

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.393-400>
УДК 633.491:631.51.01:632.954:631.816



Влияние удобрений и способа осенней обработки почвы на урожайность и фитопатологическую характеристику клубней картофеля

© 2021. В. И. Титова ✉, Э. Т. Акопджанян

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Полевой опыт по выявлению различий в действии гербицида и внекорневой подкормки растений жидким азотным удобрением (КАС-32) на фоне осенней обработки почвы культиватором или плугом на урожайность картофеля и фитопатологические характеристики клубней во время хранения проведен в 2019-2020 гг. в Нижегородской области. Опыт заложен на дерново-подзолистой супесчаной почве в производственных условиях на двух сортах картофеля – очень раннем сорте Коломба и среднераннем сорте Инноватор, выращиваемых на семена. Испытуемые варианты – поверхностное внесение почвенного гербицида Гегазard в баковой смеси с КАС-32; листовая подкормка растений КАС-32 (N₄₂) в фазу вегетации на фоне N₄₂P₄₂K₁₆₉ (хлористый калий осенью + нитроаммофоска весной). Результаты свидетельствуют, что фоновое удобрение обеспечивает получение урожая картофеля сорта Коломба 20,7-29,0 т/га, сорта Инноватор – 17,4-23,1 т/га. Использование гербицида более эффективно при осенней обработке почвы культиватором, обеспечивая прибавку урожайности 28-37 % на обоих сортах картофеля, подкормка растений КАС-32 способствует приросту урожайности (8-10 %) только сорта Коломба. Обработка почвы под картофель плугом позволяет избежать повреждения клубней сельскохозяйственными вредителями и способствует снижению их поражаемости ризоктониозом на 6-27 % и мокрой гнилью – до 55 %. В целом установлено, что за счет осенней вспашки при внесении удобрений в дозе N₄₂P₄₂K₁₆₉ можно получить прибавку урожая картофеля, превышающую прибавку, обеспечиваемую как гербицидом, так и использованием листовой подкормки картофеля.

Ключевые слова: удобрения, почвенный гербицид, способы обработки почвы, урожайность, сорта картофеля, ризоктониоз, бактериозы

Благодарности: работа выполнена при поддержке ООО «Аксентис» (Нижегородская область).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Титова В. И., Акопджанян Э. Т. Влияние удобрений и способа осенней обработки почвы на урожайность и фитопатологическую характеристику клубней картофеля. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока.* 2021;22(3):393-400. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.393-400>

Поступила: 17.03.2021

Принята к публикации: 18.05.2021

Опубликована онлайн: 23.06.2021

Influence of fertilizers and of the autumn tillage method on potato yield and phytopathologic characteristics of tubers

© 2021. Vera I. Titova ✉, Eric T. Akopdzhanyan

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russian Federation

The field experiment on identifying differences in the effect of the herbicide and foliar feeding of plants with liquid nitrogen fertilizer (UAN-32) against the background of autumn tillage with a cultivator or plow on potato yield and phytopathologic characteristics of tubers during storage was carried out in 2019-2020 in the Nizhny Novgorod region. The experiment was laid on sod-podzolic sandy loamy soil in production conditions on two varieties of potato – the super-early Colomba variety and the medium-early Innovator variety grown for seeds. The variants under study were surface application of the soil herbicide Gezagard in a tank mixture with UAN-32 and foliar feeding of plants with UAN-32 (N₄₂) during the growing season against the background of N₄₂P₄₂K₁₆₉ (calcium chloride in autumn + ammonium nitrate phosphate in spring). The results indicate that the background fertilization provides the yield of Colomba variety potato of 20.7-29.0 t/ha, the Innovator variety – 17.4-23.1 t/ha. The use of the herbicide is more effective during autumn tillage with a cultivator, providing an increase in yield of 28-37 % on both potato varieties, feeding of plants with UAN-32 contributes to an increase in yield (8-10 %) only on the Colomba variety. Plowing the soil for potatoes helps to avoid the pest damage of tubers and to reduce their susceptibility to rhizoctonia by 6-27 %, to wet rot – up to 55 %. In general, it has been established that due to autumn plowing with fertilization at a dose of N₄₂P₄₂K₁₆₉, it is possible to obtain an increase in potato yield exceeding the increase provided both by herbicides and the use of foliar feeding of potatoes.

