

ОКУПАЕМОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИБАВКОЙ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ НА ПОЧВАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ С РАЗНЫМИ АГРОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

С.А. Шафран, д.с.-х.н., Е.С. Козенчева, к.б.н., ВНИИА

Изучено влияние агрохимических свойств почв Нечерноземной зоны России на окупаемость азотных, фосфорных и калийных удобрений прибавкой урожая картофеля. Показано, что содержание подвижных форм фосфора и калия в почве оказывает большее влияние на окупаемость удобрений по сравнению с генетическими свойствами почвенного покрова Нечерноземья.

Ключевые слова: агрохимические свойства почв, окупаемость минеральных удобрений, типы почв, подвижные формы фосфора и калия.

Одна из проблем современного земледелия – снижение затрат питательных веществ удобрений на формирование единицы урожайности сельскохозяйственной продукции. Видное место в решении данной проблемы принадлежит дифференцированному применению минеральных удобрений с учетом агрохимических свойств почв. Исследования, проведенные в этом направлении, свидетельствуют о том, что эффективность удобрений во многом определяется содержанием в почве питательных веществ и её физико-химическими свойствами.

Анализ литературных источников показал, что эффективность азотных удобрений возрастает при увеличении содержания подвижных форм фосфора и калия в почве. Действие фосфорных удобрений зависит в первую очередь от содержания подвижного фосфора в почве, а калийных удобрений – от степени её обеспеченности подвижным калием [1-5].

В публикациях освещались в основном вопросы эффективности применения минеральных удобрений под зерновые культуры, а по картофелю подобный материал представлен крайне недостаточно и не охватывает многообразия почв Нечерноземной зоны по генетическим и агрохимическим свойствам.

Цель наших исследований – установить влияние агрохимических свойств почв на эффективность азотных, фосфорных и калийных удобрений под картофель в наиболее распространенных почвах Нечерноземной зоны.

Методика. Для оценки действия минеральных удобрений на урожайность картофеля использовали результаты полевых опытов агрохимической службы. Обобщались опыты, схема которых позволяла вычленив отдельно действие азотных, фосфорных и калийных удобрений на фоне абсолютного контроля и соответствующих парных сочетаний. Так, действие азота изучали на фоне РК, фосфора – на фоне НК, калия – на фоне НР. Обязательное условие при выборе опытов – наличие сопряженных данных по урожайности культур и агрохимическим показателям почвы по вариантам.

Выборки формировали по типам почв и их гранулометрическому составу.

Для установления связи между изучаемыми факторами был проведен корреляционный анализ с расчётом

коэффициентов корреляции (r), корреляционных отношений (η), индексов детерминации (η^2) и критериев линейности корреляции (F), по которым оценивали форму корреляции для описания связи между признаками [6, 7].

Статистическая обработка данных. Результаты статистической обработки показали четко выраженную зависимость изменчивости прибавки урожая картофеля от агрохимических свойств почв. Однако эта связь между изучаемыми факторами проявлялась по-разному. На эффективность азотных удобрений больше влияло содержание подвижных фосфора и калия в почве.

Связь между содержанием гумуса и прибавкой урожая от азота была неустойчивой и малодостоверной.

Анализ данных опытов с фосфорными удобрениями показал наличие четко выраженной зависимости прибавки урожая картофеля от вариации содержания подвижного фосфора во всех почвах.

Связь между содержанием подвижного калия и эффективностью фосфорных удобрений характеризовалась в подавляющем большинстве случаев невысокими коэффициентами корреляции и индексами детерминации. Содержание гумуса в почве также мало влияло на эффективность фосфорных удобрений.

При оценке эффективности калийных удобрений на картофеле в зависимости от обеспеченности почв подвижным калием установлена тесная связь между содержанием K_2O и величиной прибавки урожая. Эта связь носила криволинейный характер. Связь между эффективностью калийных удобрений и содержанием гумуса в почве была неустойчивой.

Исходя из результатов статистического анализа, проведена систематизация показателей. Эффективность азотных удобрений дифференцирована по содержанию подвижных форм фосфора и калия в почве, фосфорных удобрений – в зависимости от обеспеченности почв подвижными фосфатами, калийных удобрений – увязана с содержанием подвижного калия в почвах.

Результаты и их обсуждение. Анализ полученных данных выявил существенное влияние содержания подвижных форм фосфора и калия на эффективность азотных удобрений, внесенных под картофель, на всех типах изученных почв. Наибольший эффект отмечен на дерново-подзолистых суглинистых почвах (табл. 1).

