

Агрономическая эффективность промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля

Кой Камссу, А.В. Шуравилин, О.А. Захарова

Приведены результаты исследований по изучению влияния промышленной технологии возделывания картофеля на развитие, урожайность и качество продукции. Выявлена положительная реакция растений на подкормку K_2SO_4 в период посадки. Корреляционно-регрессионный анализ урожайности и качества клубней выявил высокую степень достоверности результатов опыта. Содержание нитратов и тяжелых металлов в клубнях было ниже допустимых величин.

Ключевые слова: серые лесные почвы, минеральные удобрения, картофель, промышленная технология, качество продукции, сухое вещество, крахмал, белок, тяжелые металлы, нитраты.

Уровень жизни населения страны зависит от бесперебойного и достаточного по медицинским нормам снабжения основными продуктами питания, в том числе картофелем [1, 2]. По важности среди культурных растений в мире картофель занимает четвертое место после пшеницы, риса и кукурузы [3]. Картофель – культура неприхотливая, ее выращивают во всех регионах Российской Федерации, но наибольшие его площади находятся в Нечерноземье [4]. Объемы производства картофеля в Центральном федеральном округе составляют 634,5 тыс. га. Картофелеводство – важнейшая подотрасль овощеводства в Московской области вследствие необходимости обеспечения продукцией около 18 млн человек. Сама же область стоит на пятом месте среди крупнейших регионов промышленного возделывания картофеля.

По мнению В.Д. Панникова и В.Г. Минеева, в расчете на среднелиматические условия, вклад естественного плодородия при экстенсивном возделывании культур составляет 40%, погоды – 20%, факторов интенсификации – 20%, при интенсивных технологиях доля естественного плодородия уменьшается до 10%, погоды – до 15%, факторов интенсификации до 65% [5]. Анализ литературных источников показал, что в регионе созданы все условия для получения высоких и устойчивых урожаев картофеля при использовании адаптированной технологии его возделывания,

включающей научно обоснованную систему земледелия, систему удобрений, перспективные сорта и использование современной с.-х. техники в достаточном для данного объема производства количестве. Цель исследований – установление агрономической эффективности промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля в Московской области.

Исследования проводились в ООО «Агрико-Евразия» Воскресенского района Московской области. В 2015–2017 годах проведен трехфакторный мелкоделяночный полевой опыт, варианты которого представлены в **таблице**. Посадка картофеля – картофелесажалка Structural PM 40 с междурядьями 0,7×2,5 м. Густота стояния растений – 57 тыс. шт/га. Почва – светло-серая лесная, содержание гумуса 3,2%, pH 5,8, содержание P_2O_5 и K_2O соответственно 22 и 19 мг/100 г почвы. Посадку, наблюдения и учеты проводили общепринятыми методами. Повторность опыта – четырехкратная.

По данным метеостанции ВДНХ, нами рассчитаны ГТК и установлены градации влагообеспеченности для вегетационных периодов: $ГТК_{2015}=1,08$ (засушливый и теплый), $ГТК_{2016}=1,2$ (избыточно влажный и прохладный), $ГТК_{2017}=1,4$ (избыточно влажный и холодный).

В основе промышленной технологии лежит строгое соблюдение технологических операций.

Отличительная черта промышленной (голландской) технологии возделывания – минимальное количество механизированных обработок почвы с регулярным контролем качества всех операций [3, 7]. Вспашка – на глубину 22–27 см с культивацией вертикально-фрезерными культиваторами «AMAZONE KE 403–170 SPECIAL» и «AMAZONE KE 303–170» модели KE 303 и KE 403, гребни нарезают весной гребнеобразователем «STRUIK 4 RF310» с использованием трактора John Deere. Посадка – картофелесажалкой STRUCTURAL PM 40 (Нидерланды). Для уборки применяли двухрядный комбайн (бокового подкопа) WM 6500/8500 с бункером 6500/8500 кг (Германия).

В ООО «Агрико-Евразия» выращивают сорта картофеля голландской селекции, внесенные в Госреестр: Ривьера, Импала, Эволюшен, Пикассо [8]. В исследованиях использовали два районированных ранних сорта картофеля голландской селекции: Аризона и Роко. Несмотря на благоприятные для произрастания с.-х. культур условия, урожайность картофеля в среднем в хозяйстве не превышает 25 т/га. В связи с этим актуально внедрение прогрессивной промышленной (голландской) технологии возделывания культуры для которой в хозяйстве есть технические, сортовые, агрохимические и трудовые ресурсы.

