

**ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО АЗОТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
СИМБІОЗУ НУТУ (*CICER ARIETINUM*) З
*MESORHIZOBIUM CICERI***

Дідович С.В., Портянко С.І., Дідович О.М., Толкачов М.З.

Південний філіал Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН
вул. К.Маркса 107, Сімферопольський р-н, смт. Гвардійське, АР Крим,
97513, Україна

Досліджено динаміку утворення бульбочок, наростання їх біомаси та зміни нітрогеназної активності у сортів нуту Розана та Олександрит, а також вплив на ці показники нітрагінізації і мінерального азоту в дозах N_{30} і N_{60} . Показано, що азотні добрива пригнічують симбіотичну азотфіксацію і за умови формування високоефективного бобово-ризобіального симбіозу не підвищують зернової продуктивності рослин нуту.

Ключові слова: нут, сорт, азотні добрива, симбіотична азотфіксація, динаміка, продуктивність.

На богарних землях півдня і південного сходу України серед вирощуваних зернобобових рослин завдяки унікальним біологічним особливостям має великі перспективи одна з давніх і відомих культур світового землеробства – нут (*Cicer arietinum*). Висока холодостійкість нуту поєднується з жаро- і посухостійкістю. Цінність нуту як продукту харчування визначається, насамперед, високими смаковими і дієтичними властивостями, котрими він поступається тільки сочевиці. Зерно нуту містить 28-32% білка, амінокислотний склад якого близький до ідеального білка ФАО, 7% олії, багатий комплекс вітамінів та інші цінні речовини [3, 4, 10].

Рослини нуту здатні вступати в симбіоз з бактеріями *Mesorhizobium ciceri* і шляхом біологічної азотфіксації засвоювати з атмосфери за вегетаційний період до 80-150 кг/га азоту, забезпечуючи без застосування мінеральних азотних добрив урожай зерна 20-25 ц/га. До 30% фіксованого з повітря азоту залишається в живих і кореневих рештках нуту і використовується черговими культурами сівозміни [8].

Сучасні сорти нуту – високотехнологічні, рослини не вилягають, боби стійкі до розтріскування, зерно довго не обсіпається і зберігає стійкість до ураження гороховим та квасолевым зерноїдом

протягом двох років. В Україні розроблені селекційно-генетичні програми зі створення сортів нуту з поліпшеними господарсько-корисними властивостями [1], а також сучасних технологій їх вирощування [4].

В ґрунтах України немає аборигенних бульбочкових бактерій нуту і лише в окремих місцях, де колись вирощували цю культуру, зустрічаються локальні інтродуковані раніше популяції *Mesorhizobium ciceri*. Тому для формування азотфіксувальної бобово-ризобіальної системи і забезпечення живлення рослин молекулярним азотом повітря необхідна нітрагінізація – передпосівна обробка насіння біопрепаратами, створеними на основі відселекціонованих штамів бульбочкових бактерій нуту [7, 8]. На ефективність цього агрозаходу впливає багато чинників: сорт нуту, штам бульбочкових бактерій, погодні умови, агротехніка вирощування, наявність мінеральних добрив, стимуляторів росту, протруювачів, гербіцидів тощо. Основними негативними факторами для симбіотичної азотфіксації, окрім несприятливих погодних умов, можуть бути мінеральні азотні добрива та пестициди [6].

Метою наших досліджень було вивчення впливу мінерального азоту на ефективність симбіотичної азотфіксації і продуктивність рослин нуту.