Keywords: fertilizers, soil herbicide, soil cultivation methods, yield, potato varieties, rhizoctonia disease, bacteriosis

Acknowledgments: the work was supported by LLC «Aksentis» (Nizhny Novgorod region).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Titova V. I., Akopdzhanyan E. T. Influence of fertilizers and of the autumn tillage method on potato yield and phytopathologic characteristics of tubers. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(3):393-400. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.3.393-400>

Received: 17.03.2021

Accepted for publication: 18.05.2021

Published online: 23.06.2021

В последние годы в некоторых хозяйствах с целью экономии средств на производство урожая картофеля стали вместо зяблевой вспашки использовать глубокое рыхление культиватором на глубину 25 см, но без оборота пласта. Признавая при этом, что такая обработка может повысить засоренность посевов, о чем свидетельствует ряд публикаций [1, 2, 3, 4, 5, 6], в технологии возделывания картофеля стали рекомендовать использование почвенных гербицидов [7, 8, 9] и подкормок растений во время вегетации различными удобрениями [10, 11, 12, 13]. Последнее, в свою очередь, требует проведения исследований по эффективности включения в технологию возделывания культуры как изменений в системе обработки почвы, так и введения в неё новых агрохимических приёмов.

Цель исследования – выявление различий в действии почвенного гербицида Гезагард и внекорневой подкормки растений жидким азотным удобрением (КАС-32) на фоне разных способов глубокой осенней обработки почвы (культивации или вспашки) на урожайность картофеля, выращиваемого на семена, и фитопатологические характеристики клубней во время хранения.

Материал и методы. Объектом изучения были сорта картофеля селекции голландской компании HZPC Holland B. V.: очень ранний Коломба и среднеранний Инноватор.

Опыты заложены в 2019-2020 гг. в производственных посевах, каждый сорт на отдельном поле, площадь делянки 360 м², повторность 3-кратная. Посадку картофеля с междурядьями 90 см выполняли сажалкой Grimme GL-34 с использованием системы навигации StarFire 3000, устанавливаемой на тракторах John Deere, которая позволяет автоматически, по заранее разработанному сценарию (с учетом длины гона), отключать подачу семян в грядку. Уборку проводили сплошным методом с помощью

двухрядного прицепного картофелеуборочного комбайна Grimme SE-150-60 с полным учетом урожая со всей делянки. Продолжительность вегетации картофеля сорта Коломба составила 59-60 дней, сорта Инноватор – 71-74 дня.

Схема опыта представлена в таблице 1. Хлористый калий (100 кг/га по д. в.) внесен под глубокую обработку почвы (25 см) после ярового ячменя культиватором Lemken Karat 5 (фон А) или плугом Lemken EuroOpal 6 (фон Б). Весной во всех вариантах опыта разбросным способом фоном внесли нитроаммофоску (14-14-23) в дозе N₄₂P₄₂K₆₉. Общая доза фонового удобрения составила N₄₂P₄₂K₁₆₉. Почвенный гербицид Гезагард (3,2 л/га при норме расхода жидкости 300 л/га) вносили поверхностно в баковой смеси с жидким азотным удобрением – карбамидно-аммиачной селитрой (КАС-32, 40 л/га, N₁₃), которую использовали для стимуляции всходов сорняков перед началом действия гербицида. В фазу начала бутонизации в третьем варианте провели внекорневую подкормку растений КАС-32 (100 л/га при норме расхода жидкости 500 л/га, N₃₂) с использованием самоходного опрыскивателя John Deere 4730. Общая доза удобрений в варианте 3 составила N₈₇P₄₂K₁₆₉.

Погодные условия вегетационных периодов лет исследований характеризовались холодной весной и жарким, засушливым летом: в 2019 году выпало 157 мм, в 2020 году 202 мм осадков при необходимых этой культуре примерно 300-400 мм. По сумме температур вегетационный период 2019 года был более жарким (1764 °С), чем 2020 года (1599 °С), что полностью удовлетворяло потребности культуры.

Почва дерново-подзолистая супесчаная, среднекислая (рН солевой вытяжки 4,7-4,9) с повышенным содержанием подвижных соединений фосфора и калия (115-148 и 117-142 мг/кг соответственно), с низким содержанием гумуса (1,2-1,6 %).

¹Почвенный системный гербицид избирательного действия, применяемый в посевах двудольных культур против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Препаративная форма представляет собой концентрат суспензии. Препарат не пенится и хорошо растворяется в воде. Действующее вещество – прометрин (500 г/л) химического класса триазины.