Фенологические наблюдения позволили установить более быстрое наступление фаз онтогенеза растений картофеля. Так, в варианте 10 продолжительность вегетации составила 74 дня, варианте 14 – сорт Роко – 75 дней, что соответствовало характеристике сортов. В вариантах 2 и 6 продолжительность вегетации была на 8 дней больше.

Урожайность картофеля в опыте зависела от многих факторов, в том числе от технологии (Т), удобрений (У), сорта (С) и погодных условий (П). Так, например, в 2015 году в варианте 10 урожайность карто-

феля сорта Аризона в среднем составила 28 т/га (НСР₀₅ сорт – 2,94 т/га, НСР₀₅ технология – 3,14 т/га, НСР₀₅ удобрения – 3,10 т/га), а во влажные 2016 и 2017 годы больше на 28–22% соответственно, то есть при прочих равных условиях, прибавку обеспечивало использование при посадке K₂SO₄. Картофель сорта Роко в варианте 14 показал урожайность в среднем ниже на 20%, что объясняется экологическими требованиями сорта к условиям произрастания.

Растения картофеля хорошо реагировали на подкормку калийными удобрениями K₂SO₄ при посадке, на этих вариантах опыта прослеживается большее число и масса клубней. Максимальный эффект проявлен в варианте 10, где растения сформировали 13 клубней массой 1547,8 г на один куст. Аналогичный вариант сорта Роко также проявил себя хорошо, один куст дал 10 клубней массой 1468,8 г, что было ниже на 5,4%.

Значительный прирост массы клубней объясняется лучшими условиями произрастания растений вследствие повышения содержания питательных веществ и их использованием растениями, снижения плотности почвы, не засоренностью сорными растениями агроценоза картофеля. Наши выводы подтвержда-

ют ранее опубликованные результаты опытов некоторых отечественных и зарубежных исследователей [4, 7, 9, 10].

Худшими были варианты 1 и 4 (без применения калийных удобрений, с возделыванием картофеля по традиционной технологии) и варианты 5 и 8 (с возделыванием картофеля по промышленной технологии), что проявилось в меньшем числе клубней и их небольшой массе у сорта Аризона – 9 шт. и 728,7 г; 10 шт. и 642,9 г; у сорта Роко – 9 шт. и 657,5 г.; 9 шт. и 679,0 г. Так, использование хлорсодержащих калийных удобрений весной оказало неблагоприятное влияние на растения картофеля, на что указывали ранее некоторые экспериментаторы [7, 9].

В 2015 году в период клубнеобразования были отмечены засушливые периоды, что повлияло на количество клубней. Например, растения сорта Аризона в варианте 2 образовали в этот год в среднем 9 клубней, в варианте 10–11 клубней. Во влажные 2016 и 2017 годы в этих вариантах образовалось в среднем по 13 клубней. Нами установлена положительная корреляционная зависимость величины урожая от числа клубней на одном растении (R=0,67) и массы клубней (R=0,79).

В среднем за 3 года возделывания картофеля сорта Аризона по традиционной технологии в варианте 2 растения накопили до 3 т/га сухой фитомассы, а по промышленной технологии в варианте 10 – 6 т/га. Наименьший урожай сухой фитомассы отмечен у растений, возделываемых по традиционной технологии в вариантах опыта 1 и 5, что объясняется более низким урожаем клубней.

Из-за лучших условий произрастания содержание сухого вещества и питательных веществ в клубнях картофеля сорта Аризона, возделываемого по варианту 10, при посадке значительно выше исследуемых показателей в варианте 2, при выращивании картофеля по традиционной технологии: больше сухого вещества – на 8,8%, белка (сырого протеина) – на 15,8%, крахмала – на 6,4% и витамина С (аскорбиновой кислоты) – на 11%.

Наименьшее содержание сухого вещества отмечено в варианте 4 у сорта Роко – 25,3%. В варианте 1 содержание белка, крахмала, витамина С в клубнях картофеля было минимальным – 1,7, 15,0 и 19,4%.

Снижение содержания в клубнях крахмала в вариантах с внесением калийного хлорсодержащего удобрения KCl в традиционной и промышленной технологиях в среднем до 14,5% подтверждает выводы ряда исследователей об их негативном влиянии [3].

Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод об эффективном влиянии применения в промышленной технологии подкормок калийными удобрениями K₂SO₄, на которые хорошо отзываются растения картофеля.

