

УДК 631.82/.85:635.657:631.445.4(477.46)

ГОСПОДАРЕНКО Г.М., д-р с.-г. наук  
ПРОКОПЧУК С.В., аспірантУманський національний університет садівництва  
sergsi\_1987@mail.ru**ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ВРОЖАЙ НУТУ  
ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ**

Наведено результати досліджень із визначення оптимальних норм мінеральних добрив та застосування мікробіологічного препарату Ризобіфіт на формування симбіотичного апарату та продуктивність врожаю нуту на чорноземі опідзоленому в умовах Правобережного Лісостепу України. При вирощуванні нуту найбільш ефективно застосовувати розрахункову дозу мінеральних добрив ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ), яка позитивно впливає на формування азотфіксувального симбіотичного апарату нуту за поєднання внесення дефекату і мінеральних добрив та проведення інокуляції насіння нуту (варіанти: Фон + Мо +  $N_{30}$ ;  $CaCO_3$  + фон +  $N_{30}$ ). На врожайність нуту також мали істотний вплив погодні умови в період вегетації.

**Ключові слова:** нут, мінеральні добрива, інокуляція насіння, азотфіксація, бобово-ризобіальний симбіоз, урожайність.

**Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій.** Продуктивність азотфіксації визначається комплексом факторів і умов, з яких найважливішими є біологічні особливості культури, генотипи рослин та азотфіксувальних мікроорганізмів, відповідність екологічних умов потребам конкретних азотфіксувальних систем [1].

Інокуляція насіння нуту Ризогуміном у поєднанні з внесенням мінеральних добрив має позитивний вплив на формування азотфіксувального апарату рослин нуту. Однак, збільшення норми мінерального азоту негативно позначається на симбіотичних відносинах рослин з бульбочковими бактеріями [2]. Зазвичай у ґрунтах немає природних аборигенних бульбочкових бактерій нуту. Бобово-ризобіальний симбіоз є результатом відповідності генотипів макро- і мікросимбіонта [3].

Одним з найважливіших параметрів інтенсивності фіксації атмосферного азоту бобовими культурами є кількість бульбочок на коренях рослин та їхня активність. Використання активних штамів бульбочкових бактерій на нуті збільшувало їхню кількість в усіх варіантах. Лише окремі не інокульовані рослини нуту утворювали одиничні, дуже великі бульбочки, які, очевидно, потрапляли з насінням [4].

Нині широкого використання набувають препарати на основі корисних мікроорганізмів, які позитивно впливають на ріст, розвиток та мінеральне живлення рослин, здатні пригнічувати розвиток фітопатогенів, сприяти значному зниженню пестицидного навантаження на ґрунт [5].

**Мета досліджень.** Проблема формування симбіотичного апарату рослин нуту за різного рівня живлення мінеральним азотом та застосування інокуляції в науковій літературі розкрита в дуже малому обсязі, тому подальші дослідження даного питання є актуальними.

**Матеріал і методика дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2011–2013 років в умовах тимчасового досліді на дослідному полі Уманського НУС. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Відповідно до ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники якості ґрунтів, він мав підвищений вміст гумусу, вміст азоту лужногідролізованих сполук – низький, середній – рухомих сполук фосфору і калію, реакція ґрунтового розчину – слабокисла. Розміщення ділянок – послідовне, повторність досліді триразова. Площа дослідної ділянки – 54 м<sup>2</sup>; облікової – 30 м<sup>2</sup>. Закладання польового досліді проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Вивчали дію та взаємодію двох факторів – удобрення та інокуляції. Фосфорні та калійні добрива і дефекат вносили під зяблеву оранку, азотні добрива – під передпосівну культивування та позакоренево – у фазі бобоутворення нуту. Перед сівбою насіння обробляли суспензією ризобіфіту (препарат бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri*, виготовлений на основі штаму Н-12 із розрахунку 10<sup>6</sup> бактерій на насінину).

Висівали нут сорту Розанна, після пшениці озимої. Схема досліді включала такі варіанти: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{60}K_{60}$ ; 3)  $N_{60}P_{60}$ ; 4)  $P_{60}K_{60}$  – фон; 5) Фон +  $N_{30}$ ; 6) Фон +  $N_{30}$  +  $S_{35}$ ; 7) Фон +  $N_{60}$ ; 8) Фон +  $N_{90}$ ; 9) Фон + Мо +  $N_{30}$ ; 10)  $CaCO_3$  + фон +  $N_{30}$ ; 11)  $CaCO_3$  + фон + Мо +  $N_{30}$ ; 12)  $CaCO_3$  + фон + Мо +  $N_{30}$  +  $N_{30}$  позакоренево. Форми добрив – аміачна селітра, карбамід, суперфосфат подвійний, калій хлористий, молібдат амонію, сульфат амонію. Вапнячий матеріал – дефекат, норму внесення якого розраховували за гідролітичною кислотністю.

Збирання та облік урожаю нуту проводили поділяючою прямим комбайнуванням. Урожайність соломи визначали методом пробного снопа. Опрацювання й узагальнення результатів дослідів проводили, використовуючи метод математичної статистики [6].