Фитопатологическую характеристику клубней перед закладкой на хранение проводили в соответствии с требованиями ГОСТ². Для исследования были взяты на контроль 3 показателя, проявление которых в наибольшей степени связано с изучаемыми факторами. Согласно ряду публикаций [3, 6], способы осенней обработки почвы под картофель

и присутствие азотных удобрений в системе его удобрения могли сказаться на проявлении ризоктониоза, мокрой гнили и повреждении клубней сельхозвредителями.

Результаты и их обсуждение. Данные по уборочной урожайности картофеля приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность сортов картофеля при разных способах осенней обработки почвы, использовании гербицида и внекорневой подкормки азотом, т/га (среднее за 2019-2020 гг.) / Table 1 – The yield of potato varieties by different methods of autumn tillage, use of herbicide and foliar application with nitrogen, t/ha (average for 2019-2020)

Вариант опыта / The experiment variant	Фон А – Культивация / Background A – Cultivation			Фон Б – Вспашка / Background B – Plowing			Прибавка урожая на фоне Б / Yield increase against the back- ground B
	среднее / average	± к варианту / ± to variant		среднее / average	± к варианту / ± to variant		
		1	2		1	2	
<i>Коломба, опыт 1 / Colomba, experiment 1</i>							
1. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉	20,7	-	-	29,0	-	-	8,3
2. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃) / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃)	28,3	7,6	-	33,4	4,4	-	5,1
3. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃)* + N ₃₂ ** / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃)* + N ₃₂ **	31,1	10,4	2,8	36,0	7,0	2,6	4,9
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	2,3			2,4			-
<i>Инноватор, опыт 2 / Innovator, experiment 2</i>							
1. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉	17,4	-	-	23,1	-	-	5,7
2. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃) / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃)	22,3	4,9	-	26,4	3,3	-	4,1
3. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃)* + N ₃₂ ** / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃)* + N ₃₂ **	23,4	6,0	1,1	27,8	4,7	1,4	4,4
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	2,0			2,4			-

*баковая смесь (гербицид Гезагард и карбамидно-аммиачная селитра); **внекорневая подкормка карбамидно-аммиачной селитрой / * tank mixture (herbicide Gezagard and urea-ammonium nitrate); ** foliar feeding with urea-ammonium nitrate

В целом среднеранний сорт картофеля Инноватор во всех вариантах с разной удобренностью и при разных способах осенней обработки почвы дает в условиях хозяйства меньшую урожайность, чем очень ранний сорт Коломба.

Полученные в опытных условиях данные показывают, что применение гербицида Гезагард (действующее начало прометрин) на сорте Коломба (опыт 1, вар. 2), в сравнении с вариантом без него (вар. 1), приводит к достоверному увеличению урожайности при любой глубокой осенней обработке почвы. Однако при осенней культивации (фон А) Гезагард способствовал увеличению урожайности на

37 %, а при зяблевой вспашке (фон Б) – на 15 %, т. е. гербицид был более эффективен при использовании его по фону осенней культивации.

Такая эффективность связана в первую очередь с тем, что при вспашке происходит оборот пласта, большая часть семян сорняков при этом помещается в нижние слои пахотного слоя. В силу глубокого залегания они прорастают гораздо медленнее или не прорастают вовсе [1]. А при культивации семена сорняков и стерня перемешивались, их смесь распределялась по всему пахотному горизонту, что способствовало активному распространению сорной растительности, решение этой проблемы достигнуто применением гербицида.

²ГОСТ 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества». М.: Стандартинформ, 2020. 45 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200143601>

Внесение азотного удобрения в подкормку в варианте 3 позволило улучшить обеспеченность картофеля азотом в сравнении с вариантом 2 и повысить долю азота в общей сумме элементов питания до 30 %. Доза удобрений стала равна $N_{87}P_{42}K_{169}$, а соотношение N:K как 1:2, вследствие чего оно стало более приемлемым для выращивания семенного картофеля, в технологии возделывания которого калий имеет преобладающее положительное значение [14]. Эффект от листовой подкормки растений картофеля азотом карбамидно-аммиачной селитры был достоверен и не зависел от способа осенней обработки почвы – прибавка к варианту без подкормки (вар. 2) составила 8-10 %.

