



УДК 633.36/37

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ НУТА (*CICER ARIETINUM* L.)

**Е.В. Попова<sup>1</sup>, В.П. Нецветаев<sup>1</sup>,  
В.Г. Правдин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ГНУ Белгородский НИИСХ РАСХН,  
Россия, 308001, г. Белгород,  
ул. Октябрьская, 58

<sup>2</sup> ООО «НТЦ БИО», Россия, 309292,  
Белгородская обл., г. Шебекино,  
ул. Докучаева, 2

E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru;  
ntebio@mail.ru

Исследовалась реакция сортов нута Приво 1 и Краснокутский 36 на обработку семян Ризоторфином и «Нитрагином Н» с нутowymi штаммами клубеньковых бактерий. В условиях 2013 года, который характеризовался повышенными температурами в течение всего вегетационного периода и низким количеством осадков в первую половину вегетации по сравнению со среднемноголетними данными для Белгородской области, сорт Краснокутский 36 – не отреагировал на бактериальные удобрения, сорт Приво 1 – положительно отреагировал на обработку семян в обоих вариантах (Ризоторфин, «Нитрагином Н»), значительно превысив стандарт по урожайности бобов, соответственно, на 17 и 12%. Рост урожайности при инокуляции был обусловлен увеличением массы боба.

Ключевые слова: нут, бактериальные удобрения, сорта, урожайность.

### Введение

Во всем мире остро стоит проблема увеличения производства белка. Центральное место в этой проблеме по праву должно быть отведено зернобобовым культурам как наиболее высокобелковым из всех возделываемых сельскохозяйственных культур.

Так, Белгородская область является лидирующим производителем мяса птицы и свинины. Для удовлетворения потребности населения нашей области и страны в целом в продуктах животноводства, и прежде всего в мясе, необходимо увеличить производство кормов богатых белком, высевая бобовые культуры. В Белгородской области в последние годы наблюдается тенденция увеличения посевных площадей, занятых соей – от 56.5 тыс. га в 2011 г. до 92.9 тыс. га в 2012 г., площадь, занимаемая горохом, в среднем за последние годы составляла 55 тыс. га [1].

Возделывание разных по биологии зернобобовых культур позволит повысить устойчивость производства их в разные по увлажнению годы за счет биоклиматической взаимокompенсации и послужит более полному удовлетворению потребностей населения в разнообразных продуктах питания. Поэтому внедрение в севооборот новых зернобобовых культур, пригодных для возделывания в нашей климатической зоне является перспективным направлением.

Одной из таких культур является нут, перспективность его использования в качестве кормовой и продовольственной культуры обуславливается не столько количеством белка, содержащегося в его семенах, сколько его полноценностью. В сухих семенах нута содержатся витамины: PP<sub>1</sub>, А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>; микроэлементы – кобальт, медь, железо, а также лецитин и аскорбиновая кислота [2]. В 100 кг семян нута содержится 122 кг кормовых единиц и 18.6 кг переваримого протеина, и добавление в рацион животных бобов нута значительно повышает переваримость других кормов, богатых углеводами [3].

Он очень засухоустойчив, не поражается брuxусом, нетребователен к почвам (устойчив к песчаным, смытым глинистым, даже засоленным почвам), пригоден для прямого комбайнирования (не полегает и не растрескивается) [4].

Кроме того, на 1 га посева растениями нута в результате совместной деятельности растений и бактерий усваивается от 100 до 480 кг атмосферного азота за вегетацию [5, 6].

Инокуляция семян нута клубеньковыми бактериями повышает урожай за счет дополнительного фиксированного азота воздуха. Фиксация азота воздуха нутом осуществляется при наличии на корневой системе растений клубеньков, внутри которых развиваются клубеньковые бактерии *Rhizobium cicer* [2, 5].

Для эффективной симбиотической фиксации азота бобовыми растениями необходимо, чтобы штамм клубеньковых бактерий, заражающих данную культуру, принадлежал к соответствующей группе и был вирулентен и активен по отношению к данному виду, а в некоторых случаях и сорту бобового растения [7].



В связи с этим, целью наших исследований было изучение влияния предпосевной обработки семян нута бактериальными препаратами на рост, формирование элементов продуктивности и урожайность.

### Условия, материал и методы

Исследование проводили в 2013 г. на опытных полях ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии, расположенных в западном агроклиматическом районе Белгородской области.

