DOI: 10.17117/nv.2014.01.149

Поступило в редакцию: 24.11.2014

<http://ucom.ru/doc/nv.2014.01.149.pdf>

niiexp2@mail.ru

**Яппаров А.Х., Рахманова Г.Ф., Шаронова Н.Л.
Оценка эффективности хелатных форм микроудобрений
при выращивании картофеля на выщелоченном
черноземе Республики Татарстан**

**Yapparov A.H., Rakhmanova G.F., Sharonova N.L.
The evaluation of the effectiveness of chelate forms of
microfertilizers for growing potatoes on the leached
black soil of the Republic of Tatarstan**

В статье проанализированы экспериментальные данные по эффективности способа предпосадочной обработки клубней раннего картофеля жидкими удобрительно-стимулирующими составами ЖУСС-1 и ЖУСС-2 в концентрации 0,1, 0,5 и 1,0% при выращивании на выщелоченном черноземе в условиях Республики Татарстан в период 2011-2013 гг. Во всех вариантах применения составов отмечена стимуляция роста и развития растений. Прибавка урожайности картофеля при использовании ЖУСС-1 составила 4,9-13,9%, ЖУСС-2 – 18,5-27,0% к контролю. Повысилось содержание крахмала в клубнях в расчете на сырое вещество на 0,2-1,0%. Разработан способ применения препаратов ЖУСС-1 и ЖУСС-2 при выращивании раннего картофеля на выщелоченном черноземе РТ, обеспечивающий прибавку урожайности и качество продукции раннего картофеля

Ключевые слова: микроудобрения, жидкие удобрительно-стимулирующие составы (ЖУСС), картофель, содержание крахмала, урожайность

Яппаров Ахтам Хусаинович

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
директор
Татарский НИИ агрохимии и почвоведения РАХН
г. Казань, Оренбургский тракт, 20 А

Рахманова Гульнара Фанисовна

Научный сотрудник
Татарский НИИ агрохимии и почвоведения РАХН
г. Казань, Оренбургский тракт, 20 А

Шаронова Наталья Леонидовна

Кандидат биологических наук
Зав. отделом физиологии и биохимии растений
Татарский НИИ агрохимии и почвоведения РАХН
г. Казань, Оренбургский тракт, 20 А

The article analyzes experimental data on the effectiveness of the preplant treatment of early potato tubers with liquid fertilizing-stimulating compounds LFSC-1 and LFSC-2 at concentration 0,1, 0,5 and 1,0% for growing them on the leached chernozem of the Republic of Tatarstan in 2011-2013. In all variants of application of the compounds, stimulation of plants' growth and development was marked. The increase of crop capacity of potatoes after using LFSC-1 was 4,9-13,9%, after using LFSC-2 – 18,5-27,0% compared to the control. The content of starch in tubers has increased by 0,2-1,0%. The method of using LFSC-1 and LFSC-2 for growing early potatoes on the leached chernozem of the Republic of Tatarstan was developed

Key words: micronutrient fertilizers, liquid fertilizing-stimulating compounds (LFSC), potatoes, content of starch, yield

Yapparov Akhtam Husainovich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director
Tatar Research Institute for Soil Science and
Agricultural Chemistry RAAS
Kazan, Orenburgskiy tract, 20 A

Rakhmanova Gulnara Fanisovna

Scientific associate
Tatar Research Institute for Soil Science and
Agricultural Chemistry RAAS
Kazan, Orenburgskiy tract, 20 A

Sharonova Natalia Leonidovna

Candidate of Biological Sciences, head of
Department
Tatar Research Institute for Soil Science and
Agricultural Chemistry RAAS
Kazan, Orenburgskiy tract, 20 A

Введение. Картофель – широко распространенная сельскохозяйственная культура, занимающая по значимости четвертое место в мире среди продуктов питания после пшеницы, кукурузы и риса. Одна из основных задач современного земледелия – получение стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля [2]. В настоящее время его возделывают более чем в 130 странах. При этом больше половины производимого картофеля используется на питание, 34% – на корм животным, 10% – на семена и 4% – на технические цели. В Российской Федерации (РФ) это одна из основных пропашных полевых культур [5, 8]. В период с 2011-2012 гг. по данным Росстат валовый сбор картофеля в РФ составил 31100 тыс. т., что соответствовало третьему месту в мире. Однако урожайность картофеля в РФ остается на невысоком уровне. Так, средние значения за 2005-2012 гг. составили 141 ц/га, в Белоруссии – 209 ц/га, Казахстане – 209 ц/га, Украине – 164,5 ц/га [6].

