

УДК 635.21:631.81

ЧУХИНА Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, декан факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии имени Н.В. Верещагина. Автор 87 научных публикаций

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье обсуждаются результаты исследований по влиянию минимальных и расчетных доз удобрений на урожайность клубней картофеля, содержание в них крахмала и нитратов, затраты элементов питания и оплату удобрений. Показано, что испытывавшиеся дозы удобрений, повышая урожайность картофеля на 72–162 % по сравнению с контролем, не снижали содержание крахмала в клубнях и заметно повышали содержание нитратов в них, но при этом не превышали ПДК. Оплата каждого килограмма действующего вещества удобрений составляла при минимальной дозе удобрений – 90 кг, при расчетных дозах – 45–40 кг клубней.

Ключевые слова: *картофель, клубни, урожайность, удобрения, крахмал, нитраты, затраты элементов питания, оплата удобрений.*

На долю Российской Федерации приходится более 10 % мирового валового производства картофеля. По объему производства картофеля наша страна занимает лидирующее положение. В 2006 году в хозяйствах всех категорий Российской Федерации картофель выращивали на площади 3,2 млн га, валовой сбор составил 33,6 млн тонн [2].

Общая площадь посадок картофеля в мировом земледелии превышает 18 млн га, а валовой сбор – 265 млн тонн. В России наиболее значительные площади посадок картофеля приходятся на Нечерноземную

зону – 1,4 млн га. В Вологодской области – 3 100 га.

В России в 2009 году картофель выращивали на площади 2,2 млн га, валовой сбор составил 31,1 млн тонн, средняя урожайность составила 14,1 т/га. Для сравнения, в ведущих картофелеводческих странах мира (Нидерланды, Великобритания, Германия, США и др.) урожайность картофеля составляет 35–45 т/га. Она достигается за счет использования качественного сертифицированного семенного материала, современных технологий и высокопроизводительной техники.

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 [7].

Большое влияние на накопление крахмала в клубнях оказывают удобрения. Несбалансированное удобрение снижает накопление крахмала [1].

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 обуславливается его слабо развитой 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 картофеля выносит (ботва и клубни) в зависимости от условий возделывания 50-60 кг N, 15-20 P₂O₅ и 70-90 кг K₂O [8].

Картофель отличается растянутым периодом поглощения элементов питания. В разные периоды роста и развития картофель потребляет неодинаковое количество азота, фосфора и калия [5, 6].

Одним из важнейших методов повышения продуктивности культуры является применение удобрений, причем научно обоснованных доз, которые не вызывают накопления вредных веществ в сельскохозяйственной продукции [3, 4, 8]. В последние годы дозы вносимых удобрений в Вологодской области сократились в десятки раз.

Поэтому 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 длительном агрохимическом опыте на опытном поле ВГМХА им. Н.В. Верещагина с 1991 года в 4-х кратной повторности. В статье представлены результаты исследований за 2004 и 2005 годы. Размер делянок 14×10 м, учетная площадь – 28 м², размещение делянок – систематическое.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, средней окультуренности. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта (1990 год) характеризовался слабокислой реакцией среды (рН_{ксл} 5,1), содержанием подвижного фосфора и обменного калия соответственно 266 и 114 мг/кг почвы, гумуса – 3,28 %. Перед 4-й ротацией севооборота (через 12 лет исследований, 2002 год) пахотный слой почвы характеризовался на контроле среднекислой реакцией среды (рН_{ксл} 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: викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень, развернут в пространстве и во времени. Схема опыта: 1 вариант – контроль – без удобрений, 2 – N₂₀P₃₀K₃₀ – внесение при посадке, 3 – N₁₂₅P₅₀K₁₅₀ – минеральная система удобрения, 4 – N₁₉₀P₅₀K₁₅₀ – минеральная система удобрения, 5 вариант – N₇₀P₁₅K₃₀+ 40 т/га торфонавозного компоста – органоминеральная система удобрения.

