

УДК 633.31/37 : 631.461.5

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

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

Вплив мінерального азоту на ефективність симбіозу нуту (*Cicer arietinum*) з *Mesorhizobium ciceri*. — С. В. Дідович, С. І. Портянко, О. М. Дідович. — У сортів нуту Розана та Олександрит досліджено динаміку утворення бульбочок, наростання їх біомаси та зміни нітрогеназної активності, а також вплив на ці показники мінерального азоту в дозах N_{30} і N_{60} . Показано, що азотні добрива пригнічують симбіотичну азотфіксацію і не підвищують зернової продуктивності рослин нуту за умов вискоєфективного бобово-ризобіального симбіозу.

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

Адреса: Південний філіал Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН, вул. К.Маркса 107, Симферопольський р-н, смт. Гвардійське, АР Крим, Україна, e-mail icxt@mail.ru

Influence of mineral nitrogen on efficiency of symbiosis chickpea (*cicer arietinum*) with *Mesorhizobium ciceri*. — S. V. Didovich, S. I. Portyanko, A. N. Didovich. — The dynamic of chickpea cultivars Rosana and Aleksandrit nodule formation, increasing of its biomass and changing of nitrogenase activity and influence on its mineral nitrogen in doses N_{30} and N_{60} has been studied. It was shown the depression of chickpea symbiotic nitrogen fixation and not increasing on chickpea corn yield by nitrogen fertilizer under effective legume-rhizobium symbiosis condition.

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

Вступ

У сухоподільному землеробстві півдня і південного сходу України серед 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, боби довго не обсіпаються і не пошкоджуються брухусом. Цінність нуту як продукту харчування визначається, насамперед, високими смаковими і дієтичними властивостями, котрими він поступається тільки сочевиці. У зерні нуту міститься багатий комплекс вітамінів, 28–32% білку, амінокислотний склад якого близький до ідеального білку ФАО, 7% олії та інші цінні сполуки [3, 4, 10].

Рослини нуту здатні вступати в симбіоз з бактеріями *Mesorhizobium ciceri* і шляхом біологічної азотфіксації засвоювати з атмосфери за вегетацію до 80–150 кг/га азоту, забезпечуючи без застосування мінеральних добрив урожай зерна 20–25 ц/га. До 30% фіксованого з повітря азоту залишається в поживних і кореневих залишках і використовується наступними культурами [8].

Сучасні сорти нуту – високотехнологічні, рослини не вилягають, боби стійкі до розтріскування, зерно довго не осіпається і зберігає стійкість до ураження гороховим та квасолевим зерноїдом на протязі двох років. В Україні існують селекційно-генетичні програми по створенню сортів нуту з поліпшеними господарсько-корисними властивос-

тями для впровадження у сучасне землеробство [1].

В ґрунтах України немає аборигенних бульбочкових бактерій нуту і лише в окремих місцях, де раніше вирощували цю культуру, зустрічаються локальні інтродуковані популяції *Mesorhizobium ciceri*. Тому, для формування азотфіксуючої бобово-ризобіальної системи і забезпечення живлення рослин молекулярним азотом повітря необхідна нітрагінізація – передпосівна обробка насіння біопрепаратами селекційних штамів бульбочкових бактерій нуту [7, 8]. На ефективність цього агрозаходу впливає багато чинників: сорт нуту, штам ризобій, агротехніка вирощування, використання стимуляторів росту, протруювачів, гербіцидів, тощо, а головними негативними, окрім несприятливих погодних умов, є 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

В польових дослідах на базі Південного філіалу ІСГМ УААН використовували насіння сучасних сортів нуту селекції Селекційно-генетичного інституту: Олександрит (тип *desi*) та Розана (тип *cabuli*).

Агротехніка в дослідях, в основному, відповідала зональній технології вирощування нуту [4].

