

препарат Микроэл и стимулятор роста Мивал-Агро. Их эффективность показана в таблице 3.

Приведенные в таблице 3 данные отчетливо показывают, что и в десятой ротации севооборота комплексное применение удобрений с другими средствами химизации значительно повышает урожайность зерна озимой пшеницы и эффективность удобрений с препаратами нового поколения (микроэлементы и стимуляторы роста). В результате урожайность зерна по сравнению с одними системами удобрения повысилась в среднем за 3 года на 0,9 т/га, а окупаемость удобрений – на 3 кг/кг.

3. Эффективность удобрений в посевах озимой пшеницы в 10-й ротации полевого севооборота (опыт ЦНП-2/60, 2016-2018 гг.)

Вариант опыта	Урожайность	Прибавка	Окупаемость НПК зерном, кг/га	Доля участия удобрений в урожае, %
	т/га			
Контроль – без удобрений	3,72	-	-	-
ОМС	6,52	2,8	9,3	42,9
ОМС+Микроэл, 0,2 л/га	7,09	3,37	11,2	47,5
ОМС+Микроэл, 0,2 л/га + Мивал- Агро, 15 г/га	7,45	3,73	12,4	50,1
МС	6,43	2,71	9,0	42,1
МС + Микроэл, 0,2 л/га	6,84	3,17	10,6	46
МС + Микроэл, 0,2 л/га + Мивал- Агро, 15 г/га	7,25	3,53	11,8	48,7
НСР ₀₅	0,40			

Закключение. На основании многолетних исследований в стационарном опыте установлено преимущество комплексного применения систем удобрения совместно со средствами защиты растений и другими средствами

химизации в агроценозе озимой пшеницы. Разработанные приемы обеспечивают получение 7-8 т/га зерна с окупаемостью 1 кг NPK зерном 9-12 кг, что значительно больше, чем с одними системами удобрения.

Литература

- Алиев А. М., Старостина Е. Н. Продуктивность культур и окупаемость удобрений при длительном применении комплекса средств химизации в полевом севообороте // Плодородие. – 2017. – № 6. – С. 8-10.
- Алиев А. М., Сычев В. Г., Ваулина Г. И., Самойлов Л. Н. Научные основы комплексного применения средств химизации и экологические основы интенсивного земледелия. – М.: ВНИИА, 2013. – 196 с.
- Аристархов А. Н., Волков А. В., Яковлева Т. А. Агроэкономическая эффективность применения цинковых удобрений под яровую пшеницу на различных типах почв.
- Богдевич И. М., Лапа В. В. Экологические аспекты применения удобрений в Белорусской ССР // Экологические проблемы в интенсивном земледелии. Тр. ВИАУ, 1990. – С. 51.
- Ваулина Г. И., Алиев А. М., Самойлов Л. Н. Роль комплексного применения средств химизации в повышении урожайности зерновых культур и окупаемости удобрений // Плодородие – 2016. – № 5. – С. 47-49.
- Вильдфлуш И.Р., Мишура О.И., Ионас Е.Л., Чуйко С.Р. Эффективность применения макро- и микроудобрений, регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы, пивоваренного ячменя и картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. – 2017. – №2. – С. 106-119.
- Лошаков В. Г. Севооборот и плодородие почвы. – М.: ВНИИА, 2012. – 512 с.
- Научные основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы. Научное издание под общей редакцией академиков РАН. В.Ф. Федоренко, А. А. Завалина, Н. З. Милащенко. – М.: Росинформагротех, 2018. – 396 с.
- Огарков В. В., Фенова О. А., Огаркова Л. А. Влияние плодородия серых лесных почв на урожайность озимой пшеницы и окупаемость минеральных удобрений после пласта многолетних трав // Агрохимия. – 2015. – № 6. – С. 25-36.
- Сычев В. Г., Беличенко М. В., Романенков В. А. Результаты мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборота и изменение свойств почвы в длительных опытах географической сети // Плодородие. – 2017. – № 6. – С. 2-7.
- Сычев В. Г., Милащенко Н. З., Шафран С. А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России // Плодородие. – 2018. – № 6. – С. 18-19.
- Шафран С. А., Ваулина Г. И., Прошкин В. А. и др. Прогноз окупаемости затрат на применение азотных удобрений при подкормке озимой пшеницы в Нечерноземной зоне // Плодородие. – 2014. – № 2. – С. 5-6.

