

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ПОЛЯХ С ВНЕСЕНИЕМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Л. А. ХОРЕНКО, Д. А. ПОСТНИКОВ

Кафедра экологии

Выявлена возможность выращивания семенного картофеля на почвах, загрязнённых внесением осадков сточных вод. В результате применения регуляторов роста 2-ХЭФК и никфана в лучших вариантах коэффициент биологического размножения увеличился до 30%.

За последние десятилетия значительно возросло количество загрязнённых агроценозов, требующих разработки технологий получения на них экологически безопасной продукции. Источниками антропогенного загрязнения почв является промышленность, транспорт, удобрения, осадки сточных вод (ОСВ) и др. ОСВ имеют сложный полиэлементный макро- и микросостав со значительным содержанием органического вещества, азота и зольных элементов, в том числе фосфора и калия, что обуславливает их использование в качестве нетрадиционных органических удобрений [4]. ОСВ широко применяются для рекультивации деградированных ландшафтов, выращивания посадочного материала в лесных и плодовых питомниках, закрепления

грунтов в дорожном строительстве, при озеленении городов и т.д. [2].

Однако в результате применения ОСВ возможно загрязнение верхних горизонтов почв тяжёлыми металлами (ТМ), которые способны мигрировать по трофическим цепям. Почва обладает свойством иммобилизовать определённое количество ТМ, переводя их в недоступные для растений формы. К сожалению, весьма опасен процесс постепенного перехода ТМ из малорастворимых соединений в подвижные, обусловленный разной степенью разложённости органического вещества, при этом в почве образуется постоянный запас подвижных форм ТМ [15].

Одним из способов рекультивации почв является выращивание технических культур без получения из них

продуктов питания и кормов, в которых содержание химических веществ выше ПДК [8].

Учитывая различную способность сельскохозяйственных культур к накоплению ТМ, важным является выращивание устойчивых видов, например, картофеля. В результате вегетационных опытов был составлен следующий ряд растений по снижению устойчивости к Cd, Zn, Pb, Cr, Ni: капуста > картофель (клубни) > корнеплоды моркови и свёклы > кукуруза >> петрушка, укроп, салат и надземные части картофеля и свёклы [10]. Для дальнейшего воспроизводства картофеля представляет интерес изучение способов воздействия на его скрытый биопотенциал регуляторов роста с целью увеличения продуктивности и качества семенного материала на фоне применения ОСВ.

Одним из способов решения этой задачи в семеноводстве может быть использование земель, загрязнённых при многократном применении осадков сточных вод. В получаемой продукции может быть повышена концентрация тяжёлых металлов. Однако в качестве посадочного материала в семеноводческом процессе такие клубни можно с успехом использовать.

Целью нашего исследования было изучение действия химического (2-ХЭФК) и

биологического (никфан) регуляторов роста на рост и развитие растений картофеля, на биологическую продуктивность и структуру урожая. Установлено, что способность клубней к прорастанию зависит от наличия в них ростовых веществ и увеличивается с повышением их содержания [16].

Методика

2-хлорэтилфосфоновая кислота (2-ХЭФК) разлагается в тканях растения с выделением этилена. Ее использовали для воздействия на ростки, расположенные в апикальной части клубня, с целью снятия апикального доминирования. Апикальное доминирование связано с преобладающим размещением активных веществ (ауксинов, гиббереллинов, витаминов и аминокислот) в апикальной части, поэтому почки на средней части клубня развиваются хуже, а на нижней части не развиваются вообще и отмирают [14]. При воздействии на ростки раствором 2-ХЭФК активные вещества в материнском клубне перераспределяются, и клубень прорастает большим числом почек. По данным [1], при обработке посадочных клубней картофеля 34% в. р. 2-ХЭФК выход семенной фракции увеличился на 24,7%.

Для снижения химической нагрузки на агроценоз и

увеличения урожайности картофеля мы использовали биостимулятор никфан (продукт метаболизма грибов-эндофитов). Основное действие биопрепарата основывается на усилении фотосинтеза и ризогенеза растений: повышает микотрофность растений, стимулируются рост корней, их поглотительная способность, обменные процессы [12].