Ґрунт – лучно–чорноземний, вміст рухомих сполук фосфору – 53,8 мг/кг, калію – 360 мг/кг, вміст гумусу в орному шарі становив 1,85%, водна рН – 8,45. Попередник нуту – розсадні помідори та повторний посів редьки олійної на сидерат. Фосфорні добрива вносили у вигляді гранульованого суперфосфату в дозі, еквівалентній P_{60} . Для вивчення впливу мінерального азоту на симбіоз нуту з бульбочковими бактеріями застосовували азотні добрива у формі аміачної селітри у дозах, дорівнюючих N_{30} та N_{60} , які вносили під передпосівну культивуацію. Протруйники і гербіциди не застосовували, бур'яни знищували періодичним прополюванням. Облікова площа ділянок складала 4,2 м², повторність – 4. Напередодні посіву відбирали середні зразки ґрунту для визначення агрохімічних показників, а також фонового титру раніш інтродукованих бульбочкових бактерій нуту в шарі 0–15 см [5].

Для дослідження динаміки бульбочкоутворення рослини відбирали у фазі розгалуження нуту, початку цвітіння, цвітіння та наливу бобів, визначали кількість, біомасу і нітрогеназну активність бульбочок, аналізуючи по 10 рослин з кожного повторення. Нітрогеназну активність бульбочок вимірювали ацетиленовим методом [11].

Накопичення азоту рослинами за рахунок симбіотичної азотфіксації визначали методом порівняння з небобовими культурами – ярим ячменем сорту Вакула та вівсом сорту Детскосельській [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 на 100% чистоту та 14% вологість. Статистичну обробку отриманих даних проводили методом дисперсійного аналізу [2].

Результати досліджень

В умовах польового дослідження на ділянці ПФ ІСГМ УААН проведені дослідження впливу мінерального азоту у дозах N_{30} , N_{60} на формування та функціонування бобово–ризобіальної системи нуту на фоні інтродукованої ґрунтової популяції ризобій з титром $1,6 \times 10^3$ бульбочкоутворюючих одиниць на грам ґрунту (БУО/г) та при обробці насіння ризобіофітом, препаратом бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri* (штам Н–12) із розрахунку 10^6 бактерій на насінину.

Повні сходи отримані через 15 діб після посіву. Перші бульбочки утворилися одночасно в усіх варіантах на обох сортах через 10–15 діб після сходів нуту. На початок цвітіння рослин кількість сформованих бульбочок була найбільшою і характерною для сорту в умовах конкретного дослідження. Впродовж вегетації її зміни, як правило, не перевищували цього показника.

Бобово–ризобіальна система обох сортів була дуже чутлива до дії мінерального азоту, який у дозах N_{30} , N_{60} знижував всі показники симбіотичної азотфіксації. Кількість бульбочок на фоні ґрунтової популяції ризобій зменшувалась на 8,3–75% та при нітрагінізації насіння нуту на 8,3–44%, біомаса бульбочок на 12,5–90,5% та 32–85%, нітрогеназна активність у 1,5–38,3 та 1,6–18,0 разів відповідно (табл.1).

В погодних умовах 2005 року урожай зерна нуту (17,4–24,2 ц/га) та особливо збір „сирого” протеїну (403–592 кг/га) значно перевищили урожай зерна і збір “сирого” протеїну злакових культур (табл. 2). Нітрагінізація збільшила урожай зерна нуту сорту Розана на 4,2%, але була неефективною на сорті Олександрит, який формував більш ефективний симбіоз з інтродукованою ґрунтовою популяцією ризобій. При застосуванні азотних добрив урожай зерна вівса збільшився на 10,7%, а ярого ячменю на 22,4%.

Високобілкова бобова культура нуту накопичувала в біомасі більш ніж вдвічі загального азоту порівняно з ячменем та вівсом, але дія мінеральних добрив на цей процес була неоднозначною. У злакових рослин спостерігали закономірне підвищення вмісту загального азоту в біомасі з підвищенням дози добрив. Застосування мінерального азоту в дозі N_{60} знижувало накопичення загального азоту в біомасі рослин нуту на фоні нітрагінізації для обох сортів на 10,9–27,7% та на фоні ґрунтової популяції для сорту Олександрит на 20%, а у сорту Розана, навпаки, підвищувало (11%) винос цього елемента з врожаєм (табл. 3).

