

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2024-2-62-69

УДК 631.81:633.491

Влияние применения возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней картофеля нового сорта «Смоляночка»

А. Ю. Гаврилова[✉], кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агро-технологий

А. М. Конова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий

Л. К. Чехалкова, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур»

170041, г. Тверь, Комсомольский проспект, д. 17/56

[✉]augavrilova@gmail.com

Резюме. Изучение влияния возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и качество клубней нового сорта картофеля Смоляночка проводили в почвенно-климатических условиях Смоленской области. Сорт выведен в ФГБНУ ФНЦ ЛК, в 2018 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений, а в 2019 г. на сорт получен патент. Сорт среднераннего срока созревания, столового назначения, высокоурожайный, имеет хорошие вкусовые качества. Исследования проводили в полевом стационаре на опыте ОП Смоленский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК в 2020...2022 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со средним содержанием гумуса, слабокислой реакцией почвенной среды, повышенным содержанием фосфора и средним калия. Схема опыта включала следующие варианты: $N_0P_0K_0$ (контроль, без удобрений), минеральные удобрения в дозах $N_{32}P_{32}K_{32}$, $N_{64}P_{64}K_{64}$, $N_{96}P_{96}K_{96}$, $N_{128}P_{128}K_{128}$, $N_{160}P_{160}K_{160}$, $N_{192}P_{192}K_{192}$, $N_{224}P_{224}K_{224}$, $N_{256}P_{256}K_{256}$. В среднем за 3 года исследований внесение 1 кг д.в. минеральных удобрений обеспечивало формирование 12...28 кг клубней картофеля. Наибольшая окупаемость отмечена в варианте $N_{96}P_{96}K_{96}$. Наибольшую урожайность (23,0 т/га) обеспечило использование удобрений в дозе $N_{224}P_{224}K_{224}$, прибавка к контролю составила 94 %. Максимальный выход товарной продукции был получен на варианте $N_{192}P_{192}K_{192}$ (на 13 % выше контроля). С ростом дозы минеральных удобрений происходило снижение содержания крахмала в клубнях картофеля на 1,1...1,8 % и увеличение содержания сухого вещества до 2,9 % относительно контроля. Наиболее экономически выгодным было внесение удобрений в дозах $N_{192}P_{192}K_{192}$ и $N_{224}P_{224}K_{224}$: чистый доход составил 611026,8...625071,1 руб./га, уровень рентабельности – 244 %.

Ключевые слова: картофель, сорт, клубни, минеральные удобрения, урожайность, товарность, крахмал.

Для цитирования: Гаврилова А. Ю., Конова А. М., Чехалкова Л. К. Влияние применения возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней картофеля нового сорта «Смоляночка» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №2 (66). С. 62-69. doi:10.18286/1816-4501-2024-2-62-69

The influence of increasing doses of mineral fertilizers on yield and quality of potato tubers of the new variety Smolyanochka

A. Yu. Gavrilova, A. M. Konova, L. K. Chekhalkova

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Bast Crops"

170041, Tver, Komsomolsky ave, 17/56

[✉]augavrilova@gmail.com

Abstract. The study of the effect of increasing doses of mineral fertilizers on productivity and quality of tubers of the new potato variety Smolyanochka was carried out in the soil and climatic conditions of Smolensk region. The variety was bred at the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Bast Crops, it was included in the State Register of Breeding Achievements, in 2018, and a patent for the variety was received in 2019. The variety has a mid-early ripening period, it is intended for table use, it is highly-productive and has good taste. The studies were carried out on a field plot based on the experience of the experimental field Smolensk Research Institute of Agriculture of the

Federal State Budgetary Institution Federal Scientific Center of Bast Crops in 2020 - 2022 on soddy-podzolic medium loamy soil with an average humus content, a slightly acidic soil reaction, a high phosphorus content and an average potassium content. The experimental scheme included the following variants: $N_0P_0K_0$ (control, without fertilizers), mineral fertilizers at doses of $N_{32}P_{32}K_{32}$, $N_{64}P_{64}K_{64}$, $N_{96}P_{96}K_{96}$, $N_{128}P_{128}K_{128}$, $N_{160}P_{160}K_{160}$, $N_{192}P_{192}K_{192}$, $N_{224}P_{224}K_{224}$, $N_{256}P_{256}K_{256}$. On average, over 3 years of research, the application of 1 kg of a.i. mineral fertilizers ensured the formation of 12...28 kg of potato tubers. The greatest payback was noted in variants $N_{96}P_{96}K_{96}$. The highest yield (23.0 t/ha) was ensured by usage of fertilizers at a dose of $N_{224}P_{224}K_{224}$, the increase over the control was 94%. The maximum yield of commercial products was obtained with the $N_{192}P_{192}K_{192}$ variant (13% more than the control). The starch content in potato tubers decreased by 1.1...1.8% with an increase at the dose of mineral fertilizers, and the dry matter content increased to 2.9% relative to the control. The most economically profitable was the application of fertilizers at doses of $N_{192}P_{192}K_{192}$ and $N_{224}P_{224}K_{224}$: net income amounted to 611026.8...625071.1 rubles/ha, profitability level - 244%.

