

УДК 635.657: 631.82

ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ В ЗОНЕ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Р. В. ОЛЕПИР, Е. А. САМОЙЛЕНКО

*Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова
Института свиноводства и АПП
г. Полтава, Украина, 36014, e-mail: ds.vavilova@ukr.net*

(Поступила в редакцию 14.06.2019)

Представлены результаты исследований по изучению реакции нута на обработку посевного материала биопрепаратом и внекорневые подкормки растений микроудобрениями на фоне различных доз минеральных удобрений, в зоне недостаточного увлажнения Левобережной Лесостепи Украины. Установлено, что инокуляция семян способствует развитию симбиотического аппарата у нута.

При выращивании нута в системе удобрений наиболее эффективным является внесение минеральных удобрений дозой $N_{20}P_{40}K_{40}$, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений и формирования их продуктивности, в сравнении с другими дозировками. Сочетание инокуляции семян и внекорневой подкормки на фоне минеральных удобрений $N_{20}P_{40}K_{40}$, активизирует процессы роста и развития растений и способствует формированию большей урожайности. Данный комплекс агротехнических мероприятий позволяет получить 2,37 т зерна нута с 1 га.

Ключевые слова: нут, удобрения, инокуляция, внекорневая подкормка растений, структура урожая, урожайность.

We have presented results of studies on the reaction of chickpeas to seed treatment with a biological product and foliar fertilizing of plants with micronutrient fertilizers against the background of various doses of mineral fertilizers in the zone of insufficient moisture in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It was found that inoculation of seeds contributes to the development of the symbiotic apparatus in chickpeas.

When growing chickpeas in a fertilizer system, the most effective is the application of mineral fertilizers with a dose of $N_{20}P_{40}K_{40}$, which provides the most favorable conditions for the growth and development of plants and the formation of their productivity, in comparison with other dosages. The combination of seed inoculation and foliar dressing against the background of $N_{20}P_{40}K_{40}$ mineral fertilizers activates the growth and development of plants and contributes to the formation of greater productivity. This set of agrotechnical measures allows you to obtain 2.37 tons of chickpea grain per 1 ha.

Key words: chickpeas, fertilizers, inoculation, foliar feeding of plants, yield structure, productivity.

Введение

Основным источником сбалансированного по аминокислотному составу экологически безопасного белка являются зернобобовые культуры, среди которых значительный интерес для сельского хозяйства имеет нут.

Нут характеризуется холодостойкостью, его семена начинают прорастать при температуре 3,0–5,0 °С, а всходы выдерживают кратковременные заморозки до -6,0 °С. Также немаловажной его особенностью является и его способность к засухоустойчивости, что объясняется большим содержанием связанной воды в клетках растений, за счет чего снижается интенсивность испарения влаги, а также благодаря хорошо развитой мощной корневой системе, которая проникает в почву на глубину до 100 см и более. По сравнению с другими зернобобовыми культурами нут менее требователен к почвам, фактически не повреждается вредителями, имеет неполегающий стебель, что позволяет убирать его прямым комбайнированием.

Зерно нута является биологически ценным продуктом питания, в нем содержится 20,1–32,4 % белка, 4,7–8,2 % масла, 2,0–7,0 % клетчатки, 50,0–60,0 % углеводов, 2,0–5,0 % минеральных веществ, витамины А, В₁, В₂, В₃, С, В₆, РР, никотиновая, пантотеновая кислоты. Биологическая ценность белка составляет 52,0–78,0 %, коэффициент переваримости – 80,0–83,0 %. По содержанию основных незаменимых аминокислот и сбалансированности аминокислотного состава белка нут превосходит другие зернобобовые культуры. Энергетическая ценность 1 кг семян составляет 334 ккал [1–3].

В структуре посевных площадей зернобобовых культур мирового земледелия нут занимает третье место после сои и гороха. На сегодня он культивируется в странах

Центральной и Средней Азии, Восточной Африки, Америки, Австралии. Производственные посеы нута в Украине незначительные – до 50 тыс. га, вместе с тем спрос на его зерно растет. В этом отношении особую актуальность имеет усовершенствование технологии выращивания культуры с учетом почвенно-климатических условий каждого региона [4, 5].