Полевой опыт проводился на опытном участке ВНИПТИОУ, расположенном в Судогодском районе Владимирской обл. Загрязнение полей создавалось внесением термофильно-сброженного осадка сточных вод Владимирского коммуналь-

ного хозяйства. Внесли ОСВ в количестве 100 и 200 т/га в 1998 г. с целью изучения аккумуляции ТМ в компонентах агроценозов. Физико-химические свойства и санитарно-гигиеническая характеристика осадка сточных вод удовлетворяли требованиям к ОСВ. Превысило нормативные требования (в 4 раза) лишь содержание кадмия (табл. 1).

Дерново-подзолистая супесчаная почва опытного поля обладает хорошими агрофизическими свойствами (табл. 2).

Агротехника общепринятая для семеноводческих хозяйств Нечернозёмной зоны. Норма посадки 3,5-4,0 т/га, средняя

Т а б л и ц а 1

Химический состав ОСВ, мг/кг воздушно-сухого вещества
(г. Владимир, 1998)

Показатель	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Fe	Mn	Cd
Валовое содержание, мг/кг	1120	407	11,0	127	3000	34000	627	145
Подвижные формы (ацетатно-аммонийный буфер), мг/кг	79,2	107	0,53	2,4	1215	87,6	106	43,3

Т а б л и ц а 2

Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы

Вариант	Гумус, %	pH _{сол}	H _{гидр}	(Ca+Mg)	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв / 100 г		мг/100 г	
Без ОСВ (контроль)	1,75	6,0	0,75	8,0	21,6	7,3
100т/га ОСВ	1,78	6,3	0,66	8,9	50,3	8,1
200т/га ОСВ	1,89	6,3	0,41	9,2	68,1	9,4

масса посадочных клубней 50-60 г. Длина ростков перед посадкой не превышала 1,5 см. Опыт закладывали в начале второй декады мая методом рендомизированных повторений. Схема посадки 30,70 см, 15 клубней в ряду с направлением рядков с северо-запада на юго-восток. На делянке размером 5,0 ,3,5 м — 75 кустов, в опыте С1125 растений, в расчёте на гектар — 47600. Изучали 5 вариантов на 5 повторностях. Посадку картофеля проводили безгребневым способом с последующими боронованием (до и после всходов) и двукратным окучиванием вручную с образованием гребней. Клубни перед посадкой обрабатывали водными растворами препаратов. Экспозиция обработки 20 мин.

Схема опыта включала 5 вариантов: 1 — контроль клубни, обработанные чистой водой; 2 — 0,01% раствор 2-ХЭФК (1 мл/л воды); 3 — 0,05% раствор 2-ХЭФК (5 мл/л воды); 4 — 0,005% раствор никфана (0,5 мл/л воды); 5 — 0,01% раствор никфана (1 мл/л воды)

Исследования проводились в течение 1999-2000 гг. с мая по сентябрь. Количество осадков и температура в мае обоих годов были значительно ниже нормы, что сильно задержало всходы картофеля. Лето 1999 г. выдалось засушливым и жарким, что

привело к снижению урожая и помешало проявиться действию никфана. А в 2000 г. после пика высоких температур, пришедшегося на II декаду июля, средняя относительная влажность была выше средних многолетних данных до конца вегетации, вызвав обильное развитие фитофторы.

При проведении опытов руководствовались методикой исследований по культуре картофеля (НИИКС, 1967). Учитывали следующие показатели: длительность периода от закладки опыта до начала всходов, даты наступления полных всходов, фазы бутонизации и цветения, начала отмирания ботвы, уборки урожая.

Во время вегетации растений подсчитывали количество стеблей и трижды, во время каждой фазы, измеряли их высоту. Фотосинтетическую поверхность растений определяли методом высечек [7] во время бутонизации и цветения. Эти фазы являются оптимальными для определения ассимиляционной поверхности листьев, так как к моменту бутонизации растение сформировывается на 70-75%, а во время фазы цветения листовая пластинка максимально развита.

