Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 21–26.
Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):21–26.

АГРОНОМИЯ

Научная статья
УДК 635.657
doi: 10.28983/asj.y2023i3pp21-26

# Эффективность применения листовой подкормки и инокуляции семян при возделывании нута в условиях сухостепного Заволжья

**Константин Евгеньевич Денисов[1], Константин Сергеевич Кондаков[2], Нурсултан Нурланович Таспаев[1], Анна Петровна Борисоглебская[3]**
[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия
[2] ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Россия
[3] Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия
e-mail: k.denisov@inbox.ru

***Аннотация.*** В статье изучено влияние инокуляции семян и применения различных схем обработки посевов нута жидкими удобрениями на продуктивность нута, густоту всходов и густоту стояния растений в фазе полной спелости в условиях сухостепного Заволжья. Некорневая подкормка проводилась баковой смесью удобрений (Фитоспорин М, Борогум-Молибденовый, Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ совместно с прилипателем) на фоне обработки семян инокулянтами Ризоторфин и РизоБаш. Сделан вывод о преимуществе применения в качестве инокулянта препарата РизоБаш в сравнении с Ризоторфином. Его применение обеспечивало всхожесть на уровне 95,0 %, в то время как на контроле она составляла 83,1 %. Применение этого инокулянта обеспечивает повышение уровня полноты всходов, что в свою очередь обусловливает оптимальную густоту стояния растений к уборке. На вариантах с РизоБаш она составляла от 91,8 до 96,2 % в зависимости от схемы применения листовой подкормки. Более эффективной оказалось двукратная обработка посевов в фазу 3 листьев и фазу бутонизации. Установлено, что растения нута отзывчивы к применению инокуляции семян совместно с листовыми обработками, проводимыми в вегетацию растений, что выражается в повышении урожайности. При двукратной обработке посевов на фоне инокуляции семян РизоБаш была получена наибольшая урожайность по всем вариантам опыта – 1,73 т/га.

***Ключевые слова:*** нут; сухостепное Заволжье; инокуляция семян; некорневая подкормка; всхожесть; сохранность; урожайность.

***Для цитирования:*** Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П. Эффективность применения листовой подкормки и инокуляции семян при возделывании нута в условиях сухостепного Заволжья // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 21–26. http: 10.28983/asj.y2023i3pp21-26.

AGRONOMY

Original article

# Efficiency of foliar application and seed inoculation in chickpea cultivation in the conditions of the Trans-Volga dry steppe zone

**Konstantin E. Denisov[1], Konstantin S. Kondakov[2], Nursultan N. Taspaev[1], Anna P. Borisoglebskaya[3]**
[1]Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
[2]Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov, Russia
[3]Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
e-mail: k.denisov@inbox.ru

***Abstract.*** The article studied the effect of seed inoculation and the use of various schemes for the treatment of chickpea crops with liquid fertilizers on chickpea productivity, germination density and plant density in the phase of full ripeness in the conditions of the dry steppe Trans-Volga. Foliar top dressing was carried out with a tank mixture of fertilizers (Fitosporin M, Borogum-Molybdenum, Bionex-Kemi NPK 21:4:4 + ME together with an adhesive) against the background of seed treatment with inoculants Rizotorfin and RizoBash. The conclusion was made about the advantage of using RizoBash as an inoculant in comparison with Rizotorfin. Its application ensured germination at the level of 95.0 %, while in the control it was 83.1 %. The application of this inoculant provides an increase in the level of completeness of seedlings, which in turn determines the optimal plant density for harvesting. After RizoBash application, it ranged from 91.8 to 96.2 %, depending on the scheme of foliar application. The double treatment of crops

© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023

in the phase of 3 leaves and the budding phase turned out to be more effective. It has been established that chickpea plants are responsive to the use of seed inoculation in conjunction with foliar treatments carried out during the growing season of plants, which is reflected in an increase in yield. With a double treatment of crops against the background of the inoculation of seeds with RizoBash, the highest yield was for all variants of the experiment – 1.73 t/ha.

***Keywords:*** chickpeas; dry steppe Zavolzhye; seed inoculation; foliar feeding; germination; safety; productivity.

***For citation:*** Denisov K. E., Kondakov K. S., Taspaev N. N., Borisoglebskaya A. P. Efficiency of foliar application and seed inoculation in chickpea cultivation in the conditions of the Trans-Volga dry steppe zone. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(3):21–26. (In Russ.). http: 10.28983/asj.y2023i3pp21-26.