Одним из основных лимитирующих урожайность абиотических факторов является обеспеченность растений элементами питания [3]. Внесение минеральных удобрений – одно из наиболее эффективных и быстродействующих средств повышения урожайности. В 2005-2011 гг. удельный вес посевных площадей с внесенными минеральными удобрениями при выращивании картофеля в РФ составил только 32-46% от всей площади; внесение органических удобрений сократилось за это время в 2 раза [6]. Огромные площади пашни и других сельскохозяйственных угодий многих регионов РФ по уровню концентрации доступных для растений форм соединений важнейших микроэлементов оцениваются как «бедные» и «очень бедные» [3]. Обследование 1981-1994 гг. около 40 млн. га пахотных почв РФ показало, что площади с недостаточным (низким и средним) содержанием подвижных форм Zn составили 95%, Co – 86%; Mo – 81%; Cu – 49% и B – 38%. В настоящее время ситуация продолжает усугубляться. В таких условиях баланс практически всех микроэлементов в земледелии страны не позволяет реализовать складывающийся климатический, агроландшафтный и биологический потенциал продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля, который относится к числу культур очень требовательных к элементам питания.

Недостаток в питательной среде основных микроэлементов отражается на иммунном статусе растительного организма. Растения больше страдают при неблагоприятных условиях среды, что сопровождается распространением и развитием различных болезней растений. В подобных ситуациях в производстве возрастает применение пестицидов, что, несомненно, отражается на качественных показателях компонентов аграрных ландшафтов. Кроме того, необходимо отметить, что на этих агрохимических фонах будет формироваться сельскохозяйственная продукция с недостаточным уровнем содержания важнейших микроэлементов. Между тем, элементный состав растениеводческой продукции является важным качественным показателем, определяющим состав основных видов продуктов животноводства [1, 5].

В связи с этим актуальна разработка способов применения высокоэффективных биодоступных микроудобрений при выращивании картофеля в условиях Республики Татарстан (РТ).

Цель исследований – оценить эффективность предпосадочной обработки клубней картофеля хелатными формами микроудобрений в отношении повышения урожайности и качества продукции.

Условия, материалы и методы. Научные исследования проводили в 2011-2013 гг. на базе опытного поля хозяйства ООО «Урожай» Буинского района в Предволжской зоне РТ на выщелоченном черноземе. Почва имела следующие характеристики: содержание гумуса – 5,9-6,5%; рН_{сол.} – 5,5; Р₂₀₅ – 120-123 мг/кг; К₂₀ – 115-117 мг/кг; подвижных форм Мо – 0,14-0,20 мг/кг; В – 0,4-0,8; Cu – 1,4-1,6; Zn – 2,5-2,6 мг/кг почвы. Объект исследования – районированный среднеранний сорт картофеля Невский.

Схема эксперимента включала следующие варианты: 1) N123-136P48-54K132-153 – фон (контроль); 2) Фон + ЖУСС-1 0,1%-ный раствор; 3) Фон + ЖУСС-1 0,5%-ный раствор; 4) Фон + ЖУСС-1 1,0%-ный раствор; 5) Фон + ЖУСС-2 0,1%-ный раствор; 6) Фон + ЖУСС-2 0,5%-ный раствор; 7) Фон + ЖУСС-2 1,0%-ный раствор.

ЖУСС-1 представлен медь- и борсодержащим составом; ЖУСС-2 – медь- и молибденсодержащим составом. В качестве лигандов для производства ЖУСС-1 и ЖУСС-2 был использован моноэтаноламин. Данные удобрительные составы входят в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных на территории РФ» (рег. №19-8002 (9333)-0309-1).

Общая площадь делянки – 28 м², учетная площадь делянки 25 м². Повторность трехкратная, размещение делянок систематическое.

Расход рабочей жидкости – 50 л/т. Обработку проводили за 1 день до посадки вручную на специальной установке барабанного типа. В дальнейшем клубни подсушивали. Предшественник – озимая пшеница. Исследования проводили на фоне внесения основных макроудобрений, рассчитанных на урожай 20-22 т/га.

Результаты и их обсуждение. Для реализации потенциальной продуктивности картофеля необходимо обеспечить растения комплексом макро- и микроэлементов, особенно в первоначальный период роста. В связи с тем, что микроэлементы являются функциональными компонентами ферментов, участвуют в разных процессах обмена веществ (медь, молибден), влияют на степень адаптации растений к стрессовым факторам и инфекционным заболеваниям (медь), имеют большое значение для репродуктивных органов растений, деления клеток и синтеза белков (бор), их недостаток существенно ограничивает урожайность сельскохозяйственных культур [4, 7].