Нами был проведен корреляционно-регрессионный анализ: фактор у – урожайность, фактор x₁ – содержание сухого вещества, фактор x₂ – содержание крахмала, фактор x₃ – содержание белка и получены следующие уравнения регрессии:

$$y = -6,449 \cdot x_1 + 26,69 (\pm 0,016) \text{ R}_{yx, x_2} = 0,98 \quad (1)$$

$$y = -4,129 \cdot x_2 + 26,69 (\pm 0,015) \text{ R}_{yx, x_3} = 0,95 \quad (2)$$

$$y = 48,34 \cdot x_3 + 26,69 (\pm 0,003) \text{ R}_{yx, x_3} = 0,92 \quad (3)$$

Уравнения множественной регрессии:

$$y = -11,14 \cdot x_1 + 10,72 \cdot x_2 + 25,88 (\pm 2,72) \quad (1)$$

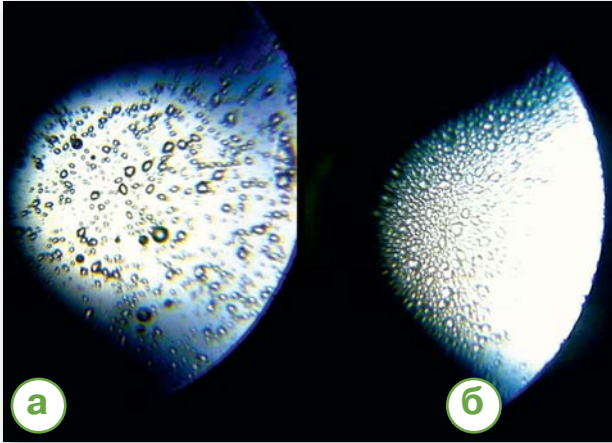
$$y = -6,90 \cdot x_1 + 12,63 \cdot x_3 + 35,29 (\pm 1,33) \quad (2)$$

$$y = -9,86 \cdot x_2 + 49,97 \cdot x_3 + 26,29 (\pm 2,11) \quad (3)$$

$$y = -7,069 \cdot x_1 + 2,88 \cdot x_2 + 21,88 \cdot x_3 + 75,83 (\pm 1,305) \quad (4)$$

Варианты трехфакторного мелкочаечного полевого опыта, 2015–2017 годы

Номер варианта	Технология (фактор А)	Удобрение, сроки и дозы внесения, кг/га (фактор В)	Сорт картофеля (фактор С)	
1	Традиционная технология	При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон	Аризона	
2		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке		
3		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке		
4		Фон + KCl при подкормке		
5		При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон		Роко
6		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке		
7		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке		
8		Фон + KCl при подкормке		
9	Промышленная технология	При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон	Аризона	
10		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке		
11		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке		
12		Фон + KCl при подкормке		
13		При посадке N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон		Роко
14		Фон + K ₂ SO ₄ при посадке		
15		Фон + K ₂ SO ₄ при подкормке		
16		Фон + KCl при подкормке		



Крупность крахмальных зерен: а) вариант 10, б) вариант 2

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ урожайности и качества клубней показал высокую степень достоверности результатов опыта.

Для потребителя имеют значение такие технологические свойства клубней, как развариваемость и консистенция при варке [2]. Чем больше в клетках средних и крупных крахмальных зерен, тем выше технологическое достоинство клубней. В варианте 10 у растений сорта Аризона визуально количество крупных и средних зерен в клубнях по отношению к варианту 2 было выше, что обнаружено при микроскопировании самостоятельно приготовленного временного препарата (рис.).

Проблема получения экологически безопасной продукции растениеводства, выращенной вблизи крупных мегаполисов, свободной по тяжелым металлам (ТМ) актуальна [7, 9, 10], в связи с чем нами изучено их содержание в клубнях картофеля.

Анализируя содержание ТМ в клубнях картофеля в варианте 10 видно, что оно значительно ниже ориентировочно допустимых концентраций (ОДК). Например, содержание ТМ в клубнях в варианте 10 по сравнению с ОДК Си меньше на 72%, Zn – на 54%, Ni – на 92% и Pb – на 34%, то есть убывающий ряд ТМ можно представить следующим образом: Ni>Cu>Zn>Pb, что объясняется наличием в почве подвижных, но не усваиваемых для растений форм ТМ. Рассчитанные коэффициенты концентрации ТМ составили: KcNi=0,8; KcCu=0,4; KcZn=0,5; KcPb=0,7, то есть ниже 1. Аналогичные изменения наблюдаются в клубнях на других вариантах. Полученные данные свидетельствуют о сработавшей

первой барьерной защиты на уровне корневой системы растений картофеля [7]. В концентрации ТМ в клубнях картофеля сортов Аризона и Роко не прослеживается существенной разницы. Оба сорта отличались высокой устойчивостью к накоплению токсикантов.

