

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

К.В. Владимиров, к.с.-х.н., А.А. Лукманов, к.б.н., ЦАС «Татарский», Р.И. Бектимиров, КазГАУ

Приведены результаты содержания тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан. Показано, что их содержание по зонам колеблется достаточно существенно, однако не превышает предельно допустимые нормы. Рассмотрена биологическая эффективность использования микроэлементов и природных регуляторов роста с иммуно – и ростостимулирующей активностью на картофеле. Установлено, что наибольший урожай клубней (30,2 т/га) формировали растения при применении регулятора роста Циркон.

Ключевые слова: картофель, тяжелые металлы, регуляторы роста, жидкий удобритель – стимулирующий состав, урожай.

Среди загрязняющих веществ по масштабам загрязнения и воздействию на биологические объекты особое место занимают тяжелые металлы (ТМ). Многие из них необходимы живым организмам, однако в результате интенсивного атмосферного рассеивания в биосфере и значительной концентрации в почве они становятся токсичными для биоты [1].

Наиболее опасными загрязняющими веществами признаны свинец, кадмий, мышьяк, цинк и др. Примерно 90% тяжелых металлов накапливается в почве, откуда они мигрируют в воду, поглощаются растениями и попадают в пищевые цепи. Металлы свинец, кадмий, цинк и другие способны подавлять наиболее значимые процессы метаболизма, тормозят рост и развитие растений. В малых количествах они входят в состав биологически активных веществ, регулируют процессы жизнедеятельности.

В условиях Республики Татарстан основными источниками поступления тяжелых металлов в почву служат промышленность, энергетика и автотранспорт. В растение с выбросами топливно-энергетического и машиностроительных комплексов поступает значительный поток химических веществ, в том числе и тяжелых металлов. Они большей частью хорошо адсорбируются пахотным слоем почвы, особенно при высоком содержании гумуса и тяжелом гранулометрическом составе. Тенденция к накоплению ТМ в почвах требует постоянного контроля над их содержанием.

Производству экологически безопасной продукции в настоящее время уделяют большое внимание. Само понятие «экологически безопасная сельскохозяйственная продукция» подразумевает право людей употреблять здоровую пищу. Под экологически безопасной сельскохозяйственной продукцией понимают такую продукцию, которая соответствует установленным органолептическим, общегигиеническим, технологическим и токсикологическим нормативам и не оказывает негативного влияния на здоровье человека.

В условиях антропогенного воздействия на окружающую среду улучшение качества производимой сельскохозяйственной продукции – крайне актуальная задача. Поэтому возникает острая необходимость поиска снижения поступления токсикантов в растительную продукцию.

Ряд авторов на основании проведенных исследований в условиях Республики Татарстан отмечают наиболее эффективное снижение накопления меди и свинца в урожае клубней картофеля от внесения извести [5].

В последние годы большое внимание уделяют экологически безопасным препаратам, ускоряющим рост, развитие растений, способным индуцировать у них защитные реакции [6,8,9,10]. Такими препаратами являются регуляторы роста. Их классифицируют по химическому составу, культурам,

влиянию на физиологические процессы растений и др. [4]. По своей природной основе регуляторы роста [7] – безвредные экологически безопасные и высокоэффективные при низких нормах расхода (5-50 мг д.в/га) биологически активные вещества полифункционального действия. Они способны одновременно стимулировать ростовые и генеративные процессы растений и повышать их адаптацию в неблагоприятных условиях среды. Один из таких препаратов Циркон. Действующим веществом препарата является смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемых из растительного сырья. Его препаративная форма – растворимая в воде жидкость, содержащая 0,1 мг д.в/мл ГКК относится к обширному классу фенольных соединений, повсеместно распространенных в растениях [2].

Э.В. Засорина и И.Я. Пигорев [3] изучали действие регуляторов роста на картофеле. Исследования были проведены на 10 сортах картофеля, относящихся к разным группам спелости. Раннеспелые сорта: Жуковский ранний, Красноярский ранний; среднераннеспелые: Невский, Гольдзеген; среднеспелые: Лена, Сокольский; среднепозднеспелые: Астерикс, Зарев и позднеспелые сорта: Ласунак и Осень.