Для обеспечения растений микроэлементами необходимо не только наличие элементов питания в почве, но и их биодоступность, способность проникать в клетки и оказывать биологические эффекты.

Определение содержания микроэлементов в начальные фазы роста (всходы) позволяет сделать вывод о степени поглощения элементов из применяемых микроудобрений, а также оценить характер влияния изучаемых приемов на ростовые процессы растений. В наших исследованиях было выявлено, что обработка клубней перед посадкой микроудобрениями в составе препаратов ЖУСС-1 и ЖУСС-2 способствовала повышению содержания основных микроэлементов в растениях в фазу всходов (табл. 1).

Таблица 1. Содержание микроэлементов в ростках раннего картофеля в фазу всходов, мг/кг сырого веса

№ п/п	Вариант	Микроэлемент					
		Си	Мо	В	Zn	Mn	Со
1	Фон (контроль)	45,5	5,2	36,9	48,1	98,1	4,2
2	Фон + ЖУСС-1 0,1%	49,3	6,9	85,4	48,3	82,8	2,9
3	Фон + ЖУСС-1 0,5%	51,3	7,5	87,9	52,4	92,4	3,2
4	Фон + ЖУСС-1 1,0%	52,6	7,2	86,8	51,3	79,5	3,8
5	Фон + ЖУСС-2 0,1%	50,4	8,4	62,7	55,2	90,4	2,5
6	Фон + ЖУСС-2 0,5%	51,6	8,0	68,1	56,3	85,3	2,7
7	Фон + ЖУСС-2 1,0%	52,2	8,2	68,6	58,3	86,5	3,1

Использование хелатных форм микроудобрений способствовало росту выноса всех изучаемых микроэлементов на 1 т урожая по сравнению с контролем. При использовании ЖУСС-1 содержание меди в ростках увеличивалось на 9-16% по сравнению с контролем; содержание молибдена – на 33-44%, бора – на 131-138%. При использовании ЖУСС-2 содержание меди увеличилось на 11-15%, молибдена – на 54-62%, бора – на 70-86%. Особенно сильно эффект проявился при обработке 0,1%-ным раствором ЖУСС-2, который обеспечил существенное (на 62% к контролю) увеличение содержания молибдена в начальный период развития растений. Обработка ЖУСС во всех изученных вариантах существенно повышала общее содержание бора в ростках. Поскольку бор играет важную роль в ростовых процессах растений, увеличение его ассимиляции растениями раннего картофеля является одной из причин стимуляции прорастания клубней.

Одновременно на опытных вариантах наблюдалось уменьшение уровня содержания марганца и кобальта в ростках растений по сравнению с контролем.

Обработка клубней ЖУСС способствовала лучшей обеспеченности растений раннего картофеля микроэлементами. Основным механизмом выявленного действия препаратов являлось стимулирование роста биомассы растений, что приводило к росту потребностей в элементах питания.

Предпосадочная обработка клубней микроудобрениями оказала положительное влияние на ускорение сроков наступления основных фенологических фаз развития картофеля. В таблице 2 приведены сроки наступления основных фенологических фаз развития растений на примере 2013 г. Наблюдения показали, что использование 0,1% раствора ЖУСС-2 способствовало более раннему на 2-3 дня образованию всходов по сравнению с контролем. Несколько меньше данный эффект проявился при обработке 0,5% раствором ЖУСС-1. В этих же вариантах отмечалось раннее наступление и других фенологических фаз развития растений.

Подобный эффект от обработки микроудобрениями имеет особое значение при производстве раннего картофеля, так как ускорение развития растений позволяет сформироваться физиологически зрелым клубням, что способствует улучшению их качественных и вкусовых параметров.

Таблица 2. Сроки наступления фенологических фаз картофеля при обработке клубней ЖУСС, календарная дата

№ п/п	Вариант	Фенологическая фаза				
		всходы	бутонизация	цветение	начало отмирания ботвы	уборка
1	Фон (контроль)	10.06-14.06	8.07-10.07	21.07-22.07	7.08-10.08	14.08-12.08
2	Фон + ЖУСС-1 0,1%	10.06-14.06	8.07-10.07	18.07-21.07	6.08-9.08	14.08-12.08
3	Фон + ЖУСС-1 0,5%	8.06-12.06	5.07-8.07	15.07-18.07	4.08-7.08	14.08-12.08
4	Фон + ЖУСС-1 1,0%	10.06-13.06	7.07-9.07	17.07-20.07	5.08-8.08	14.08-12.08
5	Фон + ЖУСС-2 0,1%	7.06-11.06	3.07-5.07	11.07-14.07	31.07-3.08	14.08-12.08
6	Фон + ЖУСС-2 0,5%	10.06-14.06	7.07-9.07	15.07-17.07	3.08-6.08	14.08-12.08
7	Фон + ЖУСС-2 1,0%	8.06-12.06	6.07-8.07	15.07-18.07	2.08-5.08	14.08-12.08

Примечание: Посадка раннего картофеля проводилась 14-15 мая.