Концентрация нитратов в клубнях картофеля на наиболее оптимальном варианте 10 составляла в среднем 82,7 мг/кг, хотя в более засушливый

2015 год их содержание не превышало 99,5 мг/кг, или было больше на 20% по сравнению с 2016 и 2017 годами. Так, при возделывании по традиционной технологии, содержание нитратов в клубнях в среднем выше на 25%. При ОДК нитратов в клубнях картофеля 250 мг/кг сырых клубней фактическое их содержание значительно ниже.

Итак, агрономическая эффективность промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля заключалась в улучшении условий произрастания картофеля, что отразилось на количественных и качественных показателях.

Выводы. В опыте установлен оптимальный с агрономической точки зрения вариант (10) – промышленная (голландская) технология+фон+K₂SO₄ при посадке сорта Аризона. Вариант обеспечил по сравнению с вариантом 2 (традиционная технология+фон+K₂SO₄ при посадке) рост урожайности на 42%, клубнеобразования и массы клубней – на 44 и 66% соответственно. Содержание в клубнях картофеля питательных веществ в варианте 10 выше, чем в варианте 2: сухого вещества – на 8,8%, белка (сырого протеина) – на 15,8%, крахмала – на 6,4% и витамина С (аскорбиновой кислоты) – на 11%. Концентрация ТМ в клубнях в варианте 10 по сравнению с ОДК Си меньше на 72%, Zn – на 54%, Ni – на 92% и Pb – на 34%. Содержание нитратов значительно ниже ОДК на всех вариантах. Оба сорта хорошо отзывались на возделывание по промышленной (голландской) технологии с использованием минеральных удобрений

ний N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ и K₂SO₄ при посадке и могут использоваться в ООО «Агрико-Евразия».

Библиографический список

1. Тульчев В.В. Производство и потребление картофеля в России // Экономика сельского хозяйства России. 2003. № 8. С. 30.
2. Занкин Д.В. Повышение эффективности производства картофеля. М.: Россельхозиздат, 1987. 223 с.
3. Земледелие и динамика агроландшафтов / Сост. и ред. В.П. Зволинский, Д.М. Хомяков. М.: Изд-во МГУ, 1999. 160 с.
4. Керимова А.Д. Развитие рынка картофеля (на материалах Пензенской области): автореф. дис. ... к.э.н. М., 2008. 24 с.
5. Паников В.Д., В.Г. Минеев. Почва, климат, удобрение и урожай М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
6. Старовойтов В.И. Концепция развития ресурсосберегающих технологий производства картофеля // Картофель и овощи. 2005. № 7. С. 6.
7. Стрижакова Е.А. Возделывание картофеля на орошаемых светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2004. 182 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. – М., 2017. 483 с.
9. Mayer K. Vorkeimen von Kartoffeln bring vorteile // Fortsch. Landwirt. 1999. № 5. Pp. 10–11.
10. Vitamin C In Kartoffeln // Veroff. Arbeitsgemeinschaft. Kartoffelforsch. Detmold, 1998. Pp. 21–30.

Об авторах

Кой Камссу, аспирант Российского университета дружбы народов (РУДН).
E-mail: kamssou85@gmail.com

Шуравилин Анатолий Васильевич, доктор с.-х. наук, профессор РУДН.
E-mail: stanislavpiven@mail.ru

Захарова Ольга Алексеевна, доктор с.-х. наук, доцент Рязанского государственного агроэкономического университета имени П.А. Костычева.
E-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru.

Agronomical efficiency of Dutch technology of potato cultivation

Coy Camassu, postgraduate student of the Russian University of peoples friendship (PFUR). E-mail: kamssou85@gmail.com

A.V. Shuravilin, DSc., professor PFUR.
E-mail: stanislavpiven@mail.ru

O.A. Zakharova, DSc., associate professor, Ryazan state agrotechnological University named after P.A. Kostychev.
E-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru.

Summary. The results of studies on the impact of industrial technology of potato cultivation on growth, yield and quality of products. There was a positive response of plants to fertilizer K₂SO₄ in the period of planting. Correlation and regression analysis of yield and quality of tubers revealed a high degree of reliability of the results of experience. The contents of nitrates and heavy metals in tubers was below the permissible values.

Keywords: gray forest soils, mineral fertilizers, potatoes, industrial technology, product quality, dry matter, starch, protein, heavy metals, nitrates.