

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ МИНИМАЛЬНОЙ И РАСЧЁТНЫХ ДОЗАХ УДОБРЕНИЙ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Чухина, к.с.-х.н., Вологодская ГМХА, Ю.П. Жуков, д.с.-х.н., РГАУ-МСХА

Приведены результаты исследований по влиянию минимальных и расчётных доз удобрений на урожайность клубней картофеля, содержание в них крахмала и нитратов, затраты элементов питания и оплату удобрений. Показано, что испытываемые дозы удобрений, повышая урожайность картофеля на 155–240% по сравнению с контролем, не снижали содержание крахмала в клубнях и заметно повышали количество нитратов в них, но не превышали ПДК.

Ключевые слова: картофель, клубни, урожайность, удобрения, крахмал, нитраты, элементы питания, оплата удобрений.

В мировом производстве растительных продуктов питания картофель занимает четвертое место, уступая пшенице, кукурузе и рису. Для населения нашей страны картофель играет особую роль в обеспечении продовольствием, оставаясь особо ценным и незаменимым каждодневным продуктом питания, а также высокоэффективным кормом для сельскохозяйственных животных. На долю Российской Федерации приходится более 10% мирового валового производства этой культуры. По объёму производства картофеля наша страна занимает лидирующее положение. В 2006 г. в хозяйствах всех категорий Российской Федерации картофель выращивали на площади 3,2 млн га, валовой сбор составил 33,6 млн т [2]. Общая площадь посадок картофеля в мировом земледелии превышает 18 млн га, а валовой сбор – 265 млн т. В России наибольшие площади посадок картофеля расположены в Нечерноземной зоне – 1,4 млн га. По данным ФАО, потребление картофеля в России в 1994 г. на душу населения составляло 127 кг в Белоруссии – 175, в Польше – 144, Украине – 138, в Англии – 99, в США – 60, в Канаде – 65 кг. Меньше всего потребляют картофель в Болгарии (3 кг) и Италии (39 кг) [5].

Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе 14–22 % крахмала, 1,4–3,0 белков, около 1% клетчатки, 0,2–0,3 жира и 0,8–1,1 % зольных веществ. Картофель – источник витаминов С, В₁ В₂, В₆, РР. Особенно богаты витаминами молодые клубни [8]. Картофель – хороший корм для скота. По переваримости органического вещества (83–97%) среди растительных кормов он делит первое место с кормовыми корнеплодами. На корм используют клубни в сыром и запаренном виде, засилосованную ботву. Продукты переработки картофеля (мезга и барда) – также прекрасный корм для животных [2].

Картофель отличается повышенными требованиями к обеспеченности почвы питательными элементами, что обусловливается его слаборазвитой корневой системой и способностью интенсивно накапливать сухое вещество. В составе сухого вещества картофеля обнаружено 26 различных химических элементов. Однако на большинстве почв картофель наиболее часто испытывает потребность в трех основных элементах питания – азоте, фосфоре и калии. В среднем на каждые 100 ц клубней картофель выносит (ботва и клубни) в зависимости от условий возделывания 50–60 кг N, 15–20 P₂O₅ и 70–90 кг K₂O. Картофель отличается растянутым периодом поглощения элементов питания. В разные периоды роста и развития он потребляет неодинаковое количество азота, фосфора и калия [7,6].

Один из важнейших методов повышения продуктивности культуры – применение удобрений, научно обоснованных доз, которые не вызывают накопления вредных веществ в сельскохозяйственной продукции [3, 4, 9]. В последние годы дозы вносимых удобрений в Вологодской области сократились в десятки раз.

Цель наших исследований – изучить продуктивность картофеля при применении минимальной и рассчитанных на плановую урожайность доз удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях.

