

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

А.И. Щетко, А.Р. Рыбак

Гродненский зональный институт растениеводства, г. Щучин, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь. Он является незаменимым продуктом питания для населения, широко используется на корм скоту и как сырье для получения различных картофелепродуктов, крахмала и спирта.

Одним из основных факторов получения высоких урожаев картофеля является применение органических и минеральных удобрений. Растения картофеля требовательны к питательным веществам почвы, которые должны находиться в ней в доступной форме и в достаточном количестве. Это во многом обусловлено биологическими особенностями картофеля и в первую очередь слаборазвитой, преимущественно расположенной в верхнем слое почвы корневой системой.

Правильно разработанная система применения органических и минеральных удобрений под картофель позволяет получать не только стабильно высокие урожаи клубней с высоким их качеством, а также устранять при этом недостатки обоих видов вносимых удобрений. Сочетание органических удобрений с минеральными в системе удобрения картофеля создает благоприятный питательный режим в течение всего вегетационного периода, так как в первой половине вегетации картофель потребляет элементы питания из минеральных удобрений, а к периоду бутонизации – цветения – из органических в результате их минерализации [1–3].

Для обеспечения высокой продуктивности картофеля необходимо соблюдение и усовершенствование технологии возделывания культуры, одним из элементов которой является научно обоснованная система удобрения. В связи с этим цель наших исследований – определить наиболее эффективную систему удобрения картофеля, обеспечивающую получение планируемой урожайности.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучению влияния различных систем применения удобрений на продуктивность картофеля проводили в длительном стационарном полевом опыте в РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси» на дерново-подзолистой супесчаной почве. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: pH_{KCl} 4,98–6,30, содержание гумуса – 0,98–1,99 %, P_2O_5 – 156–440, K_2O – 75–289 мг/кг почвы.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Полевой опыт заложен в двух полях (1961–1964 гг.) в зернотравяно-пропашном севообороте со следующим чередованием культур: яровая пшеница – озимая тритикале – картофель – ячмень – клевер луговой. Общая площадь делянки – 75 м², учетная – 50 м², повторность вариантов в опыте – четырехкратная. Под картофель вносили органические удобрения в виде навоза КРС на соломенной подстилке с содержанием N – 0,56 %, P₂O₅ – 0,32 %, K₂O – 0,61 %, а также фосфорные и калийные –осенью. Азотные удобрения вносили в дозе N₉₀ и N₁₂₀ под нарезку гребней; в два приема: N₈₀ – под нарезку гребней, N₄₀ – в фазу бутонизации; в три приема: N₆₀ – под нарезку гребней, N₃₀ – в фазу бутонизации и N₃₀ – в фазу цветения. В варианте 15 дозу азотных удобрений рассчитывали с учетом содержания доступных форм азота в почве.

Объект исследований – поздний столовый сорт белорусской селекции Зарница. Содержание крахмала – 12,7–17,3 %, вкусовые качества хорошие (разваримость – тип ВС). Пригоден для производства хрустящего картофеля. Устойчив к раку картофеля, относительно высокая устойчивость к черной ножке, парше обыкновенной и ризоктониозу, средняя – к фитофторозу листьев и клубней, вирусам. Репродукция – супер-супер элита.

Картофель возделывали в 2009, 2012 гг. по общепринятой для республики технологии [4]. Уход за посадками включал: обработку почвенным гербицидом Зенкор – 1,0 кг/га, двукратную обработку инсектицидом Актара – 0,08 кг/га, обработку фунгицидами Сектин феномен – 1,25 кг/га, Ревус – 0,6 л/га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что продуктивность картофеля в вариантах опыта в среднем за два года варьировала от 100 до 256 ц/га (табл. 1).

Самая низкая урожайность клубней была получена в варианте без удобрений – 100 ц/га. Внесение азотных и калийных удобрений в дозе N₉₀K₁₂₀ обеспечило получение 124 ц/га – прибавка клубней составила 24 ц/га при содержании крахмала 14,8 % и условно чистом доходе 91,7 USD/га. При применении фосфорных удобрений в дозе P₃₀ совместно с N₉₀ K₁₂₀ урожайность клубней увеличилась только на 2 ц/га, что ниже НСР при снижении рентабельности в два раза.

