
ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

УДК: 631.526.3:633.31:631.5(477.72)

СИМБІОТИЧНА ФІКСАЦІЯ АТМОСФЕРНОГО АЗОТУ РІЗНИМИ СОРТАМИ ЛЮЦЕРНИ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ У ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

Р.А. Вожегова¹, О.Д. Тищенко¹, А.В. Тищенко¹, А.В. Шепель²

¹ Інститут зрошуваного землеробства НААН

² Херсонський державний аграрний університет

Наведено результати досліджень з вивчення впливу умов вирощування на накопичення кореневої маси та біологічного азоту сортами люцерни Унітро та Зоряна. Встановлено, що найбільша кількість кореневої маси та високий рівень симбіотичної азотфіксації були за краплинного зрошення. Застосування регулятора росту рослин Плантафол 30 сприяло збільшенню цих показників у обох сортів люцерни. Накопичення органічної речовини у вигляді корневих решток і процес азотфіксації найінтенсивніше відбувається за краплинного зрошення та застосування Плантафолу 30.

Ключові слова: люцерна, сорти, коренева маса, азотфіксація, краплинне зрошення, природна вологозабезпеченість, регулятор росту рослин.

Унаслідок інтенсивних методів ведення землеробства ґрунти поступово втрачають цінні агрономічні властивості – зменшується вміст гумусу, знижується поглинальна і водоутримна здатності, відбувається руйнування їх структури, збільшення щільності будови тощо. Відсутність або порушення науково обґрунтованих сівозмін, вирощування економічно прибуткових монокультур (соняшник, ріпак), а також внесення недостатньої кількості мінеральних і органічних добрив призводить до виснаження ґрунту й, фактично, до його деградації [1].

Розв'язання цієї проблеми можливе завдяки розміщенню в сівозмінах багаторічних бобових трав, зокрема люцерни. Її потужна коренева система пронизує значний обсяг ґрунту, покращуючи його фізико-хімічні властивості: шляхом зниження щільності будови ґрунту, збільшення загальної шпаруватості (пористості) та обсягу пор. Також зростає польова вологоємність і вміст водоемних агрегатів у орному шарі [2, 3].

Рослини люцерни після першого року культивування в умовах природного зволоження накопичують в ґрунті кореневу масу у кількості 15–20 ц/га, за зрошення – 25–30 ц/га [4]. Відмерлі коріння мінералізуються, що сприяє поповненню гумусу в ґрунті і підвищенню врожаю наступних культур [5–7].

Вплив рослинних решток на родючість та структуру ґрунту залежить від їх кількості та якості [8–10]. Встановлено, що накопичення кореневої маси люцерни залежить від термінів і способів сівби, сорту культури, системи обробітку ґрунту, умов вологозабезпеченості, добрив та інших чинників, а також від віку рослин. Адже люцерна на певних етапах свого росту і розвитку має різну могутність кореневої системи [11–13].

Люцерна здатна фіксувати азот з повітря та накопичувати в ґрунті до 200–300 кг/га його біологічної форми [7, 14], що сприяє ліквідації азотного дефіциту. Біологічний азот потрібно розглядати як чинник часткової заміни промислового азоту у системі удобрення сільськогосподарських культур, підвищення родючості ґрунту та

охорони навколишнього природного середовища (відсутність забруднення ґрунтів, водойм і атмосфери). Азотфіксація – єдина дешева і екологічно чиста можливість постачання азоту рослинам. Проте значна частина землекористувачів досі недостатньо усвідомила важливість і необхідність використання цього процесу в повному обсязі у сільському господарстві.

Метою дослідження є розробка та наукове обґрунтування технологічних прийомів підвищення накопичення кореневої маси у ґрунті, азотфіксації люцерни у рік сівби.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2011–2013 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН, що у ґрунтово-кліматичному плані розташоване в зоні Південного Степу на Інгuleцькому зрошуваному масиві.