В опыте 2 с сортом картофеля Инноватор были получены несколько иные результаты. Эффект от применения почвенного гербицида в сравнении с вариантом без него также, как и у сорта Коломба, был выше при выращивании культуры по осенней культивации почвы (28 % к урожайности в вар. 1), чем при её зяблевой обработке (14 % к вар.1). Однако азотная подкормка картофеля среднераннего сорта Инноватор была неэффективной. Основной причиной этого стал рост сорняков во вторую волну, которые стали конкурентами растений картофеля в потреблении азота. Наблюдениями

во время вегетации было отмечено, что на фоне культивации при внесении азотного удобрения в подкормку засоренность посадок картофеля сорта Инноватор была выше, чем сорта Коломба, на 14 шт/м² (26 %).

Установлено, что за счет осенней вспашки при внесении удобрений в дозе $N_{42}P_{42}K_{169}$ можно получить прибавку урожая картофеля, превышающую прибавку, обеспечиваемую как гербицидом, так и использованием листовой подкормки картофеля (фон Б к фону А).

Известно, что картофель подвержен поражению болезнями [15, 16, 17, 18], среди которых фитофтороз (*Phytophthora infestans*) и ризоктониоз (*Rhizoctonia solani*) занимают лидирующие позиции. И если для борьбы с фитофторозом в настоящее время существуют эффективные фунгициды, то борьба с ризоктониозом сильно осложнена способностью гриба зимовать в виде склероциев как на клубнях, так и в почве [15]. Это предопределяет контроль развития болезни не только во время вегетации растений, но и в процессе хранения клубней, что особенно важно для семенного картофеля.

Результаты оценки фитопатологического состояния семенной фракции клубней картофеля спустя месяц (01.11.2020 г.) после их закладки на хранение приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Фитопатологическая характеристика семенной фракции клубней сортов картофеля спустя месяц после закладки их на хранение, % (2020 г.) / Table 2 – Phytopathologic characteristics of the seed fraction of potato varieties tubers one month later they were laid for storage, % (2020)

Вариант опыта / Experiment variant	Мокрая гниль / Wet rot		Ризоктониоз / Rhizoctonia		Повреждения ** / Damage **	
	фон / background		фон / background		фон / background	
	А / А	Б / В	А / А	Б / В	А / А	Б / В
<i>Коломба / Colomba</i>						
1. $N_{42}P_{42}K_{169}$	1,1	0,2	16,2	4,4	2,5	0
2. $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Гербицид + N_{13}) / $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Herbicide + N_{13})	0,8	0,2	17,5	3,5	2,5	0
3. $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Гербицид + N_{13}) + N_{32} / $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Herbicide + N_{13}) + N_{32}	1,2	0,5	18,1	3,1	2,4	0
ГОСТ*, не более / GOST*, no more	1,0		3,0		2,0	
<i>Инноватор / Innovator</i>						
1. $N_{42}P_{42}K_{169}$	1,1	0,6	14,0	1,2	1,6	0
2. $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Гербицид + N_{13}) / NPK + (Herbicide + N_{13})	1,1	0,1	14,8	0,9	1,8	0
3. $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Гербицид + N_{13}) + N_{32} / $N_{42}P_{42}K_{169}$ + (Herbicide + N_{13}) + N_{32}	1,4	0,2	15,3	0,9	1,9	0
ГОСТ*, не более / GOST*, no more	1,0		5,0		2,0	

* ГОСТ 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества / GOST 33996-2016 “Seed potatoes. Specifications and methods for determining quality; ** – повреждения сельхозвредителями / damage by agricultural pests

Согласно полученным данным, среди контролируемых показателей фитопатологической характеристики семенных клубней картофеля наиболее негативные проявления касаются *ризоктониоза* – по этому показателю отмечено максимальное количество превышений ГОСТ 33996-2016. Особенно велики показатели пораженности клубней ризоктонией при выращивании картофеля по фону осенней обработки почвы культиватором: доля клубней, пораженных этим возбудителем, в таком случае в 5-6 раз превышает нормативные требования по сорту Коломба и в 3 раза – сорту Инноватор.

Причина этого, вероятнее всего, кроется как в характеристике предшественника (послеуборочные остатки ячменя, заделываемые в почву при её осенней обработке), так и в возможности передачи инфекции с посадочным материалом и от больных клубней. Известно, что циркуляция возбудителя в природе происходит благодаря сочетанию почвенного и клубневого механизма передачи [15, 16, 17]. В случае с обработкой стерни после возделывания ячменя с использованием культиватора, который рыхлит почву, но оставляет растительные остатки в верхнем слое почвы, они только усиливали друг друга, в том числе и за счет нахождения пораженных и незараженных клубней в хранилище в едином пространстве.