Матеріали і методи. Польові досліді проводили на дослідних ділянках Південного філіалу Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН з сучасними сортами нуту селекції Селекційно-генетичного інституту: Олександрит (тип *desi*) та Розана (тип *cabuli*). Ґрунт – лучно-чорноземний, вміст гумусу в орному шарі становив 1,85%, рН водне – 8,45, вміст рухомих сполук фосфору – 53,8 мг/кг, калію – 360 мг/кг. Попередниками нуту були розсадні помідори та повторний посів редьки олійної на сидерат. Агротехніка в основному відповідала зональній технології вирощування нуту [4]. Фосфорні добрива вносили під оранку у вигляді гранульованого суперфосфату в дозі P_{60} . Азотні добрива вносили під передпосівну культивування у формі аміачної селітри в дозах N_{30} та N_{60} . Протруйники і гербіциди не застосовували, бур'яни знищували шляхом періодичного прополювання. Облікова площа ділянок складала 4,2 м², повторність – 4. Напередодні посіву в шарі ґрунту 0-15 см відбирали його зразки для визначення агрохімічних показників, а також кількості раніше інтродукованих бульбочкових бактерій нуту [5]. За дві години до посіву насіння обробляли

ризобієм – препаратом бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri*, виготовленим на основі штаму Н-12 із розрахунку 10^6 бактерій на насінину.

Для дослідження динаміки бульбочкоутворення у фазі розгалуження нуту, початку цвітіння, цвітіння та наливу бобів аналізували по 10 рослин з кожного повторення, визначаючи кількість, біомасу і нітрогеназну активність бульбочок. Останню визначали ацетиленовим методом, модифікованим для польових досліджень [11].

Накопичення азоту рослинами за рахунок симбіотичної азотфіксації розраховували шляхом порівняння з небобовими культурами – ярим ячменем сорту Вакула та вівсом сорту Детскосельский [9]. Вміст загального азоту в усереднених зразках зерна нуту та ячменю визначали методом К'ельдаля і перераховували на “сирий” протеїн, використовуючи коефіцієнт 6,25.

Урожай збирали вручну снопами, які підсушували і обмолочували на сноповій молотарці, перераховуючи масу зерна на 100% чистоту та 14% вологість. Статистичну обробку отриманих даних проводили методом дисперсійного аналізу [2].

Результати та їх обговорення. Грунтова популяція ризобій нуту в 2005 р. була досить чисельною і становила $1,6 \times 10^3$ бульбочкоутворюючих одиниць на грам ґрунту.

Повні сходи отримали через 15 діб після посіву. Перші бульбочки утворилися майже одночасно в усіх варіантах досліду на обох сортах нуту через 10-15 діб після сходів. На початку цвітіння рослин кількість сформованих бульбочок була найбільшою і характерною для сорту. Впродовж вегетації її зміни, як правило, не перевищували цих показників.

Бобово-ризобіальна система обох сортів була чутливою до дії мінерального азоту, який у дозах N_{30} , N_{60} знижував показники симбіотичної азотфіксації. Кількість бульбочок на фоні ґрунтової популяції ризобій зменшилась на 8,3-75%, а при нітрагінізації – на 8,3-44%, маса бульбочок зменшилась на 12,5-90,5% та 32-85%, відповідно. Найчутливішим до дії мінерального азоту показником була нітрогеназна активність, яка знизилась порівняно з контролем у 1,5-38,3 та 1,6-18,0 разів (табл. 1).

У погодних умовах 2005 р. урожай зерна нуту (17,4-24,2 ц/га) та особливо збір “сирого” протеїну (403-592 кг/га) значно перевищили відповідні показники злакових культур (табл. 2).

Нітрагінізація сприяла збільшенню урожаю зерна нуту сорту Розана на 4,2%, але фактично не впливала на сорт Олександрит, рослини якого формували більш ефективний симбіоз з ґрунтовою популяцією ризобій. Застосування азотних добрив підвищило урожайність зерна вівса на 10,7%, ярого ячменю – на 22,4%.

У біомасі нуту як високобілкової бобової культури більш як удвічі порівняно з ячменем та вівсом накопичується загального азоту, але вплив мінеральних добрив на цей процес був неоднозначним. У злакових рослин з підвищенням дози добрив спостерігали закономірне підвищення вмісту загального азоту в біомасі. Мінеральний азот, застосований у дозі N_{60} зменшував кількість накопиченого загального азоту в біомасі рослин обох сортів нуту на фоні нітрагінізації на 10,9-27,7%, на фоні ґрунтової популяції ризобій для сорту Олександрит – на 20% (табл. 3). У сорту Розана доза N_{60} без нітрагінізації, навпаки, сприяла підвищенню вносу цього елемента з врожаєм на 11%.