Дважды проводили обработку от колорадского жука 2% к. э. децис с помощью оп-

рыскивателя АОП-3. Учитывали урожай и анализировали его структуры: массу клубней с куста, количество клубней с куста, фракционный состав клубней и среднюю массу фракции.

Отбирали образцы почв до закладки опыта и после уборки урожая с делянок с разным содержанием ОСВ. По вариантам отбирали средние образцы клубней картофеля для микроэлементного анализа. Для изучения последствий препаратов закладывали семенной материал на хранение. Провели анализ отобранных образцов почвы и растений на содержание тяжёлых металлов. Содержание в почвенных и растительных образцах тяжёлых металлов определяли в лаборатории НИЭС (Независимый институт экспертизы и сертификации) [8] на атомно-абсорбционном спектрофотометре С-115, ртуть — на анализаторе «Юлия-2 М».

Полученные результаты измерений подвергли статистической обработке методами дисперсионного и корреляционного анализа с помощью программы «Straz».

Результаты

При наблюдении за развитием картофеля нами не было отмечено различий в длительности прохождения фаз по вариантам, лишь несколько задерживались

всходы картофеля, обработанные 0,05% 2-ХЭФК. Проявилось действие этилена, ингибирующего ауксин. Выравнивание межфазных периодов по фонам (участкам почвы с разным количеством ОСВ) показывает, что токсического действия на растения от внесения ОСВ не произошло. Напротив, на полях с внесением ОСВ было отмечено более мощное развитие кустов картофеля, чем на контрольных делянках.

Данные о влиянии изучаемых факторов (ОСВ и препаратов) на линейные размеры и число стеблей приведены в табл. 3. Так, при обработке клубней 2-ХЭФК и никфаном увеличилось число стеблей на всех фонах. Отсутствие прироста отмечено на делянках без внесения ОСВ в результате обработки 0,005% никфаном клубней картофеля, так как доза препарата была слишком занижена. Наибольшее увеличение числа стеблей обнаружено от применения 0,05% 2-ХЭФК. На участках без внесения ОСВ показатель увеличился на 25%, при внесении 100 т/га — на 24%, а 200 т/га — на 35%. Это, видимо, связано с тем, что предпосадочная обработка клубней 2-ХЭФК способствует пробуждению и стимуляции дополнительных ростовых почек латерального расположения, ингибируя апикаль-

Т а б л и ц а

Линейные размеры и число стеблей (среднее за 2 года)
(ВНИПТИОУ, 1999-2000 г.)

Вариант	Фаза полных всходов		Фаза бутонизации		Фаза цветения		Число стеблей	
	h см	% к контр.	h см	% к контр.	h см	% к контр.	шт.	% к контр.
<i>Без внесения ОСВ</i>								
1	11,6	100	24,4	100	43,5	100	3,4	100
2	12,1	104	22,3	92	44,8	103	3,6	104
3	10,7	92	21,7	89	41,6	96	4,3	125
4	14,0	121	23,3	96	43,0	99	3,4	98
5	13,2	114	22,3	91	43,2	99	3,8	110
<i>С внесением ОСВ 100 т/га</i>								
1	12,6	100	26,7	100	48,1	100	3,5	100
2	15,2	121	27,3	102	47,4	99	4,2	119
3	12,4	98	25,9	97	45,0	94	4,4	124
4	12,5	99	26,2	98	45,3	94	3,6	103
5	12,3	98	27,7	104	47,0	98	4,2	120
<i>С внесением ОСВ 200 т/га</i>								
1	12,0	100	27,7	100	49,3	100	3,3	100
2	13,6	113	27,8	100	50,9	103	4,2	127
3	12,2	102	25,2	91	46,3	94	4,5	135
4	12,5	104	26,4	96	48,0	98	3,6	107
5	13,6	113	26,8	97	50,1	102	3,5	106

ное доминирование. После прекращения действия 2-ХЭФК рост верхушечных почек возобновился. При использовании никфана также увеличилось число стеблей, правда, незначительно, на 5-20%. Рост числа стеблей отмечался и другими исследователями [12].