Нут, как и другие зернобобовые культуры, обладает способностью вступать в симбиотические взаимоотношения с клубеньковыми бактериями вида *Rhizobium symplex* и за счет фиксации молекулярного азота из атмосферы за период вегетации оставляет в почве после уборки от 80 до 150 кг/га биологического азота [6].

Бобово-ризобияльный симбиоз – это сложная биологическая система, функционирование которой определяется влиянием факторов внешней среды, среди которых немаловажное значение имеет обеспеченность растений элементами минерального питания и наличие достаточного количества бактерий, специфических для данного вида. Важное значение в процессе усвоения молекулярного азота воздуха, с одной стороны, имеет физиологическое состояние растений и условие их развития, с другой – вирулентность и активность бактерий, а также соответствие генотипов макро- и микросимбионтов. Авторы отмечают, что в почвах Украины нет аборигенных клубеньковых бактерий нута. Растения обычно не образуют азотфиксирующих клубеньков, а формируют урожай путем автотрофного питания минеральным азотом почвы и удобрений.

В основе жизнедеятельности растительного организма лежат процессы обмена как с внешней средой, так и происходящие в самой клетке между клетками и органами. Сбалансированное поступление в растение отдельных химических элементов обеспечивает последовательность и взаимосвязь всех биологических реакций и физиологических функций организма. Наиболее эффективное использование минеральных удобрений возможно лишь при оптимизации нормы их внесения с учетом свойств почвы и потребностей самих растений [7, 8].

В зоне восточной Лесостепи Украины вопрос удобрения нута изучен недостаточно полно. Поэтому на Полтавской государственной сельскохозяйственной опытной станции им. Н. И. Вавилова были проведены исследования, цель которых заключалась в усовершенствовании технологии выращивания нута, а также выяснить влияние на урожайность основных элементов интенсификации технологии – макро- и микроудобрений, азотфиксирующих микробиологических препаратов.

Основная часть

Полевые исследования проводили на опытном поле Полтавской ГСХОС им. Н. И. Вавилова ИС и АПП НААН Украины в 2014–2015 гг. согласно общепринятых методик [9].

Почва опытного участка – чернозем типичный среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса (по Тюрину и Коновой) в слое 0–20 см составляет 4,85 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 104–118 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) – 100–123 мг/кг, обменного калия (по Чирикову) – 170–200 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора нейтральная, рН – 6,0–6,4.

По механическому составу почва тяжелосуглинистая, сравнительно однородная. Общая пористость почвы до глубины 100 см – 59,8–55,9 %, удельная масса – 2,61–2,64 г/см³, объемная масса – 1,05–1,18 г/см³, полевая влагоемкость – 29,7–30,1 мм.

Схема опыта включала варианты с обработкой и без обработки семенного материала биопрепаратом, внесение минеральных удобрений дозами N₂₀P₄₀K₄₀, N₂₀P₈₀K₈₂, N₁₀P₄₀K₄₁ и проведение внекорневой подкормки растений микроудобрениями. В опыте высевали сорт нута – Розанна. Предшественник – пшеница озимая. Общая площадь делянки 40,0 м², учетная – 20,0 м². Повторность вариантов в опыте трехкратная. Размещение вариантов систематическое. Агротехника выращивания нута, кроме поставленных на изучение вопросов, была характерная для зоны выращивания.

Для инокуляции семян использовали микробиологический препарат комплексного действия Ризогумин из расчета 0,3 кг на одну гектарную норму семян, внекорневая подкормка растений была проведена до начала цветения микроудобрением Альфа Гроу (2,0 л/га).

Климат Полтавской области умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением, холодной зимой и жарким, а часто и сухим, летом. Среднегодовое количество осадков составляет +16,3 °С, сумма активных температур – 1989 °С, количество осадков – 203 мм.