Глубокая обработка почвы позволяет значительно снизить проявление болезни: на очень раннем сорте Коломба в 4-6 раз, а на среднераннем Инноватор – в 12-17 раз. Более того, при выращивании сорта Инноватор по вспашке можно получить клубни с минимальным проявлением ризоктониоза, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 33996-2016. При этом

применение гербицида и подкормка растений КАС-32 на фоне глубокой обработки почвы под картофель плугом способствовали некоторому снижению поражения клубней ризоктониозом, а на фоне обработки почвы культиватором – тенденции повышения поражения.

Проявление *мокрой гнили* клубней было незначительным и не выходило за пределы нормативных требований при выращивании картофеля по вспашке. К периоду реализации продукции, клубней с признаками мокрой гнили было в 1,5-2 раза более норматива, допустимого ГОСТом, именно при выращивании картофеля на фоне обработки почвы культиватором. При хранении клубней мокрая гниль на сортах картофеля проявлялась одинаково и значительно слабее, чем ризоктониоз.

Обработка почвы плугом с оборотом пласта позволила вырастить картофель с полным отсутствием признаков *повреждения клубней сельхозвредителями*. Это происходит за счет более полного уничтожения личинок зимующих вредных насекомых (озимая совка, жук-щелкун, майский жук и др.), благодаря их перемещению в более глубокие слои почвы, где их жизнедеятельность затруднительна или невозможна. При осенней обработке почвы культиватором количество поврежденных клубней сорта Коломба превысило нормативные требования, а у сорта Инноватор приблизилось к ним, практически достигнув критического значения.

В исследовании был сделан учет количества клубней с признаками поражения мокрой гнилью во временной динамике – через 3 месяца после закладки клубней на хранение (табл. 3).

Таблица 3 – Пораженность семенной фракции клубней картофеля мокрой гнилью при хранении, % (2021 г.) / Table 3 – Damage to the seed fraction of potato tubers with wet rot during storage, % (2021)

Вариант опыта / Experiment variant	Коломба / <i>Colomba</i>				Инноватор / <i>Innovator</i>			
	фон А / <i>background A</i>		фон Б / <i>background B</i>		фон А / <i>background A</i>		фон Б / <i>background B</i>	
	01.02. 2021 г.	прирост* / <i>growth rate</i>	01.02. 2021 г.	прирост* / <i>growth rate</i>	01.02. 2021 г.	прирост* / <i>growth rate</i>	01.02. 2021 г.	прирост* / <i>growth rate</i>
1. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉	1,4	0,3	0,4	0,2	1,3	0,2	0,7	0,1
2. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃) / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃)	1,2	0,4	0,4	0,2	1,2	0,1	0,4	0,3
3. N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Гербицид + N ₁₃) + N ₃₂ / N ₄₂ P ₄₂ K ₁₆₉ + (Herbicide + N ₁₃) + N ₃₂	2,1	0,9	1,2	0,7	1,8	0,4	0,7	0,5
ГОСТ 33996-2016 / GOST 33996-2016	Не более 1,0 / No more than 1.0							

* – Прирост по сравнению с датой учета 01.11.2020 г. / Increase compared to the accounting date of 01.11.2020

Данные свидетельствуют о нарастании проявления мокрой гнили на клубнях картофеля обоих сортов. Одной из причин повышения пораженности клубней мокрой гнилью может быть азот. Известно [18], что при внесении азотных удобрений клубни становятся более уязвимы к различным фомозным и фузариозным грибам, тем самым способствуя вторичному заражению бактериозами, фитотфторой и черной ножкой. Также при увеличении дозирования азота уменьшается содержание сухого вещества в клубнях, они становятся более водянистыми [14], что, в свою очередь, через механические повреждения во время уборки способствует более интенсивному заражению патогенами.

Наблюдения за развитием мокрой гнили во времени позволили констатировать, что на клубнях вариантов 1 (N₄₂) и 2 (N₅₅) комплекс патогенов, приводящих к проявлению на клубнях мокрой гнили, распространяется слабее, чем на клубнях варианта 3 (N₁₀₀).

Интенсивность развития патогена у сорта Коломба от использования КАСа в подкормку увеличилась в 2 раза, а продукция с этого варианта по проявлению мокрой гнили не соответствовала ГОСТу, превышая нормативные требования на 0,2-1,1 %. Установлено при этом, что чем выше доза азота, тем выше интенсивность развития мокрой гнили во время хранения. Причем данная тенденция более проявляется в вариантах с культивацией, нежели со вспашкой.