Использование предпосадочной обработки клубней микроэлементами, повлияло на продолжительность течения основных межфазных периодов развития картофеля. При обработке клубней ЖУСС-2 с 0,1% концентрацией раствора продолжительность периода посадки-всходы сократилась на 3 дня, всходы-бутонизация на 3 дня, бутонизация-цветение на 4 дня. В результате увеличилась продолжительность вегетационного периода раннего картофеля по сравнению с контролем, что способствовало более длительному функционированию фотосинтетической поверхности растений, а, следовательно, и формированию большего урожая клубней.

При предпосадочной обработке клубней картофеля препаратами ЖУСС во все годы исследований отмечено повышение урожайности по сравнению с контролем (табл. 3). Наибольший прирост урожайности был получен при применении препарата ЖУСС-1 при концентрации рабочего раствора 0,5% – 13,9%.

Таблица 3. Урожайность раннего картофеля при обработке посадочного материала ЖУСС

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, % к контролю	
			т/га	%
1	Фон (контроль)	22,2	-	-
2	Фон + ЖУСС-1 0,1%	23,3	1,1	4,9
3	Фон + ЖУСС-1 0,5%	25,3	3,1	13,9
4	Фон + ЖУСС-1 1,0%	24,1	1,9	8,6
5	Фон + ЖУСС-2 0,1%	28,2	6,0	27,0
6	Фон + ЖУСС-2 0,5%	26,3	4,1	18,5
7	Фон + ЖУСС-2 1,0%	26,8	4,6	20,7
8	НСР _{0,5}	2,3 т/га		

Максимальный прирост при использовании ЖУСС-2 выявлен в концентрации 0,1% – 27%. Средняя прибавка при предпосадочной обработке клубней препаратом ЖУСС-2 по всем вариантам составила 22,1%, при ЖУСС-1 – 9,1%.

Наиболее ценным и преобладающим среди других сухих веществ картофеля является крахмал. Предпосадочная обработка ЖУСС способствовала росту крахмалистости клубней. Наиболее значительное увеличение крахмалистости происходило в варианте с 0,1% раствором ЖУСС-2: прирост к контролю на 1,0% на сырое вещество. Это обусловлено более активной фотосинтетической деятельностью растений и удлинением вегетационного периода раннего картофеля по сравнению с контролем (табл. 4).

Молибден, содержащийся в составе ЖУСС-2, имеет большое значение для картофеля. Установлено, что он входит в состав фермента нитрадуктазы, осуществляющей восстановление нитратов в растениях, активность которой резко снижается при недостатке молибдена. Результаты опытов по изучению молибденовых удобрений показали, что при их применении не только увеличивается урожай сельскохозяйственных культур, но и улучшается качество продукции.

Таблица 4. Показатели качества клубней раннего картофеля при обработке посадочного материала ЖУСС

№ п/п	Вариант	Содержание крахмала, % на сырое вещество	Сбор крахмала, т/га	Содержание нитратов, мг/кг	Товарность, %
1	Фон (контроль)	11,9	2,9	218,3	75,9
2	Фон + ЖУСС-1 0,1%	12,1	3,1	214,4	83,6
3	Фон + ЖУСС-1 0,5%	12,4	3,4	223,1	85,9
4	Фон + ЖУСС-1 1,0%	12,3	3,3	231,7	84,3
5	Фон + ЖУСС-2 0,1%	12,9	4,2	182,4	92,7
6	Фон + ЖУСС-2 0,5%	12,5	3,5	193,6	88,4
7	Фон + ЖУСС-2 1,0%	12,7	3,8	201,2	87,8

Обработка клубней ЖУСС за счет роста урожайности и повышенного содержания крахмала приводила к повышению сборов крахмала с 1 га, в особенности в вариантах ЖУСС-2. Наибольший прирост сбора крахмала по сравнению с контролем на 1,3 т/га (или на 44,8%) обеспечивался при использовании 0,1%-ного раствора ЖУСС-2. В этом варианте также отмечался максимальный уровень товарности продукции – 92,7%.