YIELD OF WINTER WHEAT AND PAYBACK OF FERTILIZERS DURING THE LONG-TERM CHEMICALS APPLICATION IN FIELD CROP ROTATION

A.M. Aliev, N.I. Zimbalist, Ye.N. Starostina, G.A. Ivashenkov

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, E-mail: info@vniia-pr.ru

The influence of the long-term use of fertilizer systems and other means of chemicalization on the grain yield of winter wheat and the payback of fertilizers in the field crop rotation of the Central Non-Black Earth Region has been investigated. The advantage of a complex of chemical means in comparison with fertilization systems without other chemical means is shown.

Keywords: complex of chemical means, grain yield, payback of fertilizers, soil properties.

УДК 631.559:631.85:631.442.2:631.41:631.583.

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА ОКУПАЕМОСТЬ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИБАВКОЙ УРОЖАЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Н.А. Кирпичников, д.с.-х.н., С.П. Бижан, И.В. Тованчев, ВНИИА

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова
127550, Москва, ул. Прянишникова, д. 31а, e-mail: bighan1@yandex.ru

Работа выполнена по госзаданию № 0572-2019-0011

Приведены данные полевых опытов ВНИИА (Барыбино, Московская обл.) по урожайности озимой пшеницы сорта Московская 39 и ярового ячменя сорта Нур, окупаемости фосфорных удобрений в зависимости от агрохимических свойств дерново-подзолистой суглинистой почвы. Показано влияние на окупаемость доз фосфорных удобрений, фосфатного уровня почвы и известкования. Установлено, что при внесении фосфорных удобрений в

дозах 60-120 кг/га P_2O_5 , урожайность повышается на известкованной почве при низком содержании подвижных фосфатов почти в 2 раза, на известкованной, более обеспеченной подвижными фосфатами, почве – на 16-34%, при уровне продуктивности культур (в вариантах НК): озимой пшеницы 22,3-30,2 ц/га, ячменя 20,3-27,7 – на слабоокультуренной; 44,5-52 и 34-45 ц/га на окультуренной почве соответственно.

Ключевые слова: свойства почвы, фосфорные удобрения, озимая пшеница, яровой ячмень, урожайность, окупаемость.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.06

Пахотные почвы Центрального Нечерноземья существенно различаются по агрохимическим свойствам, что связано с разным уровнем применения удобрений в прошлые годы. Они несходны прежде всего по кислотности и обеспеченности подвижными фосфатами, которые определяют, в основном, степень их окультуренности [1, 2].

При низких темпах известкования и резко отрицательном балансе фосфора в настоящее время пахотные почвы Центрального Нечерноземья с повышенной кислотностью составляют около 70%, а со слабой обеспеченностью подвижными фосфатами – 62% [3]. Озимая пшеница и ячмень, особенно сорта интенсивного типа, требовательны к плодородию почвы и минеральному питанию. Но из-за резкого недостатка удобрений их урожайность в данных условиях остается низкой, а окупаемость фосфорных удобрений в расчете на 1 кг/га P_2O_5 , по обобщенным данным, в этом регионе составляет всего лишь 3-9 кг/кг зерна [4].

В последние годы селекционеры вывели более продуктивные сорта озимой пшеницы и ярового ячменя, урожайность которых в некоторых опытах достигает 70 ц/га и более [5, 6], изменилась и технология возделывания. Однако экспериментальных данных, полученных при изучении продуктивности новых сортов зерновых культур на дерново-подзолистой почве с различными агрохимическими свойствами, недостаточно. Они необходимы для разработки современных нормативов окупаемости удобрений и потребности сельскохозяйственного производства в минеральных удобрениях [7].

Цель исследований – изучить в полевых опытах окупаемость фосфорных удобрений при выращивании озимой пшеницы сорта Московская 39 и ярового ячменя сорта Нур на дерново-подзолистой суглинистой почве с различными агрохимическими свойствами.