Такая же тенденция сохраняется и у сорта Инноватор, хотя она менее выражена, чем у сорта Коломба. Прирост количества клубней с мокрой гнилью в опыте 2 на фоне культивации составляет 0,1-0,4 %, при вспашке – 0,1-0,5 %. То есть способ осенней обработки почвы под картофель на интенсивность развития мокрой гнили в течение периода хранения влияет слабо.

Выводы. 1. Применение гербицида Гезагард на картофеле высокоэффективно при обоих способах осенней обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы, но при обработке культиватором прибавка достигает 28-37 %, а плугом – 14-15 % к урожайности в варианте без использования гербицида. Урожайность в варианте без применения гербицида состав-

ляет 20,7 т/га у сорта Коломба и 17,4 т/га у сорта Инноватор.

2. Эффект от внекорневой подкормки растений картофеля азотом карбамидно-аммиачной селитры на очень раннем сорте Коломба не зависел от способа осенней обработки почвы – прибавка к варианту без подкормки составила 2,6-2,8 т/га, или 8-10 %. На средне-раннем сорте Инноватор азотная подкормка картофеля прибавки урожайности не дала.

3. Осенняя вспашка почвы под картофель в сравнении с культивацией, при внесении фонового удобрения в дозе N₄₂P₄₂K₁₆₉ до его посадки, дает возможность получить прибавку урожая клубней 5,7 т/га (Инноватор) – 8,3 т/га (Коломба), превышающую прибавку, обеспечиваемую как гербицидом (4,1 и 5,1 т/га), так и использованием листовой азотной подкормки картофеля (4,4 и 4,9 т/га) соответственно для сортов Инноватор и Коломба.

4. Спустя месяц после закладки картофеля на хранение фитопатологическая характеристика семенной фракции ухудшилась, особенно резко – в случае выращивания картофеля при осенней обработке почвы культиватором. По показателям «поражение мокрой гнилью» и «ризоктониоз» при обработке почвы культиватором отмечено превышение нормативов ГОСТ 33996-2016 у обоих сортов, а по показателю «повреждения сельхозвредителями» – сорта Коломба.

5. Обработка почвы под картофель плугом позволяет полностью избежать повреждения клубней сельхозвредителями и способствует снижению поражаемости семенных клубней ризоктониозом – на 6-9 % (Инноватор) и 17-27 % (Коломба); мокрой гнилью – на 9-55 % (Инноватор) и 18-42 % (Коломба) в сравнении с осенней обработкой почвы культиватором.

6. Интенсивность развития грибных патологий, отражаемых показателем «поражение мокрой гнилью», за 3-месячный период хранения повышается в 2 раза в массе урожая картофеля, убранного с варианта, где была проведена внекорневая подкормка растений КАС-32. Семена картофеля по этому показателю не удовлетворяют ГОСТ 33996-2016 и не подлежат реализации.

Список литературы

1. Кульгин В. А. Агротехнические приемы и продуктивность овощных культур и картофеля в условиях орошения. Плодородие. 2011;(2(59)):27-29. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15797755>
2. Молявко А. А., Ториков В. Е., Марухленко А. В., Борисова Н. П. Засоренность картофеля при использовании гербицида Титус. Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2012;(3):6-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22893587>

