

2. Малеев В.А. Вплив зрошення на фізико-хімічні властивості чорноземів Південних Херсонської області / В.А. Малеев, В.М. Безпальченко. Вісник ХНТУ. 2016. № 1(56). С. 101–107.
3. Ромащенко М.І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М.І. Ромащенко, С.А. Балюк. К.: Світ, 2000. 114 с.
4. Рябков С.В. Вплив краплинного зрошення, якості поливної води та удобрення на структурно-агрегатний склад ґрунтів / С.В. Рябков, Л.Г. Усата, О.М. Новачок, І.О. Новачок. Рівне: Вісник НУВГП. Серія: «Технічні науки». 2016. Випуск 4(76). С. 67–78.
5. Рябков С.В. Вплив краплинного зрошення плодкових насаджень на ущільнення ґрунтів / С.В. Рябков, Л.Г. Усата, О.М. Новачок, І.О. Новачок. Вісник НУВГП. Технічні науки: зб. наук. праць. 2016. Вип. 3(69). С. 64–79.
6. Цуркан О.І. Вплив зрошення на показники стану родючості чорноземів південних Нижньодністровської зрошувальної системи / О.І. Цуркан, Я.М. Біланчин, Г.С. Сухорукова, М.Й. Тортік. Вісник ОНУ. Сер.: Географічні науки. 2014. Т. 19 (вип. 3). С. 60–68.
7. Ушкаренко В.О. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / за наук. ред. В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова. К.: Аграр. наука, 2010. С. 50–67.
8. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії / С.А. Балюк, І.М. Гоголев, Т.Н. Хохленко та ін. К.: ДСТУ 27-30-94. С. 1–14.
9. Farzad Haghazari. Factors affecting the infiltration of agricultural soils / Hassan S., Mehdi F. Department of Agriculturer Management, Miandoab Branch, Islamic Azad University Miandoabm, Iran Article: 2015. P. 21–31.

УДК 631.8;635.21

ДИНАМІКА ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ СПОЛУК ФОСФОРУ У ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ ЗА ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ФОСФОРНИХ ДОБРІВ

Бикін А.В. – д.с-г.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Бордюжа І.П. – аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Картопля столова характеризується відносно невисоким виносом фосфору, але для нормального росту і розвитку вона потребує присутності доступних його форм у ґрунті впродовж усього періоду вегетації. Підтримання оптимального рівня вмісту рухомого фосфору в ґрунті тривалий час має велике значення, особливо на ґрунтах, де ортофосфати швидко зв'язуються катіонами ґрунтового розчину і переходять у слабодоступні сполуки. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є рідкі фосфорні добрива, які мають у своєму складі орто- та поліфосфати.

Дослідження проводились у польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України у ТОВ «Біотех ЛТД» (Бориспільський район, Київська область) протягом 2015–2017 рр. Площа облікової ділянки становила 40 м², повторність досліді – трикратна. Розміщення варіантів систематичне.

Проведеними дослідженнями встановлено, що внесення РКД П-37 у нормі P₁₀₅ на фоні N₁₂₀K₁₈₀ сприяло досягненню вмісту водорозчинних сполук фосфору у фазу сходів на рівні 75,6 мг/кг, а цитраторозчинних – 225 мг/кг. Крім того, такий прийом дав змогу протягом періоду вегетації рослин утримувати рівень цих показників у межах 59,8–74,2 мг/кг і 207–226 мг/кг відповідно. Це значною мірою зумовлювало досягнення рівня врожаю до 41,8 т/га.

Ключові слова: фракційний склад, водорозчинний фосфор, темно-сірий опідзолений ґрунт, мінеральне живлення, картопля столова.

Быкин А.В., Бордюжка И.П. Динамика фракционного состава фосфорных соединений в темно-серой подзолистой почве при внесении жидкого фосфорного удобрения

Картофельные растения содержат относительно небольшое количество фосфора, но для хорошего роста им необходим доступный фосфор в почве в течение всего периода вегетации. Очень важна поддержка оптимального уровня доступных фосфатов в почве в течение длительного времени, особенно для почв, в которых фосфаты объединяют катионы в почвенном растворе и становятся малодоступными соединениями. Одним из способов решения этой проблемы является использование жидких фосфатных удобрений (ЖКУ). Эти удобрения включают фосфаты и полифосфаты.

Опыты проводились в 2015–2017 годах в полевых испытаниях Департамента агрохимии и качества растительных продуктов имени А.И. Душечкина НУБиП Украины. Опытный участок расположен в ООО «Биотех» в Бориспольском районе Киевской области. Площадь участка составила 40 м². Варианты расположены систематически в трех повторениях.

В результате исследования было установлено, что применение ЖКУ 11-37 в норме P_{105} на фоне $N_{120}K_{180}$ привело к увеличению содержания водорастворимых фосфатов при прорастании до 75,6 мг/кг, доступных фосфатов (растворимых в цитрате фосфатов) до 225 мг/кг. Кроме того, этот метод в период вегетации растений позволяет удерживать эти показатели от 59,8 до 74,2 мг/кг и от 207 до 226 мг/кг соответственно. Это привело к тому, что уровень урожая составил 41,8 т/га.

Ключевые слова: фракционный состав, водорастворимые фосфаты, минеральное питание, картофель.

Bykin A.V., Bordiuzha I.P. Dynamic of fractional composition of phosphorus compounds in dark-grey podsolic soil under the effect of liquid phosphorus fertilizers

Potato plants take up relatively little phosphorus, but for their good growth, they need available phosphorus in the soil during the whole vegetation period. Maintaining the optimal level of available phosphates in the soil for a long time plays a very important role, especially for soils in which phosphates bind together cations in the soil solution and become almost unavailable compounds. One of the ways to deal with this negative aspect is using liquid phosphate fertilizers (LPF). These fertilizers include phosphates and polyphosphates.

The investigation was conducted as part of field trials of Department of agrochemistry and quality of plant products named after Olexandr Dushechkin of National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. The field trials were performed in "Biotech LTD" in Boryspil district in Kyiv region in 2015, 2016, and 2017. The experimental plot was 40 m². The variants were located systematically in 3 replications.

The investigation results show that LPF 11-37 application at a rate of P_{105} at the background of $N_{120}K_{180}$ caused an increase in the content of water-soluble phosphates at germination up to 75.6 mg/kg, available phosphates (citrate soluble phosphates) to 225 mg/kg. Moreover, this method allows maintaining these indexes at levels from 59.8 to 74.2 mg/kg and from 207 to 226 mg/kg during plant vegetation. It provided a yield of 41.8 t/ha.

Key words: fractional composition, water-soluble phosphates, mineral nutrition, potatoes.

Актуальність. Особливо важливим елементом у системі застосування добрив під час вирощування картоплі столової є забезпечення її оптимальним фосфорним живленням. Хоча ця культура характеризується відносно невисоким виносом фосфору, але для нормального росту і розвитку потребує підвищеного забезпечення легкодоступними сполуками фосфору впродовж усього періоду вегетації. Підтримання такого їх рівня в ґрунті тривалий час має велике значення, особливо на ґрунтах, де ортофосфати швидко зв'язуються катіонами ґрунтового розчину і переходять у недоступні форми [1, 2].

РКД 11-37 є перспективним рідким добривом із високим коефіцієнтом використання елементів живлення рослинами. Вони виготовляються на основі поліфосфорної кислоти (тверді фосфоровмісні – ортофосфорної). Поліфосфати об'єднують всі сполуки залишку ортофосфорної кислоти (пірофосфати, трифосфати, тетрафосфати тощо). Відомо, що від 1/2 до 3/4 кількості фосфору в поліфосфатних добривах входить до складу полімерних ланцюгів, а інша частина представлена неполімеризованими ортофосфатами [3, 4]. У ґрунті їх полімерні ланцюги руйнуються до молекул ортофосфатів під впливом ферментів мікроорганізмів (пірофосфатази)

і кореневої системи рослин. Але деякі поліфосфати можуть руйнуватися і за рахунок неферментативних реакцій. Їх перетворення на ортофосфати зазвичай триває 1–2 тижні, але цей період може коригуватись зовнішніми факторами (волога, температура ґрунту) [4].

Роль фосфору у підтриманні енергетичного балансу рослинної клітини полягає у тому, що він є складником коферментів фотосинтетичних систем рослин (НАДФ, АТФ), які беруть участь у процесах фотосинтетичного фосфорилування та карбоксилювання [5]. Тому важливим для формування розвинутої кореневої системи є забезпечення рослин легкодоступними сполуками фосфору у період від сходів до фази бутонізації.

У ґрунті сполуки фосфору піддаються різним процесам перетворень (зв'язування, фіксація, осадження). Залежно від інтенсивності їх проходження за різними методами виділяють певні групи. Одним із запропонованих методів вивчення фракційного складу сполук фосфору у ґрунті є метод Чирікова. Він дає змогу виділити три групи:

а) група 1 (H_2O) – водорозчинні сполуки фосфору, що легкодоступні для рослин. До цієї групи належить всі фосфати лужних металів і амонію та дигідрофосфати.

