

УДК 631.81:[631.84+631.823]

І.В. ЛОГІНОВА, кандидат сільськогосподарських наук

О.С. МАРТИНЮК, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО АЗОТНОГО
ДОБРИВА ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ З ВОДОУТРИМУЮЧИМ ЕФЕКТОМ
У ЛАБОРАТОРНОМУ ДОСЛІДІ**

Наведені результати вивчення у модельному лабораторному досліді ефективності застосування нового композиційного азотного добрива, виробленого шляхом змішування сечовини і поліакриламід.

Ключові слова: сечовина, поліакриламід, лабораторний дослід, кукурудза.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні досить поширеними є ґрунти з несприятливими для росту ряду сільськогосподарських рослин фізичними властивостями. Це насамперед піщані і супіщані дерново-підзолисті ґрунти Полісся (які мають низьку вологоємкість і підвищену водопроникність) і важкі ґрунти лісостепових і степових районів (глинистий гранулометричний склад яких спричиняє набухання при змочуванні і утворення поверхневої кірки після висихання).

З початку минулого сторіччя увагу вчених привертає питання пошуку хімічних засобів, які б поліпшували фізичні властивості ґрунту і в той же час сприяли покращенню умов живлення сільськогосподарських рослин. Зокрема, вітчизняні і іноземні наукові школи приділили багато уваги можливості використання поліелектролітів, які в ґрунті здатні вступати у взаємодію з розчинами електролітів ґрунтового розчину [2,3,4,12].

Синтетичні полімери, як показали дослідження, є ефективним засобом покращення структури і ряду фізико-хімічних властивостей ґрунту, які сприяють підвищенню їх родючості [9].

В системі живлення сільськогосподарських культур важливо забезпечити рослини елементами живлення упродовж всього періоду вегетації.

Проте, одноразове внесення великих норм мінеральних добрив призводить до непродуктивних їх втрат із можливими негативним наслідками впливу на довкілля. Внесення ж добрив вроздріб підвищує технологічне навантаження на ґрунт. Виникає протиріччя між необхідністю забезпечити рослини елементами живлення у певний період вегетації і технологічною складністю реалізації удобрення.

У зв'язку з цим інтереси вчених вже давно спрямовані на виробництво добрив пролонгованої дії, які б забезпечували рослини елементами живлення упродовж всього періоду вегетації. Вирішення цього питання йшло різними шляхами, серед яких виробництво важкорозчинних добрив (наприклад, сечовин-формальдегідні смоли) і застосування полімерних матеріалів. Полімерні матеріали в цьому випадку використовували або як оболонки для легкорозчинних добрив (капсулювання), або вводили у суміш з мінеральними добривами. Таким чином, полімери попереджали ретроградацію добрив та сприяли поступовому вивільненню елементів живлення. Підвищення коефіцієнту використання елементів живлення з добрив при застосуванні полімерних матеріалів підвищувало економічну ефективність удобрення [6,10].

Поряд із зниженням непродуктивних втрат і підвищенням ефективності мінеральних добрив, полімери сприяли підвищенню водоутримуючої здатності ґрунту. Вміст вологи в ґрунті – важливий фактор його родючості, який значною мірою визначає ефективність добрив, різних агротехнічних заходів, рівень розвитку біологічних процесів, ріст і розвиток рослин.

В останні роки на ринку України почали з'являтися як полімерні матеріали, так і добрива з полімерами. Усвідомлюючи актуальність зазначеної проблеми і необхідність вирішення питання підвищення ефективності добрив в умовах зростання витрат на добрива та енергоносії, кафедра агрохімії та якості продукції рослинництва і кафедра колоїдної й органічної хімії та якості пестицидів Національного університету біоресурсів і природокористування України у співробітництві з ТОВ «Промекс» розробили і почали вивчення

вплив композиційних азотних та комплексних добрив пролонгованої дії з абсорбційним ефектом на водоутримуючу здатність ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур. Добрива вироблені шляхом змішування мінеральних добрив з поліакриламідом згідно технологічного регламенту, затверджено відповідними технічними умовами.

Методика проведення дослідження. З метою встановлення впливу поліакриламіду на властивості ґрунту і ефективність азотних добрив, нами були закладені 2 модельні лабораторні досліди з вивчення впливу поліакриламіду (ПАА) самого і у складі композиційного добрива на водоутримуючу здатність ґрунту і ефективність сечовини (Nc).

