

ЛИДИЯ ВЛАДИМИРОВНА ТИМЕЙКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии, землеустройства и кадастров агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

tim@psu.karelia.ru

ЮРИЙ СЕРГЕЕВИЧ КОРНЕЕВ

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, землеустройства и кадастров агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

tim@psu.karelia.ru

ЛЮБОВЬ ПАВЛОВНА ЕВСТРАТОВА

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агрономии, землеустройства и кадастров агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

levstratova@yandex.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ*

Обсуждаются результаты многолетних полевых производственных, полупроизводственных и мелкоделяночных опытов по использованию органических и минеральных удобрений, их видов, доз, способов внесения, совершенствования приемов агротехники при возделывании картофеля в Карелии на почвах, различных по гранулометрическому составу и плодородию.

Ключевые слова: картофель, минеральные и органические удобрения, ширина междурядий, урожай

ВВЕДЕНИЕ

Повышение рентабельности картофелеводства по-прежнему остается важнейшей задачей растениеводства России [15]. В последние годы в силу различных причин произошло удорожание производства картофеля в несколько раз, что отразилось на конкурентоспособности отечественного продукта на продовольственном рынке по сравнению с аналогичным, поступающим из-за рубежа. Известно, что выращивание картофеля связано со значительным отчуждением органических и минеральных веществ из почвы, которое возрастает с повышением урожайности [2]. В первую очередь это обусловлено биологическими особенностями растений, связанными с накоплением большого количества сухого вещества при относительно слабо развитой корневой системе. Поэтому при составлении системы удобрения картофеля следует учитывать характеристики участка, химический состав вносимых солей, их доступность растениям, потенциальные потребности сорта. В этой связи важнейшим фактором роста эффективности растениеводства является повышение плодородия почв на основе научно обоснованного, экологически безопасного, ресурсосберегающего применения органических, макро- и микроминеральных и известковых удобрений, а также оптимизация всех элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1], [5], [12]. Правильно сбалансированная система удобрений больше, чем многие другие факторы, обуславливает

технологические, продовольственные и семенные качества клубней картофеля [14], [15].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение последних 30 лет сотрудниками кафедры агрономии, землеустройства и кадастров агротехнического факультета Петрозаводского государственного университета проведены многочисленные полевые производственные, полупроизводственные и мелкоделяночные опыты, целью которых являлись поиск путей рационализации использования вносимых удобрений, совершенствование элементов технологии для повышения урожайности и качества клубней картофеля – основной продовольственной культуры на Северо-Западе России.

В период исследования изучено влияние ряда важнейших абиотических и антропогенных факторов на рост, развитие и формирование клубней растениями картофеля, в частности: дозы, способы, сроки и сочетания внесения различных видов органических и минеральных удобрений для повышения эффективности их использования в зависимости от типа почвы, ее гранулометрического состава, предшественников, агрохимических характеристик участка. Большое внимание уделено новым формам минеральных и органо-минеральных удобрений; проведена сравнительная оценка традиционных и вновь разрабатываемых схем и способов посадки картофеля, размещения растений на площади с учетом ландшафта поверхности почвы.

Исследования выполнены на коллекционном участке кафедры агрономии, землеустройства и кадастров, а также в производственных посадках на базе сельхозпредприятий республики. На протяжении периода наблюдений использованы элитные семена картофеля среднераннего сорта Невский, который является районированным для Карелии и показывает высокие результаты по урожайности в производственных условиях. Полевые опыты и лабораторные анализы проведены в соответствии с общепринятыми методиками таких исследований, результаты фенологических наблюдений и биометрических измерений статистически и математически обработаны [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Увеличение урожайности картофеля, улучшение вкусовых показателей клубней и повышение почвенного плодородия во многом связаны с применением органических удобрений [2], [3]. Они содержат практически все питательные вещества, улучшают структуру почвы, ее водный, воздушный и тепловой режимы и другие физические свойства, поддерживают плодородие почвы на высоком уровне, содействуя накоплению гумуса.

В настоящее время для увеличения объемов органических удобрений перспективной является утилизация древесной коры (отходов лесоперерабатывающей промышленности) через компостирование. Использование такого компоста обеспечивает возврат минеральных соединений в кругооборот веществ в земледелии, повышает плодородие почвы, снижает негативное влияние отходов лесного комплекса на окружающую среду [9].

В работе изучены приемы компостирования измельченной древесной коры в чистом виде и с добавлением 0,5 и 1 % полного минерального удобрения по действующему веществу NPK к абсолютно сухой массе отходов. Влияние полученных компостов оценивали в сравнении с действием навоза, минеральных удобрений, внесенных под картофель в эквивалентных количествах по содержанию азота (N), фосфора (P), калия (K).

Установлено, что в Карелии действие компоста из коры на урожайность картофеля в первую очередь зависит от исходных показателей плодородия и гранулометрического состава почвы (табл. 1). Максимальное положительное действие компостированной коры выявлено на слабоокультуренной почве. Так, рост урожайности по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) составляет 11,4 %, в то время как на хорошо окультуренной почве – 7,2 %. Реакция растений на внесение навоза также более выражена на низкоплодородных почвах и составляет 11,1 %, что на 7,4 % больше контроля на хорошо окультуренном участке.

Таблица 1

Сравнительная оценка действия видов органических удобрений на урожай картофеля сорта Невский

Вариант опыта	Суглинистая слабо окультуренная почва		Супесчаная хорошо окультуренная почва	
	Средний урожай за 4 года, т/га	Прибавка к контролю, %	Средний урожай за 4 года, т/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (без NPK)	17,2	–	27,6	–
Навоз	19,1	+ 11,1	29,8	+7,4
Кора свежая	15,7	- 9,1	25,8	-6,5
Компост (чистая кора)	16,2	-9,5	26,6	-3,6
Компост (кора + NPK)	19,6	+11,4	29,6	+7,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	18,9	+10,0	33,4	+21,0
Точность опыта, %	2,6		3,3	

Внесение некомпостированной древесной коры и компостированной без минеральных удобрений на суглинистой слабоокультуренной почве привело к снижению урожая клубней на 9,1 и 9,5 % относительно контрольного варианта, а на супесчаной хорошо окультуренной – на 6,5 и 3,6 % соответственно. Следовательно, без добавления минеральных удобрений компостированная и некомпостированная кора являются только оструктурирующими компонентами и 1–2 года после внесения сами поглощают значительное количество питательных элементов из почвы для создания оптимальной среды обитания бактериям, минерализующим органическую массу. Полученные данные показывают, что органические удобрения более действенны на слабо плодородных участках и в зависимости от состава степени разложения оказывают двоякое действие: окультуривание почв и обеспечение элементного питания растений.

Минеральные удобрения в эквивалентных количествах по NPK на хорошо окультуренных почвах вызывают прирост урожая на 21 %, в то время как на слабоокультуренных их действие менее выражено (прибавка урожая – 10 %). Эти данные противоречат литературным, но, возможно, могут быть связаны с недостаточным количественным внесением элементов питания относительно потребности в них растений для формирования урожая [2].

Таким образом, в условиях Северо-Запада утилизация древесной коры через компостирование является перспективной как для улучшения экологической обстановки в сельских поселениях, так и для увеличения количества органических удобрений, внесение высоких доз которых непременно приводит к улучшению состояния почв и, соответственно, росту количества и качества производимой продукции.

В растения картофеля азот поступает в течение всей вегетации, однако больше всего его потребляется в период бутонизации – цветения. Однако хорошая обеспеченность азотом на ранних этапах роста способствует более быстрому и мощному формированию вегетативной массы, благодаря чему растения продуктивнее используют весенние запасы влаги в почве и лучше формируют урожай клубней [10], [13]. На подзолистых почвах Северо-Западного региона азоту принадлежит особая роль в формировании урожая. Этот важнейший элемент питания оказывает влияние на величину урожая, сроки созревания, качество клубней, их лежкость. Именно поэтому проведено изучение влияния возрастающих доз азотных удобрений при локальном внесении на рост, развитие картофеля, качество продукции и урожайность.