Что касается линейных размеров стеблей растений картофеля, то наибольшее влияние препараты оказывали в начале роста, в фазу полных всходов. Действие грибов-симбионтов на расте-

ния, обработанные никфаном, активизировало ростовые процессы картофеля. В клубнях разлагался быстрее 0,01% 2-ХЭФК, чем 0,05%, и высота стеблей была выше на полях с внесением осадков на 13-22% во 2-м варианте.

Ко времени бутонизации затормаживающее действие 2-ХЭФК ослабевало и рост стеблей выравнивался. Наиболее сильные последствия ингибирования роста проявились в 3-м варианте, отставание в росте наблюдалось

в среднем 10%. К моменту цветения это отношение сохранялось на всех фонах. Сокращение линейных размеров отмечалось и ранее [13], при этом возрастала устойчивость растений к полеганию и улучшалась освещённость листьев всех ярусов, что в дальнейшем положительно влияло на биологическую продуктивность при формировании клубней нового урожая.

Высота растений, обработанных никфаном, в период бутонизации и цветения варьировала незначительно (1-5%). Однако кусты имели более развитый фотосинте-

тический аппарат (табл. 4), что, в свою очередь, положительно влияло на размеры клубней будущего урожая.

Во время бутонизации на почвах с различным уровнем загрязнения ОСВ было отмечено увеличение площади листовой поверхности от применения препаратов. Наибольшая площадь была в 3-м варианте при внесении 100 т/га ОСВ (122%), что связано с увеличением числа стеблей опытных растений на 24% по сравнению с контролем. На почве без внесения ОСВ применение 0.01% 2-ХЭФК привело к незначительному сни-

Т а б л и ц а 4

Ассимиляционная площадь листьев с 1-го куста
(ВНИПТИОУ, среднее за 1999-2000 гг.)

Вариант	Фаза бутонизации		Фаза цветения	
	S м ²	% к контр.	S м ²	% к контр.
<i>Без внесения ОСВ</i>				
1 — контроль	0,202	100	0,315	100
2 — 2-ХЭФК 0,01%	0,195	96	0,306	97
3 — 2-ХЭФК 0,05%	0,202	100	0,338	107
4 — никфан 0,005%	0,224	110	0,357	113
5 — никфан 0,01%	0,212	105	0,293	93
<i>С внесением ОСВ 100 т/га</i>				
1 — контроль	0,225	100	0,321	100
2 — 2-ХЭФК 0,01%	0,239	106	0,294	92
3 — 2-ХЭФК 0,05%	0,274	122	0,359	112
4 — никфан 0,005%	0,265	118	0,313	97
5 — никфан 0,01%	0,264	118	0,351	109
<i>С внесением ОСВ 200 т/га</i>				
1 — контроль	0,227	100	0,322	100
2 — 2-ХЭФК 0,01%	0,261	115	0,413	128
3 — 2-ХЭФК 0,05%	0,229	101	0,419	130
4 — никфан 0,005%	0,247	109	0,361	112
5 — никфан 0,01%	0,270	119	0,401	125

жению листовой поверхности, что, однако, не повлияло на продуктивность картофеля.

В фазу цветения выявилось преобладающее действие 0,05% 2-ХЭФК, особенно на поле при внесении 200 т/га ОСВ. Вероятно, действие экзогенного этилена изменило гормональный баланс, повлиявший на образование более мощного фотосинтетического аппарата растений. Применение 2-ХЭФК в концентрации 0,01% на фоне высокой дозы ОСВ не дало явного увеличения листовой поверхности.

Заметное увеличение площади фотосинтетической поверхности от применения 2-ХЭФК связано с образованием в тканях растений этилена при разложении 2-хлорэтилфосфоновой кислоты. Этилен изменяет направление роста клеток с продольного на поперечное, в результате чего происходит утолщение листьев и стеблей и образуется большая вегетативная масса растений [11]. Причём на почвах с ОСВ кусты были мощнее, чем на чистом участке. Ассимиляционная площадь листовой поверхности у растений обработанных никфаном, отличалась незначительно, но лучшие результаты были получены при 0,01% раствора, что и соответствует рекомендациям по применению никфана.

