DOI 10.12737/2073-0462-2024-39-43
УДК 631.895:635.21:631.445.4

ДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ СОЧЕТАНИЕ ПРИ ВНЕСЕНИИ ПОД КАРТОФЕЛЬ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЗАКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ф. Ш. Шайхутдинов, И. М. Сержанов, Р. И. Гараев, К. Н. Давлетов, Р. М. Низамов

Реферат. Исследования проводили с целью оценки влияния органических и минеральных удобрений, а также их сочетания на урожайность и качественные показатели клубней картофеля при орошении на черноземных почвах Республики Татарстан. Работу выполняли в 2021–2022 годы в Закамской зоне на выщелоченном черноземе среднесуглинистого гранулометрического состава. Материалом для исследований служил среднеранний сорт картофеля Гала. Для проведения эксперимента создавали следующие фоны питания: минеральное удобрение ($N_{60}P_{60}K_{90}$ д.в. кг/га) – общий фон; навоз 60 т/га; общий фон + навоз 60 т/га; общий фон + сидерат; общий фон + сидерат + солома; общий фон + навоз 60 т/га + солома; навоз 60 т/га + сидерат + солома; естественный фон (контроль). Метеоусловия в оба года исследований были удовлетворительно благоприятными для роста и развития картофеля. В фазе бутонизации и формирования клубней проводили искусственное дождевание из расчета 300 м^3 воды на 1 га, что полностью обеспечивало агроценоз картофеля продуктивной влагой. В среднем за 2 года наивысшая урожайность была достигнута в варианте общий фон + навоз + солома, она составила 38,8 т/га, что на 20,6 т/га больше, чем в контроле. В других опытных вариантах эта разница составляла 10,46…18,8 т/га. Содержание сухого вещества в клубнях при внесении различных видов удобрений было ниже, чем в контроле, на 0,49…1,49%, крахмала – на 0,25…0,79%. В среднем за 2 года самое высокое количество белка и витамина С отмечено в варианте общий фон + сидерат + солома – соответственно 2,95% и 21,24 мг%, что выше контроля на 0,37% и 3,03 мг%.

Ключевые слова: фон питания, картофель, качество клубней, крахмал, урожайность.

Введение. Сегодня при возделывании картофеля в условиях интенсивного земледелия невозможно получить высокие урожаи без внесения удобрений и химических средств защиты растений (ХСЗР). Однако, надо отметить, что бездумное увеличение внесения удобрений и ХСЗР не всегда приводит к увеличению урожайности.

Здесь прослеживают и негативные стороны, которые связаны, прежде всего, с нарушением экологической системы. Для решения этой проблемы, в мире и в Российской Федерации, а также в Республике Татарстан активно внедряют приемы по биологизации земледелия [1, 2, 3].

Картофель – важнейший продукт питания, универсального назначения. В нем содержатся необходимые вещества для организма человека – белок, крахмал, витамины и др. [4, 5, 6]. Эти преимущества наравне с большим валовым сбором с единицы площади, повышает значимость этой культуры, и поэтому посадочные площади под ней постоянно растут [7, 8, 9].

Максимального уровня урожайности картофеля можно достичь лишь при обеспечении потребности растений во всех элементах в нужных пропорциях, то есть при сбалансированном минеральном питании [10, 11, 12]. Стабильный рост урожайности клубней картофеля может быть достигнут только на основе сохранения и постепенного улучшения свойств почв, определяющих их потенциальное плодородие [13, 14, 15].

Неблагоприятные экологические последствия одностороннего применения агрохимикатов, диктует необходимость разработки альтернативных приемов выращивания картофеля [16, 17, 18]. Особое значение этот вопрос приобретает в связи с развитием производства органических продуктов питания, в том числе картофеля.

Решение этой задачи невозможно без применения биологических приемов (использование сидератов, зеленое удобрение, соломы как удобрения, внесение навоза, а также совместное их применение), что определяет актуальность поиска оптимальных их видов [19].

Цель исследований – оценка действия органических и минеральных удобрений и их сочетание на урожайность и качественные показатели клубней картофеля на черноземных почвах Республики Татарстан.