На среднекультуренных дерново-подзолистых супесчаных почвах к фоновым дозам $P_{60}K_{60}$ добавляли азотные удобрения (аммонийная селитра) в дозах N_{30} , N_{60} , N_{90} , N_{120} (табл. 2).

Таблица 2

Влияние доз азотных удобрений при локальном внесении на урожай клубней картофеля сорта Невский

Вариант опыта, кг д. в./га	Средний урожай за 5 лет, т/га	Прибавка к контролю, %
$P_{60}K_{60}$ (контроль)	35,0	—
$N_{30}P_{60}K_{60}$	41,2	17,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	44,2	26,3
$N_{90}P_{60}K_{60}$	48,7	39,1
$N_{120}P_{60}K_{60}$	48,7	39,1

Примечание: д. в. – действующее вещество удобрения.

Показательно, что рост дозы вносимых азотных удобрений не приводит к линейному увеличению урожая клубней. Так, при удвоении дозы азота (с 30 до 60 кг/га) урожай клубней возрос на 8,6 %, увеличение вносимого элемента в 3 раза привело к приросту продуктивности на 11,4 %. Прибавка урожая клубней относительно контроля составила от 17,7 до 39,1 %. Дальнейшее увеличение вносимой дозы азота положительной реакции не вызывает. Азотные удобрения усиливают рост листьев и стеблей, что удлиняет вегетационный период, задерживает созревание клубней [10]. Наступление фенофаз у опытных растений по мере увеличения внесенных доз азотных удобрений происходит с отставанием от контроля ($P_{60}K_{60}$) по вариантам на 1, 2, 3 дня соответственно. Применение повышенных доз азотных удобрений приводит к мощному развитию надземной массы, ассимиляционного аппарата растений. В связи с этим отток пластических веществ из листьев в аккумулирующие органы ослабевает, интенсивность накопления крахмала снижается, что также подтверждается литературными сведениями [4]. Повышение нормы азота на дерново-подзолистых почвах отри-

цательно влияет на состояние клубней, вызывая потемнение. Оценка пищевых качеств показала линейное снижение показателей содержания крахмала с 13,6 до 12,4 % по мере увеличения дозы азотных удобрений (табл. 3).

Таблица 3

Влияние дозы азотных удобрений на качественные показатели клубней картофеля сорта Невский (в среднем за 5 лет)

Вариант опыта, кг д. в./га	Содержание, %		Вкусовые достоинства, балл	Потери урожая при длительном хранении, %
	Крахмал	Сухое вещество		
$P_{60}K_{60}$	13,6	20,1	5	1,4
$N_{30}P_{60}K_{60}$	13,6	20,1	5	2,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,5	20,0	5	4,0
$N_{90}P_{60}K_{60}$	12,8	19,3	4	8,5
$N_{120}P_{60}K_{60}$	12,4	18,9	3	10,6

Отмечается ухудшение вкусовых качеств производимой продукции. Во время дегустации самый низкий балл получили клубни в варианте $N_{120}P_{60}K_{60}$. Сходная тенденция влияния дозы удобрения получена и по показателю накопления сухого вещества к периоду общей уборки урожая. Кроме того, выявлено повышенное содержание влаги, незрелость эпидермиса и запасующих тканей клубней, что способствует значительным потерям при хранении. По данным Ю. С. Корнеева (1996), они могут достигать до 10,6 % [10]. Таким образом, внесение азотных удобрений выше 90 кг д. в./га экономически и экологически не оправдано, а также нерационально в отношении общехозяйственного окультуривания почв.

Эффективность вносимых минеральных удобрений в значительной степени определяется способом внесения. В сельскохозяйственных предприятиях Республики Карелия основной способ внесения удобрений – разбросной. Однако в нашей стране и за рубежом опыты с локальным внесением показали более высокую эффективность удобрений по сравнению с разбросным способом [8], [11]. Совершенствование технологии внесения минеральных удобрений, правильный выбор способа внесения – важное условие для повышения их эффективности.