На 3–5 вариантах дозы вносимых удобрений рассчитывали с помощью плановых балансовых коэффициентов (Б.К.) для получения урожайности картофеля 25 т/га. Плановые Б.К. по фосфору и калию на всех вариантах составляли соответственно 100 и 150 %, а по азоту на 3 и 5 вариантах – 120 %, на 4 варианте – 80 %.

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 вносили сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, а аммиачную селитру – под предпосадочную культивацию.

Учет урожайности картофеля проводили сплошным методом и приводили к стандартной влажности. Клубни и ботва картофеля – 80 %. Соотношение между товарной и нетоварной частями урожая устанавливали по пробным кустам. Содержание питательных элементов в клубнях и ботве после мокрого озольнения по К. Гинзбург определяли общепринятыми методами: азот – по Къельдалю, фосфор – на фотоколориметре, калий – на пламенном фотометре, нитраты – с помощью ионселективного электрода, крахмал – с антроновым реактивом на фотоколориметре (ГОСТ 26176-91). Обработка данных – методом дисперсионного анализа.

Большое значение на рост и развитие картофеля оказывают климатические условия. Метеорологические условия 2004 года в течение вегетационного периода были благоприятными для возделывания картофеля. В 2005 году по-

садку картофеля провели 28 мая. Июнь и июль были теплыми, осадков выпало в недостаточном количестве. Август характеризовался теплой и сухой погодой. В целом, метеосостояние 2005 года оказались менее благоприятными для роста и развития картофеля, поэтому и урожайность оказалась ниже, чем в 2004 году.

Результаты и их обсуждение. За годы исследований все изучавшиеся дозы удобрений существенно повышали урожайность картофеля по сравнению с контролем. Расчетные дозы удобрений (3–5 вар.) достоверно повышали урожайность картофеля по сравнению с припосадочным удобрением (2 вар.). В 2004 году органоминеральная система удобрения (5 вар.) дала существенную прибавку урожайности картофеля – 3,3 т/га по сравнению с эквивалентной минеральной системой удобрения (3 вар.) и практически соответствовала урожайности четвертого варианта (табл. 1).

Повышение в расчетных вариантах дозы азотного удобрения со 125 до 190 кг д.в./га дало существенную прибавку урожайности картофеля только в 2004 году. В 2005 году получены урожаи клубней картофеля, ниже плановых на всех расчетных вариантах, что, вероятно, явилось следствием менее благоприятных климатических условий в период клубнеобразования. В среднем за два года исследований мак-

Таблица 1

**УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ
ЗА 2004–2005 гг., т/га**

№ п./п.	Вариант	2004	2005	Средняя	Прибавка к контролю, в среднем за 2004–2005 гг.	
					+, –, т/га	%
1	контроль	10,8	9,2	10,0	–	–
2	N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	18,3	16,0	17,2	7,2	72
3	N ₁₂₅ P ₅₀ K ₁₅₀	24,3	21,7	23,0	13,0	130
4	N ₁₉₀ P ₅₀ K ₁₅₀	28,9	23,4	26,2	16,2	162
5	N ₇₀ P ₁₅ K ₃₀ + 40 т/га компоста	27,6	21,4	24,5	14,5	145
	НСР ₀₅	2,8	3,4			

симальная урожайность картофеля 26,2 т/га получена на варианте с расчетной системой удобрений при дозе $N_{190}P_{50}K_{150}$ (4 вар.).

В 2004 году применение $N_{70}P_{15}K_{30}$ на фоне 40 т/га торфоनावозного компоста повышало содержание крахмала на 0,6 % (табл. 2). В 2005 году при применении различных доз удобрений содержание крахмала увеличилось по сравнению с контролем на 0,4–1,4 %.

ра и калия, при котором 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 повышением доз азотных удобрений содержание нитратов в клубнях повышалось (табл. 3).