Keywords: potatoes, variety, tubers, mineral fertilizers, productivity, marketability, starch.

For citation: Gavrilova A. Yu., Konova A. M., Chekhalkova L. K. The influence of increasing doses of mineral fertilizers on yield and quality of potato tubers of the new variety Smolyanochka // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;2(66): 62-69 doi:10.18286/1816-4501-2024-2-62-69

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №FGSS-2024-0004)

Введение

Картофель – одна из приоритетных культур стратегического значения, выращиваемых на территории Российской Федерации. Основной объем посевных площадей, занятых картофелем, сосредоточен в Нечерноземной зоне, которая характеризуется благоприятными природно-климатическими условиями. Однако, на протяжении многих лет урожайность этой культуры в Смоленской области (14,6 т/га), как и в целом по России (17,3 т/га), все еще остается одной из самых низких в мире [1].

В сложившихся условиях международных санкций особенно актуальным становится наращивание конкурентоспособности отрасли. Увеличение объемов производства напрямую зависит от качества семенного материала и его доступности для сельхозтоваропроизводителей [2]. Кризис в российской системе селекции и семеноводства обусловил повышение уровня зависимости отечественных производителей от импорта семян овощных культур. В частности, по картофелю доля зарубежных семян достигала 50% [3, 4].

Сорт играет важную роль в формировании высокого урожая картофеля хорошего качества. По сведениям И. Г. Любимской и С. С. Кузнецова его вклад составляет 75...80 %, остальные 20...25 % приходятся на элементы технологии возделывания. Для сельскохозяйственного производства необходимы такие сорта, которые наравне с высокой стабильной урожайностью были бы генетически устойчивы к основным болезням и хорошо приспособлены к почвенно-климатическим условиям конкретного региона [5].

Среди качественных показателей клубней картофеля крахмал занимает ведущую роль. Его содержание в сыром клубне картофеля достигает обычно до 30 %. Крахмал составляет от 70 до 80 % сухой массы клубня или от 95 до 99 % всего количества накапливаемых углеводов. Содержание крахмала в большей степени является сортовым признаком.

Ранние сорта содержат наименьшее количество крахмала, так как за короткий период вегетации соединение не успевает накопиться в клубнях. Позднеспелые сорта, как правило, убирают неспелыми, и содержание крахмала в таком картофеле также невелико. Лидирует по количеству крахмала средне-спелый картофель. Также большему накоплению крахмала в клубнях способствует сухая и жаркая солнечная погода, так как процессы фотосинтеза и образования питательных веществ проходят наиболее интенсивно [6, 7].

Картофель принадлежит к числу культур, высоко требовательных к условиям минерального питания, поэтому увеличение урожая картофеля неразрывно связано с рациональным применением удобрений, основывающимся на учете содержания в почвах подвижных форм элементов питания и потребности в них растений [8, 9, 10]. Вопросы сортовой отзывчивости картофеля на внесение удобрений изучают достаточно давно, однако и до настоящего времени они по-прежнему актуальны. Различия в реакции сортов картофеля на удобрение по своей величине настолько велико, что им нельзя пренебрегать, поэтому внедрение в производство в определенных почвенно-климатических условиях его перспективных сортов, отзывчивых на эффективное плодородие почвы и внесение минеральных удобрений, требует изучения и разработки агрохимических и физиологических параметров, характеризующих особенности питания картофеля с учетом его сортовых особенностей [11, 12, 13].

Цель исследований заключалась в разработке элементов научно-обоснованной системы применения минеральных удобрений при выращивании нового сорта картофеля Смоляночка, обеспечивающих получение планируемой высокой урожайности культуры и требуемого качества продукции.

Материалы и методы

Работу проводили на опытном поле ОП Смоленского НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК в 2020...2022 гг на

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

дерново-подзолистой среднесуглинистой слабокислой ($pH_{KCl} = 5,4$) почве со средним содержанием гумуса (2,0 %), повышенным насыщением подвижного фосфора (142 мг/кг почвы) и средним калия (98 мг/кг почвы).

В качестве объекта исследования был выбран новый сорт картофеля Смоляночка селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК. Сорт высокоурожайный, среднераннего срока созревания, столового назначения, имеет хорошие вкусовые качества и выровненные клубни. Устойчив к раку и золотистой цистообразующей картофельной нематоде, тяжелым формам вирусных заболеваний, морщинистой полосчатой мозаике и скручиванию листьев. В 2018 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Центральном регионе РФ. В 2019 г. на сорт получен патент [14, 15].