Условия, материалы и методы. Опыты проводили в 2021–2022 годы в Закамье Республики Татарстан, где расположено КФХ «Давлетов Н.Г.». Почва коллективного фермерского хозяйства «Давлетов Н.Г.», где размещались опыты – выщелоченный чернозем среднесуглинистого механического состава. Она характеризуется высоким содержанием в пахотном слое (0…30 см) гумуса (6,1…6,9%), близкой к нейтральной реакции среды ($pH_{сол.}$=6,0…6,2), высоким содержанием подвижного фосфора (234…239 мг/га) и калия (221…226 мг/кг) (табл. 1).

Предшественником картофеля в годы исследований была озимая пшеница в звене севооборота с чистым паром и с сидератом. Густоту посадки сформировали из расчета 50,2 тыс. шт./га посадочного материала средней фракции массой клубней 60…65 г.

Агротехника общепринятая в регионе за исключением изучаемых вариантов [20].

Таблица 1 – Агрохимические данные почвы опытного поля

Год	Содержание, мг/кг почвы			pH солевая	Содержание гумуса (по Тюрину)
	легкогидролизуемого азота	P_2O_5 (по Кирсанову)	K_2O (по Кирсанову)		
2021	161	234	221	6,0	6,1
2022	157	239	226	6,2	6,6

Органические удобрения, сидераты и солому заделывали под зяблевую вспашку, а минеральные удобрения вносили одновременно с посадкой картофеля, из азотных – аммиачная селитра, диаммофоска и калийная соль. Посадку в 2021 году проводили 11 мая, в 2022 году – 13 мая. Формирование гребней проводили с междурядьем 75 см.

Клубни высаживали на восьми фонах питания:

естественный фон (контроль);

$N_{60}P_{60}K_{90}$ (общий фон);

полуперепревший навоз – 60 т/га;

общий фон + навоз 60 т/га;

общий фон + сидерат (горчица масличная сорт Тамбовчанка, норма высева 6 млн шт. всхожих семян на 1 га, через 35…40 дней после появления всходов в фазе плодообразования при урожайности биомассы 25…30 т/га, проводили прикатывание, дискование и запахивание на глубину 18…20 см);

общий фон + сидерат + солома 5,5…6,0 т/га;

общий фон + навоз 60 т/га + солома 5,5…6,0 т/га;

навоз 60 т/га + солома 5,5…6,0 т/га + сидерат (редька масличная 25…30 т/га).

В оба года исследований на опытных делянках проводили искусственное дождевание один раз в фазе бутонизации и 2 раза с интервалом 10…12 дней в период клубнеобразования. Полученные результаты обрабатывали методами дисперсионного анализа с использованием пакета программ AGROS (версия 2.05.99).

Результаты и обсуждение. В агроценозах картофеля большое значение придают числу стеблей на единице площади, что позволяет формировать посадки с различной продуктивностью. Это сортовой признак, который зависит от числа глазков на клубне и ростков. В контроле число стеблей на 1 растение составляло 4,06 шт., или 214 тыс. шт./га. Их количество по мере изменения фона питания путем внесения различных видов удобрений увеличилось, по сравнению с контролем, на 0,20…0,45 шт./раст. и на 11…24 тыс. шт./га.

Фон питания оказал значительное влияние в регулировании площади листьев, их жизнедеятельности в течении вегетационного периода. В начале вегетации картофеля показатель ассимиляционной поверхности в зависимости от фона питания составил от 9,6 до 12,1 тыс.м^2/га. Во все сроки учета в опытных вариантах она была выше, чем в контроле. В среднем за два года наибольшая ассимиляционная поверхность посадок картофеля сформировалась в фазе цветения. Самой высокой она была в варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{90}$ + 60 т/га навоза + измельченная солома предшественника 5,5…6,0 т/га – 40,4 тыс.м^2/га, что на 12,9 тыс.м^2/га больше, чем в контроле. В других вариантах превосходство величины этого показателя над контролем составляло от 22,2 до 42,2% (табл. 2).