Таблица 2

СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ, % НА НАТУРАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ

Вариант	2004 год	2005 год	В среднем за 2004–2005 гг.
1	13,1	12,5	12,8
2	13,2	13,0	13,1
3	12,9	13,6	13,2
4	12,8	13,9	13,4
5	13,7	12,9	13,3

В среднем за два года исследований внесение удобрений вызывало тенденцию к повышению содержания крахмала.

Накопление нитратов в клубнях определяется многими факторами, но ведущая роль в этом процессе принадлежит избыточно-

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

Таблица 3

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В КЛУБНЯХ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ЗА 2004–2005 гг., мг/кг АБСОЛЮТНО СУХОГО ВЕЩЕСТВА

Вариант	2004	2005	В среднем за 2004–2005 гг.
1	298	367	332
2	454	562	508
3	664	848	756
4	682	891	786
5	651	977	814

му азотному питанию как из органических, так и минеральных удобрений, несбалансированности азота с фосфором и калием. Поэтому необходимо установить такое сбалансированное соотношение азота, фосфо-

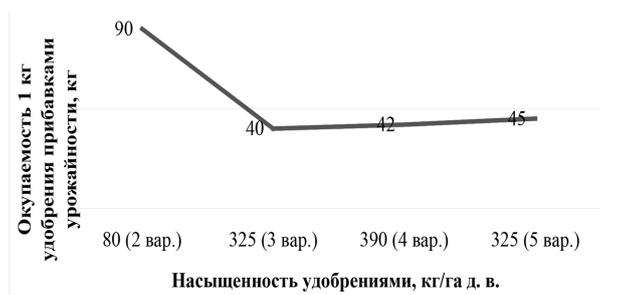
Под влиянием изучавшихся доз удобрений заметно возрастали затраты азота и калия создание 1 т клубней картофеля с соответствующим количеством ботвы (табл. 4), достигая максимума при расчетных дозах удобрений (3–5 вар.).

Таблица 4

**ЗАТРАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА СОЗДАНИЕ 1 т КЛУБНЕЙ
С СООТВЕТСТВУЮЩИМ КОЛИЧЕСТВОМ БОТВЫ, В СРЕДНЕМ ЗА 2004–2005 гг., кг**

Вариант	Азот	Фосфор	Калий
1	4,0	1,8	6,4
2	4,2	1,8	7,2
3	4,3	1,8	7,4
4	4,6	2,0	7,8
5	4,7	2,0	7,6

Окупаемость каждого килограмма действующего вещества удобрений прибавкой урожайности картофеля составляла 90–40 кг клубней и с повышением доз удобрений, естественно снижалась (см. рисунок).



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

Выводы. 1. В среднем за 2 года на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве урожайность картофеля сорта «Елизавета» под влиянием $N_{20}P_{30}K_{30}$ возросла в 1,7 раза (17,2 т/га). При расчетных дозах удобрений ($N_{125}P_{190}K_{150}$) – в 2,3 – 2,6 раза (23,0–26,2 т/га) и

практически достигла планового уровня (25 т/га). Эквивалентные по питательным элементам минеральная и органоминеральная расчетные системы удобрения обеспечили почти одинаковый уровень урожайности клубней картофеля. Увеличение дозы азота до 190 кг д.в./га вызвало устойчивую тенденцию роста урожайности по сравнению со 125 кг д.в./га.

2. Испытывавшиеся дозы удобрений, повышая урожайность картофеля на 72–162 % по сравнению с контролем, не снижали содержания крахмала в клубнях и заметно повышали содержание нитратов в них, но при этом не превышали ПДК.

3. Фактические затраты азота, фосфора и калия на 1 т клубней с соответствующим количеством ботвы у сорта «Елизавета» в исследуемых условиях в среднем за 2 года составляли соответственно: без удобрений 4,0; 1,8 и 6,4 кг, при удобрении – 4,5; 2,0 и 7,6 кг. Оплата каждого килограмма действующего вещества удобрений составляла при минимальной дозе удобрений – 90, при расчетных дозах – 45–40 кг клубней.