***Введение.*** На современном этапе развития сельскохозяйственного производства основной проблемой остается увеличение производства растительного белка. В решении этой проблемы важное место отводится зернобобовым культурам. Нут занимает третье место в мире по объемам производства среди всех зернобобовых. Высокая засухоустойчивость, наряду с благоприятным соотношением белка, жира, углеводов, витаминов, микроэлементов, биологически активных веществ в семенах обусловили широкое его распространение в странах с засушливым климатом.

В последние годы отмечено значительное увеличение посевных площадей нута в Саратовской области, где природные и климатические условия наиболее благоприятны для выращивания нута, особенно это относится к засушливому Левобережью, где нут является основным представителем бобовых.

Решение проблемы повышения урожайности зерна нута предусматривает совершенствование сортового набора, повышение общей культуры земледелия, оптимизацию пищевого режима почвы с применением минеральных удобрений с широким внедрением листовой подкормки, повышающей засухоустойчивость и жаростойкость растений и качество зерна [1, 2]. В связи с этим стоит острая необходимость изучения приёмов повышения продуктивности нута за счёт эффективных сочетаний микроудобрений и препаратов для обработки семян в условиях сухостепного Заволжья, а исследования по изучению особенностей способов применения микроудобрений растений нута являются весьма актуальной задачей аграрной науки.

Цель исследования состояла в определении взаимосвязи формирования густоты стояния и урожайности нута от схемы применения инокулянтов и микроудобрений.

***Методика исследований.*** Для изучения влияния инокуляции семян нута и листовой подкормки посевов на продуктивность агроценоза нута был заложен полевой опыт.

Исследования проводили на светло-каштановой почве в Краснокутской СОС – Филиал «ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока» в 2020–2022 гг. Сорт нута – Краснокутский 36.

Схема опыта включает в себя два фактора. Фактор А. Инокуляция семян: 1) без инокуляции; 2) инокуляция семян препаратом Ризоторфин Б; 3) инокуляция семян препаратом РизоБаш. Фактор В. Листовая подкормка: 1) без обработки; 2) обработка в фазу 3 листьев; 3) обработка в фазу бутонизации; 4) двукратная обработка в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации.

Схема применения препаратов (Фактор А): при обработке семян доза применения Ризотрфина Б торфяной формы составляла 3,5 кг на 1 т семян, РизоБаш – 3 л на 1 т семян, расход рабочего раствора составлял 10 л на 1 т семян, также применялся прилипатель Биолипостим дозой 0,4 л на 1 т семян.

Схема применения препаратов (фактор В): обработку посевов проводили баковой смесью микроудобрений Фитоспорин М, (1л/га), Борогум-Молибденовый (0,2 л/га), Бионекс-Кеми NPK 21:4:4 + МЭ (3л/га) совместно с прилипателем Биолипостим (0,3 л/га).

Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок рендомизированное, площадь делянки 27 м$^2$, учетная площадь 25 м$^2$.

В опытах применялся рядовой способ посева нута с междурядьем 15 см, норма высева 0,65 млн всхожих семян на 1 га. Предшественником выступала озимая пшеница. Технология возделывания общепринятая в регионе.

Полевой опыт сопровождался наблюдениям и исследованиями в соответствии с общепринятыми методиками и методическими указаниями [3, 4].

Климатические условия в период вегетации нута за годы исследований варьировали в зависимости от сочетания температуры, влажности и осадков (табл. 1, 2). Температура вегетационного периода 2020 г. находилась в пределах среднемноголетних данных, с неравномерным

© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023

Таблица 1

**Температура воздуха в годы проведения исследований, °С (по данным АМСГ «Красный Кут»), 2020–2022 гг.**

| Месяц | Декады | Температура, °С | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Среднемноголетнее | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Май | 1 | 15,3 | 9,55 | 9,60 | 8,42 |
| | 2 | | 16,47 | 15,37 | 12,67 |
| | 3 | | 11,56 | 21,57 | 12,6 |
| | Среднее | | 12,53 | 15,51 | 11,23 |
| Июнь | 1 | 19,8 | 16,86 | 22,40 | 15,70 |
| | 2 | | 20,12 | 22,90 | 20,96 |
| | 3 | | 23,49 | 21,40 | 21,65 |
| | Среднее | | 21,16 | 22,23 | 19,44 |
| Июль | 1 | 22,7 | 19,35 | 27,60 | 19,43 |
| | 2 | | 27,37 | 24,80 | 21,66 |
| | 3 | | 24,89 | 26,70 | 24,55 |
| | Среднее | | 23,87 | 26,37 | 21,88 |
| Август | 1 | 20,6 | 20,30 | 25,8 | 23,50 |
| | 2 | | 20,7 | 24,3 | 26,40 |
| | 3 | | 18,5 | 26,3 | 24,10 |
| | Среднее | | 19,8 | 25,5 | 24,66 |
| Среднее за период вегетации | | 19,3 | 19,2 | 21,37 | 19 |

Таблица 2

**Количество осадков в годы проведения исследований, мм (по данным АМСГ «Красный Кут»), 2020–2022 гг.**

| Месяц | Декады | Осадки, мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Среднемноголетнее | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
| Май | 1 | 28,5 | 23,6 | 1,3 | 0 |
| | 2 | | 7 | 9,3 | 8,2 |
| | 3 | | 10 | 9,5 | 11,7 |
| | Сумма | | 40,6 | 20,1 | 19,9 |
| Июнь | 1 | 35,2 | 26,1 | 40 | 45,4 |
| | 2 | | 6,5 | 26,8 | 0,8 |
| | 3 | | 16,9 | 15,3 | 18,3 |
| | Сумма | | 49,5 | 82,1 | 64,5 |
| Июль | 1 | 33,9 | 0 | 0,3 | 16 |
| | 2 | | 1,3 | 4 | 35,5 |
| | 3 | | 0,2 | 13 | 43,3 |
| | Сумма | | 1,5 | 17,3 | 94,8 |
| Август | 1 | 24,8 | 3 | 0 | 0 |
| | 2 | | 7 | 0,5 | 1,4 |
| | 3 | | 12 | 0 | 0 |
| | Сумма | | 22 | 0,5 | 1,4 |
| Сумма осадков за вегетацию | | 97,55 | 91,6 | 119,5 | 180,6 |

© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023



АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
03
2023

распределением осадков, которых было недостаточно в период созревания бобов. Недостаток влаги и высокая температура в период созревания бобов повлияли на структуру урожая нута.

Погодные условия 2021 г. были не столь благоприятные для роста и развития бобовых культур, несмотря на большое количество осадков. В связи с очень низким накоплением влаги в метровом слое, за период осень-зима, запас продуктивной влаги при посеве составил 107,3 мм.

2022 год можно охарактеризовать как благоприятный для посева сельскохозяйственных культур. Запас продуктивной влаги в метровом слое при посеве составил 163,9 мм, средний температурный режим мая был ниже среднемноголетних данных, 11,23 °С, количество осадков составило 19,9 мм.

***Результаты исследований.*** В ходе проведенных исследований установлено, что совместное применение инокулянта и листовой подкормки способствовало повышению сохранности растений к уборке за счет синергетического эффекта. С одной стороны, инокуляция позволяла получить более полные всходы и улучшить развитие растений на первых этапах роста, с другой стороны листовые обработки позволили растениям в вегетационный период получать более полное питание по сравнению с неудобренным фоном (табл. 3).

Предпосевная обработка семян инокулянтом РизоБаш обеспечивала более высокую густоту всходов, семена прорастали на несколько дней раньше и давали дружные всходы. Значение всхожести на вариантах с этим препаратом составляло 94,4–95,4 %, что соответствовало средней густоте всходов растений 61,7 шт./м$^2$, что превышало среднее значение этого показателя на варианте без инокуляции семян (контроль) на 7,7 шт./м$^2$. На контрольном варианте всхожесть растений нута сформировалась на уровне 82,6–83,5 %. Обработка семян Ризоторфином также повышала полноту всходов, но была несколько ниже по сравнению с инокуляцией семян РизоБаш. Среднее количество взошедших растений на этих вариантах составляло 59,1 шт./м$^2$, что соответствовало полевой всхожести 90,9–91,1 %, превышение контрольного варианта составляло 7,6–8,3 %.