Исследовали клубневые (замачивание посадочных клубней) и листовые (однократное опрыскивание листьев в фазе бутонизации – цветения) регуляторы роста. Эпин, Силк и Циркон испытывали при комплексном использовании. Полученные результаты показали, что применение регуляторов роста способствует росту урожайности (прибавка 1,2-6,8 т/га, или 5,5-27,4% при замачивании клубней; 2,4-9,2 т/га, или 10,9-37,1% при опрыскивании листьев). Лучшие результаты получены по Силку и Циркону среди всех изучаемых регуляторов роста (прибавка 2,8-6,8 т/га при замачивании клубней и 6,0-9,2 т/га при опрыскивании листьев).

Цель наших исследований – определить уровень загрязнения почв солями тяжелых металлов и разработать способы снижения миграционной способности их из почвы в растения на основе использования микроэлементов и регуляторов роста нового поколения.

Основные задачи исследований – сравнительное изучение эффективности комплекса микроэлементов, разных природных и синтетических регуляторов роста, позволяющих одновременно повысить урожай, усилить собственный адаптивный потенциал растений к действию неблагоприятных факторов среды.

Методика. Полевые опыты проводили на серой лесной среднесуглинистой почве в 2008-2011 гг. Содержание гумуса в почве 3,3-3,5%, P_2O_5 – 112-124 мг/кг, K_2O – 162-178, подвижного бора – 0,16-0,19, подвижной меди – 1,84-1,98, подвижного молибдена – 0,06-0,08 мг/кг почвы.

Для посева использовали элитные семена. В опыте изучали раннеспелый сорт Розара. Для посадки отбирали клубни массой 50-80 г. Гребни с междурядьем 75 см нарезали четырехрядной гребнеобразующей фрезой. Протравливание клубней проводили препаратом Максим (0,4 л/т) при посадке. Уход включал фрезерование почвы с нарезкой гребней, обработку гербицидом Зенкор нормой 1,0 кг/га. Против фитофтороза при высоте растений 20 см применяли профилактическую обработку системно-контактным препаратом Ридомил голд МЦ (2,5 кг/га), Ордан (2,5 кг/га), последующие обработки проводили контактными препаратами. Против колорадского жука применяли препараты Моспилан РП (0,03 кг/га), Актара ВДГ (0,06 кг/га).

Предшественник – озимая рожь. Густота посадки 54,2 тыс. клубней на 1 га, глубина посадки 8-10 см. Общая площадь делянки 72 м², учетная – 60 м². Осенняя подготовка почвы включала: лущение стерни дисковыми лущильниками на глубину 6-8 см после уборки предшественника, а через 10-12 дней – вспашку оборотными плугами. Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов последовательное. Предшественник озимую рожь размещали по черному пару, где вносили органические удобрения в дозе 80 т/га и минеральные удобрения (N₈₀P₁₀₀K₁₃₀) рядковым способом весной.

В опыте использовали Никфан: обработку клубней проводили 0,01%-ным рабочим раствором с расходом 10 л/т, вегетативную массу – 0,001%-ным (300 л/га); Эпин: клубни перед посадкой обрабатывали 0,4 %-ным раствором (5 л/т), вегетативную массу опрыскивали 0,02%-ным раствором (300 л/га); Циркон: обработку клубней проводили 0,05%-ным раствором (10 л/т), а растения 0,003%-ным раствором (300 л/га); ЖУСС-2 - клубни обрабатывали 0,5%-ным раствором (10 л/т), растения – 0,2%-ным раствором из расчета 500 л/ га.