Список литературы

1. *Агрохимия*. М., 2004.
2. *Анисимов Б.В.* Картофель 2000–2005: итоги, прогнозы, приоритеты / Картофель и овощи. № 1. 2001. С. 2–4.
3. *Жуков Ю.П.* Агроэкологические аспекты комплексного применения средств химизации в Нечерноземной зоне // Проблемы агроэкологического мониторинга в ландшафтном земледелии. М., 1994. С. 21–24.
4. *Жуков Ю.П.* Комплексная химизация в интенсивных технологиях возделывания культур в Нечерноземье. М., 1989.

5. Писарев Б.А. Книга о картофеле. М., 1977.
6. Писарев Б.А. Сортовая агротехника картофеля. М., 1990.
7. Писарев Б.А. Справочник картофелевода. М., 1975.
8. Чухина О.В. Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчетных дозах удобрения в севообороте / автореф. дис. ... к. с.-х. н. М., 1999.

References:

1. *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. Moscow, 2004. 584 p.
2. Anisimov B.V. Kartofel' 2000–2005: itogi, prognozy, priorityty [Potatoes 2000–2005: Results, Projections, Priorities]. *Kartofel' i ovoshchi*, 2001, no. 1, pp. 2–4.
3. Zhukov Yu.P. Agroekologicheskie aspekty kompleksnogo primeneniya sredstv khimizatsii v Nechernozemnoy zone [Agroecological Aspects of Complex Application of Chemicals in the Non-Chernozem Belt]. *Problemy agroekologicheskogo monitoringa v landshaftnom zemledelii* [Problems of Agroecological Monitoring in Landscape Agriculture]. Moscow, 1994, pp. 21–24.
4. Zhukov Yu.P. *Kompleksnaya khimizatsiya v intensivnykh tekhnologiyakh vozdeleyvaniya kul'tur v Nechernozem'e* [Integrated Chemicalization within Intensive Cultivation Technologies in the Non-Chernozem Area]. Moscow, 1989. 92 p.
5. Pisarev B.A. *Kniga o kartofele* [The Book on Potatoes]. Moscow, 1977. 232 p.
6. Pisarev B.A. *Sortovaya agrotehnika kartofelya* [High-Quality Potato Agrotechnology]. Moscow, 1990. 208 p.
7. Pisarev B.A. *Spravochnik kartofelevoda* [Potato Grower's Guide]. Moscow, 1975. 288 p.
8. Chukhina O.V. *Produktivnost' kul'tur i obespechennost' dernovo - podzolistoy pochvy pitatel'nymi elementami pri raschetnykh dozakh udobreniya v sevooborote: avtoref. diss. ... k. s.-kh. n.* [Crop Productivity and Provision of Sod-Podzolic Soil with Nutrients at Calculated Doses of Fertilizers in Crop Rotation: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Moscow, 1999. 21 p.

Chukhina Olga Vasilyevna

Faculty of Agronomy and Forest Management,
Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin (Vologda, Russia)

THE EFFECT OF FERTILIZERS ON POTATO PRODUCTIVITY IN THE VOLOGDA REGION

The paper presents the results of researches on the effect of minimum and calculated fertilizer doses on the yield of potato tubers, starch and nitrate content, nutrient consumption, and payment for fertilizers. The test fertilizer doses increased potato yield by 72–162 % as compared to the control group, without reducing the starch content in the tubers, significantly increased the nitrate content in them without exceeding the maximum permissible concentration. Each kilogram of primary nutrient pays back 90 kg of tubers at a minimum fertilizer dose and 45–40 kg at calculated doses.

Keywords: potato, tubers, yield, fertilizers, starch, nitrates, nutrient consumption, fertilizer payback.

Контактная информация:

Чухина Ольга Васильевна

адрес: 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2.

e-mail: sekragro@molochnoe.ru

Рецензент – Корчагов С.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина