

НАКОПЛЕНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА И ОБМЕННОГО КАЛИЯ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

*А.А. Молявко, д.с.-х.н., А.В. Марухленко, к.с.-х.н., Н.П. Борисова, к.с.-х.н., Д.В. Абросимов, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля им. А.Г. Лорха»*

E-mail: brlabor@mail.ru, тел./факс – (4832) 92-60-08

140051, Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково-1, ул. Лорха, 23

Экспериментальные исследования свидетельствуют, что по истечении первой ротации короткоротационных севооборотов использование удобрений, особенно торфо-навозного компоста (ТНК) и его применение с минеральными удобрениями, благоприятно сказалось на накоплении подвижного фосфора в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистой супесчаной почвы. Вносимые удобрения не обеспечили в изучаемых севооборотах бездефицитный баланс калия в почве. Только совместное внесение торфо-навозного компоста и минеральных удобрений способствовало улучшению накопления обменного калия в почве, особенно в севооборотах с клевером и люпином.

Ключевые слова: картофель, севооборот, торфо-навозный компост, подвижный фосфор, обменный калий.

Для цитирования: Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П., Абросимов Д.В. Накопление подвижного фосфора и обменного калия в короткоротационных севооборотах на дерново-подзолистой почве // Плодородие. – 2023. – №2. – С. 68-70. DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.15

В условиях современного периода наибольший интерес и практическое значение имеет эффективное плодородие, основу которого составляет содержание в почве доступных питательных веществ и влаги. Оптимальные дозы удобрений под картофель сильно варьируют, что определяется почвенно-климатическими условиями, уровнем эффективного плодородия, технологией [1, 2]. Ограничение формирования высокого урожая картофеля связано не только с недостатком в почве того или иного элемента, но и с избытком другого [3]. Для правильного использования средств химизации, в первую очередь удобрений, и получения высокого с хорошими качественными показателями урожая, необходимо принимать во внимание взаимосвязь внутренних и внешних условий питания растений [4]. Способность растений расти с максимальной скоростью зависит от того, обладает ли почва биологическими, химическими и физическими свойствами, необходимыми для того, чтобы корневая система полностью обеспечивала потребность растений в питательных элементах и воде для осуществления биохимических реакций, происходящих в корне. Скорость роста растений зависит от процессов, протекающих как в корнях, так и в побегах растений [5].

В составе сухого вещества картофеля обнаружено 26 различных химических элементов, однако наибольшую потребность он испытывает в азоте, фосфоре, калии, кальции, магнии, сере. Так, на каждые 10 т урожая клубней картофель потребляет из почвы 50 кг азота, 20 – фосфора, 100 – калия, 38 – кальция, 16 – магния и 5 кг серы. При этом весьма отчетливо проявляется роль отдельных элементов в питании картофеля [6].

Фосфор имеет первостепенное значение в синтезе белка, в процессах роста и размножения. Он играет большую роль в улучшении углеводного и белкового обмена, ускорении роста и развития растений, способствует лучшему развитию корневой системы, приводит к более раннему клубнеобразованию и большему накоплению крахмала в клубнях. Повышает устойчивость растений к засухе [7]. Фосфорные удобрения улучшают

вкусовые качества картофеля, способствуют увеличению количества клубней, укрепляют ткани растений, повышают их фитотроустойчивость и вирусоустойчивость, понижают пораженность паршой [6].

Калий способствует более быстрому усвоению углекислоты листьями, ускоряет передвижение углеводов из листьев в клубни, повышает содержание воды в клетках растений, что увеличивает засухоустойчивость и морозостойкость растений [7]. Он участвует в регулировании вязкости и проницаемости протоплазмы, углеводном, белковом обменах, в процессе фотосинтеза, в использовании железа из почвы, в синтезе хлорофилла. При недостаточном калийном питании у молодых всходов листья имеют интенсивную темно-зеленую окраску, блестящую и морщинистую поверхность. У взрослого растения ткани листа между жилками становятся сначала бронзово-коричневыми, а затем с краев отмирают. Клубни при недостатке калия приобретают несколько удлинненную форму, бывают мелкими, плохо хранятся в зимний период [6].

Цель наших исследований – определить накопление в дерново-подзолистой супесчаной почве недостаточно изученных короткоротационных севооборотов доступных растениям картофеля подвижного фосфора и обменного калия.