Дослід 1. Метою досліду було встановити вплив поліакриламіду на водоутримуючу здатність ґрунту. У посудини було вміщено по 100 г лучно-чорноземного карбонатного ґрунту, відібраного попередньої осені у стаціонарі кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва НУБіП України, і змішано з добривами відповідно до схеми: 1) без добрив (контроль); 2) ПАА (1 г/посудину); 3) ПАА + Nc (1:1; 2 г/посудину); 4) Nc (1 г/посудину).

Норми внесення було навмисно збільшено для контрастнішого прояву різниці між варіантами у модельному досліді. На початку досліду ґрунт було зволожено з розрахунку 10 мм опадів. Після цього кожної доби проводили визначення зміни у масі посудин. Після того, як маса ґрунту упродовж 3 діб залишалась майже на одному рівні, ґрунт було знову зволожено тією ж кількістю води, як і на початку досліду.

Дослід 2. Метою досліду було вивчити зміни у дії сечовини на вміст мінерального азоту в ґрунті і ріст рослин кукурудзи при додаванні поліакриламіду. У вегетаційні посудини було вміщено 1000 г лучно-чорноземного карбонатного ґрунту. Добрива вносили відповідно до схеми: 1) РК (фон); 2) фон + ПАА; 3) фон + ПАА + Nc; 4) фон + Nc.

Як фон вносили суперфосфат простий гранульований і калій хлористий. Норми внесення навмисно збільшили в 10 разів для виявлення впливу полімеру

на зменшення токсичності азоту: з розрахунку $N_{1350}P_{900}K_{1350}$.

У кожную посудину висівали по 5 пророслих насінин кукурудзи. Дослід закладали у 4-кратній повторності і продовжували 4 тижні, упродовж яких кожні 7 діб відбирали зразки ґрунту для визначення вологості термогравіметричним методом, амонійного азоту – фотометрично, використовуючи реакцію з реактивом Несслера, нітратного азоту – потенціометричним методом, уреазну активність – за методом Галустяна компостуванням ґрунту з розчином сечовини упродовж 24 год. при температурі 37°C . В кінці дослідів визначали висоту рослин кукурудзи, врожайність біомаси з кожної посудини; після мокрого озолення рослинного матеріалу визначали вміст азоту з реактивом Несслера.

Результати дослідження та їх обговорення. *Дослід 1.* В результаті проведеного дослідження виявлено вплив поліакриламід на водоутримуючу здатність ґрунту. Так, у варіанті внесення полімеру як самого, так і у складі композиційного добрива з сечовиною, спостерігали зменшення темпів втрат вологи у порівнянні з варіантом без внесення добрив та внесення простої сечовини (рис. 1).