Оба препарата способствовали увеличению биологической продуктивности растений картофеля (табл. 5 и 6).

Их действие наиболее проявилось на опытном поле без внесения ОСВ. За два года была отмечена существенная прибавка общего урожая с куста в 3-м варианте — на 22% в 1999 г. и на 44 % в 2000 г., а во 2-м — на 30% по отношению к контролю (табл. 6). Этот результат значительно лучше, чем на высоких агрофонах, что объясняется, вероятно, реакцией растений картофеля на исследуемые препараты при недостатке в почве питательных макро- и микроэлементов и органического вещества.

Влияние никфана на продуктивность было несущественно, менее чем на 10% независимо от концентрации в 1999 г., т. к. засушливая и жаркая погода не позволила развиваться грибам-симбионтам на корневой системе картофеля вне зависимости от внесения ОСВ. Коэффициент биологического размножения существенно вырос лишь в результате применения 0,05% 2-ХЭФК (на 26%) независимо от дозы ОСВ за счёт увеличения семенной фракции. Аналогично изменялся коэффициент и в 2000 г. Он вырос в среднем на 5%, с типичным для этого препарата ростом крупной фракции.

Т а б л и ц а 5

**Биологическая продуктивность и структура урожая картофеля
в зависимости от применяемых препаратов (фактор А)
и доз ОСВ (фактор В)**

Вариант	т куста, г	% к контр.	Число клуб., шт.	% к контр.	По фракциям, шт/куст		
					<30 г	31- 80 г	>81 г
<i>Без внесения ОСВ</i>							
1 — контроль	426	—	7,9	—	1,9	5,5	0,5
2 — 2-ХЭФК 0,01%	481	113	8,3	106	2,0	5,0	1,3
3 — 2-ХЭФК 0,05%	518	122	9,9	126	2,9	6,2	0,8
4 — никфан 0,005%	445	104	8,2	105	2,2	5,4	0,6
5 — никфан 0,01%	458	108	8,6	110	3,0	4,6	1,0
<i>С внесением ОСВ 100 т/га</i>							
1 — контроль	544	—	7,9	—	1,7	4,4	1,8
2 — 2-ХЭФК 0,01%	559	103	8,6	108	2,1	4,6	1,9
3 — 2-ХЭФК 0,05%	584	107	9,8	123	2,6	5,7	1,5
4 — никфан 0,005%	570	105	8,1	103	1,2	4,9	2,0
5 — никфан 0,01%	578	106	8,3	104	1,4	5,2	1,7
<i>С внесением ОСВ 200 т/га</i>							
1 — контроль	642	—	8,2	—	1,2	4,7	2,3
2 — 2-ХЭФК 0,01%	687	107	8,6	107	1,6	4,5	2,5
3 — 2-ХЭФК 0,05%	734	114	10,5	130	2,1	6,3	2,1
4 — никфан 0,005%	661	103	8,4	104	1,4	4,4	2,6
5 — никфан 0,01%	675	105	8,7	108	1,2	4,6	2,9

Примечание. По числу клубней НСР₀₆ для А — 0,3 шт, для В — 0,38 шт, для частных различий — 0,66 шт; по массе клубней — соответственно 16 г, 20 г и 36 г.

Анализируя воздействие препаратов в 2000 г. на поле с внесением 100 т/га ОСВ, можно убедиться, что при выравненном увеличении продуктивности растений 2-ХЭФК даёт прибавку семенной фракции на 20% (3-й вар.). Ингибирующее действие этилена не сказалось на снижении урожая, т. к. нами был обработан посадочный картофель, и к мо-

менту активного клубнеобразования, приходящегося на фазы бутонизации и цветения, этилен полностью разложился.