В связи с вышеизложенным значительный интерес вызывает изучение влияния отдельных элементов питания и их взаимодействия при разных способах внесения на урожай картофеля [6], [8]. Схема опыта включала варианты, позволяющие выявить эффективность каждого питательного элемента при различных способах внесения и глубине заделки в почву. Удобрения при локальном способе вносили лентой в борозду, на 5 см ниже посадочных клубней, а разброс – под культивацию (табл. 4).

Результаты исследований показали, что разбросное внесение хлорсодержащих калийных удобрений (хлористый калий) не приводит к сни-

жению урожайности хлорофобного картофеля, в то же время замена локального внесения фосфорных (двойной суперфосфат) и азотных (аммонийная селитра) удобрений разбросным способом снижает ее на 9–10 %. Возможно, внесение близко к поверхности почвы привело к быстрым потерям азота в виде аммиака, а пересыхание верхней части пахотного слоя снизило эффективность фосфорных удобрений, требующих в силу слабой подвижности достаточного количества влаги для растворения, и они остались неиспользованными растениями.

Таблица 4

Влияние способов внесения различных видов удобрений на урожай картофеля сорта Невский

Вариант опыта (дозы удобрений, кг д. в./га)	Средний урожай за 5 лет, т/га	Прибавка к контролю, %
$N_{60}P_{60}K_{60}$ локально, контроль	27,9	–
$N_{60}P_{60}$ локально, K_{60} вразброс	28,1	+7,2
$N_{60}K_{60}$ локально, P_{60} вразброс	26,0	-19
$P_{60}K_{60}$ локально, N_{60} вразброс	26,1	-18
P_{60} локально, $N_{60}K_{60}$ вразброс	27,5	-4

Выявленные закономерности влияния видов удобрений при сочетании различных способов их внесения показывают, что наиболее целесообразно внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ – локально, в рядок и $N_{60}P_{60}$ – локально + K_{60} – вразброс. Такое распределение внесения элементов питания при использовании хлористого калия и калийной соли позволит снизить негативное влияние хлора на растения картофеля.

Вопросы зависимости урожая от густоты посадки картофеля и ширины междурядий являются дискуссионными. В настоящее время в Карелии картофель в основном высаживают с шириной междурядий 70 см. Однако с переходом на энергонасыщенные тракторы наблюдается несоответствие ширины междурядий и ширины колес. Это приводит к уплотнению почвы, уменьшению площади питания растений, увеличению числа и размеров комьев, повреждению корневой системы при междурядной обработке. В результате получаем недобор урожая, уменьшение фракции крупных клубней и ухудшение их качества [6], [11].

Полевые опыты показали, что при одинаковом числе растений на площади увеличение ширины междурядий с 70 см (традиционная ширина междурядий, схема посадки 70*30) до 90 см (схема посадки 90*25) не приводит к снижению урожайности (табл. 5).

Наоборот, во влажные годы увеличение междурядий способствовало росту урожая почти на

10 %, так как при окучивании высоту гребней можно увеличить. Уменьшение расстояния между рядами до 60 см (схема посадки 60*35) приводит к снижению урожайности на 4,1 % относительно контрольного варианта (70*30).

Таблица 5

Урожайность картофеля сорта Невский при различных схемах посадки

Вариант опыта (схема посадки, см)	Средний урожай клубней за 5 лет, т/га	Прибавка к контролю, %
70*30	22,3	–
90*25	24,5	+9,9
60*35	21,4	-4,1

В посадках с широкими междурядьями создаются лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности картофеля интенсивных сортов, уменьшается плотность почвы в зоне клубнеобразования, повышается товарность клубней, создаются оптимальные условия влажности воздуха, что снижает поражение фитофторозом.