Схема опыта содержит 27 вариантов в трехкратной повторности. В статье представлена выборка из 8 минеральных фонов и контроль (без удобрений). Минеральные удобрения в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калия хлористого вносили поделяночно, вручную, под культивацию. Единичная доза удобрений под картофель составляла $N_{32}P_{32}K_{32}$. Посевная площадь делянок – 60 м² (12×5). Территория, занятая опытом, – 1,5 га. Картофель выращивали второй культурой пятипольного севооборота. Предшественник картофеля – лен-долгунец. Посадку картофеля проводили картофелесажалкой КСМ-4 во второй декаде мая с нормой 35 ц/га.

Уход за растениями состоял из трехкратных междурядных обработок культиватором-окунчиком с интервалом 10 дней. До посадки картофеля

проводили инсектицидную обработку почвы препаратом Актара (0,5 кг/га). До появления всходов внесли почвенный гербицид Зенкор (1,0 л/га). В течение вегетации проводили обработку растений от фитофтороза фунгицидами Инфинито (1,5 л/га) и Пенкоцеб (1,6 кг/га), инсектицидную обработку препаратом Конфидор (0,05 кг/га).

Учет урожая проводили поделяночно. Математическую обработку экспериментальных данных – методом дисперсионного и регрессионного анализов с использованием программы STAT VNIIA (*Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. Москва: Колос, 2001. 512 с.; Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию. 2012. 352 с.*)

Метеорологические условия в годы исследований отличались контрастностью по температурному режиму и количеству выпавших осадков (рис. 1) [16]. Первый год выращивания картофеля (2020 г.) оказался избыточно влажным: сумма осадков в мае составила 189 % от нормы, гидротермический коэффициент (ГТК) в июне и августе соответствовал избыточному увлажнению, а в мае и июле – зоне дренажа. В июне и июле 2021 года наблюдался почти двукратный недостаток осадков при среднемесячной температуре воздуха на 2,7...3,0°C выше климатической нормы. В период, когда происходило активное накопление биомассы (июль), гидротермический коэффициент составил 0,6, что соответствовало засухе. В 2022 г. количество осадков в начале вегетации находилось практически в пределах среднемесячных значений (75...108 % от нормы), а температура воздуха была выше на 1.6...2.3°C.

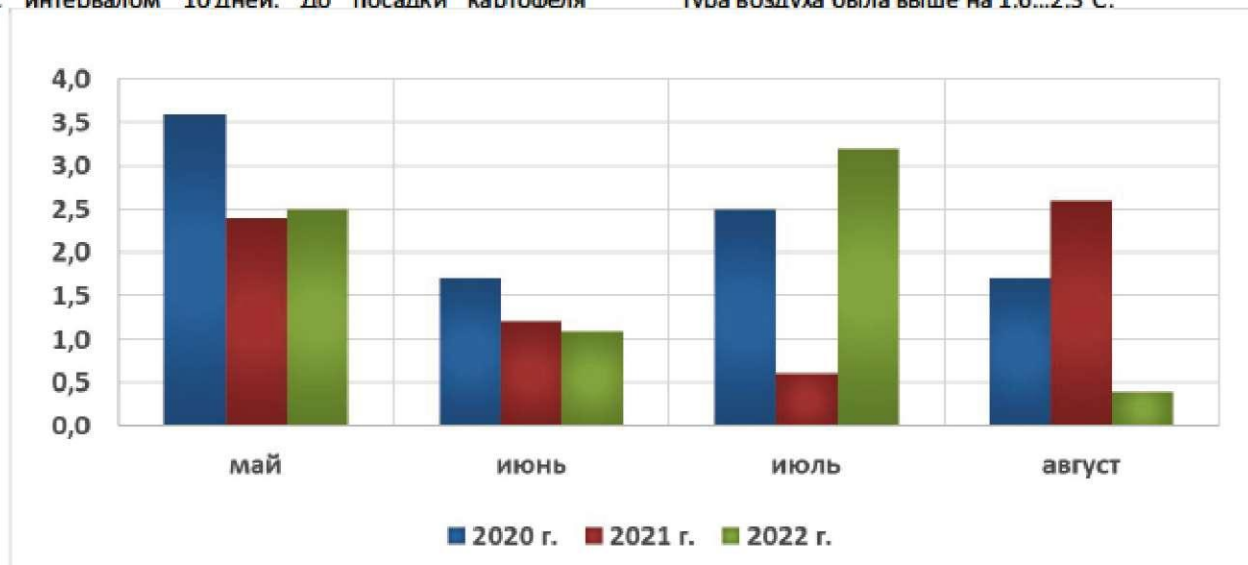


Рис. 1. Гидротермический коэффициент в период вегетации растений 2020...2022 гг.