Схема опыта:

1. Контроль – без обработки;
2. Обработка клубней перед посадкой препаратом ЖУСС-2;
3. Обработка клубней перед посадкой препаратом Никфан;
4. Обработка клубней перед посадкой препаратом Циркон;
5. Обработка клубней перед посадкой препаратом Эпин;
6. Опрыскивание растений в фазе бутонизации препаратом ЖУСС-2.
7. Опрыскивание растений в фазе бутонизации препаратом Никфан;
8. Опрыскивание растений в фазе бутонизации препаратом Циркон;
9. Опрыскивание растений в фазе бутонизации препаратом Эпин;
10. Обработка клубней + опрыскивание растений препаратом ЖУСС-2;
11. Обработка клубней + опрыскивание растений препаратом Никфан;
12. Обработка клубней + опрыскивание растений препаратом Циркон;
13. Обработка клубней + опрыскивание растений препаратом Эпин.

Результаты и их обсуждение. Обследование почв республики на содержание ТМ показывает, что содержание меди несколько выше в Юго-Восточной (27,4 мг/кг) и Нижнекамско-Набережно-Челнинской (20,4 мг/кг) зонах (табл. 1).

1. Содержание ТМ в пахотном слое почвы, мг/кг (на 01.01. 2013)

Зона	Обследованная площадь, тыс. га	Средневзвешенное содержание тяжелых металлов, мг/кг				
		Медь	Цинк	Свинец	Ртуть	Кадмий
Казанская пригородная	478,5	13,5	33,1	7,3	0,011	0,27
Предкамская	409,2	14,7	33,4	8,1	0,009	0,29
Нижнекамско-Набережно-Челнинская	768,4	20,4	43,7	7,8	0,026	0,23
Юго – Восточная	453,1	27,4	48,4	8,3	0,025	0,15
Закамская	730,1	19,1	40,4	8,8	0,027	0,16
Предволжская	410,1	15,9	36,1	9,1	0,01	0,19
Всего по Республике Татарстан	3249,4	18,5	39,2	8,2	0,018	0,21
ПДК		55	100	32	2,1	3,0

Цинка больше в почвах Юго-Восточной (48,4 м/кг), Нижнекамско-Набережно-Челнинской (43,7 мг/кг) и Закамской (40,4 мг/кг) зонах. Ртуть больше в почвах Закамской (0,027 мг/кг), Нижнекамско-Набережно-Челнинской (0,026 мг/кг) и Юго-Восточной (0,025 мг/кг) зон, а кадмия – в почвах Пред-

камской (0,29 мг/кг), Казанской пригородной (0,27 мг/кг) и Нижнекамско-Набережно-Челнинской (0,23 мг/кг) зон. Следует отметить, что во всех изученных почвах Республики Татарстан содержание меди, цинка, свинца, ртути и кадмия не превышало предельно допустимых концентраций.

Обработка клубней перед посадкой регулятором роста Циркон увеличило урожайность картофеля по сравнению с контрольным вариантом на 3,4 т/га. При применении для обработки клубней жидкого удобрительно-стимулирующего состава ЖУСС-2 и регулятора роста Никфан прибавка к контролю существенно не изменилась и составила 2,4-2,1 т/га. Эффективность опрыскивания растений в фазе бутонизации была выше по сравнению с обработкой клубней перед посадкой и в зависимости от используемого препарата прибавка урожая к контрольному варианту составила 2,8-5,4 т/га. Наибольшая урожайность клубней в среднем за 4 года – 30,2 т/га (прибавка к контролю 7,2 т/га) формировалась при применении регулятора роста Циркон в варианте обработки клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации. Использование препарата ЖУСС-2 для обработки клубней с последующим опрыскиванием во время вегетации обеспечило формирование урожая клубней 28,2 т/га, а регулятора роста Никфан – 28,1, Эпин – 27,1 т/га (табл. 2).

Самый низкий урожай клубней отмечен в контрольном варианте – 23,0 т/га. Обработка клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием в фазе бутонизации увеличивала урожайность на 4,1-7,2 т/га, в варианте обработки клубней перед посадкой – на 1,6-3,4, а при опрыскивании растений в фазе бутонизации – на 2,8-5,4 т/га.