Під впливом дози N_{30} загальне накопичення азоту у неінокульованих рослин сорту Розана збільшилось на 28,6%, у інокульованих штамом Н–12, навпаки, зменшилось на 24,6%. На сорті Олександрит спостерігали протилежну картину. Це пояснюється більш ефективним симбіозом нуту сорту Розана з штамом–інокулянтом, а сорту Олександрит з ґрунтовою популяцією ризобій в неудобрених варіантах.

Що стосується симбіотичної азотфіксації, то вона була ефективною при симбіозі рослин як зі штамом Н–12 так і з ґрунтовою популяцією ризобій на неудобреному фоні. У обох сортів нуту нітрагінізація сприяла кращому використанню рослинами симбіотрофного азоту без застосування мінеральних азотних добрив.

Встановлено, що в середньому за три роки симбіотична азотфіксація рослин нуту була більш ефективною при застосуванні ризобіофіту і забезпечила максимальний винос азоту з урожаєм 223,4–228,7 кг/га, що на 17–30% більше, ніж у контролі без нітрагінізації. Сорти нуту краще використовували симбіотичний азот на неудобреному азотом фоні – 140,0–148,3 кг/га, що становило 63–65% від загального накопичення цього елемента рослинами (табл. 4). Середній урожай зерна нуту в цих варіантах становив 18,1–20,9 ц/га (табл. 5).

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

Варіант дослід	Кількість бульбочок нуту, одиниць/рослину			Маса бульбочок нуту, мг/рослину			Нітрогеназна активність бульбочок нуту, нМоль етилену/ рослину за годину		
	51	63	79	51	63	79	51	63	79
с. 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
Р+N ₃₀	11	13	11	80	122	164	330	1697	123
Р+N ₆₀	16	12	9	69	79	109	1000	456	187
с.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
Р+N ₃₀	21	21	18	170	300	222	1975	2919	583
Р+N ₆₀	22	15	13	232	83	88	2469	253	100
НІР ₀₅	4	5	3	100	91	87	1200	1480	400

Примітка: ■■■ – початок цвітіння цвітіння рослин – формування бобів, налив бобів

Таблиця 2. Вплив нітрагінізації та мінерального азоту на продуктивність нуту і ярих зернових культур (польовий дослід на лучно-чорноземному ґрунті, ПФ ІСГМ УААН, 2005 р.)

Варіант дослід	Урожай зерна, ц/га			Урожай “сирого” протеїну, кг/га		
	Без добрив	N ₃₀	N ₆₀	Без добрив	N ₃₀	N ₆₀
Нут с.Розана:						
Без нітрагінізації	22,8	17,5	20,7	516	403	508
Ризобіфіт	23,8	21,6	19,9	592	496	504
Нут с.Олександрит:						
Без нітрагінізації	24,2	18,2	17,4	575	448	417
Ризобіфіт	21,7	22,3	22,0	548	516	546
Овес с.Детскосельській	13,4	13,6	15,0	216	202	242
Ярий ячмінь с.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 (польовий дослід на лучно-чорноземному ґрунті ПФ ІСГМ УААН, 2005 р.)

Варіант дослід	Вміст загального азоту в рослинах кг/га				Вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту, кг/га			
	Ярий ячмінь	Овес	Нут с. Розана	Нут с. Олександрит	с. Розана		с.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
Р+N ₃₀	–	–	102,2	126,3	30,0	39,0	54,1	63,1
Р+N ₆₀	–	–	98,5	107,0	24,4	11,6	32,9	20,1
НІР ₀₅			14,6					

* – визначення вмісту симбіотрофного азоту в рослинах нуту проводили в порівнянні з ярим ячменем

** – визначення вмісту симбіотрофного азоту в рослинах нуту проводили в порівнянні з вівсом.

Таблиця 4. Вплив інокуляції та мінеральних добрив на ефективність симбіотичної азотфіксації нуту (польовий дослід на лучно-чорноземному ґрунті, ПФ ІСГМ УААН, середнє за 2003-2005 рр.)