При применении органической системы удобрения с максимальной в опыте дозой 75 т/га навоза КРС на соломенной подстилке урожайность клубней картофеля составила 194 ц/га, что на 94 ц/га выше, чем в контрольном варианте (без удобрений), и на 68 ц/га больше, чем при применении минеральной системы удобрения N₉₀P₃₀K₁₂₀. Рентабельность применения органической и минеральной системы удобрения в опыте практически на одном уровне – 60 и 59 % соответственно. Однако условно чистый доход при применении органических удобрений (75 т/га) на 76,2 USD/га выше, чем при минеральной системе удобрения (N₉₀P₃₀K₁₂₀). Рост продуктивности картофеля на 61–87 ц/га отмечен в вариантах, где минеральные удобрения применяли в дозе N₉₀P₃₀K₁₂₀ на фоне различных доз соломистого навоза. При этом отмечено некоторое увеличение содержания крахмала в клубнях до 15,3–15,6 %, условно чистый доход вырос до 129,7–169,9 USD/га, а рентабельность составила 27–66 % (табл. 1).

**Эффективность различных систем удобрения картофеля
(среднее за 2009, 2012 гг.)**

Вариант	Урожайность клубней, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Содержание крахмала, %	Условно чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
Контроль без удобрений	100	–	14,7	–	–
$N_{90} K_{120}$	124	24	14,8	91,7	120
$N_{90} P_{30} K_{120}$	126	26	15,0	67,4	59
$N_{90} P_{30} K_{120}$ + навоз 25 т	161	61	15,3	169,9	66
$N_{90} P_{30} K_{120}$ + навоз 50 т	178	78	15,5	172,1	46
$N_{90} P_{30} K_{120}$ + навоз 75 т	187	87	15,6	129,7	27
Навоз 75 т	194	94	15,2	246,1	60
$N_{90} K_{120}$ + навоз 50 т	190	90	15,8	374,3	146
$N_{120} P_{30} K_{120}$ + навоз 50 т	214	114	15,3	360,0	82
$N_{120} P_{30} K_{150}$ + навоз 50 т	231	131	15,2	453,6	98
$N_{80+40} K_{120}$ + навоз 50 т	231	131	16,1	490,2	115
$N_{80+40} P_{30} K_{120}$ + навоз 50 т	256	156	16,2	594,0	119
$N_{80+40} P_{60} K_{150}$ + навоз 50 т	249	149	15,5	518,3	99
$N_{60+30+30} P_{60} K_{150}$ + навоз 50т	248	148	16,0	511,8	98
$N_{40+30+30} P_{60} K_{150}$ + навоз 50 т	247	147	15,6	514,7	100
HCP_{05}	7		0,3		

При органо-минеральной системе удобрения, включающей парную комбинацию $N_{90} K_{120}$ на фоне 50 т/га соломистого навоза КРС, урожайность клубней оказалась на 66 ц/га выше, чем при минеральной системе удобрения ($N_{90} K_{120}$), содержание крахмала, условно чистый доход и рентабельность также были выше на 1,0 %, 282,6 USD/га и 26 % соответственно. Фосфорные удобрения (P_{30}) при совместном внесении с $N_{90} K_{120}$ на фоне 50 т/га навоза снизили урожайность клубней на 12 ц/га, содержание крахмала – на 0,3 %, условно чистый доход и рентабельность – более чем в два раза.

При увеличении в органо-минеральной системе удобрения дозы азотных ($N_{120} P_{30} K_{120}$) и калийных ($N_{120} P_{30} K_{150}$) удобрений на фоне 50 т/га органических наблюдалось увеличение урожайности клубней до 214 и 231 ц/га по сравнению

2. Плодородие почв и применение удобрений

с системой удобрения $N_{90}P_{30}K_{120}$ + навоз 50 т/га. Урожайность клубней выросла на 36 и 53 ц/га при снижении содержания крахмала на 0,3 и 0,2 %, при росте условно чистого дохода на 188 и 281,5 USD/га и рентабельности на 36 и 52 %.

Оптимальная и максимальная в опыте урожайность клубней 256 ц/га получена при внесении 120 кг азотных удобрений в два срока (N_{80} – под нарезку борозд, N_{40} – в фазу бутонизации на фоне $P_{30}K_{120}$ и 50 т/га навоза). Содержание крахмала 16,2 %, условно чистый доход 594,0 USD/га и рентабельность 119 % также оказались максимальными при данной системе удобрения.

Содержание основных элементов питания в клубнях картофеля является важным показателем, характеризующим условия питания (табл. 2).

Содержание азота в клубнях картофеля составило 0,37–0,46 %. При внесении азотных удобрений наблюдалась тенденция повышения содержания азота в основной и побочной продукции.

Содержание фосфора в картофеле характеризовалось стабильностью. В среднем за два года содержание фосфора в клубнях находилось в пределах 0,11–0,17 %, в ботве – 0,32–0,51 %.

Таблица 2

Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в клубнях и ботве картофеля (среднее за 2009, 2012 гг.)