3. Захаренко В. А. Гербициды в интегрированном управлении сорным компонентом агроэкосистем в условиях реформирования аграрного сектора России. Современные проблемы гербологии и оздоровление почв: мат-лы Междунар. научно-практ. конф. 21-23 июня 2016 г. Большие Вяземы: ВНИИФ, 2016. С. 36-43.
4. Qasem J. R. Herbicides Applications: Problems and Considerations, Herbicides and Environment. *Herbicides and Environment*. 2011;(32):643-664. DOI: <https://doi.org/10.5772/12960>
5. Raghavendra K. S., Gundappagol R. C. Effect of herbicides on soil microcosm, nodulation and yield in chickpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017;6(5):1649-1655. URL: <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue5/PartX/6-5-118-428.pdf>
6. Шпанев А. М., Смук В. В., Фесенко М. А. Фитосанитарный эффект применения минеральных удобрений в посадках картофеля в Северо-Западном регионе. *Агрохимия*. 2017;(12):38-45. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30621299>
7. Конова А. М. Экологическая оценка комплексного применения удобрений и пестицидов в севообороте. *Плодородие*. 2010;(3(54)):8-10. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14866455>
8. Деревягина М. К., Васильева С. В., Зейрук В. Н., Белов Г. Л. Биологическая и химическая защита картофеля от болезней. *Агрохимический вестник*. 2018;(5):65-68. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36160904>
9. Титова В. И., Чудоквасов А. А. Влияние удобрений и комплекса защитных мероприятий на урожайность и качество клубней разных сортов картофеля. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2018;(6):9-12. DOI: <https://doi.org/10.31857/S250026270001824-1>
10. Шитикова А. В., Черных А. С. Формирование урожая и качества клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания. *Плодородие*. 2013;(2(71)):12-13. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18908103>
11. Титова В. И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях. *Агрохимический вестник*. 2016;(1):2-7. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25940643>
12. Завалин А. А., Благовещенская Г. Г., Шмырева Н. Я., Чернова Л. С., Соколов О. А., Алферов А. А., Самойлов Л. Н. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии. *Агрохимия*. 2015;(5):83-95. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23420131>
13. Titova V. I., Chudokvasoff A.A. The influence of fertilizers and a complex of protection measures on crop capacity and quality of potato tubers of different varieties. *Russian agricultural Sciences*. 2019;45(1):16-20. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367419010166>
14. Najm A. A., Hadi M. R. H. S., Fazeli F., Darzi M. T., Rahi A. Effect of integrated management of nitrogen fertilizer and cattle manure on the leaf chlorophyll, yield, and tuber glycoalkaloids of agraria potato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*. 2012;43(6):912-923. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.653027>
15. Гаспарян И. Н. Защита картофеля от ризоктониоза. *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина»*. 2014;(3):22-24. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22767853>
16. Малюга А. А., Енина Н. Н., Щеглова О. В. Агротехнические и химические меры борьбы с ризоктониозом картофеля: рекомендации. *Россельхозакадемия, СибНИИЗиХ*. Новосибирск, 2010. 24 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23810837>
17. Малюга А. А., Якименко В. Н. Влияние калийных удобрений на поражаемость картофеля ризоктониозом в Западной Сибири. *Вестник защиты растений*. 2013;(3):45-50. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20289462>
18. Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. Картофель (возделывание, уборка, хранение). Изд. 3-е, дораб. и дополн. Минск: ЧУП «Орех», 2004. 465 с. Режим доступа: https://mirlib.ru/knigi/ogorod_i_hozyaistvo/215259-kartofel-vozdelyvanie-uborka-hranenie.html

References

1. Kulygin V. A. *Agrotekhnicheskie priemy i produktivnost' ovoshchnykh kul'tur i kartofelya v usloviyakh orosheniya*. [Effect of agrotechnical practices on the yielding capacity of potato and vegetables under irrigation]. *Plodородие*. 2011;(2(59)):27-29. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15797755>
2. Molyavko A. A., Torikov V. E., Marukhlenko A. V., Borisova N. P. *Zasorennost' kartofelya pri ispol'zovanii gerbitsida Titus*. [Weediness of potatoes when using the herbicide Titus]. *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2012;(3):6-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22893587>
3. Zakharenko V. A. *Gerbitsidy v integrirovannom upravlenii sornym komponentom agroekosistem v usloviyakh reformirovaniya agrarnogo sektora Rossii*. [Herbicides in the integrated management of the weed component of agroecosystems in the context of reforming the agrarian sector of Russia]. *Sovremennye problemy gerbologii i ozdorovlenie pochv: mat-ly Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. 21-23 iyunya 2016 g.* [Modern problems of herbology and soil health: Proceedings of the International scientific and practical conf. June 21-23, 2016]. *Bol'shie Vyazemy: VNIIF*, 2016. pp. 36-43.
4. Qasem J. R. Herbicides Applications: Problems and Considerations, Herbicides and Environment. *Herbicides and Environment*. 2011;(32):643-664. DOI: <https://doi.org/10.5772/12960>
5. Raghavendra K. S., Gundappagol R. C. Effect of herbicides on soil microcosm, nodulation and yield in chickpea. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2017;6(5):1649-1655. URL: <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue5/PartX/6-5-118-428.pdf>
6. Shpanev A. M., Smuk V. V., Fesenko M. A. *Fitosanitarnyy effekt primeneniya mineral'nykh udobreniy v posadkakh kartofelya v Severo-Zapadnom regione*. [Phytosanitary effect of mineral fertilizers on the potato plantations in the North-West region]. *Agrokimiya*. 2017;(12):38-45. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30621299>