Почва опытного участка представлена черноземом типичным среднесиловым малогумусным, тяжелосуглинистым, содержащем в пахотном слое 5.4% гумуса, 75 мг/кг подвижного фосфора и 120 мг/кг подвижного калия по Чирикову, рН<sub>сол</sub> – 5.6.

В исследовании использовали сорта нута Волгоградской и Саратовской селекции: Приво 1 и Краснокутский 36, соответственно, которые в севообороте размещали после черного пара. Весной проводили боронование. Инокуляция велась в день посева путем смачивания растворами семян нута в концентрациях и дозах, рекомендованных производителями препаратов. Посев был выполнен 18 апреля 2013 года. После посева провели опрыскивание опытов почвенным гербицидом клоцет (д.в. ацетохлор+кломазон) в дозе 1.5 кг/га. Для создания экрана от сорняков внесение гербицида провели без заделки в почву. В качестве инокулянтов были использованы ризоторфин и «Нитрагин Н» с нутowymi штаммами клубеньковых бактерий. Для контроля брали семена без обработки. Повторность в опыте четырехкратная, площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>; норма высева семян 0.7 млн. семян на 1 га. Способ посева обычный рядовой. Анализ структуры урожая выполняли по пробным снопам, отобраным с площади 0.25 м<sup>2</sup> с каждой делянки.

Математическую обработку данных выполняли по Б.А. Доспехову [8] с использованием компьютерных программ StatNov и Nirsmain.

Схема опыта.

1. Контроль (без обработки семян)
2. Инокуляция ризоторфином 0.3 кг/га норму семян.
3. Инокуляция «Нитрагин Н» 1 л – на гектарную норму высева семян, содержащий 80 г «Нитрагин Н» и 100 мл ОМК.

### Результаты и их обсуждение

Высота растений нута, характерная для сорта Краснокутский 36, должна варьироваться от 45 до 55 см [7]. Однако в условиях исследований она была большей. Вероятно, повышенные температуры в течение всей вегетации 2013 года способствовали интенсивному росту: в фазе созревания высота растений в зависимости от вариантов составляла от 62.7 до 65.8 см (табл. 1). В то же время, внесение почвенного гербицида при долговременном отсутствии осадков и повышенных температурах оказалось не эффективным.

Таблица 1

**Высота растений нута и высота прикрепления нижнего боба в зависимости от обработки семян бактериальными удобрениями, см (п. Гонки, 2013 г.)**

Вариант	Фенологическая фаза					Высота прикрепления нижнего боба, см
	бутонизация	цветение	плодообразование	налив семян	созревание	
Приво 1 Контроль	36.2	53.8	58.9	61.8	63.5	27.70
Приво 1 Нитрагин	40.3	55.5	61.5	63.0	65.2	27.84
Приво 1 Ризоторфин	40.4	56.1	62.4	64.8	67.0	27.09
НСР <sub>0.95</sub>	1.4	2.9	1.6	1.4	1.9	9.57
Красн. 36 Контроль	29.6	51.3	58.1	60.2	62.7	31.68
Красн. 36 Нитрагин	30.4	50.6	58.0	61.4	63.4	29.93
Красн. 36 Ризоторфин	29.8	54.9	60.9	62.8	65.8	31.98
НСР <sub>0.95</sub>	3.4	5.0	5.5	4.1	3.2	7.52



Для сорта Приво 1 высота растений в зависимости от варианта варьировала от 63.5 до 67.0 см, что соответствовало значению показателя для данного сорта (от 46 до 70 см) [7].

По фазам развития высота существенно увеличивалась при образовании генеративных органов, максимального значения достигая в фазе созревания семян (см. табл. 1).

Применение бактериальной обработки семян существенно повлияло на высоту растений нута сорта Приво 1. Так, к фазе созревания сорт Приво 1 при применении ризоторфина превысил контроль на 3.5 см. Различия по высоте между вариантами с применением нитрогина и ризоторфина находились в пределах ошибки опыта. В целом, действие обоих препаратов было однотипным.

Краснокутский 36 слабо отреагировал на обработку семян бактериальными удобрениями. Различия по высоте на всех фазах развития находилось в пределах ошибки опыта (см. табл. 1).