Традиционное опрыскивание 2-ХЭФК растений в фазе полных всходов и бутонизации вполне может дать снижение урожая, мелкие уродливые клубни и остаточное количество препарата в товаре, что было

Т а б л и ц а

**Биологическая продуктивность и структура урожая
картофеля в зависимости от применяемых препаратов
(фактор А) и доз ОСВ (фактор В) 2000 г.**

Вариант	т куста, г	% к контр.	Число клуб., шт.	% к контр.	По фракциям, шт/куст		
					<30 г	31- 80 г	>81 г
<i>Без внесения ОСВ</i>							
1 — контроль	396	—	6,6	—	2,1	3,2	1,3
2 — 2-ХЭФК 0,01%	515	130	7,8	118	1,8	3,9	2,1
3 — 2-ХЭФК 0,05%	572	144	8,3	125	1,5	4,2	2,6
4 — никфан 0,005%	457	115	7,1	107	1,9	3,4	1,8
5 — никфан 0,01%	490	123	6,9	104	1,6	3,3	2,0
<i>С внесением ОСВ 100 т/га</i>							
1 — контроль	512	—	7,0	—	1,9	3,4	1,7
2 — 2-ХЭФК 0,01%	606	118	8,7	124	2,5	3,9	2,3
3 — 2-ХЭФК 0,05%	626	122	8,8	126	2,1	4,1	2,6
4 — никфан 0,005%	599	117	7,6	108	1,7	3,1	2,8
5 — никфан 0,01%	614	120	7,8	111	1,9	3,2	2,7
<i>С внесением ОСВ 200 т/га</i>							
1 — контроль	734	—	8,4	—	1,4	3,5	3,5
2 — 2-ХЭФК 0,01%	760	103	10,4	124	2,6	4,2	3,6
3 — 2-ХЭФК 0,05%	795	108	10,7	127	2,5	4,5	3,7
4 — никфан 0,005%	757	103	8,8	105	1,3	3,9	3,6
5 — никфан 0,01%	781	106	8,8	105	1,6	3,5	3,7

Примечание. По числу клубней НСР₀₅ для А — 0,26 шт, для В — 0,34 шт, для частных различий — 0,6 шт; по массе клубней — соответственно 21 г, 28 г и 48 г.

отмечено некоторыми исследователями [6; 3; 5]. Результаты опыта показали, что нам удалось избежать отрицательного воздействия синтетического ингибитора на полученный урожай.

Неплохие результаты получены и от биостимулятора никфан на фоне 100 т/га, это объясняется улучшением действия препарата на почвах с хорошими агрофизическими

свойствами, что подчёркивается в рекомендациях по его применению. Симбиотические грибы, зарождающиеся на корнях растения после обработки никфаном, являясь дополнительным источником азота для растения, способствуют наращиванию большой массы отдельных клубней, почти не увеличивая их количество. Прибавление веса клубней в гнезде картофеля

идёт в основном за счёт крупных фракций и за счёт уменьшения технически непригодного картофеля <30 г в 4-м и 5-м вариантах (табл. 5 и 6).

На самом высоком агрофоне (200 т/га ОСВ) менее всего заметно действие препаратов: повышение урожая картофеля составило в среднем 5%. Хотя, по-прежнему, наблюдается увеличение числа клубней семенной фракции в вариантах с применением 2-ХЭФК (на 25%). Анализ корреляционной зависимости между количеством стеблей и продуктивностью растений картофеля показал, что связь существенна и составила на чистом фоне $r = 0,65$, на 200 т/га $r = 0,52$.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта показали, что различие по вариантам с учётом НСР₀₅ существенно, а сам опыт достоверен. В итоге мы убедились, что лучшие результаты по препаратам получаются в вариантах, где их концентрация составляет 0,05% по 2-ХЭФК и 0,01% по никфану.

Наибольший выход семенного картофеля получен при применении 2-ХЭФК: он способствует формированию структуры урожая даже при предпосадочной обработке. Это подтверждает нашу гипотезу и даёт возможность рекомендовать 2-ХЭФК для

производственного использования.