За годы проведения исследований погодные условия отличались между собой, наблюдались колебания погодных показателей от средних многолетних норм. Средняя температура воздуха за вегетационный период 2014 года составила +17,8 °С, сумма активных температур – 2182 °С, количество осадков – 261 мм, в 2015 году, соответственно – 17,4 °С, 2129 °С и 210 мм. В целом погодные условия района, где проводили исследования, являются типичным для восточной части Лесостепи Украины, что позволило сделать обоснованные выводы влияния изучаемых факторов на продуктивность нута.

Полученные результаты подтверждают, что проведение таких агроприемов, как инокуляция семян, внекорневая подкормка растений и их сочетание способствуют повышению интенсивности нарастания надземной части растений нута на всех фонах минерального питания. Фитомасса растений и их абсолютно сухая масса увеличивались, в сравнении с контролем, на 2,6–10,8 и 0,45–3,59 г, в зависимости от варианта (табл. 1).

Таблица 1. Влияние минерального питания на морфологические признаки нута, среднее за 2014–2015 гг.

Вариант	Фитомасса 1 растения, г		Масса 1 растения в абсолютно сухом состоянии, г		Количество клубеньков с 1 растения, шт.		Масса клубеньков, г/100 растений	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
Без удобрений (контроль)	20,7	23,3	4,44	5,05	8,6	11,6	14,5	18,0
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	25,6	28,6	5,40	6,74	9,8	11,0	15,4	18,5
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂	24,8	28,1	5,92	6,73	12,1	13,7	18,0	19,7
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁	24,8	26,1	4,89	5,84	13,2	14,7	19,2	21,4
Внекорневая подкормка	23,3	26,3	4,95	6,00	10,2	13,9	17,1	19,8
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ + внекорневая подкормка	28,1	31,5	6,22	8,03	10,7	13,4	19,0	21,5
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂ + внекорневая подкормка	28,4	28,8	6,29	7,47	11,8	15,4	20,9	23,1
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁ + внекорневая подкормка	28,0	28,3	5,85	7,28	12,6	16,2	21,4	23,8

Примечание. 1 – неинокулированные семена; 2 – инокулированные семена.

Бобовые растения, находясь в симбиозе с клубеньковыми бактериями, образуют целостную физиологическую систему, характеризующуюся взаимной адаптацией важнейших процессов, и в первую очередь, связанных с азотным питанием [10].

Формирование симбиотического аппарата нута в значительной мере обуславливалось степенью обеспеченности растений доступными формами элементов питания и наличием в прикорневой зоне специфического вирулентного активного штамма – ризобий.

Проведение инокуляции семян, внекорневые подкормки растений как по отдельности, так и в комплексе положительно влияли на формирование симбиотического аппарата нута, о чем свидетельствует увеличение количества клубеньков и их массы относительно контроля, при инокуляции семян – на 3,0 шт./раст. и 3,5 г/100 раст., внекорневой подкормки – на 1,6 шт./раст., и 2,6 г/100 раст., при совмещении данных мероприятий – на 5,4 шт./раст. и 5,3 г/100 раст., сочетание минерального удобрения, инокуляции семян и внекорневой подкормки растений – на 5,8–7,6 шт./раст. и 7,0–9,3 г/100 раст. соответственно.

На контрольном варианте (без инокуляции семян и внесения минеральных удобрений) количество клубеньков и их масса были наименьшими – 8,6 шт./раст. и 14,5 г/100 раст., соответственно. На вариантах, где минеральные удобрения вносили в дозах N₂₀P₄₀K₄₀, N₂₀P₈₀K₈₂ и N₁₀P₄₀K₄₁ количество клубеньков и их масса увеличивались, соответственно, на 1,2 шт./раст. и 0,9 г/100 раст.; 3,5 шт./раст. и 3,5 г/100 раст. и 4,6 шт./раст. и 4,7 г/100 раст.

Условия формирования симбиотического аппарата нута были наиболее благоприятными на варианте, где проводили инокуляцию семян микробиологическим препаратом Ризогумин в комплексе с внесением минеральных удобрений в дозе N₁₀P₄₀K₄₁. На корнях растений сформировалось, в среднем, по 14,7 шт. клубеньков массой 21,4 г/100 раст. На фоне внесения N₂₀P₄₀K₄₀ и N₂₀P₈₀K₈₂ инокуляция семян была менее эффективной, количество и масса сформированных клубеньков имели тенденцию к снижению.