Таблица 2 – Площадь листовой поверхности посадков картофеля сорта Гала в зависимости от фона питания (среднее за 2021–2022 годы), тыс. м^2/га

Фон питания	Фаза развития				
	всходы	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	перед уборкой
Без удобрений (контроль)	9,6	21,7	27,5	22,4	12,2
$N_{60}P_{60}K_{90}$	10,7	30,6	37,1	31,5	14,0
Навоз	10,3	27,3	33,6	25,9	12,8
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз	11,6	34,7	39,1	32,6	14,9
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат	11,0	32,5	35,3	31,9	14,2
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат + солома	11,3	33,2	36,4	32,3	14,0
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз + солома	12,1	38,5	40,4	37,8	16,1
Навоз + сидерат + солома	10,9	28,5	34,6	26,5	14,4
$НСР_{05}$	0,5	0,5	0,6	1,8	0,5

Применяемые в опытах фоны питания оказали различные влияния на урожайность картофеля. Агрометеорологические условия вегетации 2021 года складывались более благоприятно для роста и развития картофеля, что отразилось на показателях урожайности. В этих условиях действие $N_{60}P_{60}K_{90}$ минеральных удобрений в сочетании с навозом 60 т/га и заделкой соломы способствовали формированию наивысшей урожайности клубней картофеля – 39,4 т/га, что на 20,2 т больше, чем в контроле. От использования в этом варианте соломы эффект в виде прибавки урожая составил 1,2 т/га, или 3,1%, по сравнению с вариантом опыта фон + навоз 60 т/га. Аналогичную закономерность наблюдали

в 2022 году (3,2 т/га, или 9,1%). В среднем за 2 года самый высокий сбор клубней наблюдали от внесения сочетания органических и минеральных удобрений – 38,8 т/га, что на 20,6 т/га больше, чем в контроле (табл. 3). В других вариантах рост урожайности, по сравнению с контролем, составлял 61,2…100,3%.

Таблица 3 – Влияние различных фонов питания на урожайность клубней картофеля сорта Гала, т/га

Фон питания	2021 г.	2022 г.	Средняя
Без удобрений (контроль)	19,26	18,22	18,74
$N_{60}P_{60}K_{90}$	31,45	29,25	30,35
Навоз	30,14	28,33	29,20
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз	38,25	35,12	36,60
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат	35,24	33,67	34,40
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат + солома	38,12	36,96	37,54
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз + солома	39,44	38,32	38,80
Навоз + сидерат + солома	36,54	35,26	35,90
$НСР_{05}$	0,03	0,09	

Качественные показатели клубней картофеля характеризовались определенными различиями по фонам питания. Содержание сухого вещества при внесении различных видов удобрений снижалось, по сравнению с контролем, на 0,49…1,49%. Наивысшее содержание белка в среднем за два года составило 2,95% в варианте опыта с использованием комбинации $N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат 25…30 т/га и 5,5…6,0 т/га измельченной соломы, что на 0,37% больше контроля. Внесение минеральных удобрений совместно с заделкой сидерата и соломы оказали наилучшее влияние по накоплению витамина С в клубнях картофеля – 21,24 мг %, что на 3,03 мг % больше, чем в контроле (табл. 4).

Таблица 4 – Качественные показатели клубней картофеля в зависимости от комбинации использования удобрений (среднее за 2021–2022 годы)

Фон питания	Содержание в клубнях			
	сухого вещества, %	крахмала, %	белка, %	витамина С, мг %
Без удобрений (контроль)	22,05	16,04	2,58	18,21
$N_{60}P_{60}K_{90}$	21,56	15,67	2,84	20,14
Навоз	21,44	15,72	2,74	20,06
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз	21,27	15,38	2,94	20,26
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат	20,42	15,25	2,90	20,02
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + сидерат + солома	21,05	15,32	2,95	21,24
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз + солома	20,59	15,28	2,92	21,08
Навоз + сидерат + солома	21,24	15,79	2,91	20,75
$НСР_{05}$	0,30	0,08	0,04	0,06

Применение различных видов удобрений привело к снижению содержания крахмала в клубнях на 0,25…0,79%, по сравнению с контролем, однако сбор крахмала с 1 га при этом был больше на удобренных вариантах благодаря увеличению сбора клубней, по сравнению с контролем.

Наивысшие кулинарные свойства у клубней картофеля были отмечены на варианте с естественным фоном (контроль), а также где были внесены органические виды удобрений (табл. 5).