Метод закладки польового дослідження – розщеплені ділянки. Головні ділянки (фактор А) – умови зволоження (без зрошення і краплинне зрошення); суб-ділянки (фактор В) – сорти люцерни (Унітро – *Medicago varia* Mart. і Зоряна – *Medicago sativa* L.); суб-субділянки (фактор С) – позакореневе підживлення регулятором росту рослин Плантафол 30: 1 – контроль I (без обробки); 2 – контроль II (обприскування водою); позакореневе підживлення Плантафолом 30 у міжфазні періоди: 3 – «початок стеблуння – початок бутонізації»; 4 – «початок бутонізації – початок цвітіння» і 5 – «початок цвітіння – масове цвітіння». Термін сівби – ранньовесняний;

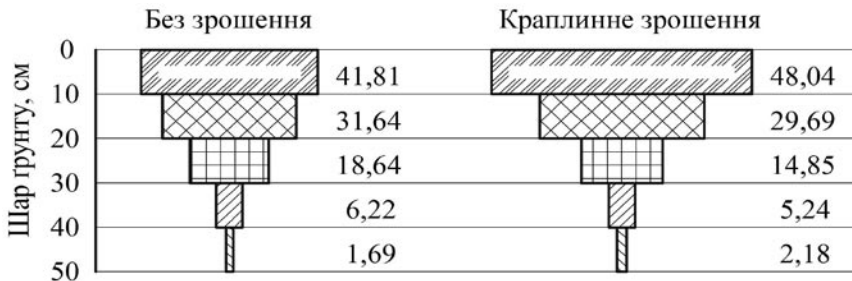
посів широкорядний з міжряддям 70 см. Посівна площа ділянки – 60 м², облікова – 50 м², повторність – чотириразова.

Поливання здійснювали за допомогою краплинного зрошення (Т-ТАРЕ Т8Х 508-20-500) з укладенням крапельної стрічки в кожен рядок, безпосередньо під рослини. Розрахунковий кореневмісний шар ґрунту обирали за міжфазними періодами: «сходи – стеблуння» – 0,3 м, «стеблуння – бутонізація» – 0,5, «бутонізація – дозрівання насіння» – 0,7 м. Ширина смуги зволоження – 0,5 м. Вологість ґрунту у міжфазний період «сходи – початок цвітіння» підтримували на рівні 70–75% НВ, починаючи з міжфазного періоду «початок цвітіння – дозрівання насіння» знижували до 50–55% НВ. Обробку водою та Плантафолом 30 (30 г на 10 л води) здійснювали ранцевим оприскувачем у міжфазні періоди згідно зі схемою дослідження.

Вивчення розподілу коренів методом відмивання (Станков, 1964) дало змогу визначити масу і відсотковий їх розподіл (після збирання врожаю) за шарами ґрунту через кожні 10 см [15]. Азотфіксацію визначали балансовим методом [16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати досліджень засвідчили, що умови зволоження мали істотний вплив на розподіл коренів за шарами ґрунту та їх масу. Як за зрошення, так і в умовах природного зволоження коренева система люцерни першого року культивування за масою у всіх варіантах дослідження розташовувалася у вигляді конуса з найбільшим накопиченням у шарі ґрунту 0–10 см, з подальшим її зменшенням (рисунк).



Розподіл кореневої маси рослин першого року культивування за шарами ґрунту, % (середнє за 2011–2013 рр.)

Істотної різниці між сортами люцерни Унітро та Зоряна в розподілі та накопиченні кореневої маси за шарами ґрунту не спостерігалось. За краплинного зрошення в шарі ґрунту 0–10 см накопичувалося 48,04%, тоді як без зрошення – 41,81% від усієї кореневої маси рослин відповідно.

Розташування кореневої маси в орному шарі ґрунту (0–30–40–50 см) має свої особливості. Основна маса коренів за краплинного зрошення (92,58%) та без зрошення (92,09%) у всіх варіантах досліду розміщується у шарі 0–30 см. На глибині ґрунту 30–40 см в умовах природного зволоження частка кореневої маси становить 6,22% від загальної кількості, а за зрошення – 5,24%. Шар ґрунту 40–50 см характеризувався найменшою кількістю коренів і становив 2,18% за краплинного зрошення й 1,69% – в умовах природного зволоження.

Отже, накопичення сухої маси коренів за варіантами досліду має свої особливості та істотні відмінності. Найбільшу масу в умовах природного зволоження мав сорт Зоряна за застосування Плантафолу 30 – 1,89–1,90 т/га, а у обох контрольних варіантах – 1,63–1,68 т/га; сорт Унітро про-

демонстрував рівень цього показника у межах 1,83–1,86 т/га, що вище від контрольних варіантів на 17,31–25,68% (табл. 1).

Умови краплинного зрошення сприяли збільшенню кількості сухої маси коренів до 2,28 т/га порівняно з 1,75 т/га без зрошення. Обробка рослин люцерни регулятором росту посилювала процес накопичення сухої маси коренів до 2,42–2,53 т/га у сорту Унітро та до 2,45–2,52 т/га у сорту Зоряна, що перевищувало контрольні варіанти на 21,0–29,1 та 19,5–27,9% відповідно.

Фіксація атмосферного азоту рослинами люцерни в умовах природної вологозабезпеченості була низькою – 72,56 кг/га. Найвищий рівень азотфіксації в цих умовах продемонстрував сорт Зоряна за застосування Плантафолу 30 в міжфазні періоди – «початок стеблуння – початок бутонізації» й «початок бутонізації – початок цвітіння», де накопичення симбіотичного азоту варіювало у межах 84,47–85,29 кг/га; у міжфазний період «початок цвітіння – масове цвітіння» процес азотфіксації проходив менш інтенсивно (80,53 кг/га), а на контролі величина фіксованого азоту не перевищувала 60,30–64,22 кг/га. Сорт Унітро

Таблиця 1

Накопичення сортами люцерни повітряно-сухої кореневої маси у шарі ґрунту 0–50 см залежно від умов зволоження та застосування регулятора росту рослин Плантафол 30, т/га (середнє за 2011–2013 рр.)

Умови зволоження (фактор А)	Сорт (фактор В)	Застосування Плантафолу 30 (фактор С)					Середнє*	
		Фази розвитку рослин					за фактором (А)	за фактором (В)
		контроль І (без обробок)	контроль ІІ (обприскування водою)	початок стеблуння – початок бутонізації	початок бутонізації – початок цвітіння	початок цвітіння – масове цвітіння		
Без зрошення	Унітро	1,48	1,56	1,84	1,86	1,83	1,75	1,99
	Зоряна	1,63	1,68	1,89	1,90	1,89		2,04
Краплинне зрошення	Унітро	1,96	2,00	2,48	2,53	2,42	2,28	
	Зоряна	1,97	2,05	2,52	2,49	2,45		
Середнє за фактором С		1,76	1,82	2,18	2,20	2,17		

Примітка: * А. Оцінка істотності часткових відмінностей: НІР₀₅ (А) – 0,158 т/га, НІР₀₅ (В) – 0,186 т/га, НІР₀₅ (С) – 0,162 т/га; В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів: НІР₀₅ (А) – 0,050 т/га; НІР₀₅ (В) – 0,059 т/га; НІР₀₅ (С) – 0,081 т/га.

Таблиця 2

Фіксація атмосферного азоту різними сортами люцерни залежно від умов зволоження та застосування препарату Плантафол 30, кг/га (середнє за 2011–2013 рр.)

Умови зволоження (фактор А)	Сорт (фактор В)	Застосування Плантафолу 30 (фактор С)					Середнє*	
		контроль І (без обробок)	контроль ІІ (обприскування водою)	початок стеблуння – початок бутонізації	початок бутонізації – початок цвітіння	початок цвітіння – масове цвітіння	за фактором А	за фактором В
Без зрошення	Унітро	54,12	58,24	81,42	81,24	75,74	72,56	106,45
	Зоряна	60,30	64,22	84,47	85,29	80,53		109,66
Краплинне зрошення	Унітро	121,78	125,34	157,97	157,42	151,21	143,55	
	Зоряна	123,63	127,65	159,48	157,88	153,19		
Середнє за фактором (С)		89,96	93,86	120,84	120,46	115,17		

Примітка: *А. Оцінка істотності часткових відмінностей: НІР₀₅ (А) – 8,331 кг/га, НІР₀₅ (В) – 11,667 кг/га; НІР₀₅ (С) – 9,939 кг/га; В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів: НІР₀₅ (А) – 2,635 кг/га, НІР₀₅ (В) – 3,689 кг/га, НІР₀₅ (С) – 4,970 кг/га.