Интенсивность и продолжительность процессов накопления надземной биомассы, направленность распределения между органами пластических веществ определили показатели элементов структуры растений нута (табл. 2). За время исследований было установлено, что агротехнологические мероприятия положительно влияли на формирование элементов биологической продуктивности нута.

Таблица 2. Показатели элементов структуры урожая нута, среднее за 2014–2015 гг.

Вариант	Кол-во бобов с 1 растения, шт.		Кол-во зерен с 1 растения, шт.		Масса 1000 зерен, г	
	1*	2*	1	2	1	2
Без удобрений (контроль)	16,0	18,2	13,8	16,3	250	251
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	18,9	20,0	18,0	18,4	256	257
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂	17,9	20,6	16,8	19,0	253	253
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁	20,6	21,9	17,6	18,5	252	252
Внекорневая подкормка	17,5	20,6	15,8	17,3	251	253
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ + внекорневая подкормка	21,0	22,2	18,4	19,2	257	257
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂ + внекорневая подкормка	20,8	22,8	18,6	20,5	253	254
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁ + внекорневая подкормка	21,4	23,5	20,3	21,0	252	255

Примечание. 1 – неинокулированные семена; 2 – инокулированные семена.

Количество бобов и зерен с 1 растения увеличивалось, относительно контроля, при внесении минеральных удобрений на 1,9–4,6 и 3,0–4,2 шт., инокуляции семян – на 2,2 и 2,5 шт., сочетания инокуляции семян и внесения минеральных удобрений – на 4,0–5,9 и 4,6–5,2 шт., проведения внекорневой подкормки растений – на 1,5 и 2,0 шт., сочетания внекорневой подкормки растений и минеральных удобрений – на 4,8–5,4 и 4,4–6,5 шт., сочетания инокуляции семян и внекорневой подкормки растений – на 4,6 и 3,5 шт., сочетания удобрений, инокуляции семян и внекорневой подкормки – на 6,2–7,5 и 5,4–7,2 шт. соответственно.

Критерием эффективности разработанных агротехнических мероприятий выращивания сельскохозяйственных культур считается урожай. Индивидуальная продуктивность и количество растений на единице площади определила урожайность зерна нута (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность зерна нута в зависимости от технологических мероприятий, т/га

Вариант	Урожайность		Среднее	Отклонение, ±
	2014	2015		
Неинокулированные семена				
Без удобрений (контроль)	1,71	2,14	1,93	–
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	1,92	2,34	2,13	0,21
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂	1,89	2,32	2,11	0,18
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁	1,93	2,32	2,13	0,20
Внекорневая подкормка	1,79	2,22	2,01	0,08
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ + внекорневая подкормка	1,96	2,48	2,22	0,30
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂ + внекорневая подкормка	1,94	2,40	2,17	0,25
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁ + внекорневая подкормка	2,01	2,39	2,20	0,28
Инокулированные семена				
Без удобрений	1,80	2,24	2,02	0,09
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	1,99	2,47	2,23	0,30
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂	2,07	2,56	2,32	0,39
N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁	1,99	2,46	2,23	0,30
Внекорневая подкормка	1,89	2,35	2,12	0,19
N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀ + внекорневая подкормка	2,11	2,62	2,37	0,44
N ₂₀ P ₈₀ K ₈₂ + внекорневая подкормка	2,10	2,60	2,35	0,42

N ₁₀ P ₄₀ K ₄₁ + внекорневая подкормка	2,13	2,55	2,34	0,41
НСР _{0,95} фактор А (удобрение)	0,15	0,15		
фактор В (микробиопрепараты)	0,12	0,17		
взаимодействие АВ	0,21	0,23		

Внесение минерального удобрения в дозе N₂₀P₄₀K₄₀ способствовало повышению продуктивности культуры до 2,13 т/га, что выше контроля на 0,21 т/га. Урожайность на варианте с внесением минеральных удобрений дозой действующего вещества N₂₀P₈₀K₈₂ составила 2,11 т/га.