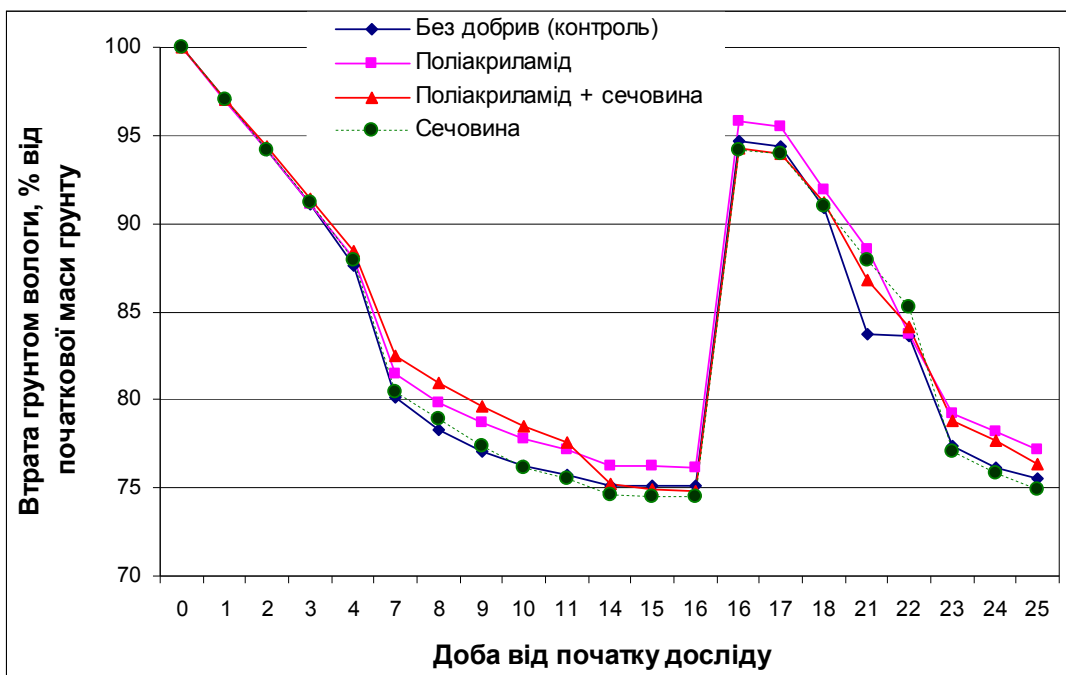


Рис. 1. Динаміка втрат вологи ґрунтом при внесенні композиційного добрива

Подібну тенденцію спостерігали і після того, як ґрунт у посудинах було зволожено другий раз. Отже, поліакриламід здатний утримувати вологу. Це свідчить про підвищення водоутримуючої здатності ґрунту і покращення вологозабезпеченості рослин при внесенні полімеру поліакриламід у як окремо, так і у складі азотного добрива.

Дослід 2. Визначення вологості ґрунту у посудинах упродовж періоду дослідження не виявило істотної різниці між варіантами. Так, вологість ґрунту знаходилась на рівні фонового варіанту як при застосуванні поліакриламід у окремо, так і у складі композиційного добрива. Це ж стосувалось і варіанту внесення окремо сечовини. Ймовірно, вплив поліакриламід на водоутримуючу здатність ґрунту не проявився в результаті оптимізації умов зволоження в посудинах під час проведення лабораторного дослідження. До того ж при використанні термогравіметричного методу вилучається і утримана полімером волога. Цікаві дані було отримано при визначенні вмісту мінеральних форм азоту в ґрунті (табл. I).

У варіанті внесення фосфорних і калійних добрив у всі строки відбору зразків переважала нітратна форма азоту в ґрунті, яка в середньому за період досліджень складала до 85% мінерального азоту. Це може вказувати на високу нітрифікаційну здатність лучно-чорноземного карбонатного ґрунту. Подібну тенденцію значного переважання нітратної форми азоту над амонійною в ґрунті відмічали і у варіантах фон + ПАА і фон + ПАА + Nc.

Застосування поліакриламід у перший тиждень призвело до підвищення вмісту амонійного азоту у порівнянні з фоном, але у наступні періоди відбору зразків істотної різниці між варіантами не було. Вміст нітратного азоту перевищував варіант РК (фон) у 2-4 рази упродовж усього періоду.

Ймовірно, поліакриламід сприяє мікробіологічним процесам ґрунту і прискорює трансформацію в ньому азоту (або як фактор підвищення вологоємності ґрунту, або як субстрат для певних груп мікроорганізмів). Подібну тенденцію відмічали і у варіанті внесення композиційного азотного

добрива, в склад якого входила сечовина і поліакриламід: вміст амонійного азоту значною мірою перевищував фоновий лише у перший тиждень, у подальший період перевага була за нітратним азотом.

Таблиця І

Вміст мінеральних форм азоту в ґрунті лабораторного дослідження, мг/кг

Варіант	Діб від закладання дослідження					
	8			15		
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{мін.}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{мін.}
РК (фон)	2,6	22,3	24,9	1,9	12,6	14,4
Фон + ПАА	<u>17,5</u> 7	<u>47,2</u> 2	<u>64,7</u> 3	<u>2,4</u> -	<u>44,4</u> 4	<u>46,8</u> 3
Фон + ПАА + Nc	<u>43,8</u> 17	<u>82,7</u> 4	<u>126,5</u> 5	<u>3,5</u> 2	<u>90,3</u> 7	<u>93,7</u> 7
Фон + Nc	<u>261,0</u> 101	<u>21,3</u> -	<u>282,3</u> 11	<u>228,9</u> 121	<u>31,4</u> 3	<u>260,3</u> 18
НІР ₀₅ , мг/кг	8,6	7,8		3,2	14,3	

Варіант	Діб від закладання дослідження					
	22			28		
	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{мін.}	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N _{мін.}
РК (фон)	3,6	14,4	18,1	5,8	15,5	21,3
Фон + ПАА	<u>0,7</u> -	<u>51,3</u> 4	<u>52,0</u> 3	<u>2,7</u> -	<u>46,8</u> 3	<u>49,5</u> 2
Фон + ПАА + Nc	<u>2,5</u> -	<u>96,9</u> 7	<u>99,4</u> 6	<u>4,6</u> -	<u>89,0</u> 6	<u>93,6</u> 4
Фон + Nc	<u>245,1</u> 67	<u>67,9</u> 5	<u>313,0</u> 17	<u>213,8</u> 37	<u>56,6</u> 4	<u>270,3</u> 13
НІР ₀₅ , мг/кг	10,4	17,5		12,1	14,9	

Примітка. Чисельник – вміст, мг/кг, знаменник – перевищення значень фонового варіанту, разів.