Вариант	Клубни, % в сухом веществе			Ботва, % в сухом веществе		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0,37	0,12	0,72	1,28	0,32	2,19
$N_{90}K_{120}$	0,37	0,11	0,66	1,72	0,40	2,07
$N_{90}P_{30}K_{120}$	0,42	0,13	0,82	1,65	0,42	3,17
$N_{90}P_{30}K_{120}$ + навоз 25 т	0,39	0,12	0,81	1,85	0,39	3,16
$N_{90}P_{30}K_{120}$ + навоз 50 т	0,41	0,15	0,84	1,69	0,40	3,28
$N_{90}P_{30}K_{120}$ + навоз 75 т	0,40	0,14	0,78	1,69	0,35	3,46
Навоз 75 т	0,40	0,15	0,82	1,44	0,35	3,37
$N_{90}K_{120}$ + навоз 50 т	0,41	0,13	0,83	1,40	0,33	2,48
$N_{120}P_{30}K_{120}$ + навоз 50 т	0,42	0,13	0,84	1,77	0,38	3,16
$N_{120}P_{30}K_{150}$ + навоз 50 т	0,41	0,13	0,82	1,69	0,49	3,55
$N_{80+40}K_{120}$ + навоз 50 т	0,41	0,15	0,83	1,77	0,43	3,37
$N_{80+40}P_{30}K_{120}$ + навоз 50 т	0,46	0,17	0,84	2,15	0,38	3,80
$N_{80+40}P_{60}K_{150}$ + навоз 50 т	0,45	0,14	0,79	1,85	0,51	3,98
$N_{60+30+30}P_{60}K_{150}$ + навоз 50 т	0,45	0,16	0,84	1,56	0,39	3,66
$N_{\text{диагн.}}P_{60}K_{150}$ + навоз 50 т	0,44	0,17	0,83	1,72	0,45	3,87

Содержание калия в клубнях картофеля не зависело от системы удобрения и составило 0,66–0,84 %. В ботве содержание данного элемента было значительно выше – 2,19–3,98 %.

Расчеты общего выноса основных элементов питания показали, что картофель выносит большее количество азота (83–186 кг/га) и калия (157–385 кг/га) и меньшее – фосфора (27–78 кг/га) (табл. 3).

Таблица 3

**Общий вынос элементов питания картофелем
(среднее за 2009, 2012 гг.)**

Вариант	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	83	28	157	8,3	2,8	15,7
N ₉₀ K ₁₂₀	90	27	170	7,3	2,2	13,7
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀	97	34	187	7,7	2,7	14,8
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀ + навоз 25 т	113	38	233	7,0	2,4	14,5
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀ + навоз 50 т	137	48	277	7,7	2,7	15,6
N ₉₀ P ₃₀ K ₁₂₀ + навоз 75 т	134	49	275	7,2	2,6	14,7
Навоз 75 т	149	52	295	7,7	2,7	15,2
N ₉₀ K ₁₂₀ + навоз 50 т	140	51	301	7,4	2,7	15,8
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀ + навоз 50 т	155	61	336	7,2	2,8	15,7
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₅₀ + навоз 50 т	163	59	341	7,0	2,5	14,8
N ₈₀₊₄₀ K ₁₂₀ + навоз 50 т	161	62	332	7,0	2,7	14,4
N ₈₀₊₄₀ P ₃₀ K ₁₂₀ + навоз 50 т	182	74	380	7,1	2,9	14,8
N ₈₀₊₄₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + навоз 50 т	176	64	370	7,0	2,6	14,9
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀ + навоз 50 т	186	78	385	7,5	3,1	15,5
N _{диагн.} P ₆₀ K ₁₅₀ + навоз 50 т	179	74	378	7,2	3,0	15,3

Наименьший вынос по азоту получен в варианте без удобрений – 83 кг/га. При внесении азотных удобрений в дозе N₉₀ на фоне K₁₂₀ и P₃₀ K₁₂₀ вынос азота составил 90–97 кг/га. Применение N₉₀ P₃₀ K₁₂₀ на фоне различных доз органических удобрений привело к увеличению общего выноса азота до 113–137 кг/га.

При применении органической системы удобрения (75 т/га солоमистого навоза КРС) этот показатель составил 149 кг/га. Увеличение дозы азота с N₉₀ до N₁₂₀ способствовало повышению общего выноса до 155–186 кг/га. Максимальный размер общего выноса азота 186 кг/га получен в варианте, где азотные удобрения применяли в три срока (N₆₀ – под нарезку гребней, N₃₀ – в фазу бутонизации и N₃₀ – в фазу цветения) на фоне P₆₀ K₁₅₀ и 50 т/га навоза.