Содержание тяжёлых металлов в опытных растениях и почве. Сравнение результатов о содержании ТМ в исследуемой почве со шкалой экологического нормирования валового содержания ТМ для почв [9] показало, что уровень содержания в почве Со и Нq низкий, Zn и Си — средний. В нашем опыте изначально отмечалось высокое содержание Cd в почве, а после внесения 100 т/га ОСВ его уровень превышал ПДК в 1,7раза, а при внесении 200 т/га — в 3 раза (табл. 7). Повышенное содержание Cd в почвах опасно вследствие его более высокой подвижности по сравнению с другими металлами, а также способности поглощаться растениями.

При анализе растительных образцов было обнаружено, что уровень Cd превышал ПДК в 5 раз, а содержание остальных ТМ — в норме. Такую же закономерность отмечают исследователи МГУ [10], изучавшие различные культуры при выращивании их на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах. Картофель оказался одной из самых устойчивых культур, только Cd накапливался выше допустимой концентрации. Кадмий относится к группе медленно выводимых из организма человека эле-

**Влияние ОСВ на валовое содержание ТМ в почве
и накопление в клубнях картофеля, мг/кг сухого вещества**

ТМ	Вариант	Почва			Растения		
		1999 г.	2000 г.	ПДК	1999 г.	2000 г.	ПДК
Pb	1	9,0	9,0		0,44	0,38	
	2	13,2	13,0	32,0	0,67	0,59	2,5
	3	13,5	13,6		1,19	0,86	
HCP ₀₅		0,6	0,7		0,2	0,2	
Cd	1	1,6	1,5		0,21	0,14	
	2	3,3	3,0	2,0	0,38	0,27	0,15
	3	5,5	5,2		0,45	0,29	
HCP ₀₅		0,5	0,7		0,1	0,05	
Cu	1	20,2	19,0		4,81	4,58	
	2	42,0	41,2	132	5,36	5,11	25
	3	57,0	56,2		6,58	5,93	
HCP ₀₅		7,9	7,6		0,46	0,38	
Zn	1	62,5	61,8		28,1	14,8	
	2	102	90,7	220	33,4	18,0	50
	3	163	141		40,3	23,5	
HCP ₀₅		10,3	8,4		5,2	3,1	
Ni	1	14,0	13,8		0,77	0,75	
	2	18,2	17,0	80	1,14	0,90	2,5
	3	30,1	29,2		1,50	1,26	
HCP ₀₅		1,2	1,4		0,2	0,15	
Co	1	5,3	5,3		0,25	0,20	
	2	7,0	6,8	100	0,35	0,26	1,0
	3	8,4	8,4		0,41	0,39	
HCP ₀₅		0,6	0,5		0,1	0,1	
Hg	1	0,04	0,03		0,01	0,008	
	2	0,08	0,07	2,1	0,01	0,010	0,1
	3	0,09	0,08		0,02	0,012	
HCP ₀₅		0,01	0,01		0,01	0,005	

Примечание. 1 — почва без внесения ОСВ, 2 — почва с внесением 100 т/га ОСВ, 3 — почва с внесением 200 т/га ОСВ.

ментов, отчего вероятность «кумулятивного эффекта» становится высокой [4].

Препараты на аккумуляцию ТМ растениями выраженного

действия не оказали, имеющиеся различия — в пределах ошибки. В среднем на максимально загрязнённой почве накопление ТМ в тканях ра-

стений повышалось в 2 раза. Несмотря на увеличенную вдвое дозу ОСВ, в клубнях картофеля концентрация ТМ выросла незначительно благодаря наличию в растительном организме механизмов неспецифической природы, препятствующих поступлению избыточных ТМ в органы запаса [9].

Поэтому в случае необходимости на загрязнённых почвах безопаснее выращивать культуры, у которых в пищу человека или на корм скоту используются органы запаса ассимилянтов. И, напротив, возделывание в этих условиях зеленных овощей, кормовых трав, кукурузы на силос, ржи или овса на зелёный корм может оказаться опасным с санитарно- или ветеринарно-гигиенической нормы [4]. В случае же загрязнения продукции рекомендуется её использовать на технические цели или в качестве посевного материала.