По каждому из рассмотренных типов почв отмечена большая разница в окупаемости азотных удобрений в зависимости от их обеспеченности P_2O_5 и K_2O . При увеличении содержания подвижного фосфора от среднего до высокого окупаемость азота возрастала в среднем в 1,1-1,2 раза на дерново-подзолистых супесчаных и серых лесных почвах и в 1,6 раз на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Аналогичная картина наблюдалась при изменении обеспеченности почв подвижным калием. При одновременном улучшении фосфатного и калийного режимов окупаемость азота

возрастала в среднем в 1,4 раза на дерново-подзолистых супесчаных и серых лесных почвах и в 2,3 раза на дерново-подзолистых суглинистых почвах. С увеличением дозы азота окупаемость азотных удобрений закономерно снижалась.

Исходя из соотношения цен на картофель и аммиачную селитру в 2013 г., определена граница окупаемости азотных удобрений и составлен прогноз экономической эффективности применения данного удобрения.

Рассчитанная величина границы окупаемости аммиачной селитры прибавкой урожая картофеля составила 4,3 кг/кг. Сравнение этой величины с данными, приведенными в таблице 1, показывает, что применение азотных удобрений под картофель может быть рентабельным во всех рассмотренных случаях. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах затраты на удобрение могут окупиться стоимостью прибавки урожая картофеля во всех рассмотренных вариантах, включая дозу 150 кг/га.

1. Окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая картофеля, кг/кг

Содержание в почве, мг/кг		Дозы азота, кг д.в./га			
P ₂ O ₅	K ₂ O	60	90	120	150
<i>Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы</i>					
51-100	41-80	40	30	23	19
	81-120	45	33	27	21
	121-170	47	34	28	23
	171-250	48	36	28	23
101-150	41-80	43	32	26	21
	81-120	48	36	28	23
	121-170	52	37	30	24
	171-250	53	39	31	25
151-250	41-80	47	34	28	23
	81-120	52	39	30	25
	121-170	53	40	31	25
	171-250	55	41	32	26
<i>Дерново-подзолистые суглинистые почвы</i>					
51-100	41-80	35	27	23	20
	81-120	45	33	28	25
	121-170	53	39	32	27
	171-250	58	42	34	29
101-150	41-80	48	33	29	26
	81-120	58	43	35	30
	121-170	67	47	38	33
	171-250	72	49	41	35
151-250	41-80	60	43	35	31
	81-120	70	51	41	35
	121-170	78	56	44	37
	171-250	83	59	47	40
<i>Серые лесные почвы</i>					
51-100	41-80	38	28	22	18
	81-120	42	31	24	19
	121-170	45	32	25	20
	171-250	47	33	26	21
101-150	41-80	40	29	23	19
	81-120	45	32	25	21
	121-170	47	33	26	21
	171-250	48	34	27	22
151-250	41-80	42	31	24	19
	81-120	47	33	26	21
	121-170	48	34	27	22
	171-250	50	36	30	23

Эффективность фосфорных удобрений, вносимых под картофель, зависит в первую очередь от содержания подвижного фосфора в почвах. В таблице 2 представлены усредненные данные окупаемости фосфорных удобрений прибавкой урожая этой культуры. Из них следует, что переход почв из низкообеспеченных подвижным фосфором в высокообеспеченные приводит к

снижению окупаемости в среднем в 1,5 раза. С увеличением дозы фосфора также снижалась его окупаемость прибавкой урожая.

Для оценки экономической эффективности применения фосфорных удобрений, исходя из цен на удобрения и картофеля в 2013 г., рассчитана граница окупаемости аммофоса – 4,0 кг/кг. Таким образом, сравнив ее с представленными в таблице 2 данными, видно, что применение аммофоса экономически целесообразно во всех изученных случаях.

2. Окупаемость фосфорных удобрений прибавкой урожая картофеля, кг/кг

Содержание P ₂ O ₅ в почве, мг/кг	Дозы фосфора, кг д.в./га				
	30	45	60	90	120
<i>Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы</i>					
25 – 50	90	76	60	44	35
51 – 100	80	67	57	41	33
101 – 150	77	64	55	40	32
151 – 250	77	64	53	40	31
> 250	73	62	53	39	30
<i>Дерново-подзолистые суглинистые почвы</i>					
25 – 50	87	71	58	44	35
51 – 100	77	62	53	41	33
101 – 150	70	58	48	40	32
151 – 250	70	58	48	40	31
> 250	63	56	47	39	30
<i>Серые лесные почвы</i>					
25 – 50	77	64	53	39	30
51 – 100	73	62	50	37	28
101 – 150	67	60	48	36	28
151 – 250	67	58	48	6	28
> 250	67	56	47	33	28

Изучение эффективности калийных удобрений показало, что из всех агрохимических свойств почв наиболее тесная связь отмечена между величиной прибавки урожая картофеля и содержанием подвижного калия. Повышение содержания подвижного калия от низкого до высокого приводило к снижению окупаемости калийных удобрений прибавкой урожая картофеля (табл. 3). Так, при дозе калия 90 кг д.в./га окупаемость калийных удобрений снижалась в среднем в 1,8-2,9 раз.