Таблица 5 – Кулинарная оценка образцов клубней картофеля сорта Гала выращенных на различных фонах питания (среднее за 2021–2022 годы), балл

Вариант	Кулинарные свойства				Общая сумма
	разваривaемость	вкус	потемнение мякоти через 24 ч		
			сырой	вареный	
Без удобрений (контроль)	6	6	7	7	26
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (фон)	6	6	5	5	22
навоз	6	6	6	6	24
фон + навоз	6	6	5	5	22
фон + сидерат	6	6	5	5	22
фон + сидерат + солома	6	6	6	6	24
фон + навоз + солома	6	6	6	6	24
навоз + сидерат + солома	6	6	7	7	26

Общая сумма баллов кулинарных свойств клубней картофеля в этих вариантах опыта составила 26, что характеризует этот сорт картофеля высокими вкусовыми качествами.

Выводы. В среднем за 2 года на фоне естественного плодородия черноземных почв Республики Татарстан урожайность картофеля сорта Гала формировалась на уровне 18,74 т/га.

Внесение минеральных удобрений в норме $N_{60}P_{60}K_{90}$ обеспечило прибавку к контролю на уровне 11,61 т/га, органического удобрения в виде навоза – 10,5 т/га.

Наибольшая прибавка формировалась при использовании комбинаций $N_{60}P_{60}K_{90}$ + навоз 60 т/га + 5,5…6,0 т/га солома – 20,1 т/га. Отдельные показатели качества клубней картофеля напрямую зависели от внесения удобрений. Так, в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$+ сидерат 25…30 т/га + 5,5…6,0 т/га солома опыта отмечено наибольшее содержание белка (2,95%) и витамина С (21,2 мг %).

Литература

1. Чуян Н.А., Брескина Г.М., Окунева А.А. Влияние биологизации земледелия на продуктивность зернопропашного севооборота // Земледелие. 2023. № 3. С. 12-16.

2. Роль многолетних бобовых трав в биологизации земледелия и развитии кормопроизводства Дальнего Востока / Е.П. Иванова, В.А. Чувилина, О.И. Хасбиуллина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 10. С. 41-46.

3. Efficiency of different fertilizers doses introduction under potatoes on grey forest soils of the Tatarstan Republic / A. A. Mostyakova, U. A. Ogorodnova, K. V. Vladimirov, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 6. P. 3283–3290.

4. Сердеров В.К., Караев М.К., Сердерова Д.В. Перспективные сорта картофеля для промышленной переработки в Дагестане // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 18-20.

5. Mostyakova A. A., Artamonov S. G., Vladimirov V. P. The yield of potato depending on the background of mineral nutrition in the conditions of irrigation of forest-steppe of the Middle Volga region // Plant Archives. 2019. Vol. 19. No. 2. P. 2977–2981.

6. Оленин О. А. Звено севооборота с сидеральным паром, органическая система удобрений и поверхностная основная обработка почвы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 2(156). С. 42–50.

7. Рынок картофеля и картофелепродуктов в России / В.В. Тульчеев, С.В. Жевора, Н.Н. Гордиенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 97-100.

8. Ахметзянов М. Р., Хузина Г. К., Таланов И. П. Влияние растительной биомассы растений и приемов основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы и продуктивность культур в звене севооборота // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 1(52). С. 11–16.

9. Артамонов С. Г., Владимиров В. П., Мостякова А. А. Формирование урожая и качество клубней среднераннего картофеля сорта гала в зависимости от вносимых доз калийных удобрений на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 2(53). С. 10–14.

10. Лошаков В. Г. Зеленое удобрение как фактор биологизации земледелия и повышения плодородия почвы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2016. № 2(2). С. 65–81.

11. Продуктивность раннеспелого картофеля сорта Винета в зависимости от густоты посадки и фона минерального питания на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья / И. Р. Гареев, К. В. Владимиров, А. А. Мостякова и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2. С. 55–58.

12. Черемисин А. И., Кумпан В. Н. Применение биопрепаратов комплексного действия и биоудобрений в оригинальном семеноводстве картофеля // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 1(25). С. 28–34.

13. Усанова З. И., Самотаева Н. В. Урожай и качество картофеля при внесении расчетных доз удобрений в условиях Верхневолжья // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 7. С. 41–43.

