах 200-220 мм осадков и 1750-1950 °С суммы температур за вегетационный период [6].

Нут хорошо отзывается на такие агроприёмы, как инокуляция семян ризоторфином, предпосевная обработка семян и обработка растений по вегетации микроэlementными удобрениями и стимулятором роста [7,8].

Целью исследований являлось изучение влияния различных штаммов клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* (основы биопрепарата Ризоторфин) производства Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии на продуктивность нута в южной зоне Ростовской области.

Материалы и методы. Полевые опыты проводили на опытном поле лаборатории технологии возделывания пропашных культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград) в 2015 - 2017 гг. По зональному делению Зерноградский район относится к южной зоне Ростовской области [9].

Зона проведения опыта характеризуется полузасушливым климатом с умеренно жарким летом и умеренно холодной зимой. ГТК – 0,80-0,85, годовое количество осадков – 450-500 мм. Среднегодовое количество сумм температур воздуха выше 10 °С составляет 3304 °С. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным (предкавказским) на лессовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: рН – 7,1; гумус – 3,3%; P₂O₅ – 22-26, K₂O – 320-370 мг/кг почвы [10].

Закладку полевого опыта, проведение сопутствующих наблюдений, анализов, учетов выполняли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989) [11].

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

Посев осуществляли сеялкой СН-16 с нормой высева 900 тыс. всхожих семян/га.

Объектом исследований являлся сорт нута селекции ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ Волгоградский 10. Раннеспелый, засухоустойчивый, жаровыносливый сорт. Растения не полегают, слабо поражаются болезнями, бобы не растрескиваются. Стебель высотой 60-65 см, высокое прикрепление нижних бобов – 25-30 см.

Биоэнергетическую оценку технологии возделывания нута проводили согласно методике А.А. Кива, В.М. Рабштына, В.И. Сотникова (1990) [12].

Статистическую обработку данных осуществляли по Б.А. Доспехову с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2003 и CXStat [13].

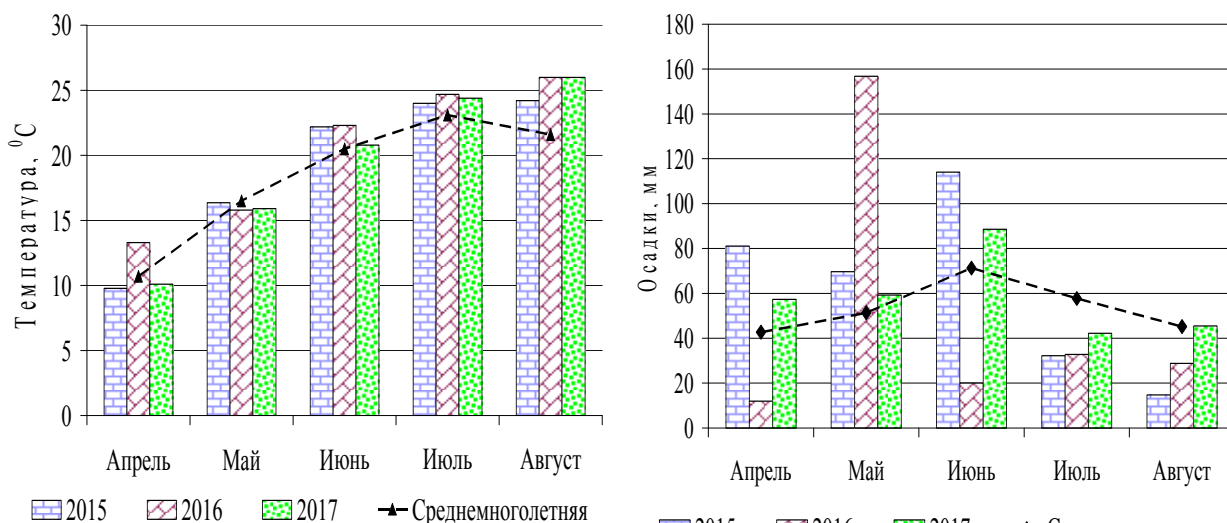
В опыте применяли биопрепараты на основе штаммов клубеньковых бактерий нута (штамм 065, штамм 522, штамм 527, штамм KZ-2013), полученные из Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург).