Для якісної оцінки тісноти зв'язку використовували коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний.

**Результати досліджень та їх обговорення.** У результаті проведених досліджень встановлено, що на формування симбіотичного апарату нуту суттєво впливає удобрення в поєднанні з інокуляцією насіння. Результати досліджень свідчать, що інокуляція насіння біопрепаратом селекційних штамів бульбочкових бактерій значно підвищує бобово-ризобіальний симбіоз рослин нуту. З підвищенням норм мінерального азоту проявляється негативний вплив на формування симбіотичного апарату рослин нуту. Так, у варіантах досліді, де інокуляція насіння не проводилася, у симбіоз вступали лише спонтанні малоактивні раси бульбочкових бактерій. Кількість бульбочок на кореневій системі однієї рослини в усіх варіантах без інокуляції в середньому за три роки змінювалася від 3 до 4 шт., а їх маса варіювала в межах від 0,06 до 0,09 г/рослину (табл. 1). За трирічними даними симбіотичних показників і врожайністю нуту встановлена дуже висока кореляційна залежність ( $R^2 = 0,95$ ), тоді як з показником сухої фітомаси рослини вона була істотна ( $R^2 = 0,66$ ).

Таблиця 1– Вплив мінеральних добрив та інокуляції насіння Ризобіотом на формування симбіотичного апарату, накопичення сухої речовини рослинами, у фазу цвітіння та врожайність нуту, 2011–2013 рр.

Варіант досліді	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г/рослину	Суша фітомаса рослини, г	Урожайність, т/га
Без добрив (контроль)	<u>3</u>	<u>0,07</u>	<u>18,1</u>	<u>2,15</u>
	6	0,18	19,1	2,43
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	<u>3</u>	<u>0,06</u>	<u>19,4</u>	<u>2,61</u>
	8	0,20	20,6	3,00
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	<u>3</u>	<u>0,07</u>	<u>19,4</u>	<u>2,81</u>
	9	0,21	20,6	3,23
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	<u>4</u>	<u>0,09</u>	<u>19,6</u>	<u>2,42</u>
	9	0,22	21,4	2,75
Фон + N <sub>30</sub>	<u>3</u>	<u>0,07</u>	<u>20,2</u>	<u>2,75</u>
	10	0,25	23,0	3,15
Фон + N <sub>30</sub> S <sub>35</sub>	<u>4</u>	<u>0,09</u>	<u>20,5</u>	<u>2,88</u>
	11	0,25	23,7	3,36
Фон + N <sub>60</sub>	<u>4</u>	<u>0,09</u>	<u>20,6</u>	<u>2,96</u>
	11	0,24	23,6	3,40
Фон + N <sub>90</sub>	<u>3</u>	<u>0,08</u>	<u>20,3</u>	<u>3,08</u>
	10	0,24	24,4	3,40
Фон + Mo + N <sub>30</sub>	<u>4</u>	<u>0,08</u>	<u>20,7</u>	<u>2,93</u>
	13	0,30	24,1	3,39
CaCO <sub>3</sub> +фон+N <sub>30</sub>	<u>4</u>	<u>0,08</u>	<u>21,7</u>	<u>3,08</u>
	15	0,32	26,0	3,56
CaCO <sub>3</sub> +фон+Mo+N <sub>30</sub>	<u>4</u>	<u>0,08</u>	<u>21,5</u>	<u>3,10</u>
	16	0,33	27,0	3,60
CaCO <sub>3</sub> +фон+Mo+N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	<u>3</u>	<u>0,07</u>	<u>21,9</u>	<u>3,23</u>
	17	0,35	27,6	3,67
НІР <sub>05</sub>	2011 р.	2	0,02	1,6
	2012 р.	3	0,04	1,5
	2013 р.	2	0,02	1,8

Примітка. Над рискою – без інокуляції, під рискою – з інокуляцією.

Дослідженнями встановлено позитивний вплив інокуляції на формування азотфіксувального апарату в усіх варіантах удобрення. Проведення вапнування ґрунту із застосування молібдату амонію в поєднанні з внесенням фосфорних і калійних добрив значно підвищувало кількість бульбочок на коренях рослин – від 8 до 17 шт. (у варіанті CaCO<sub>3</sub>+фон+Mo+N<sub>30</sub>+N<sub>30</sub>), що значно більше, ніж у контрольному варіанті.

Підвищення норм мінерального азоту мало негативний вплив на формування симбіотичного апарату. Так, найменша маса бульбочок була у варіанті (N<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) без інокуляції – 0,06 г/рослину. У варіантах досліді де інокуляція не проводилася у симбіоз вступали спонтанні малоактивні раси бактерій. Тут маса бульбочок на кореневій системі однієї рослини в середньому за три роки була в межах від 0,06 до 0,09 г/рослину.