7. Konova A. M. *Ekologicheskaya otsenka kompleksnogo primeneniya udobreniy i pestitsidov v sevooborote*. [Ecological assessment of the integrated application of fertilizers and pesticides in crop rotation]. *Plodородie*. 2010;(3(54)):8-10. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14866455>
8. Derevyagina M. K., Vasil'eva S. V., Zeyruk V. N., Belov G. L. *Biologicheskaya i khimicheskaya zashchita kartofelya ot bolezney*. [Biological and chemical protection of potato from diseases]. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*. 2018;(5):65-68. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36160904>
9. Titova V. I., Chudokvasov A. A. *Vliyanie udobreniy i kompleksa zashchitnykh meropriyatii na urozhaynost' i kachestvo klubney raznykh sortov kartofelya*. [The influence of fertilizers and protection measures complex on crop capacity and quality of potato tubers of different varieties]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*. 2018;(6):9-12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S250026270001824-1>
10. Shitikova A. V., Chernykh A. S. *Formirovaniye urozhaya i kachestva klubney kartofelya v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya*. [Formation of yield and the quality of potato tubers depending on the level of mineral nutrition]. *Plodородie*. 2013;(2(71)):12-13. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18908103>
11. Titova V. I. *Osobennosti sistemy primeneniya udobreniy v sovremennykh usloviyakh*. [Particularities of fertilizer application in modern conditions]. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*. 2016;(1):2-7. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25940643>
12. Zavalin A. A., Blagoveshchenskaya G. G., Shmyreva N. Ya., Chernova L. S., Sokolov O. A., Alferov A. A., Samoylov L. N. *Sovremennoye sostoyaniye problemy azota v mirovom zemledelii*. [Current state of the problems of nitrogen in world agriculture]. *Agrokhiimiya*. 2015;(5):83-95. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23420131>
13. Titova V. I., Chudokvasoff A.A. The influence of fertilizers and a complex of protection measures on crop capacity and quality of potato tubers of different varieties. *Russian agricultural Sciences*. 2019;45(1):16-20. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068367419010166>
14. Najm A. A., Hadi M. R. H. S., Fazeli F., Darzi M. T., Rahi A. Effect of integrated management of nitrogen fertilizer and cattle manure on the leaf chlorophyll, yield, and tuber glycoalkaloids of agraria potato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 2012;43(6):912-923. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.653027>
15. Gasparyan I. N. *Zashchita kartofelya ot rizoktonioza*. [Protecting potatoes from rhizoctonia]. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet imeni V. P. Goryachkina»*. 2014;(3):22-24. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22767853>
16. Malyuga A. A., Enina N. N., Shcheglova O. V. *Agrotekhnicheskie i khimicheskie mery bor'by s rizoktoniozom kartofelya: rekomendatsii*. [Agrotechnical and chemical measures to combat potato rhizoctoniosis: recommendations]. *Rossel'khozakademiya, SibNIIZiKh*. Novosibirsk, 2010. 24 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23810837>
17. Malyuga A. A., Yakimenko V. N. *Vliyanie kaliynykh udobreniy na porazhaemost' kartofelya rizoktoniozom v Zapadnoy Sibiri*. [The influence of potassium fertilizers on the pathogenesis of black scab of potatoes in Western Siberia]. *Vestnik zashchity rasteniy = Plant Protection News*. 2013;(3):45-50. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20289462>
18. Shpaar D., Bykin A., Dreger D. *Kartofel' (vozdelyvaniye, uborka, khraneniye)*. [Potato (cultivation, harvesting, storage)]. *Izd. 3-e, dorab. i dopoln.* Minsk: ChUP «Orekh», 2004. 465 p. URL: https://mirilib.ru/knigi/ogorod_i_hozyaystvo/215259-kartofel-vozdelyvaniye-uborka-hranenie.html

Сведения об авторах

✉ **Титова Вера Ивановна**, доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, Нижегородская область, Российская Федерация, 603107, e-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, e-mail: titovavi@yandex.ru

Акопджанян Эрик Татулович, магистрант ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», пр. Гагарина, 97, г. Нижний Новгород, Нижегородская область, Российская Федерация, 603107, e-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0044-0033>

Information about the authors

✉ **Vera I. Titova**, DSc in Agricultural Science, professor, Head of the Department of Agrochemistry and Agroecology, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 603107, e-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, e-mail: titovavi@yandex.ru

Eric T. Akopdzhanyan, master's student, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Gagarin Avenue, 97, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod region, Russian Federation, 603107, e-mail: ngsha-kancel-1@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0044-0033>

✉ – Для контактов / Corresponding author