На збільшення утримання ґрунтом амонію і нітратів та зниження втрат нітратів з ґрунту при внесенні полімеру вказують і інші автори [5]. Було встановлено і підвищення нітрифікації в ґрунті при внесенні полімеру [8].

Протилежну ситуацію відмічали у варіанті застосування звичайної сечовини: вміст амонійного азоту переважав нітратний в усі строки відбору

зразків в середньому у 85 разів. Також у вказаному варіанті вміст амонійного азоту набагато перевищував значення варіанту застосування композиційного азотного добрива, а нітратного – був нижчим порівняно з останнім. Сума мінерального азоту була найбільшою у варіанті використання звичайної сечовини і перевищувала фоновий варіант у 11-18 разів (порівняно із варіантом композиційного добрива – 4-7 разів).

Відомо, що полімери здатні адсорбувати і абсорбувати добрива в своїй структурі, поводячись як типові колоїди за рахунок своїх гідрофільних характеристик і наявності негативного заряду функціональних груп [7,11].

Нами було висловлене припущення, що поліакриламід, введений у склад композиційного добрива, здатний адсорбувати молекули сечовини і утворених в результаті її розкладання іони, таким чином утримуючи добриво від непродуктивних втрат і пролонгуючи його дію. Проте, дане припущення потребує підтвердження випробуваннями у польових умовах.

Таблиця II

**Вплив композиційного азотного добрива на уреазну активність,
мг N-NH₄⁺/100г ґрунту за добу**

Варіант	Діб від початку досліджу			
	8	15	22	28
РК (фон)	74,7	89,0	57,4	70,6
Фон + ПАА	83,8	71,5	66,3	83,8
Фон + ПАА + Nc	77,4	73,3	55,2	76,4
Фон + Nc	100,6	115,7	103,8	84,2
НР ₀₅	8,1	11,5	10,5	6,0

Вивчення активності ферментів важливе для оцінки впливу агрохімічних засобів на біологічну активність ґрунту та створення уявлення про умови живлення рослин. Активність уреазы (табл. II) у варіанті застосування звичайної сечовини переважала над варіантом композиційного добрива в усі строки відбору зразків. Відомо, що азотні добрива сприяють збільшенню чисельності мікроорганізмів в ґрунті і активізують мікробіологічні процеси, посилюючи виділення ферменту уреазы. При внесенні сечовини в ґрунтового розчині відразу зростає її концентрація, що сприяє розвитку бактерій і

виділенню уреазі. При застосуванні композиційного добрива цей процес уповільнюється, сечовина утримується полімером що, в результаті, обумовлює нижчі значення уреазної активності ґрунту. Або ж, як вказують деякі автори [1], може мати місце пригнічення біологічної активності ґрунту за внесення поліакриламідів. Як було зазначено у таблиці 1, у варіанті звичайної сечовини дуже істотно зростає вміст саме амонійного азоту. На зниження активності уреазі при внесенні поліакриламідів вказують і інші автори [8].

Аналіз вирощених у досліді рослин кукурудзи вказує на токсичність вибраної дози азоту (табл. III). У варіанті застосування звичайної сечовини рослини були найнижчими, сформували найменшу біомасу і містили найбільший відсоток азоту (6,80%, порівняно із фоном – 4,97%). Нагромадження біомаси у варіанті застосування композиційного азотного добрива було нижчим порівняно із варіантом внесення еквівалентної дози поліакриламідів, проте, фітотоксичність проявилась набагато менше, ніж при внесенні звичайної сечовини. До того ж, вміст азоту у рослинах складав 5,62%.

Таблиця III

**Вплив композиційного азотного добрива на нагромадження біомаси
рослинами кукурудзи на вмісту в них азоту**

Варіант	Висота рослин, см	Врожайність, г/посудину		Вміст N в рослинах	
		зеленої маси	сухої речовини	%	± до фону
РК (фон)	37,9	7,32	0,71	4,97	-
Фон + ПАА	40,8	7,81	0,77	5,39	0,42
Фон + ПАА + Nc	40,1	6,76	0,67	5,62	0,65
Фон + Nc	33,5	5,69	0,57	6,80	1,83
<i>HIP₀₅</i>				<i>0,60</i>	

Враховуючи дані вмісту мінеральних форм азоту в ґрунті, можна зробити припущення, що поліакриламід, введений у склад композиційного азотного добрива, зменшує позиційну доступність азоту для рослин кукурудзи. Внесена у надзвичайно великій нормі, сечовина проявляла набагато меншу фітотоксичність при внесенні у суміші з поліакриламідом.