2. Урожайность картофеля в зависимости от применения регуляторов роста, т/га

Вариант опыта	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Средняя	Прибавка к контролю, т/га
Контроль	33,8	24,4	10,2	23,6	23,0	-
<i>Обработка клубней перед посадкой</i>						
ЖУСС-2	36,1	28,3	11,5	25,8	25,4	2,4
Никфан	36,0	28,4	11,1	24,8	25,1	2,1
Циркон	37,7	29,5	11,8	26,6	26,4	3,4
Эпин	35,4	26,7	11,0	25,0	24,6	1,6
<i>Опрыскивание растений в фазе бутонизации</i>						
ЖУСС-2	37,3	30,4	12,9	27,0	26,9	3,9
Никфан	36,5	31,6	12,1	25,9	26,5	3,5
Циркон	38,9	34,6	12,6	27,5	28,4	5,4
Эпин	36,0	29,0	11,8	26,2	25,8	2,8
<i>Обработка клубней + опрыскивание растений</i>						
ЖУСС-2	38,0	32,7	14,2	28,1	28,2	5,2
Никфан	38,2	34,0	13,3	27,0	28,1	5,1
Циркон	39,7	37,4	14,1	29,7	30,2	7,2
Эпин	36,4	31,6	13,1	27,4	27,1	4,1
НСР05	0,55	0,47	0,52	0,50		

Во всех вариантах содержание тяжелых металлов в клубнях было ниже ПДК. Применяемые регуляторы роста снижали их содержание в клубнях независимо от способа их применения. Меньше тяжелых металлов содержали клубни в варианте обработки перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации. При применении Циркона в этом варианте снизилось содержание свинца на 0,12 мг/кг, цинка – на 0,51, меди – на 0,32, мышьяка – на 0,008, кадмия – на 0,004 мг/кг, при обработке Никфаном, соответственно, на 0,08; 0,45; 0,28; 0,008; 0,004 мг/кг. Обработка Эпином снизила содержание свинца на 0,12 мг/кг, цинка – на 0,60, меди – на 0,32, мышьяка – на 0,008, кадмия – на 0,005 мг/кг (табл. 3).

3. Содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста (среднее за 2008-2011 гг.)

Вариант опыта	Pb	Zn	Си	As	Cd
	мг/кг				
Контроль	0,30	3,60	2,31	0,023	0,010
<i>Обработка клубней перед посадкой</i>					
ЖУСС-2	0,23	3,30	2,32	0,017	0,008
Никфан	0,24	3,26	2,13	0,016	0,008
Циркон	0,21	3,23	2,04	0,016	0,009
Эпин	0,20	3,20	1,96	0,015	0,007
<i>Опрыскивание растений в фазе бутонизации</i>					
ЖУСС-2	0,22	3,32	2,34	0,017	0,008
Никфан	0,23	3,32	2,17	0,018	0,009
Циркон	0,21	3,23	2,08	0,017	0,007
Эпин	0,22	3,15	2,08	0,017	0,007
<i>Обработка клубней + опрыскивание растений</i>					
ЖУСС-2	0,19	3,14	2,36	0,015	0,006
Никфан	0,22	3,15	2,03	0,015	0,006
Циркон	0,18	3,09	1,99	0,015	0,006
Эпин	0,18	3,00	1,99	0,015	0,005
ПДК	0,5	10,0	5,0	0,2	0,03

Следовательно, все изучаемые регуляторы роста снижали накопление тяжелых металлов в клубнях картофеля.

В контрольном варианте затраты составили 55,2 тыс. руб/га. Применение регуляторов роста обеспечивало высокие условно чистый доход и уровень рентабельности. В среднем за четыре года в зависимости от варианта их применения чистый доход изменялся от 91,3 до 122,5 тыс. руб., уровень рентабельности – от 162 до 211 %.

Самый высокий (211 %) уровень рентабельности получен в варианте обработки клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации регулятором роста Циркон.