Результаты. В годы исследований метеорологические условия различались, что способствовало более объективной оценке применяемых биопрепаратов. Так, в 2015 году превышение среднесуточной температуры воздуха над среднемноголетними показателями составило в июне + 1,7 °С, июле + 0,9 °С, августе + 2,6 °С. Близкие к среднемноголетним показателям температуры воздуха были отмечены в апреле и мае.

Осадки в течение периода вегетации выпадали неравномерно по месяцам: превышение среднемноголетних значений отмечалось в апреле – 81,1 мм (при норме 42,7 мм), мае – 69,7 мм (при норме 51,3 мм), июне – 114,0 мм (при норме 71,3 мм); недобор осадков отмечался в июле – 32,2 мм (при норме 57,7 мм) и августе – 14,8 мм (при норме 45,2 мм).

В 2016 году наибольшее превышение количества осадков к среднемноголетним значениям на 206% отмечалось в мае, который был самым влагообеспеченным месяцем за вегетационный период. Превышение среднесуточной температуры воздуха в апреле, июне, июле и августе составляло от 2,6 до 3,6 °С.

В 2017 году среднесуточная температура воздуха на протяжении всего вегетационного периода была близка к среднемноголетним значениям. Также в этом году отмечалось наиболее равномерное распределение осадков по месяцам за вегетационный период, отклонение от среднемноголетних значений составляло от 0,7 до 34,0% (см. рисунок).



Метеорологические условия вегетационного периода нута в годы исследований (по данным метеостанции «Зерноград»)

Гидротермические условия оказывали влияние на полевую всхожесть растений нута и сохранность растений к уборке. В годы исследований в период после сева нута отмечалось выпадение достаточного количества осадков для получения дружных всходов, что способствовало улучшению показателей полевой всхожести – 86,8 - 91,8% по вариантам опыта (табл. 1)

1. Влияние биопрепаратов на полевую всхожесть и сохранность растений нута к уборке (2015-2017 гг.)

Вариант	Полевая всхожесть, %	Густота стояния, шт./м ²		Сохранность к уборке, %
		по всходам	перед уборкой	
Контроль	86,8	78,13	64,97	83,2
шт. 065	88,2	79,40	68,23	85,9
шт. 522	91,4	82,27	69,93	85,0
шт. 527	91,8	82,60	69,50	84,1
шт. KZ-2013	90,0	81,03	69,10	85,3
НСР ₀₅		0,23	0,22	
V,%		2,4	2,9	

В 2016 году в мае выпало 156,8 мм осадков, что способствовало развитию грибной болезни аскохитоза и в дальнейшем гибели большого количества растений. В связи с этим, в среднем за годы исследований сохранность растений нута снизилась и составила 83,2 - 85,9% по вариантам.

Применение биопрепаратов для обработки семян нута оказало положительное

влияние на показатели структуры урожая нута.

Масса семян с растения и масса 1000 семян достоверно превышали контроль во всех вариантах опыта, с наибольшей прибавкой при обработке семян биопрепаратом на основе шт. KZ-2013 - 0,79 г и 16,4 г. соответственно.

Применение биопрепаратов не оказало существенного влияния на количество семян в бобе.

Во всех вариантах опыта количество семян с растения достоверно превышало контроль, где прибавка составляла от 5,8 до 6,6 шт. Наибольшее превышение отмечалось в варианте шт. KZ-2013.

Применяемые биопрепараты оказали положительное влияние на количество бобов на растении. Достоверное увеличение количества бобов к контролю отмечалось во всех вариантах опыта. Максимальное значение данного показателя наблюдалось при обработке семян препаратом на основе шт. KZ-2013 (табл. 2).

2. Влияние применения биопрепаратов на элементы семенной продуктивности нута (2015-2017 гг.)