Істотний вплив на формування симбіотичного апарату має проведення інокуляції насіння нуту. Так, збільшення маси бульбочок на коренях було за сприятливих умов на фосфорно-калійному фоні з внесенням молібденових добрив і вапнуючого матеріалу, про що свідчить їхня

маса – 0,33 г/рослину. Між масою бульбочок на рослині і показником урожайності зерна нуту встановлена помірна кореляційна залежність ( $R^2 = 0,34$ ).

Нашими дослідженнями також встановлено, що накопичення сухої фітомаси рослинами нуту було найінтенсивнішим у варіанті досліду на фоні внесення дефекату, фосфорних і калійних добрив та стартової дози азотних добрив ( $\text{CaCO}_3 + \text{фон} + \text{Mo} + \text{N}_{30} + \text{N}_{30}$ ). Це сприяло збільшенню сухої фітомаси однієї рослини на 8,5 г маси проти контрольного варіанта (19,1 г). Дещо менший даний показник був у варіантах досліду на фоні мінерального удобрення ( $\text{N}_{60}\text{K}_{60}$ ,  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ ) і становив 20,6 г. Між сухою фітомасою однієї рослини і врожайністю встановлено істотну кореляційну залежність ( $R^2 = 0,66$ ).

Спрямованість процесів біосинтезу та їх інтенсивність і перерозподіл органічних сполук між органами рослин визначили величину врожаю нуту. Найвищий показник був відмічений у варіанті досліду з проведенням інокуляції на фоні з внесенням дефекату, фосфорних і калійних добрив та стартової дози азотних добрив (30 кг/га д.р.) – 3,60 т/га, що відповідно на 1,17 т/га більше контролю. Без інокуляції насіння на цьому фоні мінерального живлення врожайність нуту знижувалася відповідно на 0,50 т/га.

**Висновки.** 1. Оптимальні умови формування азотфіксувального симбіотичного апарату нуту створюються за поєднання внесення дефекату і мінеральних добрив та проведення інокуляції насіння нуту (варіанти: Фон + Мо +  $\text{N}_{30}$ ;  $\text{CaCO}_3$  + фон +  $\text{N}_{30}$ ).

2. Інокуляція насіння Ризобіофітом на фоні внесення мінеральних добрив та вапнування ґрунту (варіант  $\text{CaCO}_3$  + фон + Мо +  $\text{N}_{30}$  +  $\text{N}_{30}$ ) сприяє підвищенню інтенсивності наростання біомаси рослин, що визначає величину господарсько цінної частини урожаю. Даний варіант мінерального живлення є найефективнішим при посіві без проведення інокуляції на врожайність нуту.

3. Підвищення норми внесення азотних добрив під нут до 90 кг/га д.р. є неефективним. Заміна аміачної селітри у стартовому удобренні ( $\text{N}_{30}$ ) сульфатом амонію за умови проведення інокуляції підвищує врожайність нуту на 0,16 т/га.

4. В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому проведення інокуляції насіння нуту препаратами азотфіксувальних бактерій повинно бути обов'язковим агротехнологічним заходом. Особливо це стосується полів, де нут до цього не вирощували. Ефективність інокуляції підвищується на фоні вапнування (або застосування молібдену) і внесення стартової дози азотних добрив (30 кг/га д.р.).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах / А.П. Кожемяков // Микробиологический журнал. – 1997. – Т. 59. – № 4. – С. 22–28.
2. Єремко Л. С. Удосконалення агротехнічних заходів вирощування нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України / Л. С. Єремко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 4. – С. 97–100.
3. Адамень Ф. Ф. Азотфіксація та основні напрями поліпшення азотного балансу ґрунтів / Ф. Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 2. – С. 9–17.
4. Туріна О. Л. Ефективність нітрагінізації нуту в умовах степового Криму / О. Л. Туріна, Є. М. Турін // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 6. – С. 26–28.
5. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська [та ін.]. – К.: Аграрна наука, 2006. – 312 с.
6. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / За ред. В.О. Єщенко. – К.: Дія, 2005. – 288 с.

#### **Формирование симбиотического аппарата и урожай нута в зависимости от минерального питания и инокуляции семян**

**Г.М. Господаренко, С.В. Прокопчук**

Приведены результаты исследований влияния предпосевной инокуляции семян, а также различных доз минеральных удобрений на показатели симбиотического аппарата и урожайность семян нута на черноземе оподзоленном Правобережной Лесостепи Украины. В опыте выращивали сорт нута Розанна. Установлено, что предпосевная обработка семян нутовым Ризобіофітом, внесения удобрений и дефеката в норме  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  было оптимальным для получения семян нута, с высокими показателями симбиотического аппарата. Высокий уровень урожая обеспечивает проведение известкования, внесения  $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  под вспашку и стартовой дозы азотных удобрений (30 кг/га д.в.) под предпосевную культивацию и проведения инокуляции семян. На урожайность нута также оказали существенное влияние погодные условия в период вегетации и агротехнологические мероприятия, что изучались в опыте.

**Ключевые слова:** нут, минеральные удобрения, инокуляция семян, азотфиксация, бобово-ризобияльный симбиоз, урожайность.

*Надійшла 10.10.2013.*