Высота прикрепления нижнего боба по вариантам колебалась незначительно, и зависела больше от сортовых особенностей, нежели от обработки семян. Так, в среднем по всем вариантам опыта высота прикрепления нижнего боба у сортов Приво 1 и Краснокутский 36 составляла, соответственно, 27.54 и 31.20 см ( $НСР_{0.95} = 3.55$ ), т. е. различия существенны.

Продуктивность растений нута состоит из элементов структуры урожая, которые изменяются в зависимости от сложившихся погодных условий. Бактериальные препараты также по своему повлияли на формирование элементов структуры урожая (табл. 2).

Таблица 2

**Элементы структуры урожайности нута в зависимости от обработки семян бактериальными удобрениями (п. Гонки, 2013 г.)**

Варианты	Число растений перед уборкой, шт./м <sup>2</sup>	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян в 1 бобе, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Приво 1 (контроль)	34.2	49.70	1.24	12.15	241.53
Приво 1 (Нитрагин)	32.5	49.67	1.30	14.29	257.68
Приво 1 (Ризоторфин)	47.8	34.73	1.26	9.86	260.47
НСР <sub>0.95</sub>	15.1	27.12	0.17	7.11	12.69
Краснокутский 36 (контроль)	37.7	36.83	1.21	7.86	235.90
Краснокутский 36 (Нитрагин)	26.4	46.53	1.16	9.96	247.95
Краснокутский 36 (Ризоторфин)	30.6	44.39	1.98	10.17	246.31
НСР <sub>0.95</sub>	20.6	22.64	0.50	3.68	56.07

Применение ризоторфина и нитрогина привело к значительной прибавке массы 1000 семян у сорта Приво 1, что явилось ведущим фактором, определившим продуктивность растений. Так, масса 1000 семян сорта Приво 1, инокулированных ризоторфином составила 260.47 г, что превзошло контроль на 18.94 г, при использовании нитрагина превышение данного показателя над контролем составило 16.15 г.

На сорте Краснокутский 36 применение обоих препаратов показало тенденцию к превышению данного показателя над контролем, которое не выходило за пределы ошибки опыта.

Таким образом, два сорта по-разному отреагировали на инокуляцию семян бактериальными удобрениями. На сорте Приво 1 обработка семян ризоторфином привела к увеличению массы 1000 семян, по другим элементам структуры урожайности различия были не существенны. Сорт Краснокутский 36 не значительно отреагировал на обработку бактериальными препаратами.

Корреляционный анализ показал сильную положительную связь между урожайностью нута и массой 1000 семян ( $r = 0.8386 \pm 0.2723^{**}$ ). В результате, предпосевная инокуляция семян ризоторфином и нитрагином положительно сказалась на увеличении урожайности сорта Приво 1 (табл. 3.).

Таблица 3

**Урожайность нута в зависимости от обработки семян бактериальными удобрениями, ц/га (п. Гонки, 2013 г.)**

Вариант	Урожайность	± к контролю
1	2	3
Приво 1 (Контроль)	22.50	-
Приво 1 (Нитрагин)	25.24	+2.74
Приво 1 (Ризоторфин)	26.34	+3.84
НСР <sub>0.95</sub>	2.63	X
Краснокутский 36 (Контроль)	20.05	-



Окончание табл. 3

1	2	3
Краснокутский 36 (Нитрагин)	20.48	+0.43
Краснокутский 36 (Ризоторфин)	20.15	+0.10
НСР <sub>0.95</sub>	4.58	X

Примечание: по сорту Приво 1 доля влияния варианта – 53.2%, среды – 23.2 %, случайные отклонения – 23.6%; по сорту Краснокутский 36 доля влияния варианта – 0.7%, среды – 28.9%, случайные отклонения – 70.4%.

Так, урожайность зерна на контроле составила 22.5 ц/га, при обработке семян перед посевом ризоторфином 26.34 ц/га, нитрагином – 25.24 ц/га, т. е. в обоих случаях было достоверное превышение показателя урожайности над контролем.

Обработка семян нута сорта Краснокутский 36 дала прибавку урожая при обработке бактериальными удобрениями по сравнению с контролем в пределах ошибки опыта, т. е. была малоэффективной.

В целом, сортовые различия показали доминирующее влияние на урожайность. Доля влияния сорта составила 79.1%, бактериальных удобрений 11.5%, случайные ошибки 9.4%. Характерно, что сорт Приво 1 по сравнению с Краснокутским 36 более эффективно отреагировал на обработку клубеньковыми бактериями (см. табл. 3).

