

УДК 635.21:631.84:631.526

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СРЕДНЕРАННЕГО КАРТОФЕЛЯ СОРТА ГАЛА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

С.Г. Артамонов¹⁾, В.П. Владимиров²⁾

¹⁾Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса

²⁾Казанский государственный аграрный университет

Аннотация. Целью исследований являлось изучение эффективности внесения возрастающих доз азотных удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В процессе изучения нами было установлено их воздействие на формирование урожая и показатели качества клубней среднераннего сорта картофеля Гала. Выявлена эффективность возрастающих доз азотных удобрений при выращивании картофеля на серых лесных почвах. Установлена оптимальная доза внесения азотных удобрений под картофель на фоне минеральных удобрений $P_{90}K_{120}S_{30}$ и дефицитных в данной почве микроэлементов: меди, бора и молибдена – в составе ЖУСС-1 и ЖУСС-2.

Ключевые слова: микроэлементы, азот, минеральные удобрения, урожайность, картофель, витамин С, крахмал, белок, нитраты.

Введение. Основным фактором, влияющим на нормальный рост и развитие растений и на формирование высоких урожаев картофеля, является применение удобрений [3, 5]. Слабо развитая корневая система этой культуры, растения картофеля, содержащие значительное количество сухого вещества, предъявляют повышенные требования к элементам питания. Всходы картофеля появляются только после укоренения ростка в почве и после начала поступления элементов минерального питания через корни [2].

Для нормального роста и развития растений картофеля требуются такие элементы питания, как азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера и некоторые другие. Однако в условиях большинства почвенно-климатических зон они испытывают наибольшую потребность в азоте, фосфоре и калии [13].

Как считают многие исследователи, в формировании высоких урожаев картофеля значительную роль играют азотные удобрения. Азот является незаменимым элементом питания картофеля, который способствует синтезу протеина, витаминов и вторичных растительных веществ [9, 14].

При недостатке азота урожайность клубней картофеля значительно снижается. Данное явление связано с низким приростом массы клубней и преждевременным отмиранием надземной массы. Однако и одностороннее питание с повышенным содержанием азота приводит к чрезмерному росту надземной массы картофеля, что тормозит развитие и рост клубней и снижает их качественные показатели [1,7-8,11-12,10].

Чем выше урожай картофеля, тем больше выносятся питательных веществ. Одним из этих элементов является сера, которая входит в состав белков и участвует в их синтезе. В почвах сера находится в форме различных соединений и представлена преимущественно органическими соединениями, входящими в состав гумуса. Сера играет значительную роль в обмене веществ, оказывает влияние на образование хлорофилла, усиливает развитие корневой системы растений [6].

Высокие агрохимические фоны обуславливают не только накопление нитратов, но и снижение содержания в клубнях сухого вещества, крахмала, а также вызывают ухудшение вкусовых качеств картофеля [4].

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2014-2016 гг. Серая лесная почва опытного участка среднесуглинистого гранулометрического состава имела следующие агрохимические характеристики: pH – 5,6-5,7; содержание гумуса – 3,25-3,31 %; легкогидролизуемого азота – 140-152 мг/кг; подвижного фосфора – 142-145, обменного калия – 151-156 мг/кг почвы.

Для посадки использовали семенные клубни первой репродукции массой 60-65 г. Предшественником во все годы исследования являлась озимая пшеница, под которую вносилось 40 т/га органических удобрений. Ширина междурядья составляла 75 см, густота посадки – 53,2 тыс. клубней на га (25×75 см). Глубина посадки – 10-12 см, общая площадь делянки составляла 72 м², учетная – 60 м². Осенняя подготовка почвы состояла из лущения стерни дисковыми лущильниками на глубину 6-8 см после уборки предшественника, а через 10-12 дней – вспашка оборотными плугами. Весной – вертикальное фрезерование культиватором Zirkon – 7/300. Посадку проводили четырехрядной картофелесажалкой фирмы «Гримме».