Результаты

В 2020 г. из-за неблагоприятных метеословий урожайность клубней картофеля во всех вариантах опыта была самой низкой за все годы исследований (табл. 1). Избыточная увлажненность почвы отрицательно сказалась на развитии растений и

формировании клубней картофеля. Внесение минеральных удобрений нивелировало негативное влияние неблагоприятных погодных условий. Прибавка к контролю от их применения составила от 23 % на варианте $N_{32}P_{32}K_{32}$ до 212 % на варианте $N_{192}P_{192}K_{192}$.

Далее с ростом дозы эффективность удобрений постепенно снижалась.

2021 г. был избыточно засушливым. Урожай картофеля в этом году относительно 2020 г. увеличился в 1,2...3,1 раза.

В 2022 г. был получен наибольший урожай клубней, который в 1,5...2,8 раза превышал урожай 2020 г. и в 1,0...1,3 раза был выше урожая 2021 г.

В среднем за три года исследований наименьшая урожайность была получена на контрольном варианте без удобрений. Комплексное применение минеральных удобрений привело к увеличению урожайности клубней картофеля на 94 % до варианта N₂₂₄P₂₂₄K₂₂₄ включительно. Дальнейшее увеличение дозы до N₂₅₆P₂₅₆K₂₅₆ привело к снижению прибавки урожайности.

Таблица 1. Урожайность картофеля нового сорта Смоляночка и окупаемость минеральных удобрений в зависимости от фона NPK

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка урожая к контролю		Окупаемость 1 кг д.в. NPK удобрений, кг/кг
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	т/га	%	
N ₀ P ₀ K ₀	5,6	15,6	15,9	12,4	-	-	-
N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	6,9	16,2	19,3	14,2	1,7	14	17
N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	9,3	18,0	23,4	16,9	4,5	36	23
N ₉₆ P ₉₆ K ₉₆	15,9	19,9	25,8	20,5	8,1	66	28
N ₁₂₈ P ₁₂₈ K ₁₂₈	16,3	23,0	26,5	21,9	9,5	77	24
N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	16,8	24,4	27,3	22,9	10,4	84	21
N ₁₉₂ P ₁₉₂ K ₁₉₂	17,5	23,9	29,0	23,5	11,1	89	19
N ₂₂₄ P ₂₂₄ K ₂₂₄	13,3	32,8	25,9	24,0	11,6	94	17
N ₂₅₆ P ₂₅₆ K ₂₅₆	11,5	36,3	18,3	22,0	9,6	77	12
HCP ₀₅	1,1	1,7	2,1	0,7			

Результаты учета урожая клубней картофеля были обработаны математически с применением регрессионного анализа. Из уравнения регрессии (1) видно, что наиболее сильно на урожайность картофеля в 2020 г. оказывали влияние калийные удобрения. Суперфосфат также вносил свой вклад, однако его действие было затухающим. Отрицательное действие на урожайность клубней картофеля оказывало взаимодействие фосфорно-калийных удобрений. В 2021 г. из уравнения (2) следует, что вклад в формирование урожая картофеля внесли только азотные удобрения. В 2022 г. по уравнению (3) действие калийных удобрений носило затухающий характер. Азотно-фосфорное взаимодействие было слабым. В среднем за три года исследований (уравнение 4) положительное влияние оказывали все виды внесенных минеральных удобрений, фосфорно-калийное взаимодействие было отрицательным.

$$Y_{2020} = 6,2 + 4,6P^{0,5} + 2,0K - 2,4PK^{0,5}, R = 0,70 \quad (1)$$

$$Y_{2021} = 15,6 + 2,1N, R = 0,81 \quad (2)$$

$$Y_{2022} = 16,3 + 6,5K^{0,5} - 2,0K + 0,7(NP)^{0,5}, R = 0,70 \quad (3)$$

$$Y_{\text{сред. за 2020-2022гг.}} = 112,7 + 26,6P^{0,5} + 26,2K^{0,5} + 8,1N - 10,6(PK)^{0,5}, R = 0,90 \quad (4)$$

Важным параметром, определяющим эффективность использования удобрений, служит окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая, чем больше получено килограмм продукции на 1 килограмм действующего вещества удобрений, тем эффективнее используемая технология.

В опыте согласно таблице 1 окупаемость минеральных удобрений с ростом доз увеличивалась и наибольшей была на варианте N₉₆P₉₆K₉₆. При

увеличении доз минеральных удобрений их эффективность постепенно снижалась. В среднем за годы исследований внесение 1 кг д.в. минеральных удобрений обеспечивало получение от 12 до 28 кг клубней картофеля.

В среднем за три года исследований независимо от варианта опыта наблюдалась следующая тенденция. Выход клубней крупной фракции (более 60 см) составил в среднем от 14 до 26 % от их общего количества. В основном преобладали клубни средней и мелкой фракций (от 31 до 49 % и от 27 до 47 % соответственно). С ростом дозы минеральных удобрений (до варианта N₁₉₂P₁₉₂K₁₉₂ включительно) увеличивалась и доля клубней крупной и средней фракций.