б) група 2 ($0,5n CH_3COOH$) – цитраторозчинні сполуки фосфору, відносно доступні для рослин. Сюди відносяться $Ca(H_2PO_4)_2$, частково фосфорити і апатити, частково $AlPO_4$.

в) група 3 ($0,5n HCl$) – важкодоступні для рослин сполуки фосфору. До неї входять фосфорити і апатити, фосфати заліза й алюмінію.

Мета досліджень – вивчення динаміки фракційного складу сполук фосфору за використання рідких форм фосфорних добрив на темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились у польовому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України у ТОВ «Біотех ЛТД» (Бориспільський район, Київська область) протягом 2015–2017 рр.

Площа облікової ділянки становила $40 m^2$, повторність дослідів – трикратна. Розміщення варіантів систематичне. Для проведення досліджень було обрано середньопізній сорт Моцарт (оригінатор NZPC Holland, Нідерланди). Передпосадкове оброблення бульб проводили препаратом Босфоліар Келп з концентрацією 0,20%.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений грубопилуватий легкосуглинковий на лесі. Він характеризувався слабо-кислою реакцією ґрунтового розчину (5,20), низьким вмістом мінерального азоту (13,4 мг/кг), високим ступенем забезпечення рухомими сполуками фосфору (168 мг/кг) і калію (174 мг/кг) та середнім – обмінного кальцію (7,42 мг екв/100 г ґрунту) та магнію (1,64 мг екв/100 г ґрунту).

У досліді використовували такі добрива: аміачна селітра (ДСТУ 7370:2013), РКД 11-37 (ТУ 2186-627-00209438-01), сульфат калію (ГОСТ 4145-74), сульфат магнію, Босфоліар Борон (В–21%).

Визначення групового складу фосфатів у темно-сірому опідзоленому ґрунті проводили за методикою Чирікова [6].

Результати та обговорення досліджень. Забезпечення рослин у фазу сходів оптимальним вмістом водорозчинних сполук фосфору відіграє важливу роль, оскільки в цей період відбувається розвиток кореневої системи та певною мірою закладка потенціалу всієї рослини.

Нами встановлено, що вміст водорозчинних сполук фосфору у цю фазу у варіантах, де вносили мінеральні добрива, досягав меж 51,7–75,6 мг/кг (табл. 1).

За використання РКД 11-37 у нормі P_{35} цей показник становив 58,6 мг/кг, що на 30,2 мг/кг більше за аналогічний у контролі. Збільшення норми до P_{70} зумовило зростання вмісту водорозчинних сполук фосфору на 7,81 мг/кг та до P_{105} – на 17,0 мг/кг порівняно з нормою P_{35} .

У фазу бутонізації вміст цих сполук фосфору у варіантах із застосуванням РКД 11-37 знизився на 15,8–18,4 мг/кг порівняно з попередньою фазою. У варіантах, де вносили рідкі фосфорні добрива із $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$, їх вміст знизився на 6,80–7,80 мг/кг. Це, можливо, зумовлено зв'язуванням водорозчинних сполук фосфору кальцієм та магнієм, результатом чого є утворення слабодоступних форм. Нами встановлено аналогічну тенденцію до зниження вмісту і цитраторозчинних форм добрив за норми P_{35} – на 8 мг/кг, P_{70} – на 16 мг/кг та P_{105} – на 18 мг/кг, а за використання РКД 11-37 (у нормі P_{35}) з $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ на 17 мг/кг; P_{70} – на 33 мг/кг та P_{105} – на 68 мг/кг. Вміст важкодоступних сполук фосфору збільшувався за норми P_{35} – на 116 мг/кг, P_{70} – на 63,0 мг/кг та P_{105} на 11 мг/кг. Застосування рідких фосфорних добрив із $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ сприяло не суттєвому збільшенню кількості важкодоступних фосфатів за норми P_{35} – на 9 мг/кг, P_{70} – 55 мг/кг та P_{105} – 11 мг/кг.

За досягнення рослинами фази цвітіння вміст водорозчинних сполук фосфору у варіантах із застосуванням рідких фосфорних добрив збільшився за норми P_{35} на 13,9 мг/кг, P_{70} – на 18,1 мг/кг та P_{105} – на 14,4 мг/кг. За використання РКД із $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ вміст цього показника зростав лише за норми P_{35} (на 13,2 мг/кг). За норми P_{70} та P_{105} він продовжував знижуватись (на 2,10 і 9,70 мг/кг відповідно). У цю фазу росту і розвитку рослин картоплі столової рідкі фосфорні добрива сприяли підвищенню вмісту цитраторозчинних сполук фосфору на 19–28 мг/кг та за використання РКД із $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ – на 33 і 38 мг/кг за норм P_{35} і P_{70} та на 10 мг/кг за норми P_{105} .