Під впливом азоту в дозі N_{30} підвищувався загальний вміст накопичуваного азоту в рослинах нуту сорту Розана без нітрагінізації на 28,6%, в інокульованих штамом Н-12 він зменшився на 24,6%. Щодо сорту Олександрит спостерігали протилежну картину. Це пояснюється ефективнішим симбіозом нуту сорту Розана зі штамом-інокулянтом, а сорту Олександрит – з ґрунтовою популяцією ризобій, коли зниження ефективності симбіотичної азотфіксації не компенсується дією внесеної дози азотних добрив.

Що стосується активності симбіотичної азотфіксації, то вона була найвищою за відсутності азотних добрив при симбіозі рослин як зі штамом Н-12, так і з ґрунтовою популяцією ризобій. Нітрагінізація сприяла кращому використанню рослинами обох сортів нуту симбіотрофного азоту без застосування мінеральних азотних добрив.

Як свідчать усереднені дані трьохрічних дослідів, симбіотична азотфіксація була ефективнішою при застосуванні ризобіофіту і забезпечила максимальний внос азоту з урожаєм – 223,4-228,7 кг/га, що на 17-30% більше за відповідний показник у контролі без нітрагінізації. Рослини краще використовували біологічний азот на фоні без удобрення азотом – 140,0-148,3 кг/га, що становило 63-65% загальної кількості цього елемента, накопиченого рослинами (табл. 4). Середній урожай зерна нуту за три роки в цих варіантах становив 18,1-20,9 ц/га (табл. 5). При застосуванні азотних добрив

Таблиця 1. Вплив мінерального азоту на симбіоз нуту з *Mesorhizobium ciceri* штам Н-12 (польовий дослід на лучно-чорноземному ґрунті, 2005 р.)

Варіант досліду	Кількість бульбочок, одиниць/рослину			Маса бульбочок, мг/рослину			Нітрогеназна активність, нМоль етилену/ рослину за годину		
	термін вегетації рослин, діб			термін вегетації рослин, діб			термін вегетації рослин, діб		
	51	63	79	51	63	79	51	63	79
Сорт Розана									
без добрив	16	14	12	306	217	231	4543	2571	1494
N ₃₀	10	14	11	70	137	202	658	3318	1912
N ₆₀	10	11	7	93	78	65	595	1729	39
ризобіфіт (Р)	18	16	12	217	245	270	4255	2723	1254
P+N ₃₀	11	13	11	80	122	164	330	1697	123
P+N ₆₀	16	12	9	69	79	109	1000	456	187
Сорт Олександрит									
без добрив	24	24	16	408	434	367	5876	3318	1811
N ₃₀	20	15	14	139	167	148	1064	1317	253
N ₆₀	15	6	11	93	41	61	1456	583	86
ризобіфіт (Р)	25	27	19	537	542	328	7800	4458	1152
P+N ₃₀	21	21	18	170	300	222	1975	2919	583
P+N ₆₀	22	15	13	232	83	88	2469	253	100
НІР ₀₅	4	5	3	100	91	87	1200	1480	400

□ – початок цвітіння, цвітіння рослин

■ – формування бобів, налив бобів

Таблиця 2. Вплив нітрагінізації та мінерального азоту на продуктивність нуту і ярих зернових культур, 2005 р.