Товарность картофеля определяется содержанием крупной и средней фракций в общем урожае. В опыте применение минеральных удобрений увеличивало выход товарной продукции. Наиболее высокая товарность клубней картофеля была получена на варианте N₁₉₂P₁₉₂K₁₉₂ (на 13 % выше контроля) (рис. 2).

Для среднераннего сорта картофеля Смоляночка концентрация крахмала в клубнях находится в пределах 13,0 ...16,0 %. В опыте независимо от дозы удобрения содержание крахмала было на уровне характеристик сорта (табл. 2). Однако во все годы исследований с ростом дозы минеральных удобрений происходило снижение содержания крахмала в клубнях картофеля на 1,1...1,8 % в связи с преобладающим отрицательным влиянием азотных и калийных удобрений (уравнение 5).

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

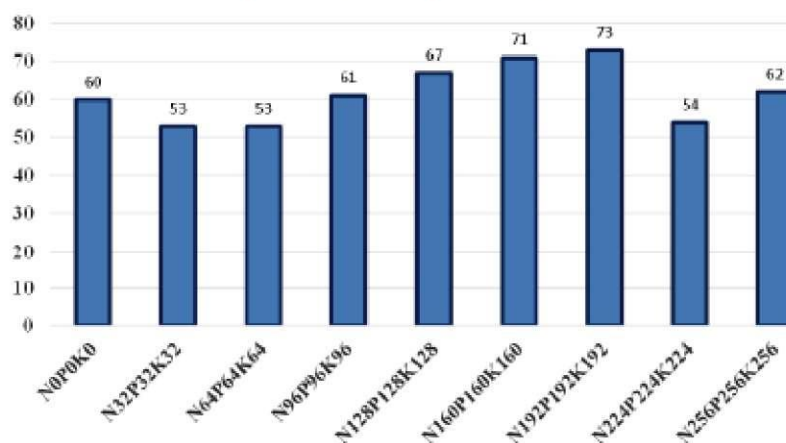


Рис. 2. Изменение товарности клубней картофеля на разных фонах минерального питания (в среднем за 2020...2022 гг)

Таблица 2. Показатели качества клубней сорта Смоляночка в зависимости от фона минерального питания (в среднем за 2020...2022 гг.)

Вариант	Содержание, %	
	крахмал	сухое вещество
N ₀ P ₀ K ₀	15,2	19,1
N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	14,1	19,4
N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	13,8	20,5
N ₉₆ P ₉₆ K ₉₆	14,0	20,8
N ₁₂₈ P ₁₂₈ K ₁₂₈	13,8	20,7
N ₁₆₀ P ₁₆₀ K ₁₆₀	13,6	20,6
N ₁₉₂ P ₁₉₂ K ₁₉₂	13,4	22,0
N ₂₂₄ P ₂₂₄ K ₂₂₄	13,4	18,4
N ₂₅₆ P ₂₅₆ K ₂₅₆	13,5	18,7

$$U_{\text{крахмал}} = 14,8 - 0,42K^{0,5} + 0,17K - 0,20(NK)^{0,5}, R = 0,86 \quad (5)$$

$$U_{\text{сухое вещество}} = 18,7 + 2,17P^{0,5} - 0,98N + 1,29(NK)^{0,5} - 1,07(PK)^{0,5}, R = 0,73 \quad (6)$$

Выход крахмала с 1 га в значительной степени зависит от доз минеральных удобрений и урожайности продукции (рис. 3). Так, в среднем за три года по мере увеличения доз полного минерального удобрения сбор крахмала повышался относительно контроля в 1,2...1,6 раза. Это говорит о том, что темп роста урожайности картофеля опережал снижение крахмалистости клубней под влиянием удобрений. При непрерывном повышении сбора крахмала с увеличением доз удобрений наиболее значительная часть его прироста относительно контроля получена при внесении удобрений в дозе N₁₉₂P₁₉₂K₁₉₂.

Сухое вещество в клубнях картофеля представлено органическими и минеральными веществами клеток. В среднем на долю сухого вещества приходится около 20...25 % урожая. Степень изменения его содержания в клубнях картофеля определяется биологическими особенностями сорта, дозами и видами удобрений, а также метеорологическими условиями. Высокое содержание сухого вещества обеспечивает повышенный выход готовой продукции из картофеля [17, 18]. В опыте применение минеральных удобрений вело к увеличению содержания сухого вещества в клубнях до 2,9 %

относительно контроля (табл. 2). Клубни с содержанием сухого вещества на уровне 18...22 % можно характеризовать как более чувствительные к внешним повреждениям, однако такие клубни обладают хорошей развариваемостью при кулинарной обработке.