14. Байбеков Р.Ф., Коваленко А.А., Забугина Т.М. Эффективность систем удобрения картофеля на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности // Земледелие. 2021. № 8. С. 23-27..

15. Применение регуляторов роста для снижения пестицидной нагрузки при возделывании картофеля / А. А. Лукманов, К. В. Владимиров, В. П. Владимиров и др. // Агрохимический вестник. 2022. № 6. С. 49–51.

16. К вопросу развития и экономической эффективности мелиоративной отрасли Республики Татарстан / М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18, № 2(70). – С. 199-205. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-199-205.

17. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, № 3(63). – С. 160-166. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-160-166.

18. Приемы повышения эффективности применения биологических препаратов в растениеводстве / Г. Н. Агиева, Л. С. Нижегородцева, Р. Ж. К. Диабанкана [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 4(60). – С. 5-9. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-9.

19. Разработка и обоснование конструктивных и режимных параметров картофелесажалки / М. Н. Калимуллин, Р. Р. Багаутдинов, Р. Р. Хамитов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 17, № 1 (65). – С. 62-66. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-62-66.

20. Система земледелия республики Татарстан / М. Ф. Амиров, И. Р. Валеев, А. Р. Валиев и др. Ч. 2. Казань: ООО "Центр инновационных технологий", 2014. 304 с.

Сведения об авторах:

Шайхутдинов Фарит Шарипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: faritshay@kazgau.com

Сержанов Игорь Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru

Гараев Разиль Ильсурович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: rass112@mail.ru

Давлетов Камиль Насихович – аспирант кафедры растениеводства и плодоовощеводства, e-mail: davletov_nasim@mail.ru

Низамов Рустам Мингазизович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: nizamovr@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS AND ITS COMBINATION WHEN APPLIED TO POTATOES ON CHERNOZEM OF KAMA ZONE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

F. Sh. Shaykhutdinov, I. M. Serzhanov, R. I. Garaev, K. N. Davletov, R. M. Nizamov

Abstract. The purpose of the research is to evaluate the effect of organic and mineral fertilizers and their combination on the yield and quality indicators of potato tubers during irrigation on chernozem soils of the Republic of Tatarstan. The research was carried out in 2021-2022 in Kama zone on leached chernozem of medium loamy granulometric composition. The medium-early variety of Gala potatoes served as the material for research. The experiment was performed to study the effect of organic and mineral fertilizers and their combination by creating the following nutrition backgrounds: mineral fertilizers with a rate of application of $N_{60}P_{60}K_{90}$ d.v. kg/ha (general background); organic fertilizer (manure 60 t/ha); general background + manure 60 t/ha; general background + organic fertilizer (siderate); general background + siderate + straw; general background + organic matter (manure 60 t/ha) + straw; organic fertilizer (manure 60 t/ha + siderate + straw); natural background (control). The weather conditions in both years of research were both satisfactorily favorable for the growth and development of potatoes. In the budding and tuber formation phase, artificial sprinkling was carried out at the rate of 300 m^3 of water per 1 ha, thereby the potato agrocenosis was fully provided with productive moisture. On average, over two years, the highest yield was achieved in variant 7 (background + manure + straw), and it amounted to 38.8 t/ha, which is 20.6 t/ha more than in the control, in other experimental variants this difference ranged from 10.46-18.8 t/ha. The dry matter content in tubers during the application of various types of fertilizers was lower by 0.49...1.49% than in the control, starch – by 0.25...0.79%. On average, over 2 years, the highest protein and vitamin C content was in variant 6 – 2.95% and 21,24 mg%, respectively, which is higher than the control by 0.37% and 3.03 mg%.

Key words: nutrition background, potatoes, tuber quality, starch, yield.