Методика. Экспериментальные исследования проводили на бывшей Брянской опытной станции по картофелю (ныне лаборатория клонального микроразмножения перспективных сортов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха») на дерново-подзолистой супесчаной почве в стационарном опыте, заложенном в 1981 г., развернутом в пространстве и во времени в трех севооборотах со следующим чередованием культур и системами удобрения: 1. Картофель, ячмень с подсевом клевера ($N_{60}P_{60}K_{60}$), клевер ($P_{30}K_{30}$); 2. Картофель, ячмень ($N_{60}P_{60}K_{60}$), люпин на зеленый корм ($P_{60}K_{60}$); 3. Картофель, кукуруза на силос ($N_{120}P_{120}K_{120}$), ячмень ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Схема удобрения картофеля следующая: 1. Контроль – без удобрений; 2. 30 т/га ТНК; 3. 60 т/га

ТНК, 4. 90 т/га ТНК; 5. $N_{90}P_{90}K_{120}$; 6. 30 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$; 7. 60 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$; 8. 90 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$. В 1980 г. на опытном участке проведен уравнильный посев ячменя, средний урожай которого составил 15 ц/га. В последующие два года во всех севооборотах, поля которых предшествовали картофелю, проведены рекогносцировочные посевы ячменя. Вхождение в опыт осуществлялось ежегодно одним полем каждого севооборота. Повторность четырехкратная, размер делянок – 100 м², учетных – 50 м². Размещение вариантов систематическое. В опыте применяли компост (ТНК) на основе торфа и безподстилочного жидкого навоза (1:1) с содержанием N – 0,58%, P₂O₅ – 0,27 и K₂O – 0,15%, аммиачную селитру, суперфосфат и калийную соль. Фосфорно-калийные удобрения вносили осенью, азотные – весной.

Перед закладкой стационарного опыта в слоях почвы 0-20 см и 20-40 см содержалось гумуса (по Тюрину) 0,89-1,13 и 0,66-1,04%, соответственно, легкогидролизуемого азота (по Тюрину – Кононовой) 2,6-5,2 и 1,5-4,6 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 15,1-27,0 и 11,3-22,8, обменного калия (по Масловой) 11,7-16,2 и 7,8-14,5 мг/100 г почвы, pH солевой вытяжки на приборе ЭВ-74 5,3-7,45 и 5,6-7,49, гидролитическая кислотность (по Каппену) 0,46-1,12 и 0,45-1,07 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) 3,19-9,54 и 2,3-8,63 мг-экв/100 г почвы.

Использовали сорта: картофеля – Раменский, кукурузы – Стерлинг и Буковинская ЗТВ, люпина желтого – Быстрорастущий 4, ячменя – Эльгина, клевера лугового – Стародубский местный.

Более подробно методика исследований опубликована в журнале «Плодородие» за 2018 г. [8].

Результаты и их обсуждение. Исследования свидетельствуют, что по истечении первой ротации короткоротационных севооборотов применение удобрений, особенно торфо-навозного компоста, благоприятно сказалось на накоплении подвижного фосфора в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистой супесчаной почвы. В среднем по трем полям в севооборотах с клевером, люпином и кукурузой содержание подвижного фосфора значительно возросло. Так, если на контроле без внесения удобрений в севообороте с клевером содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см ($A_{\text{пах}}$) увеличилось на 4,1 мг/100 г почвы (перед закладкой опыта фосфора было 15,3 мг/100 г почвы), а в севооборотах с люпином и кукурузой осталось практически на прежнем уровне (-0,1 и -0,5 мг/100 г почвы). Перед закладкой опыта содержание подвижного фосфора в контрольном варианте севооборотов с люпином и кукурузой составило, соответственно, 25,1 и 24,8 мг/100 г почвы. В слое почвы 20-40 см во всех испытываемых севооборотах содержание подвижного фосфора увеличилось на 4,5; 1,4 и 4,1 мг/100 г почвы. Различия особенно ощущаются при сравнении данных увеличения содержания подвижного фосфора в вариантах с ежегодным внесением торфо-навозного компоста в дозах 10, 20 и 30 т/га пашни. Содержание подвижного фосфора в $A_{\text{пах}}$ возросло на 8,6; 8,9 и 9,7 мг/100 г почвы в севообороте с клевером, на 2,6; 4,3 и 5,8 мг/100 г почвы в севообороте с люпином и на (-1,4); 5,8 и 2,3 мг/100 г почвы в севообороте с кукурузой. В слое почвы 20-40 см содержание подвижного фосфора возросло на 2,1; 2,6 и 6,5 мг/100 г почвы в севообороте с клевером, на 4,8; 4,8 и

1,4 мг/100 г почвы в севообороте с люпином и на 2,3; 5,1 и 2,6 мг/100 г почвы в севообороте с кукурузой (табл. 1).