3. Окупаемость калийных удобрений прибавкой урожая картофеля, кг/кг

Содержание K ₂ O в почве, мг/кг	Дозы калия, кг д.в./га				
	30	45	60	90	120
<i>Дерново-подзолистые супесчаные почвы</i>					
40-0	87	64	53	41	33
81-120	40	33	28	21	18
121-170	27	24	23	17	13
171-250	23	60	23	14	12
<i>Дерново-подзолистые суглинистые почвы</i>					
40-80	77	64	55	42	33
81-120	43	38	33	26	21
121-170	30	29	25	19	15
171-250	23	24	22	17	13
<i>Серые лесные почвы</i>					
40-80	77	64	53	40	31
81-120	53	47	40	30	23
121-170	40	38	33	26	20
171-250	33	33	22	22	18

При повышении дозы калийных удобрений прослеживалась та же тенденция, что и по азотным и фосфорным, только менее выраженная.

Одновременное увеличение доз калия и содержания K₂O в почве приводит к еще большему снижению окупаемости калийных удобрений прибавкой урожая.

Граница окупаемости хлористого калия составила 4,7 кг/кг, исходя из цен на это удобрение и картофель в 2013 г. Сравнение величины границы окупаемости с данными, представленными в таблице 3, говорит о том, что затраты на применение хлористого калия могут окупиться стоимостью прибавки урожая картофеля на всех типах представленных почв.

Заключение. Проведенные исследования позволили выявить влияние основных агрохимических свойств почв на эффективность азотных, фосфорных и калийных удобрений, вносимых под картофель на почвах Нечерноземной зоны.

Установлено, что окупаемость азотных удобрений прибавкой урожая картофеля в большей мере зависела от содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах. С ростом обеспеченности почв P_2O_5 и K_2O эффективность азотных удобрений возрастала. Повышение обеспеченности почв подвижными формами фосфора и калия способствовало увеличению окупаемости азотных удобрений прибавкой урожая картофеля в 1,4-2,3 раза.

Наибольшее влияние на окупаемость фосфорных удобрений прибавкой урожая картофеля оказало содержание подвижного фосфора в почвах. На дерново-подзолистых почвах при низкой обеспеченности их подвижным фосфором окупаемость P_{30} составила 87-90 кг/кг, на серых лесных – 64-77 кг/кг. Переход от низко-

го до высокого содержания P_2O_5 в почвах приводил к снижению эффективности фосфорных удобрений.

Окупаемость калийных удобрений прибавкой урожая также в значительной степени зависела от содержания подвижного калия в почвах. При низкой обеспеченности почв K_2O окупаемость калийных удобрений была максимальной и составила в зависимости от дозы 30-90 кг/кг.

Полученные данные можно использовать для оптимизации доз минеральных удобрений под картофель, что позволит снизить затраты на производство этой культуры.

Литература

1. *Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья.* - М.: ВИУА, 1993. - 223 с.
2. *Сушеница Б.А.* Фосфатный уровень почв и его регулирование. - М.: Колос, 2007. - 376 с.
3. *Применение фосфорных удобрений в Нечерноземной зоне РСФСР (рекомендации).* - М.: Россельхозиздат, 1986. - 46 с.
4. *Аристархов А.Н.* Оптимизация питания растений и применение удобрений / Под ред. Минеева В.Г. - М.: ЦИНАО, 2000 - 524 с.
5. *Минеев В.Г.* Агрохимия и экологические функции калия. - М.: МГУ, 1999. - 332 с.
6. *Сычѳв В.Г., Завалин А.А., Шафран С.А., Прошкин В.А., Духанина Т.М., Чернова Л.С., Листова М.П., Романенков В.А., Козеичева Е.С.* Методика разработки нормативов окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур. - М.: ВНИИА, 2009. - 48 с.
7. *Сычѳв В.Г., Шафран С.А.* Влияние агрохимических свойств почв на эффективность минеральных удобрений. - М.: ВНИИА, 2012. - 200 с.

RECOUPMENT OF MINERAL FERTILIZERS BY POTATO YIELD GAIN ON SOILS WITH DIFFERENT AGROCHEMICAL PROPERTIES IN THE NONCHERNOZEMIC ZONE

S.A. Shafran, E.S. Kozеicheva

Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia

The effect of the agrochemical properties of soils in the Nonchernozemic zone of Russia on the recoupment of nitrogen, phosphoric, and potassium fertilizers by potato yield gain has been studied. It has been shown that the contents of mobile phosphorus and potassium forms in the soil have a higher effect on the recoupment of fertilizers than the genetic features of soil cover in the Nonchernozemic zone.

Keywords: soil agrochemical properties, recoupment of mineral fertilizers, soil types, phosphorus and potassium mobile forms.