Выводы

1. Выявлено увеличение урожая картофеля на 44% без внесения ОСВ при применении 2-ХЭФК в концентрации 0,05%, в основном за счёт семенной фракции.

2. Никфан способствовал увеличению продуктивности растений картофеля на 23%, но на почвах, содержащих ОСВ, использование его неэффективно.

3. При выращивании картофеля на почвах, загрязнённых ОСВ не более 200 т/га токсикологический эффект от тяжёлых металлов отсутствует.

4. При оценке агроэкологической характеристики почв установлено, что внесение 200 т/га ОСВ привело к загрязнению почв и клубней картофеля Cd выше ПДК.

5. Выращивание картофеля на загрязнённых ОСВ почвах возможно только на семена и на технические цели, например, спирт.

6. Полученные данные дают основание для проведения производственных испытаний препаратов из группы этиленпродуцентов для стимуляции ростовых процессов материнского клубня как нетрадиционного приема в семеноводстве картофеля на техногенно загрязнённых почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аболинь М. В.* Влияние ретардантов на выход клубней семенного материала картофеля. — Сб. науч. трудов. — Горки, 1989, с. 50-56. — 2. *Бардина Л. А.* Агроэкологические аспекты использования осадков коммунальных стоков в качестве мелиорантов почв. — Автореф. канд. дис. С.-Пб., 1994. — 3. *Деева В. П., Шелег З. И.* Регуляторы роста и урожай. Минск: Наука и техника, 1985. — 4. *Ильин В. Б.* Тяжё-

- лые металлы в системе почва — растение. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1991. — 5. *Кононученко Н. В. и др.* Применение микроэлементов и регуляторов роста в картофелеводстве. Минск: Ураджай, 1987. — 6. *Копова Л. С.* Продуктивность картофеля в зависимости от способов обработки кампозаном и интенсификация системы земледелия Калининской области. — Сб. науч. трудов. М., 1986, с. 16-21. — 7. Методика полевого опыта / Под ред. Найдина. М.: Сельхозгиз, 1959. — 8. Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. — 9. Обухов А. И. Ефремова Л. Л. Охрана и рекультивация почв, загрязнённых тяжёлыми металлами. — Материалы 2-й Всесоюз. конф. 28-30 декабря 1987 г., ч. 2. М., 1988, с. 23-35. — 10. *Плеханова И. О., Кутукова Ю. Д., Обухов А. И.* Накопление тяжёлых металлов сельскохозяйственными растениями при внесении ОСВ. — Почвоведение, 1995, № 12, с. 15-36. 11. *Полевой В. В.* Физиология растений. М.: Высш. шк., 1989. — 12. *Попова Л. Д., Жуков К. А.* Влияние препарата никфан на рост, развитие и продуктивность картофеля. — Биологический азот в растениеводстве. М.: Изд-во МСХА, 1996. — 13. *Постников А. Н. Васягина Е. В.* Рост, развитие и продуктивность семенных посадок картофеля при обработке растений ХЭФК на разных фонах питания. — Изв. ТСХА, 1988. — вып. 4, с. 25-31. — 14. *Постников Д. А., Изюлов М. Ю. и др.* Нетрадиционные способы повышения биопроductивности картофеля. — Докл. ТСХА, вып. 266, с. 33-39. — 15. *Садовникова Л. К., Касатиков В. А.* Влияние осадка сточных вод и извести на подвижность соединений тяжёлых металлов в дерново-подзолистой почве. — Агрохимия, 1995, № 6, с. 81-87. — 16. *Серебренников В. С.* Перспектива и эффективность применения химических и физических регуляторов роста в картофелеводстве. М.: ВНИИТЭИСХ, 1986.

*Статья поступила
4 марта 2002 г.*

SUMMARY

The effect of growth regulators on development of seed potato grown on fields was studied for two years, precipitations of sewage were introduced. It has been found that it is possible to grow seed potato on soils contaminated with precipitation of sewage. Application of 2-kh EFK growth regulators and hicfanin best variants favours increase in coefficient of biological reproduction up to 30%.