Объектом исследований являлся среднеранний сорт Гала. Схема опыта состояла из шести вариантов: 1. Контроль (без удобрений). 2. $P_{90}K_{120}S_{30}$ – (фон). 3. Фон + N_{30} . 4. Фон + N_{60} . 5. Фон + N_{90} . 6. Фон + N_{120} . Макроудобрения вносили во время посадки. Во всех вариантах, кроме контрольного (без удобрений), вносили микроэлементы в легкоусвояемой, хелатной форме в составе жидкого удобрительно-стимулирующего состава (ЖУСС-1 и ЖУСС-2). Клубни обрабатывали 0,5 % раствором ЖУСС-1 (10 л/т), и двукратно – растения во время вегетации 0,2 % раствором ЖУСС-2 из расчета 500 л/га в фазе образования бутонов и через две недели. Посадку производили в 2014 г. – 10 мая, в 2015 г. – 12 мая, 2016 г. – 10 мая.

Орошение производили дождеванием (400 м³/га) в количестве 3 раз за вегетационный период. Первый полив осуществлялся в фазе образования бутонов, второй и третий – во время интенсивного накопления клубней.

Учет продуктивности картофеля проводили путем взвешивания клубней с убранных делянок с каждой повторности отдельно.

Результаты исследований и их обсуждение. На фоне естественного плодородия (без применения удобрений) урожайность картофеля среднераннего сорта Гала сформировалась достаточно высокая за все годы исследований (24,70-26,16 т/га), что объясняется внесением большой дозы органических удобрений под предшественника и применением орошения посадок картофеля.

Результаты исследований показали, что за все годы исследований прибавка урожая картофеля в фоновом варианте ($P_{120}K_{120}S_{30}$) по сравнению с контрольным оказалась невысокой и составила 5,33 т/га в 2014 г., 3,76 – в 2015 г., 6,05 т/га – в 2016 г., а в среднем за три года – 5,01 т/га (табл. 1). Влияние возрастающих доз азотных удобрений (на фоне фосфорно-калийных удобрений) на продуктивность картофеля проявилось весьма существенно, поэтому и урожайность увеличивалась по мере повышения дозы.

Таблица 1– Урожайность картофеля сорта Гала в зависимости от доз внесения азотных удобрений, 2014-2016 гг.

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка урожая, ± по отношению к:	
	2014 г	2015 г	2016 г	средняя	контролю	фону
Без удобрений (контроль)	25,42	24,70	26,16	25,46	–	–
$P_{120}K_{120}S_{30}$ (фон)	30,75	28,46	32,21	30,47	5,01	–
Фон + N_{30}	34,62	32,16	34,63	33,80	8,34	3,33
Фон + N_{60}	35,25	33,87	36,56	35,23	9,77	4,76
Фон + N_{90}	37,25	35,65	38,45	37,12	11,66	6,65
Фон + N_{120}	38,32	35,78	39,05	37,72	12,26	7,25
HCP_{05}	1,26	1,40	1,32			

Даже минимальная доза внесения азотных удобрений (30 кг/га действующего вещества) обеспечила увеличение урожая клубней по сравнению с фоновым вариантом на 3,33 т/га. В среднем за три года азотные удобрения в дозе N_{60} обеспечили дополнительный сбор клубней на 4,76 т/га. При внесении дозы N_{90} урожайность составила 37,12 т/га, что превысило результаты фонового варианта на 6,65 т/га, при внесении N_{120} – 37,72 и 7,25 т/га.

Одним из наиболее важных показателей рационального использования удобрений при возделывании картофеля является получение дополнительной продукции на 1 кг внесенного действующего вещества. Наши исследования показали, что для азота при дозе 30 кг/га оплата действующего вещества являлась максимальной (рис. 1).