Самые высокие показатели сохранности растений наблюдались на варианте с обработкой семян иннокулянтом РизоБаш и двукратной листовой подкормкой, она составляла 96,2 %. Наименьшим этот показатель был на варианте без применения инокулянта и обработки посевов – 78,0 %.

Таблица 3

**Густота всходов и густота стояния растений нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее за 2020–2022 гг.**

| Фактор А | Фактор В | Густота всходов растений, шт./м$^2$ | Всхожесть, % | Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м$^2$ | Сохранность растений, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Без инокуляции | Контроль | 53,7 | 82,6 | 41,9 | 78,0 |
| | В фазе 3 листьев | 54,3 | 83,5 | 45,4 | 83,7 |
| | В фазе бутонизации | 53,7 | 82,6 | 46,4 | 86,4 |
| | Двукратная обработка | 54,3 | 83,5 | 47,5 | 87,5 |
| Ризоторфин | Без обработки | 59,1 | 90,9 | 52,3 | 88,4 |
| | В фазе 3 листьев | 59,0 | 90,8 | 53,7 | 91,0 |
| | В фазе бутонизации | 59,2 | 91,1 | 54,4 | 91,8 |
| | Двукратная обработка | 59,0 | 90,8 | 56,3 | 95,4 |
| РизоБаш | Без обработки | 61,3 | 94,4 | 56,9 | 91,8 |
| | В фазе 3 листьев | 62,0 | 95,4 | 57,3 | 92,4 |
| | В фазе бутонизации | 61,7 | 94,9 | 58,0 | 94,1 |
| | Двукратная обработка | 62,0 | 95,3 | 59,6 | 96,2 |

© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023

Наибольшая густота растений к уборке наблюдалась на вариантах с применением инокулянта РизоБаш, она составляла от 56,9 до 59,6 шт./м$^2$. Несколько ниже этот показатель был при применении Ризоторфина, он варьировал от 52,3 до 56,3 растений на 1 м$^2$. На вариантах без обработки семян к уборке сохранялось 41,9–47,5 растений на 1 м$^2$. Таким образом, обработка семян инокулянтами повышала сохранность растений до 88,4–95,4,1 % на варианте с применением Ризоторфина и до 91,8–96,2 % на варианте с использованием инокулянта РизоБаш, или на 7,9–10,4 % и 8,7–13,8 % соответственно по сравнению с вариантом без предпосевной обработки семян нута инокулянтами.

Различные схемы применения листовой подкормки также эффективно влияли на густоту стояния растений нута в фазе полной спелости. Более эффективна была двукратная обработка посевов. Однократная обработка посевов в фазу 3 листьев или в фазу бутонизации имела одинаковое влияние на густоту стояния растений в фазу полной спелости. Так, на варианте без обработки семян двукратная обработка посевов повышала количество растений к уборке по сравнению с контролем на 5,6 шт., однократные обработки посевов в различные фазы развития растений нута на 3,5–4,5 шт., что соответствовало значению сохранности растений 87,5 и 83,7–86,4 % соответственно. На контрольном варианте сохранность составляла 78,0 %. На вариантах с применением инокулянтов сохранность растений при двукратной обработке достигала 95,4 % (56,3 шт./м$^2$) для Ризоторфина и до 96,2 % (59,6 шт./м$^2$) для РизоБаш.

Результаты трехлетних исследований в среднем показали, что предпосевная инокуляция семян влияла на урожайность нута. Урожайность без применения инокулянтов варьировала от 1,28 до 1,44 т/га, при инокуляции семян препаратом Ризоторфин она повышалась до 1,48–1,57 т/га, применение в качестве инокулянта препарата Ризобаш формировало урожайность в зависимости от схемы листовой подкормки на уровне 1,60–1,73 т/га. Вариант с предпосевной обработкой нута Ризоторфином, без обработки листовой пластины по вегетации, показал в среднем за три года результат, равный 1,48 т/га, разница с контролем составила 15,63 %. Наибольшая урожайность с предпосевной инокуляцией семян нута  без листовой подкормки была на варианте с применением инокулянтра РизоБаш, урожайность которого составила 1,60 т/га. Листовые подкормки в разные фазы также положительно повлияли на урожайность нута. Вариант с листовой подкормкой без инокуляции семян, в фазу 3 листьев сформировал урожайность нута равной 1,37 т/га, что больше контроля на 0,09 т/га. Урожайность варианта с листовой обработкой в фазу бутонизации без предпосевной инокуляции семян составила 1,40 т/га. Наивысший результат был при двукратной листовой подкормке – 1,44 т/га (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность нута в зависимости от листовой подкормки и инокуляции семян, среднее за 2020–2022 гг.**