Методика. Исследования проводили в полевом стационарном опыте на опытном поле ВГМХА им. Н.В. Верещагина в 4-кратной повторности. В статье представлены результаты исследований по картофелю за 4-ю ротацию севооборота (2003 по 2006 гг.). Размер делянок 140 м² (14 м×10 м), учетная площадь не менее 84 м², размещение делянок систематическое.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта (1990 г.) характеризовался слабокислой реакцией среды (рН_{KCl} 5,1), содержанием подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 266 и 114 мг/кг почвы. Содержание гумуса в пахотном слое – 3,28 %, легкогидролизуемого азота – 86 мг/кг почвы. Перед четвертой ротацией севооборота (через 12 лет исследований, 2002 г.) пахотный слой почвы характеризовался на контроле среднекислой реакцией среды (рН_{KCl} 4,9), содержанием подвижного фосфора и обменного калия, соответственно, 155 и 75 мг/кг почвы, содержанием гумуса – 2,89%.

Опыт заложен в 4-польном севообороте, развёрнутом в пространстве и во времени: викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень. Схема опыта представлена в таблице 1.

1. Урожайность клубней картофеля при применении различных доз удобрений, т/га

Вариант опыта	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	В среднем за ротацию (2003–2006 гг.)
1. Контроль	10,8	10,8	9,2	10,2	10,2
2. N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	14,3	18,3	16,0	14,6	15,8
3. N ₁₂₅ P ₃₀ K ₁₅₀	24,9	24,3	21,7	16,2	21,8
4. N ₁₉₀ P ₅₀ K ₁₅₀	27,3	28,9	23,4	18,5	24,5
5. N ₇₀ P ₁₅ K ₃₀ + 40 т/га компоста	30,5	27,6	21,4	17,9	24,4
НСР ₀₅	2,8	2,8	3,4	1,8	

В 3–5 вариантах дозы вносимых удобрений рассчитывали с помощью плановых балансовых коэффициентов (БК) для получения урожайности картофеля 25 т/га. Плановые БК по фосфору и калию на всех вариантах составляли, соответственно, 100 и 150 %, а по азоту на 3- и 5-м вариантах – 120 %, на 4-м варианте – 80 %. Изучали минеральные (3- и 4-й варианты) и органоминеральную систему удобрения (5-й вариант), эквивалентную по дозам удобрений третьему варианту.

В опыте возделывали среднеранний, высокоурожайный, районированный для условий Вологодской области сорт картофеля Елизавета.

Торфонавозный компост и фосфорно-калийные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийной соли вносили вручную под основную обработку, при посадке использовали сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, а под предпосадочную культивацию – аммиачную селитру.

Урожайность картофеля учитывали сплошным методом и приводили к стандартной влажности: клубни и ботву картофеля – к 80%-ной. Соотношение между товарной и нетоварной частями урожая устанавливали по пробным кустам. Содержание питательных элементов в товарной и нетоварной частях урожая после мокрого озоления по К. Гинзбург определяли общепринятыми методами: азот – по Кьельдалю, фосфор – на

фотоколориметре, калий – на пламенном фотометре, нитраты – с помощью ионселективного электрода, крахмал – с антроновым реактивом на фотоколориметре (ГОСТ 26176 – 91).

Большое значение на рост и развитие картофеля оказывают погодные условия. Метеорологические условия 2003–2005 гг. в течение вегетационного периода были благоприятными для роста и развития растений картофеля, поэтому и урожайность культуры при применении расчётных доз удобрений в эти годы составила 22–30 т/га, а в среднем за ротацию 22–24 т/га. Метеоусловия 2006 г. оказались менее благоприятными для роста и развития картофеля, поэтому и урожайность была на 15–40% ниже, чем в другие годы исследований.

Результаты и их обсуждение. За годы исследований все изучаемые дозы удобрений существенно повышали урожайность картофеля по сравнению с контролем. Расчётные дозы удобрений (3–5 вар.) достоверно повышали урожайность картофеля по сравнению с припосадочным удобрением (2 вар.). В 2003, 2004, 2006 гг. органоминеральная система удобрения (5 вар.) дала существенную прибавку урожайности картофеля по сравнению с эквивалентной минеральной системой удобрения (3 вар.), соответственно 5,6; 3,3; 1,7 т/га и практически соответствовала урожайности 4-го варианта, а в 2003 г. – превысила её.