у контрольних варіантах характеризувався меншими показниками азотфіксації – 54,12–58,24 кг/га порівняно з варіантами із застосуванням Плантафолу 30, який посилював цей процес, – 81,24–75,74 кг/га (табл. 2).

Умови краплинного зрошення сприяли посиленню азотфіксації вдвічі (143,55 кг/га). За застосування регулятора росту рослин у міжфазні періоди «початок стеблуння – початок бутонізації» й «початок бутонізації – початок цвітіння» фіксація азоту досягала максимальних показників – 157,88–159,48 й 157,42–157,97 кг/га у сортів Зоряна і Унітро відповідно. Обробка рослин люцерни Плантафолом 30 у між-

фазний період «початок цвітіння – масове цвітіння» знижувало рівень фіксації атмосферного азоту сортами Зоряна та Унітро до 153,19 та 151,21 кг/га, у контрольних варіантах цей процес був нижчим на 20,2–21,69 та 20,7–22,6% відповідно.

ВИСНОВКИ

Накопичення органічної речовини у вигляді корневих решток та процес азотфіксації найінтенсивніше відбувається за краплинного зрошення. Застосування препарату Плантафол 30 сприяє істотному збільшенню накопичення кореневої маси та фіксації атмосферного азоту рослинами люцерни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Alfalfa, wildlife and the Environment / D. Putnam, M. Russelle, S. Orloff and other. // California Alfalfa and Forage Association 36 Grande Vista, Novato, CA 94947, 2001.
2. Alfalfa in the South [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.caf.wvu.edu/~forage/library/forglvst/bulletins/salfalfa.pdf>
3. The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://alfalfa.ucdavis.edu/~files/pdf/Alf_Wild_Env_Brochure_Final.pdf
4. Балакай Н.И. Особенности роста корневой системы люцерны в первый год жизни / Н.И. Балакай // Мелиорация и водное хозяйство: Материалы науч.-практ. конф. «Повышение эффективности использования орошаемых земель Южного Федерального округа». – Новочеркасск: ООО НПО «Темп», 2005. – Вып. 6. – С. 131–133.
5. Culture et utilisation de la Luzerne [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.adcf.ch/presse/presse_oct05.pdf

6. Report on the Status of Medicago Germplasm in the United States [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cgiar.org/ecpgr/platform/crops/Medicago.htm>
7. The Blue Mountain Alfalfa Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ostrich.org.uk/industry/alfalfa.pdf>
8. Болдырев А.И. Баланс гумуса в темно-каштановой орошаемой почве / А.И. Болдырев, И.И. Андрусенко, Е.П. Сафонова // Почвоведение. – 1978. – № 1. – С. 67–75.
9. Лимар А.О. Люцерна у короткоротаційних зрошуваних сівозмінах півдня України / А.О. Лимар // Таврійський науковий вісник. – 2000. – Вип. 14. – С. 6–21.
10. Сидоров И.С. Влияние растительных остатков на плодородие почвы / И.С. Сидоров // Вестник с.-х. науки. – 1958. – № 8. – С. 40–47.
11. Гоф Б.Ф. Особенности формирования корневой системы люцерны при орошении / Б.Ф. Гоф, Н.А. Фроленко // Научно-техн. бюл. СибНИИСХ. – 1990. – № 2. – С. 19–23.
12. Шеуджен А.Х. Плодородие почвы и продуктивность люцерны при внесении микроудобрений / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, Х.Д. Хурум // Плодородие. – 2006. – № 1. – С. 18–19.
13. Царев А.П. Агробиологические основы формирования высокопродуктивных агрофитоценозов люцерны на корм и семена в Поволжье / А.П. Царев, М.А. Царева. – Саратов: ООО «Новый вектор», 2010. – 262 с.
14. Orloff S. Intermountain alfalfa management / S. Orloff, H. Carlson // University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. – 1997.
15. Станков Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – М.: Колос, 1964. – 280 с.
16. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г.С. Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.