| Вариант опыта | | Урожайность, т/га | Разница с контролем | |
|---|---|---|---|---|
| Фактор А | Фактор В | | т/га | % |
| Без инокуляции | Контроль | 1,28 | – | – |
| | В фазе 3 листьев | 1,37 | 0,09 | 7,03 |
| | В фазе бутонизации | 1,40 | 0,12 | 9,37 |
| | Двукратная обработка | 1,44 | 0,16 | 12,50 |
| Ризоторфин | Без обработки | 1,48 | 0,20 | 15,63 |
| | В фазе 3 листьев | 1,50 | 0,22 | 17,19 |
| | В фазе бутонизации | 1,53 | 0,25 | 19,53 |
| | Двукратная обработка | 1,57 | 0,29 | 22,66 |
| РизоБаш | Без обработки | 1,60 | 0,32 | 25,00 |
| | В фазе 3 листьев | 1,64 | 0,36 | 28,13 |
| | В фазе бутонизации | 1,68 | 0,40 | 31,25 |
| | Двукратная обработка | 1,73 | 0,45 | 35,16 |

© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023



АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
03
2023

Окончание таблицы 4

| Вариант опыта | | Урожайность, т/га | Разница с контролем | |
|---|---|---|---|---|
| Фактор А | Фактор В | | т/га | % |
| Среднее по фактору А | | А1-1,37; А2-1,52; А3-1,64 | | |
| Среднее по фактору В | | В1-1,42; В2-1,50; В3-1,53; В4-1,58 | | |
| $НСР_{05}$ для част. средних | | 0,033 | | |
| $НСР_{05}$ по фактору А | | 0,017 | | |
| $НСР_{05}$ по фактору В | | 0,019 | | |
| $НСР_{05}$ по фактору АВ | | 0,033 | | |

Растения нута были наиболее отзывчивы к применению предпосевной инокуляции семян нута совместно с листовыми подкорками. Вариант с совместной инокуляцией семян нута Ризоторфином и двукратной листовой обработкой посевов в фазу 3 листьев и в фазу бутонизации показал результат урожайности, равный 1,57 т/га. Наибольшая урожайность во всем полевом опыте была сформирована с применением инокулянта РизоБаш совместно с двукратной листовой подкормкой – 1,73 т/га, что превышало контрольный вариант на 35,16 %.

***Заключение.*** Таким образом, инокуляция семян нута РизоБаш и Ризоторфин позволяет повысить уровень полноты всходов и тем самым обеспечить оптимальную густоту стояния растений в фазе полной спелости для полноценного формирования урожая агрофитоценоза. Кроме того, в условиях сухостепного Заволжья растения нута показали высокую отзывчивость к применению инокуляции семян совместно с листовыми обработками, проводимыми в вегетацию растений, что выражается в повышении урожайности культуры. Наиболее эффективной оказалась двукратная обработка посевов жидкими удобрениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нарушев В. Б., Юрченко Е. А. Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2004. № 4. С. 27–28.

2. Германцева Н. И. Нут на полях засушливого Поволжья // Земледелие. 2009. № 5. С.13–15.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.

4. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. Саратов, 2013. 264 с.

REFERENCES

1. Narushev V. B., Yurchenko E. A. Adaptive technologies for cultivation of field crops in the Volga region. *The agrarian scientific journal*. 2004; 4: 27–28. (In Russ.).

2. Germantseva N. I. Chickpeas in the fields of the arid Volga region. *Agriculture*. 2009; 5: 13–15. (In Russ.).

3. Dospekhov B. A. Methods of field experience. Moscow, 1985. 351 p. (In Russ.).

4. Fundamentals of scientific research in plant growing and selection / A.F. Druzhkin et al. Saratov, 2013. 264 p. (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 5.12.2022; одобрена после рецензирования 25.12.2022; принята к публикации 30.12.2022.*

*The article was submitted 5.12.2022; approved after reviewing 25.12.2022; accepted for publication 30.12.2022.*



© Денисов К. Е., Кондаков К. С., Таспаев Н. Н., Борисоглебская А. П., 2023