Повышение в расчётных вариантах дозы азотного удобрения со 125 до 190 кг д.в./га дало существенную прибавку урожайности картофеля в 2004 и 2006 г. В 2005 г. получены близкие плановым урожаям клубней картофеля на всех расчётных вариантах, а в 2006 г. значительно (на 8,8–6,5 т/га) ниже плановых, что, вероятно, явилось следствием менее благоприятных климатических условий в период клубнеобразования. В среднем за четыре года исследований максимальная урожайность картофеля 24,5 т/га получена на варианте с расчётной системой удобрения при максимальной дозе азота (4 вар.).

Крахмалистость – основной признак, определяющий высокие вкусовые качества картофеля. Крахмал в заметных количествах (1–1,5%) присутствует в различных органах растения, но главным образом в клубнях, где его содержание достигает 25 % и более [8]. Большое влияние на накопление крахмала в клубнях оказывают удобрения. Несбалансированное удобрение снижает накопление крахмала [1].

В 2003, 2004 гг. применение $N_{70}P_{15}K_{30}$ на фоне 40 т/га торфо-навозного компоста повышало содержание крахмала, соответственно, на 2,2 и 0,6 % к контролю (табл. 2). В 2005 г. при применении различных доз удобрений содержание крахмала увеличилось по сравнению с контролем на 0,4–1,4 %. В среднем за годы исследований внесение удобрений вызывало повышение содержания крахмала.

2. Содержание крахмала в клубнях картофеля при применении различных доз удобрений, % на натуральное состояние

Вариант опыта	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	В среднем за 4 года
1	11,2	13,1	12,5	14,9	12,9
2	11,8	13,2	13,0	14,2	13,0
3	12,4	12,9	13,6	15,4	13,6
4	12,6	12,8	13,9	15,2	13,6
5	13,4	13,7	12,9	14,8	13,7

При использовании органических и особенно минеральных удобрений следует помнить, что наряду с положительным влиянием на урожай они могут действовать и отрицательно, являясь причиной повышенного содержания в клубнях нитратов. Картофель почти полностью транспортирует поступившие в корни нитраты в вегетативные органы, в том числе в клубни, и может накапливать их выше предельно допустимой концентрации. Накопление нитратов в клубнях определяется многими факторами, ведущими из которых являются избыточное азотное питание как из органических, так и минеральных удобрений, несбалансированность азота с фосфором и калием. Поэтому необходимо установить такие сбалансированные соотношения азота, фосфора и калия, при которых растения могли бы полнее использовать поглощенные нитраты на синтез белковых веществ и не накапливать их в своих

тканях. Применение удобрений во всех вариантах повышало содержание нитратов в клубнях картофеля, причем с увеличением доз азотных удобрений содержание нитратов в клубнях возрастало (табл. 3).

В среднем за два года максимальное содержание нитратов в клубнях картофеля наблюдалось при расчётных дозах удобрений (3–5 вар.), но при этом ежегодно оно не превышало предельно допустимой концентрации.

3. Содержание нитратов в клубнях картофеля при применении различных доз удобрений, мг/кг абсолютно сухого вещества

Вариант опыта	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	В среднем за 4 года
1	280	298	367	345	322
2	565	454	562	489	518
3	605	664	848	542	665
4	630	682	891	783	746
5	660	651	977	703	748

Под влиянием изучавшихся доз удобрений возрастал вынос азота и калия 1 т клубней картофеля с соответствующим количеством ботвы (табл. 4), достигая максимума при расчётных дозах удобрений (3–5 вар.).

4. Вынос элементов питания 1 т клубней с соответствующим количеством ботвы, кг (в среднем за 2003–2006 гг.)

Вариант опыта	Азот	Фосфор	Калий
1	4,0	1,8	7,0
2	4,5	1,8	7,7
3	4,9	1,8	7,9
4	5,2	1,8	8,4
5	5,2	1,8	8,3

В среднем за ротацию севооборота расчётные дозы удобрений (3–5 вар.) увеличивали вынос азота на 0,9–1,2 кг, калия – на 0,9–1,4 кг. Вынос же единичной продукции фосфора при применении удобрений не менялся.