Максимальное значение урожайности (2,37 т/га) было получено при сочетании минерального удобрения дозой N₂₀P₄₀K₄₀, инокуляции семян и внекорневой подкормки растений.

Прирост урожайности зерна нута от применения минеральных удобрений составлял 0,18–0,21 т/га, сочетание инокуляции семян и минерального удобрения – 0,30–0,39 т/га, внекорневая подкормка растений + удобрения – 0,25–0,30 т/га, минерального удобрения + инокуляция семян + внекорневая подкормка – 0,41–0,44 т/га.

Изучение корреляционных связей между урожайностью нута, показателями элементов структуры и морфологическим признакам показало, что они были более тесные в агроценозе, где не была проведена инокуляция семян между урожайностью и количеством бобов на растении ($r = 0,93$), количеством семян на растении ($r = 0,94$) и массой 1000 семян ($r = 0,69$). Тогда как в посеве инокулированными семенами корреляционная зависимость между этими же показателями была слабее и составляла 0,82; 0,90 и 0,62 соответственно.

Тесная корреляционная связь отмечена между показателем количества бобов на растении и количеством семян как в посеве без инокуляции семян ($r = 0,92$), так и с инокуляцией ($r = 0,91$). В то же время фитомасса растений в посеве без инокуляции семян сильно коррелировала с количеством бобов ($r = 0,91$) и семян ($r = 0,93$) на растении; в меньшей степени – с массой 1000 семян ($r = 0,62$) и тесно с массой клубеньков ($r = 0,81$). На посевах, где была проведена инокуляция семян, коэффициент корреляции составил 0,64; 0,69; 0,86 и 0,49 соответственно.

То есть на уровень урожайности нута существенное влияние оказывало количество бобов, количество семян и фитомасса растений, в меньшей степени – масса 1000 семян, количество и масса симбиотических клубеньков.

Заключение

Таким образом, средства интенсификации технологий положительно влияют на формирование надземной массы и симбиотического аппарата нута, показатели элементов структуры урожайности, что в дальнейшем способствует ее повышению.

Сочетание внесения минеральных удобрений дозой N₂₀P₄₀K₄₀ с инокуляцией семян микробиологическим препаратом Ризогумин и внекорневой подкормкой растений микроудобрением Альфа Гроу позволяет увеличить урожайность зерна нута до 2,37 т/га при урожайности на контроле 1,93 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сичкаръ, В. И. Нут. Биологические особенности, технология выращивания и новые сорта / В. И. Сичкаръ, О. В. Бушулян, Н. З. Толкачев. – Одесса: СГИ-НАЦ СЕИС, 2004. – 20 с.
2. Олейник, П. П. Нут: производство и спрос / П. П. Олейник // *Зерновые культуры*. – 1991. – № 2. – С. 15–18.
3. Камінський, В. Ф. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу / В. Ф. Камінський, А. В. Голодна, Д. С. Шляхтуров // *Землеробство*. – 2008. Вип. 80. – С. 109–115.
4. Вавилов, П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П. П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.
5. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников и др., под ред. Д. Шпаара. – Минск: «ФУАинформ», 2000. – 264 с.
6. Германцева, Н. И. Совершенствование технологии возделывания, нута на каштановых почвах Заволжья / Н. И. Германцева, А. Н. Филатов // *Пути интенсификации земель в Поволжье*. – Саратов, 1981. – С. 55–59.
7. Передістий, Д. І. Вирощування нуту як перспективної та кормової культури / Д. І. Передістий // *Агровісник*. – 2006. – № 11–12. – С. 34–36.
8. Соннова, Н. И. Элементы технологии посева нута в условиях Волгоградской области / Н. И. Соннова // *Научные труды ВГСХА*. – Волгоград. 2003. – С. 41–44.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Москалец, В. В. Вплив мікробних препаратів на інтенсивність фіксації атмосферного азоту / В. В. Москалец, В. К. Шинкаренко, В. І. Москалец // *Агроєкологічний журнал*. – 2006. – № 3. – С. 32–36.