Варіант досліджу	Урожай зерна, ц/га			Збір “сирого” протеїну, кг/га		
	без добрив	N ₃₀	N ₆₀	без добрив	N ₃₀	N ₆₀
Нут сорту Розана без нітрагінізації	22,8	17,5	20,7	516	403	508
ризобофіт	23,8	21,6	19,9	592	496	504
Нут сорту Олександрит без нітрагінізації	24,2	18,2	17,4	575	448	417
ризобофіт	21,7	22,3	22,0	548	516	546
Овес сорту Детскосельский	13,4	13,6	15,0	216	202	242
Ярий ячмінь сорту Вакула	9,0	11,5	11,6	163	210	218
НІР ₀₅	2,5			–		

Таблиця 3. Вплив інокуляції та мінеральних добрив на ефективність симбіотичної азотфіксації нуту, 2005 р.

Варіант досліджу	Вміст загального азоту в рослинах, кг/га				Вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту, кг/га			
	ярий ячмінь	овес	нут сорту Розана	нут сорту Олександрит	сорт Розана		сорт Олександрит	
					*	**	*	**
Без добрив	51,0	61,3	92,6	116,4	41,6	31,3	65,4	55,1
N ₃₀	72,2	63,2	119,1	104,9	46,9	55,9	37,2	41,7
N ₆₀	74,1	86,90	103,0	93,4	28,9	16,1	19,3	6,5
Ризобіфіт (Р)	–	–	135,7	120,1	84,7	74,4	69,1	58,8
P+N ₃₀	–	–	102,2	126,3	30,0	39,0	54,1	63,1
P+N ₆₀	–	–	98,5	107,0	24,4	11,6	32,9	20,1
НІР ₀₅	14,6							

* – вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту у порівнянні з його вмістом у рослинах ярого ячменю

** – вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту у порівнянні з його вмістом у рослинах вівсу.

Таблиця 4. Вплив інокуляції та мінеральних добрив на продуктивність симбіотичної азотфіксації нуту (середнє за 2003-2005 роки)

Варіант досліджу	Вміст загального азоту в рослинах, кг/га				Вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту, кг/га			
	ярий ячмінь	овес	нут сорту Розана	нут сорту Олександрит	сорт Розана		сорт Олександрит	
					*	**	*	**
Без добрив	80,4	83,4	176,1	190,3	95,7	92,7	109,9	106,9
N ₃₀	120,9	108,8	193,6	178,1	72,7	84,8	57,2	69,3
N ₆₀	129,7	130,6	165,6	165,5	35,9	35,0	35,9	34,9
Ризобіфіт (Р)	–	–	228,7	223,4	148,3	145,3	143,0	140,0
Р+N ₃₀	–	–	197,8	200,1	76,9	89,0	79,2	91,3
Р+N ₆₀	–	–	197,8	180,7	76,9	89,0	59,8	50,1

* – вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту у порівнянні з його вмістом у рослинах ярого ячменю

** – вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту у порівнянні з його вмістом у рослинах вівсу.

Таблиця 5. Вплив нітрагінізації та мінерального азоту на продуктивність нуту і ярих зернових культур (в середньому за 2003-2005 рр.)

Варіант дослідю	Урожай зерна, ц/га			Збір “сирого” протеїну, кг/га		
	без добрив	N ₃₀	N ₆₀	без добрив	N ₃₀	N ₆₀
Нут сорту Розана без нітрагінізації	18,1	15,4	16,0	428	380	408
ризобофіт	19,7	18,9	18,1	480	455	433
Нут сорту Олександрит без нітрагінізації	20,9	16,9	16,5	504	424	416
ризобофіт	19,2	17,8	18,5	487	433	463
Овес сорту Детскосельский	15,1	19,6	20,3	247	318	341
Ярий ячмінь сорту Вакула	14,4	19,0	20,3	207	262	290

він зменшувався залежно від дози на 1,6-4,4 ц/га або на 5-20%. Азот добрив також негативно впливав на збір “сирого” протеїну.

Отже, азотні добрива сприяли збільшенню врожаю зерна вівса та ярого ячменю в середньому на 4,5-5,9 ц/га, збору “сирого” протеїну на 36-38%, але їх дія була неефективною щодо обох сортів нуту через негативний вплив мінерального азоту на бобово-ризобіальний симбіоз.