Уравнение регрессии (7) показывает, что в среднем за три года в большей степени на накопление крахмала в клубнях картофеля влияли калийные удобрения и азотно-фосфорное взаимодействие, однако с увеличением уровня доз их влияние ослабевало. Отрицательно сказывалось совместное внесение фосфора с калием.

$$U_{\text{выход крахмала 2020-2022 гг.}} = 20,6 + 2,9K^{0,5} + 1,8(NP)^{0,5} - 1,3(PK)^{0,5}, R = 0,84 \quad (7)$$

В таблице 3 представлена экономическая эффективность минеральных удобрений на картофеле сорта Смоляночка. Установлено, что в среднем за 3 года прибыль от реализации продукции варьировала от 234327,0 до 625071,1 рублей. Максимальной в опыте она была при внесении N₂₂₄P₂₂₄K₂₂₄. При этом рентабельность составляла 106...224 %, а самая высокая её величина была зафиксирована на вариантах N₁₉₂P₁₉₂K₁₉₂ и N₂₂₄P₂₂₄K₂₂₄.

Обсуждение

Засушливые или, наоборот, избыточно увлажненные агрометеорологические условия в период вегетации картофеля создают стрессовую ситуацию для растений, при этом ослабляются рост и развитие культуры и, как следствие, происходит значительное снижение её урожайности. Применение минеральных удобрений позволяет нивелировать негативное влияние неблагоприятных погодных условий и способствует повышению урожайности клубней картофеля. Это происходит за счёт накопления питательных веществ в почве и меньшего потребления элементов питания предшествующей культурой (лендолгунец) [19, 20]. Особенно это актуально для земель Смоленского региона, который также отличается наличием почв дерново-подзолистого подтипа с низким потенциальным плодородием.

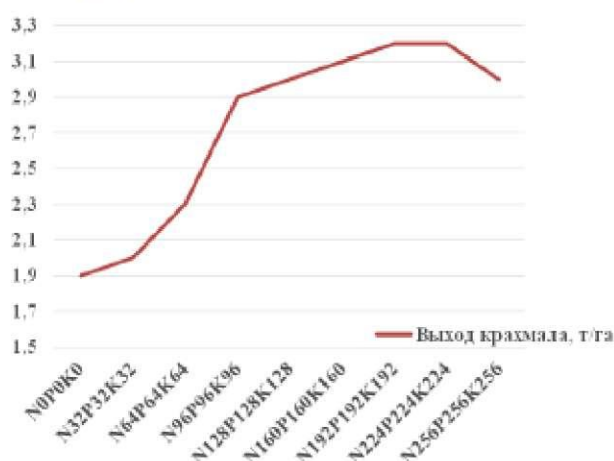


Рис. 3. Выход крахмала в зависимости от действия возрастающих доз минеральных удобрений (в среднем за 2020...2022 гг.)

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от фона питания (среднее за 2020...2022 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Выручка от реализации картофеля с 1 га, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость, руб./ц	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
000	12,4	454572,0	220245,0	1773,3	234327,0	106
111	14,2	520086,0	225232,0	1585,0	294854,0	131
222	16,9	620004,0	230220,4	1359,0	389783,6	169
333	20,5	752496,0	235208,0	1144,0	517288,0	220
444	21,9	803370,0	240195,8	1094,2	563174,2	234
555	22,9	838506,0	245183,5	1070,2	593322,5	242
666	23,5	861198,0	250171,2	1063,2	611026,8	244
777	24,0	880230,0	255158,9	1060,9	625071,1	244
888	22,0	806664,0	260146,6	1180,3	546517,4	210

Применение минеральных удобрений в почвенно-климатических условиях западной части Смоленской области в значительной степени улучшало питание растений и способствовало формированию более высокой продуктивности. Прибавка урожая к контролю в среднем за три года от внесения удобрений составила 11,6 т/га и наибольшей была при дозе N224P224K224. При этом на 13 % относительно контроля увеличился выход товарной продукции.

Наряду с урожайностью важным критерием эффективности применяемых удобрений является качество получаемых клубней картофеля. В опыте с ростом дозы минеральных удобрений происходило снижение содержания крахмала в клубнях на 1,8 %, а количество сухого вещества, наоборот, увеличивалось до 2,9 % по сравнению с контролем. Однако в целом независимо от дозы удобрений их содержание было на уровне характеристик сорта, что

указывает на преимущественно генетически обусловленный контроль химического состава тканей растений. Результаты наших исследований согласуются с исследованиями, проведенными Н.Е. Завьяловой, Д. Г. Шишковым, А. В. Семеновым, В. Г. Гольдштейн и другими авторами [6, 21].

С экономической точки зрения наиболее выгодным был вариант N224P224K224, что связано с уменьшением себестоимости продукции и увеличением её рентабельности.

Заключение

В почвенно-климатических условиях Смоленской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве для получения 24,0 т/га клубней нового перспективного сорта картофеля Смоляночка с выходом товарных клубней 73% рекомендуемая ежегодная доза минеральных удобрений должна составлять не менее N224P224K224.