Окупаемость каждого кг действующих веществ удобрений прибавкой урожайности картофеля составляла 70–36 кг клубней и с повышением доз удобрений, естественно, снижалась (рис.).

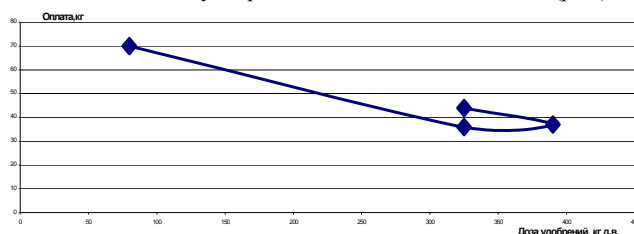


Рис. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой клубней картофеля

Выводы. 1. В среднем за 4 года на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве урожайность картофеля сорта Елизавета под влиянием припосадочного удобрения ($N_{20}P_{30}K_{30}$) возросла в 1,5 раза (15,8 т/га), а при расчётных дозах удобрений ($N_{125-190}P_{50}K_{150}$) – в 2,1–2,4 раза (21,8–24,5 т/га) и практически достигла планового уровня (25 т/га). Применение органоминеральной расчётной системы удобрения (5 вар.) повлияло на урожайность картофеля оказалось довольно близким к минеральной системе с максимальной дозой азота – 190 кг д.в./га (вар.4). Это позволяет при её применении сэкономить 65 кг д.в. элемента удобрений.

2. Испытываемые дозы удобрений, повышая урожайность картофеля на 155–240% по сравнению с контролем, не снижали содержания крахмала в клубнях и заметно повышали содержание нитратов в них, но при этом не превышали ПДК.

3. Фактический вынос азота, фосфора и калия 1 т клубней с соответствующим количеством ботвы у сорта Елизавета в среднем за 4 года составил соответственно: без удобрений 4,0; 1,8 и 7,0 кг, при удобрении – 4,5–5,2; 1,8 и 7,7–8,4 кг. Оплата каждого кг действующего вещества удобрений составляла: при минимальной дозе удобрений – 70, при расчётных дозах – 36–44 кг клубней.

Литература

1. *Агрохимия*/ Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Мир, 2004. – 584 с. 2. *Анисимов Б.В.* Картофель 2000-2005: итоги, прогнозы, приоритеты// Картофель и овощи.- №1.- 2005. 3. *Жуков Ю.П.* Агроэкологические аспекты комплексного применения средств химизации в Нечерноземной зоне/Проблемы агроэкологического мониторинга в ландшафтном земледелии. – М.: ВИУА, 1994. – С. 21–24. 4. *Жуков Ю.П.* Комплексная химизация в интенсивных технологиях возделывания культур в Нечерноземье. – М.: МСХА, 1989. – 92 с. 5. *Кухаренкова О.В.* Про-

дуктивность зарубежных сортов картофеля в Московской области// Картофель и овощи.- №6.- 2001. 6. *Писарев Б.А.* Книга о картофеле. – М.: Московский рабочий, 1977. – 232 с. 7. *Писарев Б.А.* Сортовая агротехника картофеля. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с. 8. *Писарев Б.А.* Справочник картофелевода. – М.: Колос, 1975. – 288 с. 9. *Чухина О.В.* Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчётных дозах удобрения в севообороте//Автореферат диссертации на соискание учёной степени к. с.-х. н. – М.: ИЦ ВГМХА, 1999. – 21с.

Yielding capacity of potato at the minimum and calculated application rates of fertilizers in the Vologda oblast

O.V. Chukhina¹, Yu.P. Zhukov²

¹*Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda, 160555, Russia,*

²*Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia*

The effect of minimum and calculated fertilizer rates on the yield of potato tubers, their contents of starch and nitrates, nutrient inputs, and fertilizer efficiency was studied. It was shown that the tested application rates of fertilizers increased the yield of potato tubers by 155–240% compared to the control, did not affect the content of starch in tubers, and appreciably increased their content of nitrates, although below the MPC level.

Keywords: potato, tubers, yielding capacity, fertilizers, starch, nitrates, nutrients, fertilizer efficiency.