Варіант досліджу	Вміст загального азоту в рослинах кг/га				Вміст симбіотрофного азоту в рослинах нуту, кг/га			
	Ярий ячмінь	Овес	Нут с. Розана	Нут с. Олександрит	с. Розана		с. 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
Ризобіот (Р)	–	–	228,7	223,4	148,3	145,3	143,0	140,0
P+N ₃₀	–	–	197,8	200,1	76,9	89,0	79,2	91,3
P+N ₆₀	–	–	197,8	180,7	76,9	89,0	59,8	50,1

* – визначення вмісту симбіотрофного азоту в рослинах нуту проводили в порівнянні з ярим ячменем

** – визначення вмісту симбіотрофного азоту в рослинах нуту проводили в порівнянні з вівсом.

Таблиця 5. Вплив нітрагінізації та мінерального азоту на продуктивність нуту і ярих зернових культур (польовий дослід на лучно-чорноземному ґрунті, ПФ ІСГМ УААН, середнє за 2003-2005 рр.)

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

При застосуванні азотних добрив він зменшувався залежно від дози на 1,6–4,4 ц/га або на 5–20%. Азот добрив також негативно впливав на симбіотичну азотфіксацію і збір “сирого” протеїну.

Отже, застосування азотних добрив закономірно збільшувало урожай зернових культур у середньому на 4,5–5,9 ц/га, „сирого” протеїну на 36–38% і було неефективним на обох сортах нуту внаслідок негативної дії на бобово-ризобіальний симбіоз.

Висновки

1. У відносно сприятливих для нуту погодних умовах 2005 року за рахунок симбіотичної азотфіксації без застосування мінеральних добрив отри-

mano максимальний урожай зерна сорту Розана – 23,8 ц/га та сорту Олександрит – 24,2 ц/га.

2. Використання ризобіоту в середньому за 3 роки забезпечило максимальний винос азоту з урожаєм 223–229 кг/га, при цьому за рахунок симбіотичної азотфіксації надходило 140–148 кг/га.

3. Показано негативний вплив мінерального азоту на динаміку формування та функціонування бульбочок двох сортів нуту в залежності від дози застосування.

4. Застосування азотних добрив закономірно збільшувало урожай зернових культур у середньому на 4,5–5,9 ц/га, „сирого” протеїну на 36–38%, але було неефективним на обох сортах нуту внаслідок пригнічуючої дії на формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу.

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 насіннєзнав. та сортівивчення.– О., 2001. – 16 с.– укр.
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., Толкачев Н. З. Нут. Биологические особенности, технология выращивания и новые сорта / Одесса, 2004.– 20 с.
5. Толкачев Н. З. Модифицированный метод определения количества клубеньковых бактерий сои в почве // Труды ВНИИСХМ. – Л., 1990. – т. 60.– С. 37 – 43.
6. Толкачев Н. З., Дидович С. В. Влияние инокуляции семян биопрепаратами микробов – антагонистов фитопатогенов на симбиоз растений с *Rhizobium ciceri* // Збірник наукових праць Уманського державного агроуніверситету „Біологічні науки і проблеми рослинництва”. – Спецвипуск. – Умань, 2003. – С. 287–291..
7. Толкачев Н. З., Дидович С. В., Шабанов Э. А. Эффективность нитрагинизации нута в Крыму // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ, 2003. – № 30 (42). – С. 62–66.
8. Толкачев Н. З., Шерстобоева Е. В., Мельничук Т. Н., Дидович С. В. и др. Биологическая технология выращивания нута / Инф. листок Крымского РЦНТЭИ. – Симферополь, 2002. – № 2. – 4 с.
9. Треначев Е. П. О методах исследования размеров азотфиксации бобовыми в полевых условиях. – В кн.: Биологическая фиксация молекулярного азота. Материалы УІ Всесоюз. Бахов. коллоквиума. – Киев, 1983. – С. 76–78
10. Химия и биохимия бобовых растений. – 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. – 42, № 8. – P. 1185–1207.

Отримано: 3 червня 2006 р.

Прийнято до друку: 19 червня 2006 р.