Таблиця 1

1. Фракційний склад сполук фосфору у темно-сірому опідзоленому ґрунті (мг/кг) та урожайність картоплі столової сорту Моцарт, середнє за 2015–2017 рр.

№ п/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин											Урожайність, т/га	
		сходи			бутонізації			цвітіння			технічна стиглість			
		*група 1	група 2	група 3	група 1	група 2	група 3	група 1	група 2	група 3	група 1	група 2		група 3
1	Без добрив (контроль)	28,4	175	254	25,3	174	317	21,5	150	352	14,2	132	254	21,9
2	N120Pрkd35K180	58,6	188	324	40,2	180	440	54,1	208	415	23,0	146	356	32,4
3	N120Pрkd35K180Ca21 Mg15B1,5 (р.Са,Мg)	51,7	221	375	54,2	204	384	67,4	242	365	43,3	210	363	29,6
4	N120P70K180 (Pрkd)	66,4	203	402	48,3	187	465	66,4	207	437	43,9	139	227	36,9
5	N120Pрkd70K180Ca21 Mg15B1,5 (р.Са,Мg)	63,7	233	314	56,9	200	369	54,8	233	352	48,4	181	195	34,4
6	N120P105K180 (Pрkd)	75,6	225	429	59,8	207	440	74,2	226	418	36,8	164	348	41,8
7	N120Pрkd105K180Ca21Mg15B1,5 (р.Са,Мg)	70,2	251	346	62,4	183	350	52,7	193	344	47,9	196	372	39,0
	НP ₀₅ фактор Б (добрива)	4,98	5,98	11,4	4,22	4,61	13,5	4,30	9,27	12,1	3,03	10,5	13,4	

*Група 1 – водорозчинні сполуки P_2O_5 ; група 2 – цитраторозчинні сполуки P_2O_5 (0,5н CH_3COOH); група 3 – важкодоступні сполуки P_2O_5 (0,5н HCl)

Таке підвищення можна пояснити активізацією процесу кислотоексудації, зменшенням використання фосфору рослиною та перетворенням частини важко-

доступних сполук фосфору на рухомі. Така тенденція також обґрунтована зниженням у цю фазу вмісту важкодоступних сполук фосфору. За використання РКД цей показник знизився на 22–28 мг/кг та із застосуванням РКД з $\text{Ca}_{21}\text{Mg}_{15}\text{B}_{1,5}$ – на 7–19 мг/кг. Підвищення вмісту рухомих сполук фосфору у цю фазу створює передумови для оптимального фосфорного живлення рослин у період формування бульб. За досягнення рослин фази технічної стиглості вміст водорозчинних сполук знизився на 21,1–37,4 мг/кг, а цитраторозчинних сполук – на 62–68 мг/кг.

Висновок. Застосування рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} на фоні $\text{N}_{120}\text{K}_{180}$ дає змогу забезпечити оптимальним вмістом фосфору рослини картоплі столової в найбільш критичні фази росту та розвитку рослин (у фазу сходів водорозчинними сполуками фосфору на рівні 75,6 мг/кг, цитраторозчинними – 225 мг/кг; бутонізації – 59,8 мг/кг та 207 мг/кг; цвітіння – 74,2 мг/кг та 226 мг/кг), що зумовило отримання врожаю на рівні 41,8 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель / под редакцией Д. Шпаар Мн.: ЧУП «Орех». 2004, 465 с.
2. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Кириченко А.В. Вплив тривалого застосування добрив на розподіл фосфору за фракціями ґрунтового профілю. Збалансоване природокористування. 2014. № 2. С. 73–77.
3. McBeath T.M., Lombi E., McLaughlin M.J., Bunemann E.K. 2007. J. Plant Nutr. Soil Sci., 170: 387–391.
4. Torres-Dorante L.O, Claassen N., Steingrobe B. et al. 2005. J. Plant Nutr. Soil Sci., 168: 352–358.
5. Кучко А.А., Власенко М.Ю., Мицько В.М. Фізіологія та біохімія картоплі: монографія. Київ: Довіра, 1998. 335 с.
6. Практикум по агрохимии: 2-е издание. / за наук. ред. В.Г. Минеева. Москва: Издательство Московского университета. 2001. 688 с.