Литература

1. Захарова М. Н., Рожкова Л. В., Ушакова Е. Ю. Влияние доз минеральных удобрений и сроков скашивания ботвы на выход семенного картофеля // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 4. С. 58–60. doi: 10.30850/vrsn/2020/4/58-60.
2. Плотников А. А., Иванчик В. А. Влияние применения различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней картофеля на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Костромской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 5. С. 33–36. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10506.
3. Воротников И. Л., Муравьева М. В., Петров К. А. Информационное обеспечение управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала // Вестник

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

Воронежского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (63). С. 228–234. doi: 10.17238/issn2071-2243.2019.4.228.

4. Николаев Ю. Н., Андросова О. В., Лапочкин В. М. Семенные ресурсы, их обеспеченность и качество – залог продовольственной безопасности России // Вестник Россельхозцентра. 2016. № 1. С. 13–15.

5. Любимская И. Г., Кузнецов С. С. Формирование продуктивных качеств картофеля разных сортов в условиях Костромской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 4 (48). С. 17–20. doi: 10.35694/YARCX.2019.48.4.004.

6. Изучение состава картофеля по хозяйственно-ценным признакам, определяющим его пригодность к промышленной переработке / А. В. Семенова, В. Г. Гольдштейн, В. А. Дегтярев и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. № 6. С. 841–851. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851.

7. Логинов Ю. П., Тоболева Г. В. Выращивание экологически безопасных клубней картофеля в условиях органического земледелия // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 17–20.

8. Махмудова Э. П. Влияние минеральных удобрений, вносимых на фоне органических, на урожайность и качество клубней картофеля // Почвоведение и агрохимия. 2019. № 3. С. 52–60.

9. Чехалкова Л. К., Конова А. М., Гаврилова А. Ю. Влияние агротехнических приемов на семенную продуктивность ранних сортов картофеля в конкретных почвенно-климатических условиях Смоленской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 46–50. doi: 10.28983/asj.y2022i3pp46-50.

10. Абеуов С. К., Шойкин О. Д., Камкин В. А. Влияние фосфорных удобрений на урожайность и качество картофеля на каштановой почве // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (40). С. 15–23.

11. Иванюшин Е. А., Хачукаев Р. С. Эффективность применяемых удобрений на картофеле // Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 1. С. 27–30.

12. Темерева И. В., Смирнова Т. Б. Агрохимическая оценка эффективности применения удобрений под сорта картофеля на лугово-черноземной почве // Вестник Омского ГАУ. 2019. № 4 (36). С. 81–87.

13. Чехалкова Л. К., Конова А. М., Гаврилова А. Ю. Оценка перспективных гибридных сортономеров картофеля по комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях Смоленской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 10. С. 67–70. doi: 10.28983/asj.y2022i10pp67-70.

14. Картофель Смоляночка. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8456912/> (дата обращения 28.09.2023)

15. Мамонтов В. Д., Маренкова Е. А. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытаний на госсортоучастках Смоленской области за 2020–2021 годы. Смоленск, 2022. 42 с.

16. GISMETEO: Погода в Смоленске. URL: <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239/> (дата обращения 25.09.2023).

17. Сердеров, В. К. Изменение содержания сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля в зависимости от условий возделывания / В. К. Сердеров, Т. Г. Ханбабаев, Д. В. Сердерова // Овощи России. 2019. № 2 (46). С. 80–83. doi: 10.18619/2072-9146-2019-2-80-83.

18. Оценка сортов картофеля по урожайности и биохимическим показателям в условиях Кировской области / З. Ф. Сергеева, Н. Ф. Синцова, И. В. Лыскова и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 3 (64). С. 34–38. doi: 10.30766/2072-9081.2018.64.3.34-38.

19. Газданова И. О., Бекмурзов Б. В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений // Аграрный вестник Урала. 2022. № 5 (220). С. 2–11. doi: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11.

20. Куаналиева М. К., Калиева Т. К., Сарсенгалиев Р. С. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество раннего картофеля в условиях Западно-Казахской области // Пермский аграрный вестник. 2022. №1(37). С. 50–57. doi: 10.47737/2307-2873_2022_37_50.

21. Завьялова Н. Е., Шишков Д. Г., Иванова О. В. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожайность и показатели качества клубней картофеля // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 3. С. 409–416. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.409-416.

References

1. Zakharova M.N., Rozhkova L.V., Ushakova E.Yu. Influence of doses of mineral fertilizers and time of tops mowing on yield of seed potatoes // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020. No. 4. P. 58–60. doi: 10.30850/vrsn/2020/4/58-60.

2. Plotnikov A. A., Ivanchik V. A. The influence of usage of various doses of mineral fertilizers on yield and quality of potato tubers on sod-podzolic light loamy soils of Kostroma region // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2020. V. 34. No. 5. P. 33–36. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10506.