REFERENCES

1. Putnam D., Russelle M., Orloff S. Alfalfa, wildlife and the Environment. California Alfalfa and Forage Association 36 Grande Vista, Novato, CA 94947, 2001 (*in English*).
2. Official web-site of Alfalfa in the South [Electronic resource], available at: <http://www.caf.wvu.edu/~forage/library/forglvt/bulletins/salfalfa.pdf> (*in English*).
3. The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century [Electronic resource], available at: http://alfalfa.ucdavis.edu/~files/pdf/Alf_Wild_Env_Brochure_Final.pdf (*in English*).
4. Balakay N.I. (2005). Osobennosti rosta kornevoy sistemy lyutserny v pervyy god zhizni [Features of growth of the root system of alfalfa in the first year of life]. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: Materialy nauch.prakt. konf. «Povyshenie effektivnosti ispolzovaniya oroshaemykh zemel Yuzhnogo Federalnogo okruga», Novochemkassk: ООО NPO Temp, Iss.6, pp. 131–133 (*in Russian*).
5. Culture et utilisation de la Luzerne [Electronic resource], available at: http://www.adcf.ch/presse/presse_oct05.pdf (*in French*).
6. Report on the Status of Medicago Germplasm in the United States [Electronic resource], available at: <http://www.cgiar.org/ecpgr/platform/crops/Medicago.htm> (*in English*).
7. The Blue Mountain Alfalfa Guide [Electronic resource], available at: <http://www.ostrich.org.uk/industry/alfalfa.pdf> (*in English*).
8. Boldyrev A.I., Andrusenko I.I., Safonova Ye.P. (1978). Balans gumusa v temno-kashtanovoy oroshaemoy pochve [The balance of humus in irrigated dark chestnut soils]. Pochvovedenie [Pedology], no. 1, pp. 67–75 (*in Russian*).
9. Lymar A.O. (2000). Liutserna u korotkorotatsiynykh zroshuvanykh sivozminakh pivdnia Ukrainy [Alfalfa in the short rotation of irrigated crop rotations in south Ukraine]. Tavriiskiyi naukovyi visnyk, Iss. 14, pp. 6–21 (*in Ukrainian*).
10. Sidorov I.S. (1958). Vliyanie rastitelnykh ostatkov na plodородie pochvy [The impact of crop residues on soil fertility]. Vestnik s.-g. nauki, no. 8, pp. 40–47 (*in Russian*).
11. Gof B.F., Frolenko N.A. (1990). Osobennosti formirovaniya kornevoy sistemy lyutserny pri oroshenii [Features of formation of the root system of alfalfa under irrigation]. Nauchno-tekhn. byul. SibNIISKH, no. 2, pp. 19–23 (*in Russian*).
12. Sheudzen A.Kh., Onishchenko L.M., Khurum Kh.D. (2006). Plodородie pochvy i produktivnost lyutserny pri vnesenii mikroудобрений [Soil fertility and productivity of alfalfa during microfertilizers application]. Plodородie [Fertility], no. 1, pp. 18–19 (*in Russian*).
13. Tsarev A.P., Tsareva M.A. (2010). Agrobiologicheskie osnovy formirovaniya vysokoproduktivnykh agrofitotsenozov lyutserny na korm i semena v Povolzhe [Agrobiological bases of formation of highly agrophytocenosis of alfalfa for feed and seeds in the Volga]. Saratov: ООО Novyy vektor, 262 p. (*in Russian*).
14. Orloff S., Carlson H. (1997). Intermountain alfalfa management. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources (*in English*).
15. Stankov N.Z. (1964). Kornevaya sistema polevykh kultur [The root system of crops]. Moscow: Kolos, 280 p. (*in Russian*).
16. Posypanov G.S. (1991). Metody izucheniya biologicheskoy fiksatsii azota vozdukha [Methods of studying the biological fixation of nitrogen in the air]. Moscow: Agropromizdat, 300 p. (*in Russian*).