На здатність полімеру до утримання азоту добрив вказує і той факт, що за внесення токсичної дози азоту фітотоксичність у варіанті застосування композиційного добрива з поліакриламідом була набагато меншою, ніж при внесенні звичайної сечовини.

Висновки. Результати проведених модельних лабораторних дослідів дозволили зробити висновок, що поліакриламід, введений у склад композиційного добрива, сприяє збільшенню водоутримуючої здатності лучно-чорноземного карбонатного ґрунту. Поряд з цим, поліакриламід знижував інтенсивність надходження сечовини у ґрунтовий розчин і її доступність для мікрофлори ґрунту, пролонгуючи таким чином дію добрива.

Література

1. Зражевський М.Н. Вплив поліелектролітів на фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту / Полімери в сільському господарстві; [за ред. П.А. Власюка]. – Київ, 1964. – С. 47-71.
2. Рябокляч В.О. Застосування полімерів для поліпшення фізичних властивостей ґрунтів / В.О. Рябокляч // Полімери в сільському господарстві; [за ред. П.А. Власюка]. – Київ, 1964. – С. 24-46.
3. Azzam R.A.I. Agricultural polymers, polyacrylamide preparation, application and prospects in soil conditionings / R.A.I. Azzam // Comm. Soil Sci. Plant Anal. – 1980. – No. 11. – P. 767-834.
4. De Boodt M. Use of soil conditioners around the world / M. De Boodt // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1975. – Special Publication: Soil Conditioners, No. 7. – P. 1-12.
5. Ghebru M.G. Water and nutrient retention by Aquasoil and Stockosorb polymers / M.G. Ghebru, E.S. duToit, J.M. Steyn. [Ел. джерело]. *Режим доступу:* [https://www.up.ac.za/dspace/bitstream/2263/5796/1/Ghebru_Water\(2007\).pdf](https://www.up.ac.za/dspace/bitstream/2263/5796/1/Ghebru_Water(2007).pdf)
6. Hady O.A. Minimizing nutrients losses from sandy soils through some fertilizers-polyacrylamide combinations / O.A. Hady, A.A. Lofty, R.M. Hady, Moustafa A.B. Adbel // Egypt. J. Soil Sci. – 1986. – Spec. Issue. – P. 129-143.

7. Hady O.A. Minimizing nutrients losses from sandy soils through some fertilizers-polyacrylamide combinations / O.A. Hady, A.A. Lofty, R.M. Hady, Moustafa A.B. Adbel // Egypt. J. Soil Sci. – 1986. – Spec. Issue. – P. 129-143.
8. Kay-Shoemaker J. L. Exchangeable ammonium and nitrate from different nitrogen fertilizer preparations in polyacrylamide-treated and untreated agricultural soils / J. L. Kay-Shoemaker, M.E. Watwood, L. Kilpatrick, K. Harris // Biology and fertility of soils. – 2000. – Vol. 31, N. 3-4. – P. 245-248.
9. Levi G.J. Polymers effects on infiltration and soil erosion during consecutive simulated sprinkler irrigations / G.J. Levi, J. Levin, M. Gal, M. Ben-Hur, I. Shainberg // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1992. – No. 56. – P. 902–907.
10. Sita R.C.M. Effect of polymers associated with N and K fertilizers sources on *Dendrotheca grandiflorum* Growth and K, Ca and Mg relations / R.C.M. Sita, C.B. Reissmann, R. Marques, E. de Oliveira, A.D. Tafarel // Brazilian Archives for Biology and Technology. – 2005. – No. 48. – P. 335-342.
11. Sita R.C.M. Effect of polymers associated with N and K fertilizers sources on *Dendrotheca grandiflorum* Growth and K, Ca and Mg relations / R.C.M. Sita, C.B. Reissmann, R. Marques, E. de Oliveira, A.D. Tafarel // Brazilian Archives for Biology and Technology. – 2005. – Vol. 48. – P. 335-342.
12. Sojka R.E. Time for yet another look at soil conditioners / R.E. Sojka, R.D. Lentz // Soil Sci. – 1994. – No. 4. – P. 233-234.

Summary

Loginova I.V., Martynyuk O.S.

Results of laboratory experiment with slow-release composite nitrogen fertilizer

The new composite fertilizer was produced by mixing of urea with polyacrylamide. It's effect on soil properties was studied in green-house experiment.

Key words. urea, polyacrylamide, green-house experiment, corn plants.