2. Плодородие почв и применение удобрений

В варианте, где вносили $N_{90}K_{120}$, $N_{90}P_{30}K_{120}$ и $N_{80+40}P_{30}K_{120}$ на фоне 50 т/га навоза, общий вынос фосфора составил 27, 51 и 62 кг/га соответственно. Размер выноса фосфора 34–49 кг/га получен при внесении $N_{90}P_{30}K_{120}$ и $N_{90}P_{30}K_{120}$ на фоне различных доз органических удобрений. Использование $N_{60+30+30}P_{60}K_{150}$ на фоне 50 т/га навоза обеспечило максимальный общий вынос фосфора – 78 кг/га.

Общий вынос калия картофелем в варианте без удобрений составил 157 кг/га. Применение $N_{90}P_{30}K_{120}$ и $N_{90}P_{30}K_{120}$ на фоне различных доз органических удобрений обеспечило общий вынос калия 187–277 кг/га. Дальнейшее увеличение общего выноса до 341–385 кг/га отмечено при внесении калийных удобрений в дозе K_{150} . Максимальный общий вынос калия 385 кг/га получен в варианте, где применяли азотные удобрения в три срока $N_{60+30+30}$ на фоне $P_{60}K_{150}$ и 50 т/га органических удобрений.

Для расчета доз удобрений под планируемую урожайность важным показателем является удельный вынос элементов питания с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции. В опыте с картофелем удельный вынос составил в среднем по вариантам 7,3 кг азота, 2,7 кг фосфора и 15,0 кг калия.

ВЫВОДЫ

В результате исследований установлено, что при возделывании картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве оптимальной системой удобрения является применение 50 т/га органических удобрений и минеральных удобрений в дозе $N_{80+40}P_{30}K_{120}$ (азотные удобрения вносили в два приема: N_{80} – под нарезку борозд, N_{40} – в фазу бутонизации). При такой системе удобрения получена самая высокая в опыте урожайность клубней 256 ц/га при содержании крахмала 16,2 %, чистом доходе 594,0 USD/га и рентабельности 119 %. При указанной системе удобрения удельный вынос основных элементов питания составил: азота – 7,1 кг/т, фосфора – 2,9 кг/т, калия – 14,8 кг/т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические регламенты для повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений: учеб. пособие / В.В. Лапа [и др.]. – Горки: БГСХА, 2002. – 48 с.
2. Босак, В.Н. Влияние удобрений на продуктивность картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак // Картофелеводство: сб. науч. тр. / НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2007. – Т. 13. – С. 120–125.
3. Настольная книга картофелевода / В.Г. Иванюк [и др.] / НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск: Рэйплац, 2007. – 191 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 460 с.

EFFICIENCY POTATOES FERTILIZATION ON SOD-PODZOLIC LOAMY SAND SOIL

A.I. Shchetko, A.R. Rybak

Summary

The optimum fertilizer system for the potatoes is an using 50 t/ha organic fertilizers and mineral fertilizers in dose $N_{80+40}P_{30}K_{120}$. Such fertilizer system allowed to receive in experience the most high productivity tubers 256 c/ha with the starch content of 16,2 %, net income 594,0 USD/ha and profitability 119 %. Specific removal of the main nutrients in given fertilizer system has formed: nitrogen – 7,1 kg/t, phosphorus – 2,9 kg/t, potassium – 14,8 kg/t.

Поступила 01.04.13

УДК 633.11:631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ ИНОКУЛЯНТОВ НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ НА ЭРОДИРОВАННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ НА МОРЕННЫХ СУГЛИНКАХ

Н.А. Михайловская¹, А.Ф. Черныш¹, О. Миканова², Т.Б. Барашенко¹,
Е.Г. Тарасюк¹, С.В. Дюсова¹

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Институт растениеводства, г. Прага-Рузыне, Чехия

ВВЕДЕНИЕ

Фосфатмобилизующие микробные инокулянты привлекают интерес в первую очередь из-за возможности увеличения подвижности труднорастворимых почвенных фосфатов и улучшения фосфатного питания сельскохозяйственных культур [1]. Только 1–5 % от общего содержания фосфора в почве находятся в доступной для растений форме [2]. Микроорганизмы играют центральную роль в цикле фосфора, некоторые из них способны растворять неорганические фосфаты и мобилизовать фосфор, входящий в состав органических соединений [3]. Среди прокариотов основную группу Р-мобилизующих бактерий составляют *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Rhizobium* [4], хотя способность к растворению фосфатов обнаружена у широкого круга бактерий, относящихся к другим родам.

Однако микробная фосфатмобилизация не всегда является доминирующим и тем более единственным фактором повышения урожайности при использовании фосфатмобилизующих инокулянтов [3]. Доказано выраженное гормональное