Методика. Исследования проводили в двух длительных полевых опытах, заложенных на Центральной опытной станции ВИУА (Московской обл.) в 1966 г. (СШ-27) и в 1972 г. (СШ-9), а также в одном краткосрочном (2015-2017 гг.).

Исходные почвы длительных опытов слабоокультуренные: pH_{KCl} 3,9-4,4, сумма обменных оснований 8,2-9,5, гидролитическая кислотность 4,4-5,0, обменная кислотность 0,55-0,57 ммоль-экв/100 г. Содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) 30-70 и 112-115 мг/кг соответственно.

В первом опыте (СШ-27) эффективность фосфорных удобрений в зависимости от известкования изучали на фонах извести 1,5 г.к. (по 0,5 г.к. в первых трех ротациях) и 2,5 г.к. (по 1 г.к. в первой и третьей и 0,5 г.к. в восьмой ротациях), а также на фоне без извести.

Во втором опыте (СШ-9) создавали различные уровни фосфатов путем внесения разных доз суперфосфата в течение 6 лет на известкованной и известкованной (по 1,5 г.к.) почвах. Затем на созданных фонах изучали эффективность фосфорных удобрений.

Краткосрочный опыт проводили в 2015-2017 гг. на слабоокультуренной почве (pH_{KCl} 4,1-4,5, P_2O_5 35-60 мг/кг) и на окультуренной (pH_{KCl} 5,1-5,4, P_2O_5 90-120 мг/кг). По содержанию гумуса (по Тюрину) исходные почвы всех опытов были примерно равными (1,65-1,70%).

В опытах вносили аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий.

Во всех трех опытах изучение проводили в севообороте со следующим чередованием культур: 1 – озимая пшеница; 2 – ячмень + клевер; 3 – клевер двух лет пользования. В качестве общего фона (НК) вносили аммиачную селитру и хлористый калий, под клевер азотные удобрения не давали. При выращивании культур применяли технологию, принятую в Московской области. Анализы почвы проводили согласно ГОСТам. При статистической обработке данных использовали дисперсионный анализ [8].

Результаты и их обсуждение. Исследования в полевых опытах показали, что эффективность применения фосфорных удобрений в значительной степени зависит от агрохимических свойств дерново-подзолистой тяжело-суглинистой почвы.

О влиянии кислотности почвы на эффективность фосфорных удобрений свидетельствуют данные длительного полевого опыта СШ-27 (табл. 1).

1. Окупаемость P_2O_5 прибавкой зерна озимой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от применения фосфорных удобрений на дерново-подзолистой суглинистой почве СШ-27 (в среднем за 2012-2017 гг.)

Вариант опыта	Урожай озимой пшеницы, ц/га	Прибавка от P_2O_5 , ц/га	Окупаемость P_2O_5 , кг/кг	Урожай ярового ячменя, ц/га	Прибавка от P_2O_5 , ц/га	Окупаемость P_2O_5 , кг/га
pH_{KCl} 4,0 (без извести)						
Без удобрений	22,3	-	-	20,3	-	-
$N_{90}K_{90}$	23,5	-	-	22,6	-	-
$N_{90}K_{90}+P_{60}$	42,4	18,9	31,5	36,7	14,1	23,5
pH_{KCl} 4,7 (известь по 1,5 г.к.)						
$N_{90}K_{90}$	42,0	-	-	34,4	-	-
$N_{90}K_{90}+P_{60}$	57,4	15,4	25,7	45,2	10,8	18,0
pH_{KCl} 5,4 (известь по 2,5 г.к.)						
$N_{90}K_{90}$	52,2	-	-	45,8	-	-
$N_{90}K_{90}+P_{60}$	64,4	12,2	20,3	54,0	7,2	12,0
HCP_{05}		3,1			2,8	

Применение фосфорных удобрений в дозе 60 кг/га на сильнокислой почве (pH_{KCl} 4,2) повышало урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя почти в 2 раза. На кислой почве (pH_{KCl} 4,7) действие фосфорных удобрений ослаблялось, а урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя повышалась. Окупаемость фосфорных удобрений прибавкой урожая при этом снижалась. Максимальная урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя формировалась при внесении фосфорных удобрений на слабокислой почве (pH_{KCl} 5,4). Эффект от фосфорных удобрений и их окупаемость существенно снижаются.