1. Содержание подвижного фосфора в почве перед закладкой опыта (1) и после первой ротации севооборотов (2), мг/100 г почвы

Удобрения	Слой почвы: I. 0-20 см II. 20-40 см	Севооборот					
		с клевером		с люпином		с кукурузой	
		1	2	1	2	1	2
Контроль – без удобрений	1	15,3	19,4	25,1	25,0	24,8	25,3
	II	11,3	15,8	20,9	22,5	19,6	23,7
30 т/га ТНК	1	15,2	23,8	21,8	24,4	27,0	25,6
	II	12,8	14,9	15,1	19,9	21,0	23,3
60 т/га ТНК	1	15,5	24,4	18,9	23,2	21,6	27,4
	II	13,7	16,3	15,9	20,7	19,1	24,2
90 т/га ТНК	1	15,1	24,8	19,7	23,8	24,0	26,3
	II	11,9	18,4	18,8	20,2	20,9	23,5
$N_{90}P_{90}K_{120}$	1	21,1	22,6	23,4	25,0	22,9	25,8
	II	13,5	15,5	17,2	22,7	19,2	23,3
30 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$	1	15,8	24,4	22,3	26,0	25,4	26,0
	II	12,4	13,4	19,2	21,9	22,8	21,4
60 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$	1	16,6	22,9	16,8	25,3	23,2	26,3
	II	13,5	18,4	14,5	20,9	19,6	24,8
90 т/га ТНК + $N_{90}P_{90}K_{120}$	1	16,8	26,2	19,0	26,0	22,6	27,4
	II	16,2	21,6	15,9	22,0	16,0	19,2

При сочетании 30 т/га торфо-навозного компоста и минеральных удобрений содержание подвижного фосфора в севооборотах с клевером, люпином и кукурузой в $A_{\text{пах}}$ увеличилось на 8,6; 3,7 и 0,6 мг/100 г почвы. Эти различия особенно ощущались в слое почвы 20-40 см. Так, соответственно севооборотам с клевером и люпином дополнительное увеличение содержание подвижного фосфора составило 1,0 и 2,7 мг/100 г почвы. Наоборот, в севообороте с кукурузой содержание подвижного фосфора в слое почвы 20-40 см уменьшилось на 1,4 мг/100 г почвы. При сочетании 60 т/га торфо-навозного компоста и минеральных удобрений содержание подвижного фосфора в севооборотах с клевером, люпином и кукурузой в $A_{\text{пах}}$ увеличилось на 6,3; 8,5 и 3,1 мг/100 г почвы, в слое почвы 20-40 см, соответственно, на 4,9; 6,4 и 5,2 мг/100 г почвы. При сочетании 90 т/га торфо-навозного компоста и минеральных удобрений содержание подвижного фосфора в севооборотах с клевером, люпином и кукурузой в $A_{\text{пах}}$ увеличилось на 9,4; 7,0 и 4,8 мг/100 г почвы, в слое почвы 20-40 см, соответственно, на 5,4; 5,1 и 3,2 мг/100 г почвы.

Следует отметить, что применяемые удобрения не обеспечили в изучаемых севооборотах бездефицитный баланс калия в почве. Только совместное применение торфо-навозного компоста и минеральных удобрений способствовало улучшению накопления обменного калия в почве, особенно в севооборотах с клевером и люпином (табл. 2).

Такое влияние на содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия обусловлено в первую очередь биологическими особенностями возделываемых культур севооборота. Немаловажная роль принадлежит корневым и пожнивным остаткам культур, количество и качество которых сильно различалось. Так, предшественники картофеля в севооборотах клевер, люпин и ячмень в зависимости от вариантов оставляли, соответственно, 30,7-51,5, 28,8-38,1 и 25,6-34,6 ц/га послеуборочных остатков. Ежегодно с органическими остатками

клевера в почву поступало 76-144 кг/га азота, 18-31 фосфора и 37-103 кг/га калия; с остатками люпина, соответственно, 69-103, 16-20 и 71-111 кг/га; с остатками ячменя – лишь 31-51, 9-18 и 22-45 кг/га.