Выводы. Внесение органических удобрений в дозе 80 т/га под предшественник озимую рожь и минеральных удобрений в дозе N₈₀P₁₀₀K₁₃₀ рядковым способом под картофель, а также применение регуляторов роста для обработки клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации повысило урожайность клубней картофеля на 4,1-7,2 т/га.

Наибольшие урожайность (30,2 т/га) и выход товарных

клубней (87,5 %) получены в варианте обработки клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации регулятором роста Циркон.

Обработка клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации регулятором роста Эпин снизила в клубнях картофеля содержание мышьяка по отношению к контрольному варианту на 0,008 мг/кг, свинца – на 0,12, меди – на 0,32, цинка – на 0,60, кадмия – на 0,005 мг/кг; применение Никфана – на 0,008; 0,08; 0,28; 0,45; 0,004 мг/кг, Циркона на 0,008; 0,12; 0,32; 0,51; 0,004 мг/кг.

Условно чистый доход при применении регуляторов роста для обработки клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений во время вегетации составил 104,9-122,5 тыс. руб/га, а уровень рентабельности – 181-211 %. Наибольшие чистый доход – 122,5 тыс. руб/га и уровень рентабельности 211 % получены при обработке клубней перед посадкой с последующим опрыскиванием растений в фазе бутонизации регулятором роста Циркон.

Литература

1. В.А.Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. Агроэкология /Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. - М.: Колос, 2000.- 536 с.
2. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях// М.Н. Запрометов. -М.: Наука, 1993.- 272 с. 3. Засорина Э.В., Пигорев И.Я. Регуляторы роста на картофеле в Центральном Черноземье/ Э.В. Засорина, И.Я. Пигорев// Аграрная наука.-2005.-№ 7.- С.20-22. 4. Защита и карантин растений.- 2008.- № 12.- С. – 54(2). 5. Нуриев С.Ш. Экологическая роль известкования кислых почв в Республике Татарстан /С.Ш. Нуриев, А.А. Лукманов, А.И. Ахтямов, Р.М. Минуллин.// Агрохимический вестник.- 2010.- № 1.- С. 2-4. 6. Постников А.Н. Управление продуктивностью посадок картофеля и качеством урожая с помощью регуляторов роста / А.Н. Постников, О.Б. Осетрова//Достижения науки и техники АПК.- 2009.- № 8.- С. 28-32. 7. Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами/ Л.Д. Прусакова, Н.Н. Малеванная, С.Л. Белоухов, В.В. Вакуленко. // Агрохимия.- № 11.- 2005.- С. 76-86. 8. Свист В.Н. Альтернативные удобрения для картофеля / В.Н. Свист, А.А. Моляко.// Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 3. – С. 31-32. 9. Устименко И.Ф. Эффективность препарата циркон при возделывании картофеля /И.Ф. Устименко, А.Н. Постников//Достижения науки и техники АПК. -2009. – № 4.- С. 38-39. 10. Федотова Л.С. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве/ Л.С. Федотова., А.В. Кравченко., А.Н. Гаврилов.//Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 3 – С. 28-30.

CONTENTS OF HEAVY METALS IN SOILS OF THE TATARSTAN REPUBLIC AND THE ECOLOGICAL ROLE OF PLANT GROWTH REGULATORS AT THE CULTIVATION OF POTATO

K.V. Vladimirov¹, A.A. Lukmanov¹, R.I. Bektimirov²

¹Tatarskii Center of Agricultural Service, ul. Seleksionaya 1a, Kazan, 420059 Republic of Tatarstan, Russia

²Kazan State Agrarian University, ul. Karla Marksa 65, Kazan, 420015 Russia

The contents of heavy metals in some soils of the Tatarstan Republic have been determined. It has been shown that their contents significantly vary among the zones, but they do not exceed the MPCs. The biological efficiency of micronutrients and natural plant growth regulators with immune- and growth-regulating activity for potato has been considered. It has been found that the highest yield of tubers (30.2 t/ha) is obtained at the application of the Zircon plant growth regulator.

Keywords: potato, heavy metals, plant growth regulators, liquid fertilizing-stimulating composition, crop yield.