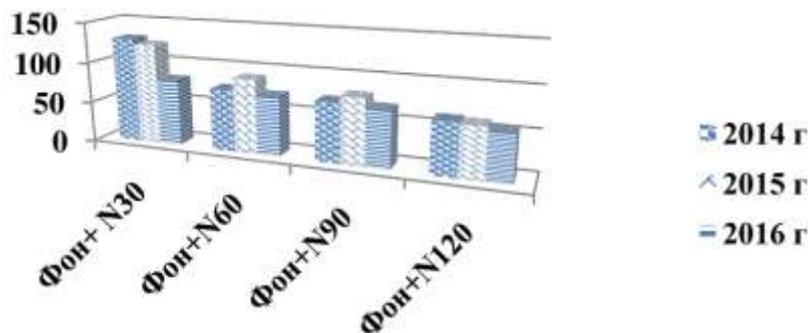


Рис. 1. Данные, полученные в результате исследований

Особенно высокой она была в 2014 и 2015 гг., когда достигала 123-129 кг клубней на 1 кг действующего вещества азота, а в 2016 г. она составляла 81 кг. С повышением дозы азотного удобрения до 60 и более кг окупаемость 1 кг действующего удобрения снижалась, однако, в целом, она была достаточно значительной. В зависимости от года исследований она при дозе азота N_{60} составляла 72-90 кг, а при дозе N_{120} – 57-63 кг клубней.

Выход товарных клубней в контрольном варианте в среднем за 3 года составил 20,34 т/га, в фоновом варианте – соответственно, 25,62 т/га. При внесении азотных удобрений доля товарных клубней в урожае повышалась, но между вариантами пропорционального увеличения обнаружено не было (табл. 2). Внесение

азотных удобрений совместно с фоновыми туками увеличивало долю товарных клубней в урожае. На фоне внесения дополнительно азота в дозе N_{30} товарность по сравнению с фоновыми удобрениями повысилась на 3,5 %, или 3,99 т/га. Наибольший выход товарной продукции (10,59 т/га (96,0%)) в годы проведения опытов был зафиксирован в варианте с максимальной дозой азота N_{120} .

Результаты данных, полученных нами, свидетельствуют, что доля нетоварных клубней в общем урожае с 20,1 % в контрольном варианте уменьшилась до 12,4-4,0 % вариантах, где в качестве удобрения использовался азот. Таким образом, применение азота значительно повысило товарную часть урожая, а нетоварную – наоборот, снижало.

Применение минеральных удобрений повлияло не только на урожайность клубней, но и на показатели их качества. Мы пришли к выводу, что азот усиливает развитие растений, тем самым удлиняя вегетационный период. По этой причине оптимальное азотное питание положительно влияет на качество клубней. Содержание сухого вещества в картофеле в контрольном варианте в среднем за 3 года составило 23,0 %, а внесение фоновых удобрений ($P_{120}K_{120}S_{30}$) повысило этот показатель на 0,27 % (табл. 2). При внесении азота в дозе N_{30} совместно с фоновым содержание сухого вещества оставалось на уровне контрольного варианта. Дальнейшее повышение процента азотных удобрений приводило к снижению синтеза сухого вещества в картофеле, особенно при внесении более высоких доз (N_{90-120}).

Таблица 3 – Показатели качества клубней картофеля в зависимости от доз внесения азотных удобрений, %, 2014-2016 гг.

Вариант	Содержание в клубнях			Вкус, балл
	сухое вещество, %	крахмал, %	нитраты, мг/кг	
Без удобрений (контроль)	23,00	12,70	44,3	4,27
$P_{120}K_{120}S_{30}$ (фон)	23,27	12,83	42,7	4,31
Фон + N_{30}	23,00	12,73	50,3	4,22
Фон + N_{60}	22,81	12,45	60,9	4,13
Фон + N_{90}	22,37	12,10	76,7	3,98
Фон + N_{120}	22,28	11,98	86,0	3,82

В сырых клубнях картофеля содержится крахмал, количество которого зависит от сорта, условий возделывания, в том числе и от дозы азотных удобрений. В начале образования клубней, когда происходит интенсивное формирование структурных элементов клеток, скорость синтеза крахмала и его содержание в молодых клубнях невелики. В период интенсивного образования клубней синтез крахмала значительно усиливается и его концентрация в клубнях возрастает.