Так на культуре ячменя окупаемость фосфорных удобрений в последнем случае снизилась по сравнению с первым (на сильнокислой почве) почти в 2 раза.

Эффективность фосфорных удобрений в зависимости от кислотности почвы и содержания подвижных фосфатов изучали в длительном полевом опыте СШ-9. Прямая зависимость урожайности озимой пшеницы от содержания подвижных фосфатов в почве показана в таблице 2.

2. Окупаемость P_2O_5 прибавкой зерна озимой пшеницы в зависимости от применения фосфорных удобрений при различных уровнях фосфатов и кислотности дерново-подзолистой почвы в опыте СШ-9 (в среднем за 2003-2012 гг.)

Вариант опыта	P_2O_5 в почве, мг/кг	pH _{KCl} 4,2 (без известки)			pH _{KCl} 5,5 (известь по 1,5 г.к.)		
		урожай, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость P_2O_5 , кг/кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость P_2O_5 , кг/кг
N ₉₀ K ₆₀	23	30,2	-	-	40,0	-	-
N ₉₀ K ₆₀ +P ₄₀	25	37,5	7,3	18,2	44,7	4,7	11,8
N ₉₀ K ₆₀ +P ₈₀	26	40,9	10,7	13,4	46,7	6,7	8,4
N ₉₀ K ₆₀ +P ₁₂₀	37	45,3	15,1	12,5	50,0	10,	8,3
N ₉₀ K ₆₀	52	44,5	-	-	51,7	-	-
N ₉₀ K ₆₀ +P ₄₀	57	50,9	6,4	16,0	55,3	3,6	9,0
N ₉₀ K ₆₀ +P ₈₀	76	52,8	8,3	10,4	58,2	6,5	8,0
N ₉₀ K ₆₀ +P ₁₂₀	90	54,0	9,5	7,9	60,1	8,4	7,0
НСР ₀₅			3,7			3,4	

Наибольший эффект от применения фосфорных удобрений отмечался при очень низком (на фоне НК) содержании фосфатов, прибавки урожаев от P_2O_5 на этом фоне достигали 50% на сильнокислой почве и 25% на слабокислой. Окупаемость фосфорных удобрений снижалась. При среднем содержании подвижных фосфатов на фоне НК эффект от фосфорных удобрений снижался и составил 22% на сильнокислой почве (pH_{KCl} 4,2) и 16% на слабокислой (pH_{KCl} 5,5). Окупаемость фосфорных удобрений, вносимых в дозах 40-120 кг/га P_2O_5 (что соответствует содержанию подвижных фосфатов 57-90 мг/кг), снижалась как на известкованной почве так и на произвесткованной. На известкованной почве выявлена обратная корреляционная зависимость между содержанием P_2O_5 в почве и окупаемостью фосфорных удобрений ($r = -0,72$). Уравнение регрессии $Y = 18 - 0,93X$, где Y – окупаемость P_2O_5 , кг/кг зерна; X – содержание P_2O_5 в почве, мг/кг. На известкованной почве зависимость между этими факторами не выявлена.

Окультуренность дерново-подзолистой почвы, связанная с кислотностью и обеспеченностью подвижными фосфатами, в значительной степени сказалась на урожайности ярового ячменя и эффективности фосфорных удобрений также и в краткосрочном полевом опыте (табл. 3).

На слабоокультуренной почве фона N₆₀K₆₀ полученная урожайность этой культуры была ниже, чем на окультуренной. На слабоокультуренной почве урожай-

ность ярового ячменя повышалась с увеличением дозы фосфорных удобрений, но уменьшалась окупаемость 1 кг P_2O_5 . На окультуренной почве наибольшая урожайность достигалась уже при дозе P₆₀. Увеличение дозы фосфорных удобрений до 90-120 кг/га P_2O_5 не приводило в данном случае к дальнейшему росту урожайности, но резко снижало их окупаемость.