Оценка симбиотического аппарата данных сортов показала слабое развитие клубеньков на всех вариантах опыта. В то же время, предпосевная инокуляция семян нута ризоторфином, как в опытах Волгоградской, так и Орловской областях [9, 10], способствовала образованию активных клубеньков на обоих сортах. Здесь большее их количество было в фазе плодообразования на сорте Приво 1–1.52 млн. шт./га с массой 119 кг/га. Вероятно, такая ситуация с реакцией на обработку семян бактериями в 2013 году связана со сложившимися погодными условиями года. Так, в апреле выпало около 12% осадков от нормы, а в мае около половины среднемесячной нормы. В июне осадков выпало близко к среднемесячным данным для данной зоны. В то же время среднемесячные температуры в эти месяцы превышали среднемесячные величины, соответственно, на 4, 7.5 и 5°C, что обостряло дефицит влаги в почве. Следовательно, недостаток влаги в первый период вегетации, по-видимому, явился основной причиной значительного снижения эффективности почвенного гербицида и бактериальных удобрений.

Итак, данные исследования показали, что дефицит влаги в начальный период вегетации приводит к снижению эффективности бактериальных удобрений на культуре нута. В сложившихся погодных условиях 2013 года лучшими урожайными свойствами, отзывчивостью на инокуляцию семян клубеньковыми бактериями обладал сорт нута Приво 1 по сравнению с сортом Краснокутский 36. Ведущим фактором роста урожайности сорта Приво 1 при инокуляции явилось увеличение массы боба, при этом наблюдалось увеличение высоты растений. На всех вариантах в 2013 году сорт Приво 1 по урожайности превышал Краснокутский 36.

### Список литературы

1. <http://belg.gks.ru>
2. Федотов В. А. Растениеводство: учебное пособие. – Воронеж, 1993. – 140 с.
3. Мартынова А. И. Зернобобовые: распространение, закупки, химический состав и ценность // Зерновые культуры. – 2001. – №1. – С. 24–25.
4. Зерно – ключевая проблема / Под ред. Г.В. Коренева. – Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1986. – 208 с.
5. Зерновые бобовые культуры / Под ред. Е.Н. Осиповой. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 480 с.
6. Посьпанов Г.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях // Известия ТСХА. – 1983. – №5. – С. 17–26.
7. Столяров О.В., Федотов В.А., Демченко Н.И. Нут (*Cicer arietinum* L.). – Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 256 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
9. Балашов В.В., Демченко М.М., Кудинов В.В. Влияние предпосевной инокуляции ризоторфином на развитие симбиотического аппарата и урожайность зерна нута // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – Т. 1; №1-1. – С. 20–23.
10. Лобков В.Т., Донская М.В., Васильчиков А.Г. Повышение эффективности симбиотических систем нута (*Cicer arietinum* L.) // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 30; №3. – С. 39–42.



## INFLUENCE OF PRESOWING SEED INOCULATION LEGUME BACTERIA ON THE PRODUCTIVITY OF CHICK-PEA VARIETIES (*CICER ARIETINUM*L.)

**E.V. Popova<sup>1</sup>, V.P. Netsvetaev<sup>1</sup>,  
V.G. Pravdin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Belgorod State Research Institute of  
Agricultural, Oktyabr'skaya St, 58,  
Belgorod, 308001, Russia

<sup>2</sup>«Sc.Tech.Centr BIO», Dokuchayeva St,  
2, Shebekino, Belgorod Region, 309292,  
Russia

E-mail: netsvetaev@bsu.edu.ru;  
ntcbio@mail.ru

The reaction of chick-pea Privo 1 and Krasnokutsky 36 varieties was investigated to treatment of seed under Rhizotorfin and "Nitrogin N" with the strains of rhizobiums. In the conditions of 2013, that was characterized by elevated temperatures during all vegetation period and a low amount of precipitation in the first half of vegetation as compared to long-term by data for the Belgorod area, the Krasnokutsky 36 variety did not react to bacterial fertilizers. The Privo 1 variety positively reacted to treatment of seed in both variants (Rhizotorfin and "Nitrogin N") considerably exceeding the standard of the productivity of beans, respectively, by 17 and 12%. Yield growth when inoculated was due to increased bean weight. In all variants the variety Privo 1 to yields exceeded Krasnokutsky 36.

Key words: chick-pea, bacterial fertilizers, varieties, productivity of beans.