Данные наших исследований показали, что применение фоновых удобрений ($P_{120}K_{120}S_{30}$) повышает содержание крахмала в клубнях картофеля: в среднем за три года исследований оно составило 0,13 %. При применении азотных удобрений в дозе N_{30} совместно с фоновым вариантом содержание крахмала оставалось на уровне контрольного. Несколько меньшим, но на достаточно значимом уровне (12,45 %), оно оказалось в варианте при увеличении дозы азотного удобрения до N_{60} . Внесение азотных удобрений в более высоких дозах (N_{90} и N_{120}) приводило к снижению количества крахмала в клубнях по сравнению с контрольным вариантом на 0,60 и 0,72 %.

При правильном возделывании клубни картофеля не содержат нитратов в количествах, опасных для здоровья человека. Опасность может наступить лишь тогда, когда под картофель вносят большие дозы азота в расчете на получение высокого урожая: эти условия не способствуют формированию нитратов в клубнях картофеля, так как растения не смогли усвоить весь азот.

Анализ полученных данных показал, что содержание нитратов в клубнях контрольного варианта было невысоким и в среднем за три года составило 44,3 мг/кг. Применение азота в умеренных дозах (N_{30} и N_{60}) совместно с фоновыми удобрениями ($P_{120}K_{120}S_{30}$) не приводило к существенному изменению количества нитратов в клубнях по сравнению с контрольным вариантом. Даже при внесении более высоких доз азота (N_{90} и N_{120}) клубни картофеля не накапливали их в высоком количестве, то есть они были значительно ниже ПДК (предельно допустимой концентрации: 250 мг на 1 кг продукции).

Хотя вкусовые качества клубней картофеля являются относительно постоянным сортовым признаком, условия их возделывания могут оказывать некоторое влияние на этот показатель.

Внесение фоновых удобрений не снижало вкусовых качеств клубней картофеля. Лишь повышенные дозы азотных удобрений на 90 и более кг действующих веществ несколько уменьшали этот показатель.

Выводы.

Внесение азотных удобрений на фоне добавления фосфорно-калийных и серы на серых лесных почвах является эффективным приемом при выращивании среднераннего картофеля.

Постепенное увеличение дозы азотных удобрений под картофель сорта Гала в дозах до 90 кг/га в условиях нашего опыта является целесообразным, так как приводит к достоверной прибавке урожайности и не является опасным для использования в качестве продукта питания.

Использование невысоких доз азотных удобрений (N_{30} и N_{60}) не оказывало значительного влияния на уровень накопления сухого вещества в клубнях, а дальнейшее увеличение дозы заметно снижало его. Количество крахмала в клубнях было наибольшим при внесении фоновых удобрений, а внесение азота в дозе N_{30} действующих веществ несколько снижало этот показатель. Применение возрастающих доз азотных удобрений на фоне N_{30} - N_{120} на фоне $P_{120}K_{120}S_{30}$ не приводило к избыточному накоплению нитратов, превышающих ПДК.