Вариант	Масса, г		Количество, шт.		
	семян с растения	1000 семян	семян в бобе	семян с растения	бобов с растения
Контроль	3,31	233,8	0,95	12,17	12,83
шт. 065	3,87	242,4	1,02	17,97	17,50
шт. 522	3,53	243,3	1,07	18,47	17,17
шт. 527	3,56	240,7	1,07	18,37	17,13
шт. KZ-2013	4,10	250,2	1,04	18,77	18,10
НСР ₀₅	0,21	5,01	0,13	3,75	2,56
V, %	8,5	2,4	4,7	16,3	12,8

Урожайность зерна нута изменялась под влиянием применяемых штаммов Ризоторфина. Во всех вариантах опыта урожайность существенно превышала контроль, прибавка составляла от 0,22 до 0,49 т/га или 10,8-24,3% (табл. 3)

3. Влияние биопрепаратов на урожайность нута (2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
Контроль	2,00	-	-
шт. 065	2,30	0,30	15,0
шт. 522	2,27	0,27	13,5
шт. 527	2,22	0,22	10,8
шт. KZ-2013	2,49	0,49	24,3
НСР ₀₅	0,15	±0,15	

V,%	7,80		
-----	------	--	--

Важной составляющей оценки применяемого агроприёма является его экономическая эффективность. Возделывание нута во всех вариантах опыта экономически выгодно. Высокие цены на зерно нута способствуют получению высоких значений условно-чистого дохода и уровня рентабельности (табл. 4).

4. Экономическая эффективность возделывания нута с применением биопрепаратов (2015-2017 гг.) *

Вариант опыта	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %
Контроль	30000	18583	11417	9292	61,4
шт. 065	34500	19198	15302	8347	79,7
шт. 522	34050	19185	14865	8452	77,5
шт. 527	33300	19162	14138	8632	73,8
шт. KZ-2013	37350	19284	18066	7745	93,7

*-Цена реализации семян нута -15 руб/кг

В вариантах с применением Ризоторфина себестоимость продукции была ниже, чем в контрольном варианте. Наименьшая себестоимость отмечалась при инокуляции семян Ризоторфином на основе шт. KZ-2013.

Биоэнергетическая оценка эффективности возделывания нута показала, что применяемые биопрепараты способствовали получению более высокого чистого энергетического дохода и приращения энергии урожая на 5,13 - 7,96 ГДж/га (табл. 5).

5. Энергетическая эффективность возделывания нута с применением биопрепаратов (2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Энергосодержание урожая, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Энергоёмкость продукции, ГДж/т	КЭЭ*
Контроль	37,86	12,89	24,97	6,02	2,94
шт. 065	43,69	13,35	30,34	5,40	3,27
шт. 522	42,99	13,32	29,67	5,48	3,23
шт. 527	40,51	13,07	27,44	5,71	3,10
шт. KZ-2013	45,82	13,43	32,39	5,19	3,41

*КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности

Наименьшая энергоёмкость продукции 5,19 ГДж/т при наибольшем значении

коэффициента энергетической эффективности 3,41 отмечались при обработке семян ризоторфином KZ-2013.

Выводы

1. Изучаемые штаммы клубеньковых бактерий нута для предпосевной обработки семян нута оказали влияние на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке, где превышение над контролем составило 1,4 – 5,0 и 0,9 – 2,7% соответственно.
2. Показатели семенной продуктивности нута были выше в вариантах с применением биопрепаратов, что способствовало получению прибавки урожайности зерна к контролю на уровне 0,22 – 0,49 т/га или 10,8 – 24,3%.
3. Наиболее высокие показатели экономической и энергетической эффективности возделывания нута с применением биопрепаратов отмечены в варианте с предпосевной обработкой семян штаммом KZ-2013, где условно-чистый доход составил 18066 руб/га, себестоимость продукции – 7745 руб/т, уровень рентабельности – 93,7%, чистый энергетический доход – 32,39 ГДж/га, энергоёмкость продукции – 5,19 ГДж/т, коэффициент энергетической эффективности – 3,41.