2. Содержание обменного калия в почве перед закладкой опыта (1) и после первой ротации севооборотов (2), мг/100 г почвы

Удобрения	Слой почвы: I. 0-20 см II. 20-40 см	Севооборот					
		с клевером		с люпином		с кукурузой	
		1	2	1	2	1	2
Контроль – без удобрений	1	12,5	12,7	14,7	11,2	15,6	12,9
	11	9,3	7,8	11,3	9,9	12,9	12,2
30 т/га ТНК	1	15,0	12,8	15,7	10,8	16,2	11,4
	11	12,3	8,4	11,2	9,6	11,5	11,8
60 т/га ТНК	1	13,8	12,5	13,7	12,4	16,0	12,4
	11	9,2	8,9	10,3	11,6	11,9	11,0
90 т/га ТНК	1	11,8	10,9	12,9	12,5	15,8	12,0
	1	8,9	7,1	10,1	10,8	14,5	10,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	14,4	12,7	13,0	10,9	14,3	13,6
	11	11,0	7,3	11,0	9,4	10,0	11,9
30 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	11,7	12,0	14,5	12,3	15,7	12,5
	11	7,8	6,2	10,8	11,6	12,3	10,1
60 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	12,9	11,2	11,9	12,1	15,3	11,5
	11	11,1	7,8	8,5	11,9	11,5	8,7
90 т/га ТНК + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1	13,2	12,7	12,7	12,3	14,9	11,5
	11	9,8	8,4	7,9	10,9	11,2	9,0

Заключение. Исследования свидетельствуют, что по истечении первой ротации короткоротационных сево-

оборотов внесение удобрений, особенно торфо-навозного компоста и его применение с минеральными удобрениями, благоприятно сказалось на накоплении подвижного фосфора в пахотном и подпахотном слоях дерново-подзолистой супесчаной почвы. Применяемые удобрения не обеспечили в изучаемых севооборотах бездефицитный баланс калия в почве. Только совместное внесение торфо-навозного компоста и минеральных удобрений способствовало улучшению накопления обменного калия в почве, особенно в севооборотах с клевером и люпином.

Литература

1. Кориунов А.В. Управление содержанием нитратов в картофеле / Рекомендации. – М.: ЦНТИ пропаганды и рекламы, 1992. – 30 с.
2. Белоус Н.М. Органические и минеральные удобрения под картофель – совместно // Земледелие. – 1996. – № 2. – С.18-20.
3. Захаров В.Н. Управление минеральным питанием картофеля // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 60-64.
4. Удобрения, их свойства и способы использования (под редакцией Д.А. Коренькова). – М.: Колос, 1982. – 415 с.
5. Барбер С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. Механистический подход / Пер. с англ. Ю.Я. Мазеля. Под ред. и с предисл. Э.Е. Хавкина. – М.: Агропромиздат, 1988. – 376 с.
6. Карманов С.Н., Кирюхин В.П., Кориунов А.В. Урожай и качество картофеля. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 167 с.
7. Ильин В.Ф., Писарев Б.А., Сухованов В.А. Удобрение картофеля. – М.: Колос, 1974. – 144 с.
8. Молявко А.А., Марухленко А.В., Еренкова Л.А., Борисова Н.П. Удобрение картофеля в севооборотах // Плодородие. – № 4. – 2018. – С. 8-12.

ACCUMULATION OF MOBILE PHOSPHORUS AND EXCHANGE POTASSIUM IN SORT-ROTATION CROP ROTATIONS ON DERN- SUBWALLED SUPERSTITITION SOIL

A.A. Molyavko, A.V. Marukhlenko, N.P. Borisova, D.V. Abrosimov
Russian potato research center E- mail: brlabor@mail.ru

Experimental studies show that following the expiration of the first rotation of short-rotation crop rotations, the use of fertilizers, especially peat-dung compost and its use with mineral fertilizers, has had a favourable impact on the accumulation of mobile phosphorus in the arable and sub-arable layers of dandruff-subsurface superheated soil. The used fertilizers did not ensure the deficient balance of potassium in the soil in the studied crop turns. Only the joint application of peat-dung compost and mineral fertilizers contributed to the improvement of the accumulation of exchange potassium in the soil, especially in crop rotations with clover and lupin.

Keywords: Potatoes, crop rotation, peat-dung compost, mobile phosphorus, exchange potassium.