Литература

1. Бутов, А. В. Влияние возрастающих норм минеральных удобрений в сочетании с беспостилочным навозом на крахмалонакопление клубней картофеля / А. В. Бутов // Труды НИИКХ. – М., 1980. – Вып. 37. – С. 42-48.
2. Вечер, А. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик. – Минск: Наука и техника, 1973. – 263 с.
3. Владимиров, К. В. Эффективность расчетных доз удобрений на получение запланированных урожаев картофеля на серой лесной почве лесостепи Среднего Поволжья / К. В. Владимиров, В. Н. Фомин, П. А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 31-33.
4. Власенко, Н. Е. Удобрение картофеля / Н. Е. Власенко. – М.: Агропомиздат, 1987. – 219 с.
5. Гареев, И. Р. Продуктивность раннеспелого сорта Винета в зависимости от густоты посадки и фона минерального питания на серых лесных почвах лесостепи Среднего Поволжья / И. Р. Гареев [и др]. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 2. – С. 55-58.
6. Давлятшин, И. Д. Справочник агрохимика / И. Д. Давлятшин, М. Ю. Гилязов, А. А. Лукманов. – Казань: ИД МеДДоК, 2013. – 300 с.
7. Косарев, БА. Реакция раннеспелых сортов картофеля на дозы азота в полном удобрении / Б. А. Косарев, Г. А. Ганзин // Труды НИИКХ. – М., 1981. – Вып. 34. – С. 77-81.
8. Кукреш, Н. П. Действие возрастающих доз азотных удобрений на урожай и качество клубней / Н. П. Кукреш // Труды ВИУА. – М., 1980. – Вып. 61. – С. 84-88.
9. Шпаар, Д. Картофель. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер. – М.: ООО ДЛВ АГРОДЕЛЮ», 2016. – 458 с.
10. Votoupal, V. Nektěrepreciny zmenvestol ninod notebramboro vychhliz / V. Votoupal. – Uroda, 1976. – R. 24. – № 6. – S. 251-253.
11. Nitsh, A., Klein, K., Stickstoff und Kaliumdungung der Kartoffel / A. Nitsh, K. Klein // Der Kartoffelbau. – 1992. – N 43. – S. 24-26.
12. Possingham, J.V. The effect of mineral nutrition on the content of free amino acids and amides in tomato plants / J.V.Possingham // A study of the effect of molybdenum nutrition. - 1957. - Vol. 10. – № 1. – S. 40-49.
13. Schumann, P. Agroprofi M-V pflanzenproduktion Ratgeber für die Landwirtschaft in miklenburg-Vorpommern.-Buchedition Agrimedia / P. Schumann. – GmbH Spithal, 1998. – 400 s.
14. Sturm, H., W. Gezielte Düngungen. Main: 3. Aufl, Verlags Union Agrar / H. Sturm, A. Buchner, W. Zerulla. – Frankfurt-Main, 1994. – 471 s.

Сведения об авторах

1. **Артамонов Сергей Геннадьевич**, аспирант, Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса, г.Чебоксары, Чувашская Республика, Телефон: 89033221432
2. **Владимиров Владимир Петрович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и плодовоовощеводства, Казанский государственный аграрный университет, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 78, кв. 64, Телефон: 89003277586, Эл. адрес: Vladimirov_53@bk.ru

THE EFFICIENCY OF INCREASING DOSES OF NITROGEN FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF HALF EARLY POTATO VARIETIES GALA IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

S.G. Artamonov¹⁾, V.P. Vladimirov²⁾

²⁾Tatar Institute of Retraining Specialists in Agribusiness

²⁾Kazan State Agrarian University

Abstract. The aim of the research was to study the effectiveness of the introduction of increasing doses of nitrogen fertilizers on gray forest soils of forest-steppe of the Middle Volga region. During the research, we found their impact on yield formation and quality parameters of tubers of medium early varieties were cartilage. The efficacy of age-fading doses of nitrogen fertilizers in the cultivation of potatoes on gray forest soils is shown. The optimal dose of nitrogen fertilizer for potatoes on the background of mineral fertilizers $P_{90}K_{120}S_{30}$ and scarce in the soil of the trace elements: copper, boron and molybdenum in the composition of the LFC-1 and LFC-2 is offered.

Key words: micronutrients, nitrogen fertilizers, yield, potatoes, vitamin C, starch, protein, nitrates.