На основании проведенных исследований по изучению влияния предпосадочной обработки клубней раннего картофеля препаратами ЖУСС при выращивании на выщелоченном черноземе РТ выявлено:

Использование ЖУСС способствовало росту выноса всех микроэлементов на 1 т урожая по сравнению с контролем;

Предпосадочная обработка клубней препаратами ЖУСС стимулировала более раннее образование всходов на 2-3 дня, наступление фаз всходы-бутонизация на 1-2 дня и бутонизация-цветение на 3-4 дня по сравнению с контрольным вариантом.

Применение ЖУСС способствовало увеличению урожайности картофеля по сравнению с контрольным вариантом: в случае ЖУСС-1 прибавка составила 4,9-13,9%, ЖУСС-2 – 18,5-27,0%.

Использование ЖУСС повышало качество продукции: содержание крахмала в клубнях повышалось на 0,2-1,0%, сбор крахмала – на 0,2-1,3 т/га по сравнению с контролем.

Наиболее эффективным препаратом по результатам исследований являлся ЖУСС-2 (медь- и молибденсодержащий состав) при концентрации рабочего раствора 0,1%. Этот способ обработки может быть рекомендован к использованию при выращивании раннего картофеля на выщелоченном черноземе РТ.

Список литературы:

1. Алекина Н.Д. Физиология растений. М.: Академия, 2005. 640 с.
2. Владимиров В.П., Гайнутдинов М.Т., Аппаков В.И. Способы предпосадочной обработки серых лесных почв и продуктивность картофеля // Вестник Казанского университета ГАУ. 2012. №1 (23). С. 115-118.
3. Гайсин И.А., Хисамеева Ф.А. Полифункциональные хелатные микроудобрения. Казань: Медок, 2007. 237 с.
4. Ишкинина Ф.Ф. Продуктивность картофеля в зависимости от фонов минерального питания и способов посадки в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан. Автореф. дисс. канд. с.-х. н. Уфа, 2012.
5. Костин В.И., Исайчев В.И., Исайчев О.В. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных растений. М.: Колос, 2006. 290 с.
6. Российский статистический ежегодник. Москва, 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13
7. Хабилов Н.Н. Эффективность хелатных форм микроудобрений и ридомил МЦ при возделывании картофеля в Лесостепи Поволжья. Дисс. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук. Саранск, 2000. 160 с.
8. Шаронова Н.Л., Гайсин И.А., Хисамутдинов Н.Ш., Ильясов М.М., Газизов Р.Р. Применение хелатных форм микроудобрений в виде препаратов ЖУСС-1 и ЖУСС-2 при выращивании картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 3. С. 42-43.

References:

1. Alekhin N.D. Physiology of plants. M.: Academy, 2005. 640 p.
2. Vladimirov V.P., Gainutdinov M.T., Appakov V.I. Preplant methods of grey forest soil treatment and potatoes productivity // Bulletin of Kazan university GAU. 2012. № 1 (23). Pp. 115-118.
3. Gaisin I.A., Hisameeva F.A. Multifunctional chelated microfertilizers. Kazan: Medok, 2007. 237 p.
4. Ishkinina F.F. The productivity of potato depending on backgrounds mineral nutrition and ways of planting in the conditions of southern steppe of Republic Bashkortostan: abstract of Dissertation. UFA, 2012.
5. Kostin V.I., Isajchev V.I., Isajchev O.V. Elements of a mineral nutrition and growth regulators in the ontogeny of agricultural plants. M.: Kolos, 2006. 290 p.
6. Statistical Yearbook of Russia. Moscow, 2013. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_13
7. Habipov N.N. Efficiency chelated forms of microfertilizers and ridoimil MC for potato cultivation in the forest-steppe of the Volga region: abstract of Dissertation. Saransk, 2000. 160 p.
8. Sharonova N.L., Gaisin I.A., Khisamutdinov N.Sh., Ilyasov M.M., Gazizov R.R. Effective applying of chelated micronutrients for potato cultivation // Achievement sciences and technique APC. 2014. №3. Pp. 42-43.

© 2014, Яппаров А.Х., Рахманова Г.Ф., Шаронова Н.Л.
Оценка эффективности хелатных форм
микроудобрений при выращивании картофеля на
выщелоченном черноземе Республики Татарстан

© 2014, Yapparov A.H., Rakhmanova G.F.,
Sharonova N.L.
The evaluation of the effectiveness of chelate forms
of microfertilizers for growing potatoes on the
leached black soil of the Republic of Tatarstan