References

1. Chuyan NA, Breskina GM, Okuneva AA. [The influence of biologization of agriculture on the productivity of grain-row crop rotation]. Zemledelie. 2023; 3. 12-16 p.
2. Ivanova EP, Chuvilina VA, Khasbiullina OI. [The role of perennial leguminous grasses in the biologization of agriculture and the development of feed production in the Far East]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023; Vol.37. 10. 41-46 p.
3. Mostyakova AA, Ogorodnova UA, Vladimirov KV. Efficiency of different fertilizers doses introduction under potatoes on grey forest soils of the Tatarstan Republic. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016; Vol.7. 6. 3283-3290 p.
4. Serderov VK, Karaev MK, Serderova DV. [Promising potato varieties for industrial processing in Dagestan]. Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. 2020; 3. 18-20 p.
5. Mostyakova AA, Artamonov SG, Vladimirov VP. The yield of potato depending on the background of mineral nutrition in the conditions of irrigation of forest-steppe of the Middle Volga region. Plant Archives. 2019; Vol.19. 2. 2977-2981 p.
6. Olenin OA. [Crop rotation link with green manure fallow, organic fertilizer system and surface basic tillage]. Agrarnuy vestnik Urala. 2017; 2(156). 42-50 p.
7. Tulcheev VV, Zhevora SV, Gordienko NN. [Market of potatoes and potato products in Russia]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2022; Vol.36. 7. 97-100 p.
8. Akhmetzyanov MR, Khuzina GK, Talanov IP. [The influence of plant biomass and basic tillage methods on the agrophysical indicators of the soil and crop productivity in the crop rotation]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 1(52). 11-16 p.
9. Artamonov SG, Vladimirov VP, Mostyakova AA. [Yield formation and quality of mid-early potato tubers of Gala variety depending on the applied doses of potassium fertilizers on the gray forest soil of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019; Vol.14. 2(53). 10-14 p.
10. Loshakov VG. [Green fertilizer as a factor in the biologization of agriculture and increasing soil fertility]. Agropromyshlennye tekhnologii Tsentralnoy Rossii. 2016; 2(2). 65-81 p.
11. Gareev IR, Vladimirov KV, Mostyakova AA. [Productivity of early ripening potatoes of Vineta variety depending on planting density and background mineral nutrition on gray forest soils of the forest-steppe of the Middle Volga region]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoy akademii nauk. 2016; Vol.18. 2. 55-58 p.
12. Cheremisin AI, Kumpan VN. [Application of biological products of complex action and biofertilizers in original potato seed production]. Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017; 1(25). 28-34 p.
13. Usanova ZI, Samotaeva NV. [Productivity and quality of potatoes when applying calculated doses of fertilizers in the conditions of the Upper Volga region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2008; 7. 41-43 p.
14. Baybekov RF, Kovalenko AA, Zabugina TM. [Efficiency of potato fertilization systems on sod-podzolic soil of varying degrees of cultivation]. Zemledelie. 2021; 8. 23-27 p.
15. Lukmanov AA, Vladimirov KV, Vladimirov VP. [Application of growth regulators to reduce pesticide load when cultivating potatoes]. Agrokhimicheskiy vestnik. 2022; 6. 49-51 p.
16. Khismatullin MM, Valiev AR, Khismatullin MM. [On the issue of development and economic efficiency of the reclamation industry of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.18. 2(70). 199-205 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-199-205.
17. Khismatullin MM, Valiev AR, Khismatullin MM. [The role and place of irrigated agriculture in the production of agricultural products and its economic efficiency (experience of the Republic of Tatarstan)]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 3(63). 160-166 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-160-166.
18. Agieva GN, Nizhegorodtseva LS, Diabankana RZhK. [Techniques for increasing the efficiency of using biological preparations in crop production]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; Vol.15. 4(60). 5-9 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-5-9.
19. Kalimullin MN, Bagautdinov RR, Khamitov RR. [Development and justification of the design and operating parameters of a potato planter]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 1(65). 62-66 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-62-66.
20. Amirov MF, Valeev IR, Valiev AR. Sistema zemledeliya respubliki Tatarstan. [Agricultural system of the Republic of Tatarstan]. Ch.2. Kazan: OOO Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy. 2014; 304 p.

Authors:
Shaykhutdinov Farit Sharipovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: faritshay@kazgau.com
Serzhanov Igor Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: igor.serzhanov@mail.ru
Garaev Razil Ilsurovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: rass112@mail.ru
Davletov Kamil Nasikhovich – postgraduate student of Plant Growing and Horticulture Department, e-mail: davletov_nasim@mail.ru
Nizamov Rustam Mingazizovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of General Agriculture, Plant Protection and Breeding, e-mail: nizamovr@mail.ru
Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.