References

1. Butov A. V. Effect of increasing norms of mineral fertilizers in combination with non-laying manure on starch accumulation of potato tubers /A. V. Butov// Proceedings of NIICH, M. – 1980, vol. 37.– Pp. 42-48.
2. Vecher, A. S. Physiology and biochemistry of potato /A. S. Vecher, M. N. Goncharik. – Minsk: Science and technology, 1973. – 263 p.
3. Vladimirov K. V. Efficiency of the estimated doses of fertilizers to obtain the planned yields of potato on the gray forest soil of forest-steppe of the Middle Volga region /K. V. Vladimirov, V. N. Fomin, P. A. Chekmarev// Achievements of science and technology AIC, 2012. – No. 2. – Pp. 31-33.
4. Vlasenko N. E. Potatofertilization./N. E. Vlasenko. – M. P, 1987. – 219 p.
5. Gareev I. R. Productivity of early-maturing varieties Vineta depending on the planting density and the background of mineral nutrition on grey forest soils of the Volga region /I. R. Gareev, K. V., Vladimirov, A. A. Mostakov, V. P. Vladimirov// Proceedings of the Samara scientific center, Russian Academy of Sciences. – Volume 18, No. 2, 2016. – Pp. 55-58.
6. Davlyatshin, D. I. Handbook of agricultural chemist /D. I. Davlyatshin, M. Y., Gilyazov, A. A. Lukmanov and others. / edited by I. D. Davletshina. – Kazan: Publishing House Medoc, 2013. – 300 p.
7. Kosarev, B. A. Response of early maturing varieties of potatoes on the dose of nitrogen in complete fertilizer/B. A. Kosarev, G. A. Hansen// Proceedings of NIICH, M. 1981. vol. 34. - Pp. 77-81.
8. Kukresh N. P. The effect of increasing doses of nitrogen fertilizers on the yield and quality of tubers/N. P. Kukris// Proceedings of VIWA. vol. 61. M. 1980. - Pp. 84-88.
9. Shpaar D. □ etc. □. Potatoes .Growing, harvesting, storing/ D. Shpaar, A. Bakin, D. Draeger, and others.// ed. by D. Spaar. – M.: ООО DLVAgrodelo", 2016. – 458 p.
10. Votoupal, B. et al. Nekterepricinymen vestoln in odnotebramborovy chhliz.- Uroda, 1976, r. 24, No. 6, –Ss. 251-253.
11. Nitsh A., Klein K., Stickstoff - und Kaliumdungung der Kartoffel/ Nitsh A., Klein K. // Der Kartoffelbau, 1992, N 43.- Ss. 24-26.
12. Possingham J. V. The effect of mineral nutrition on the content of free amino acids and amides in tomato plants / J. V. Possingham// II. A study of the effect of molybdenum nutrition. - 1957. - Vol. 10 No. 1. - Pp. 40-49.
13. Schumann P. Agroprom M-V pflanzenproduktion Ratgeber für die Landwirtschaft in miklenburg-Vorpommern.- Buchedition Agrimedia GmbH Spithal, 1998.-400's.
14. Sturm H., Buchner A., W. Zerulla Gezielte Düngungen.- Main: 3. Aufl, Verlags Union Agrar, Frankfurt-Main, 1994. – 471 s.

Information about the authors

1. **Artamonov Sergey Gennadyevich**, Graduate Student, Tatar Institute of Retraining Specialists in Agribusiness, Cheboksary, Chuvash Republic, Phone: 89033221432

2. **Vladimirov Vladimir Petrovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of Department of Plant Growing and Horticulture, Kazan State Agrarian University, Republic of Tatarstan, Kazan, St. Farm-2, q. 78, area 64, Phone 89003277586 E. mail: Vladimirov_53@ bk.ru

УДК 631.524.84:635.21:631.8

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

К.В. Владимир¹⁾, В.П. Владимир²⁾

¹⁾Центр агрохимической службы «Татарский, г. Казань, Россия,

²⁾Казанский государственный аграрный университет,
г. Казань, Россия.

Аннотация. Важным фактором в разработке оптимальных технологий возделывания картофеля является обеспеченность растений элементами питания за счет вносимых туков и выявление зависимости между этими составляющими. Изучена роль минеральных, органических и сидеральных удобрений в формировании урожая клубней картофеля на серых лесных почвах среднесуглинистого гранулометрического состава. Урожайность в контрольных вариантах за счет естественного плодородия составила 18,26 т/га. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ обеспечило прибавку урожая клубней на 10,19 т/га, а 60 т/га органических – на 8,95 т/га. В среднем за 3 года максимальный урожай клубней (37,48 т/га) получен при внесении минеральных и органических удобрений, а также соломы. Сидеральные удобрения и солома обеспечили прибавку урожая клубней на 7,81 т/га.

Ключевые слова: картофель, дозы удобрения, пестициды, сидераты, солома, урожай, крахмал, витамин С, нитраты.