Литература

1. www.ab-centre.ru [электронный ресурс] дата просмотра: 14.02.2018
2. Пыльнев В.В., Коновалов Ю.Б. Частная селекция полевых культур. М.: Колос, 2005. 522 с.
3. Турина Е.Л. Биологические препараты в агротехнологиях выращивания зернобобовых культур / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич // Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке: Сборник научных статей. с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. С. 252-260.
4. Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза «Нут *Cicer arietinum* L. – бактерии *Mezorhizobium cicer*» при использовании минеральных удобрений / Ю.В. Лактионов, С.Н. Белоброва, А.П. Кожемяков, Н.И. Воробьёв, Н.Х. Сергалиев, Р.К. Аменова, А.С. Тлепова // Плодородие. № 5. 2013. Т.74. С.24-25
5. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия / А.П. Кожемяков, Ю.В. Лактионов, Т.А. Попова // Сельскохозяйственная биология. 2015. Том 50. № 3. С. 369-376.
6. 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.
7. 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.

8. Васильченко С.А., Метлина Г.В. Влияние агроприёмов возделывания на урожайность нута в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. Т.51. №3 2017. С.59-63.

9. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 1996-2000 гг.). Часть 1. Ростов н/Д, 1996. 420 с.

10. Бельтюков Л.П., Гриценко А.А. Применение удобрений под зерновые культуры на Дону. Зерноград, 1993. 226 с.

11. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – 250 с.

12. Кива А.А., Рабштына В.М., Сотников В.И. Биоэнергетическая оценка и снижение энергоёмкости технологических процессов в животноводстве. М.: Агропромиздат, 1990. 175 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. – Стереотипное издание. Перепечатка с 5-го издания доп. и перераб., 1985 г. М.: Альянс, 2014. 351 с.

Literature

1. www.ab-centre.ru [e-resource] date of surfing: 14.02.2018
2. Pylnev V.V., Konovalov Yu.B. Private selection of field crops. Moscow: Kolos, 2005. 522 p.
3. Turina E.L. Biological preparations in agrotechnologies of cultivation of leguminous cultures / E.L. Turina, R.A. Kulinich // Formation and development of agricultural science in the 21st century: Collection of scientific articles. v. of Solenoe Zaymishche: FGBNU "PNIAAZ", 2016. - P. 252-260.
4. Efficiency of the legume-rhizobium symbiosis "Chickpea Cicer arietinum L. - bacteria Mezorizobium ciceri" with the use of mineral fertilizers / Yu.V. Laktionov, S.N. Belobrova, A.P. Kozhemyakov et. al. // Fertility/ No. 5. 2013. V.74. P.24-25.
5. Agro-technological foundations for the development of improved forms of microbial biologics for agriculture / A.P. Kozhemyakov, Yu.V. Laktionov, T.A. Popova et. al. // Agricultural Biology. 2015. Vol. 50. No. 3. P. 369-376.
6. Vasilchenko S.A., Metlina G.V., Nekhoroshova N.V. Influence of meteorological conditions on yield and protein content in chickpea kernels during cultivation in the southern zone of the Rostov Region // Grain Economy of Russia. 2017. V. 52. No. 4 - P. 48-53.
7. Balashov V.V., Balashov A.V., Kudinov V.V. Influence of mineral fertilizers, precursor and

- rhizotorphin on the development of the symbiotic apparatus and the yield of chickpea // Fertility. 2016. V.93. №6. P.14-15.
8. Vasilchenko S.A., Metlina G.V. Influence of agro-methods of cultivation on the productivity of chickpea in the southern zone of the Rostov region // Grain Economy of Russia. V.51. No. 3 2017. P.59-63.
9. The system of conducting agro-industrial production of the Rostov region (for the period 1996-2000) / Part 1. Rostov n / D, 1996. 420 p.
10. Belyukov L.P., Gritsenko A.A. Application of fertilizers for crops on the Don. Zernograd, 1993. 226 p.
11. Methodology of the state variety testing of agricultural crops. Moscow: Kolos, 1989. 250 p.
12. Kiva A.A., Rabshtyna V.M., Sotnikov V.I. Bioenergy assessment and reduction of energy intensity of technological processes in animal husbandry. M.: Agropromizdat, 1990. 175 p.
13. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results): A textbook for higher agricultural educational institutions. - Stereotype edition. Reprint from the 5th edition of add. and appr., 1985. Moscow: Alliance, 2014. 351 p.