3. Окупаемость P_2O_5 прибавкой зерна ячменя в зависимости от применения фосфорных удобрений и окультуренности дерново-подзолистой почвы в краткосрочном опыте (в среднем за 2015-2017 гг.)

Вариант опыта	Слабоокультуренная почва			Окультуренная почва		
	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость P_2O_5 , кг/кг	урожай, ц/га	прибавка, ц/га	окупаемость P_2O_5 , кг/кг
Контроль	27,7	-	-	34,3	-	-
N ₆₀ K ₆₀	34,4	-	-	45,5	-	-
N ₆₀ K ₆₀ +P ₃₀	42,3	7,9	26,3	50,7	5,2	17,3
N ₆₀ K ₆₀ +P ₆₀	48,8	14,4	24,0	57,0	11,5	19,2
N ₆₀ K ₆₀ +P ₉₀	53,2	18,8	20,9	57,7	12,2	13,6
N ₆₀ K ₆₀ +P ₁₂₀	54,8	20,4	17,0	57,8	12,3	10,2

НСР₀₅, ц/га: удобрения 2,4-3,2; почва 1,9-2,3.

Закключение. Районированные в настоящее время сорта интенсивного типа озимой пшеницы Московская 39 и ярового ячменя Нур хорошо отзываются на фосфорное питание растений, которое в значительной степени зависит от кислотности дерново-подзолистой почвы, обеспеченности ее подвижными фосфатами.

Наибольшая окупаемость 1 кг P_2O_5 фосфорных удобрений в посевах озимой пшеницы и ярового ячменя достигается на сильнокислой почве при слабой обеспеченности почвы подвижными фосфатами.

На слабокислой дерново-подзолистой почве со средним содержанием подвижных фосфатов окупаемость фосфорных удобрений снижается почти в 2 раза.

Литература

1. Авдонин Н.С. Известкование кислых почв. – М.: Колос, 1976. – 220 с.
2. Карпинский Н.П. Об эффективности удобрений на дерново-подзолистых почвах Центральной части Нечерноземной зоны. Кн. Агрохимическая характеристика почв СССР. – М., 1972. – С. 120-144.
3. Сычев В.Г., Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на эффективность удобрений. – М.: ВНИИА, 2012. – 200 с.
4. Шафран С.А., Прошкин В.А. Влияние агрохимических свойств почв Центрального района на урожайность зерновых культур// Агрохимия. – 2008. -№7. – С. 1-9.
5. Кутровский В.Н., Сундухадзе Б.И., Кидин В.Ф. Инновационные селекционные и технологические разработки – основы развития с.-х. производства// Материалы научно-практической конференции. – М.: Росинформагротех, 2007. – С. 56-58.
6. Ваулина Г.И., Алиев А.М., Самойлов Л.Н. Роль комплексного применения средств химизации в повышении урожайности зерновых культур и окупаемости удобрений// Плодородие. – 2016. – №5. – С. 47-49.
7. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. – М.: ВНИИА. – 2013. – 296 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

INFLUENCE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOD-PODZOLIC SOIL ON THE PAYBACK OF PHOSPHATE FERTILIZERS WITH ADDITIONAL YIELD OF GRAIN CROPS

N.A. Kirpichnikov, S.P. Bizhan, I.V. Tovanchev

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, e-mail: bighan1@yandex.ru

The data of field experiments of Pryanishnikov Institute of Agrochemistry on the yield of winter wheat variety Moscow 39 and spring barley variety Nur are given. Data on the payback of phosphate fertilizers depending on the agrochemical properties of sod-podzolic loamy soil. The effect on the payback of doses of phosphate fertilizers, phosphate level of soil and liming is shown. It has been established that when phosphorus fertilizers are applied in doses of 60-120 kg/ha of P_2O_5 , the yield increases on non-leveled soil with a low content of mobile phosphates by almost 2 times, on a calcareous soil, better provided with mobile phosphates, in the soil – by 16-34%, with the level of crop productivity (NK variants): winter wheat 22.3-30.2 c/ha, barley 20.3-27.7 – on poorly cultivated; 44.5-52 and 34-45 c/ha in cultivated soil, respectively.

Keywords: soil properties, phosphate fertilizers, winter wheat, spring barley, yield, payback.