Вызывает интерес положение о влиянии формы поверхности почвы при посадке картофеля на формирование клубней. Изучены такие варианты: 70*30 (посадка на ровной поверхности, контроль); 70*30 (посадка на гребнистой поверхности); 110*30–30 (посадка грядково-ленточным способом). Число растений по вариантам на площади одинаковое (из расчета 50 тыс. шт./га). Выявлено, что посадка клубней на гребнях способствовала росту урожайности картофеля в среднем на 13,8 % за все годы исследований по сравнению с посадкой на ровной поверхности. Посадка картофеля грядково-ленточным способом приводила к снижению урожайности независимо от погодных условий в среднем на 15,5 % по сравнению с контрольным вариантом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние полевые исследования свидетельствуют о том, что на дерново-подзолистых почвах обязательным является использование органических удобрений в виде компостов различного состава для оструктурирования почвы и повышения плодородия. Благоприятным по действию на урожай и его сохранность является сочетание органических компонентов с минеральными удобрениями, особенно при низких агрохимических показателях. Однако на почвах Карелии не может быть универсальной технологии возделывания картофеля, идеально подходящей для всех ландшафтных и погодных условий. Приемы посадки, внесения удобрений, выбор их вида, формы и количества должны дифференцироваться с учетом агрохимических, гранулометрических показателей, метеословий, плодородия почвы, качества семян, назначения выращиваемой продукции.

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития (ПСР) ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. А. Способ обработки почвы, удобрения и урожай // Картофель и овощи. 2003. № 2. С. 10.
2. Артюшин А. М., Дерюгин И. П., Кумокин А. Н., Ягодин Б. А. Удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. 174 с.
3. Бутов А. В. Влияние возрастающих норм минеральных удобрений в сочетании с беспосстилочным навозом на крахмалонакопление клубней картофеля // Труды НИИКХ. М., 1980. Вып. 37. С. 42–48.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 359 с.
5. Исаев М. Д., Салихов И. Х., Цветкова С. М., Назарова В. М., Назаров А. В. Соблюдение технологии гарантирует получение высоких урожаев // Картофель и овощи. 2006. № 8. С. 11–12.
6. Кабаков Н. С., Пономарев А. Г. Широкоягодная технология возделывания картофеля // Земледелие. 2001. № 4. С. 11.
7. Корнеев Ю. С. Как повысить эффективность органических удобрений в совхозах Карелии // Пути повышения урожайности с/х культур в условиях Северо-Запада РСФСР: Межвуз. сб. Петрозаводск, 1983. С. 20–24.
8. Корнеев Ю. С. Локальные способы внесения комплексных минеральных удобрений под пропашные культуры // Пути повышения урожайности с/х культур в условиях Северо-Запада РСФСР: Межвуз. сб. Петрозаводск, 1985. С. 12–21.
9. Корнеев Ю. С., Мельникова С. В. Использование органических удобрений из древесной коры // Повышение плодородия почв и урожайности с/х культур Северо-Запада РСФСР: Межвуз. сб. Петрозаводск, 1979. С. 85–90.
10. Корнеев Ю. С., Семенова О. Е. Влияние возрастающих уровней азотного питания на фенологию и урожай корнеклубнеплодов // Адаптация растений при интродукции на Севере: Межвуз. сб. Петрозаводск, 1996. С. 41–43.
11. Корнеев Ю. С. Эффективность различных видов и сочетаний минеральных удобрений при локальном и разбросном внесении под картофель // Пути интенсификации земледелия на Северо-Западе России: Межвуз. сб. Петрозаводск, 1992. С. 26–31.
12. Коршунов А. В., Семенов А. В. Приемы агротехники влияют на урожай и его качество // Картофель и овощи. 2003. № 3. С. 8–9.
13. Назарюк В. М., Прозоров А. Р. Азотные удобрения под картофель // Химизация сельского хозяйства. 1989. № 9. С. 45–46.
14. Плотникова Г. А., Налиухин А. Н. Выращивание столового картофеля с использованием новых видов удобрений // Земледелие. 2007. № 6. С. 33–34.
15. Симakov Е. А., Анисимов Б. В. Картофелеводство в условиях меняющейся экономики России // Картофель и овощи. 2007. № 8. С. 2–3.