1. Бушулян О.В. Селекційна цінність сортозразків нуту різного походження в умовах степової зони України: Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / УААН. Селекц.-генет. ін-т, Нац. центр насіннезнавства та сортовивчення.– Одеса, 2001. – 16 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.– М.: Агропромиздат, 1985.– 351 с.

3. Клыша А.И. Основы селекции зернобобовых культур для степи Украины: . Автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Днепропетровск, 1993. – 40 с.

4. Сичкарь В.И., Бушулян О.В., Толкачѳв Н.З. Нут. Биологические особенности, технология выращивания и новые сорта. – Одесса, 2004. – 20 с.

5. Толкачѳв Н.З. Модифицированный метод определения количества клубеньковых бактерий сои в почве // Труды ВНИИСХМ. – Л., 1990. – Т. 60. – С. 37 – 43.

6. Толкачѳв Н.З., Дидович С.В. Влияние инокуляции семян биопрепаратами микробов – антагонистов фитопатогенов на симбиоз растений с *Rhizobium ciceri* // Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського держ. агроун-ту. Спецвипуск. – Умань, 2003. – С. 287-291.

7. Толкачѳв Н.З., Дидович С.В., Шабанов Э.А. Эффективность нитрагинизации нута в Крыму // Зб. наук. праць Луганського нац. аграр. ун-ту. – Луганськ, 2003. – № 30 (42). – С. 62-66.

8. Толкачѳв Н.З., Шерстобоева Е.В., Мельничук Т.Н. и др. Биологическая технология выращивания нута / Инф. листок Крымского РЦНТЭИ. – Симферополь, 2002. – № 2. – 4 с.

9. Трѳпачѳв Е.П. О методах исследования размеров азотфиксации бобовыми в полевых условиях // Биологическая фиксация молекулярного азота. Матер. VI Всесоюзн. Бахов. коллоквиума. – Киев, 1983. – С. 76-78

10. Химия и биохимия бобовых растений / Под ред.

Г. Фримеля; Пер. с англ. К.С. Спектрова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 260 с.

11. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.G. The acetylene-ethylene assay for N₂ fixation laboratory and field evaluation // Plant Physiol. – 1968. – Т. 42, № 8. – P. 1185-1207.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИМБИОЗА НУТА (*CICER ARIETINUM*) С *MESORHIZOBIUM CICERI*

Дидович С.В., Портянко С.И., Дидович А.Н., Толкачѳв Н.З.

Южный филиал Института сельскохозяйственной микробиологии УААН, пгт. Гвардейское

Исследована динамика образования клубеньков, прироста их биомассы и изменения нитрогеназной активности у сортов нута Розанна и Александрит, а также влияние на эти показатели минерального азота в дозах N_{30} и N_{60} . Показано, что азотные удобрения угнетают симбиотическую азотфиксацию и в условиях высокоэффективного бобово-ризобиального симбиоза не повышают зерновую продуктивность растений нута.

Ключевые слова: нут, сорт, азотные удобрения, симбиотическая азотфиксация, динамика, продуктивность.

INFLUENCE OF MINERAL NITROGEN TO EFFICIENCY OF SYMBIOSIS CHICKPEA (*CICER ARIETINUM*) WITH *MESORHIZOBIUM CICERI*

Didovich S.V., Portyanko S.I., Didovich A.N. , Tolkachov N.Z.

The South Branch of Institute of Agricultural Microbiology UAAS, Gvardeyskoye

The dynamic of chickpea cultivars Rosana and Aleksandrit nodule formation, increasing of its biomass, changing of nitrogenase activity and influence on these indicators of mineral nitrogen in doses N_{30} and N_{60} has been studied. It was shown that nitrogen fertilizer depress of chickpea symbiotic nitrogen fixation and do not increas chickpea corn yield by nitrogen fertilizer under effective legume-rhizobium symbiosis conditions.

Key words: chickpea, cultivar, nitrogen fertilizer, symbiotic nitrogen fixation, dynamic, productivity.