3. Vorotnikov I. L., Muravyova M. V., Petrov K. A. Information support for managing the processes of regulating the dependence of Russian agriculture on the import of seeds and seed material // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2019. No. 4 (63). P. 228–234. doi: 10.17238/issn2071-2243.2019.4.228.

4. Nikolaev Yu. N., Androsova O. V., Lapochkin V. M. Seed resources, their availability and quality are the key to food security in Russia // *Vestnik of the Russian Agricultural Center*. 2016. No. 1. P. 13–15.
5. Lyubimskaya I. G., Kuznetsov S. S. Formation of productive qualities of potatoes of different varieties in the conditions of Kostroma region // *Vestnik of the agro-industrial complex of the Upper Volga region*. 2019. No. 4 (48). P. 17–20. doi: 10.35694/YARCX.2019.48.4.004.
6. Study of potatoe composition according to economically valuable characteristics that determine its suitability for industrial processing / A. V. Semenova, V. G. Goldstein, V. A. Degtyarev, et. al. // *Agricultural Science of the Euro-North-East*. 2022. Vol. 23. No. 6. P. 841–851. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851.
7. Loginov Yu. P., Tobolova G. V. Cultivation of environmentally friendly potato tubers in organic farming // *Vestnik of Michurinsky State Agrarian University*. 2023. No. 2 (73). P. 17–20.
8. Makhmudova E. P. Influence of mineral fertilizers applied against the background of organic ones on yield and quality of potato tubers // *Soil Science and Agrochemistry*. 2019. No. 3. P. 52–60.
9. Chekhalkova L. K., Konova A. M., Gavrilova A. Yu. The influence of agrotechnical practices on seed productivity of early potato varieties in specific soil and climatic conditions of Smolensk region // *Agricultural Scientific Journal*. 2022. No. 3. P. 46–50. doi: 10.28983/asj.y2022i3pp46-50.
10. Abeuov S. K., Shoikin O. D., Kamkin V. A. The influence of phosphorus fertilizers on yield and quality of potatoes on chestnut soil // *Vestnik of Omsk State Agrarian University*. 2020. No. 4 (40). P. 15–23.
11. Ivanyushin E. A., Khachukaev R. S. Efficiency of fertilizers used on potatoes // *Vestnik of Kurgan State Agricultural Academy*. 2018. No. 1. P. 27–30.
12. Temereva I. V., Smirnova T. B. Agrochemical assessment of the efficiency of using fertilizers for potato varieties on meadow-black soil // *Vestnik of Omsk State Agrarian University*. 2019. No. 4 (36). P. 81–87.
13. Chekhalkova L. K., Konova A. M., Gavrilova A. Yu. Evaluation of promising hybrid potato varieties based on a complex of economically valuable traits in the conditions of Smolensk region // *Agricultural Scientific Journal*. 2022. No. 10. P. 67–70. doi: 10.28983/asj.y2022i10pp67-70.
14. Smolyanochka potatoes. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8456912/> (access date 28.09.2023)
15. Mamontov V. D., Marenkova E. A. Varietal zoning of agricultural crops and the results of variety trials at state variety plots of Smolensk region for 2020–2021. Smolensk, 2022. 42 p.
16. GISMETEO: Weather in Smolensk. – URL: <https://www.gismeteo.by/weather-smolensk-4239/> (access date 25.09.2023).
17. Serderov, V.K. Changes in the content of dry matter and starch in potato tubers depending on cultivation conditions / V.K. Serderov, T.G. Khanbabaev, D.V. Serderova // *Vegetables of Russia*. 2019. No. 2 (46). P. 80–83. doi: 10.18619/2072-9146-2019-2-80-83.
18. Assessment of potato varieties by yield and biochemical parameters in the conditions of Kirov region / Z. F. Sergeeva, N. F. Sintsova, I. V. Lyskova, et. al. // *Agrarian Science of the Euro-North-East*. 2018. No. 3 (64). P. 34–38. doi: 10.30766/2072-9081.2018.64.3.34-38.
19. Gazdanova I. O., Bekmurzov B. V. Productivity and quality of potatoes depending on application of different doses of mineral fertilizers // *Agrarian Vestnik of the Urals*. 2022. No. 5 (220). P. 2–11. doi: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11.
20. Kuanalieva M. K., Kalieva T. K., Sarsengaliev R. S. The influence of different doses of mineral fertilizers on yield and quality of early ripening potatoes in the conditions of the West Kazakh region // *Perm Agrarian Vestnik*. 2022. No. 1(37). P. 50–57. doi: 10.47737/2307-2873_2022_37_50.
21. Zavyalova N. E., Shishkov D. G., Ivanova O. V. The influence of increasing doses of mineral fertilizers on yield and quality parameters of potato tubers // *Agricultural Science of the Euro-North-East*. 2023. Vol. 24. No. 3. P. 409–416. doi: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.409-416.