

УДК 631.95.118

## ФИТОСАНИТАРНОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ ЗЕРНОВЫХ И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ

Семененко С.Я., Белицкая М.Н., Лихолетов С.М.

*ГНУ «Поволжский НИИ эколого-мелиоративных технологий» Россельхозакадемии, Волгоград, e-mail: pniiemt@vistcom.ru*

Показана возможность использования электрохимически активированной воды (в виде анолита и католита) для повышения урожайности зерновых и овощных (картофеля) культур и улучшения фитосанитарной ситуации с помощью модуля активации оросительной воды. Наиболее энтомоцидным действием в отношении пшеничного трипса обладал анолит с окислительно-восстановительным потенциалом +600 и +900 мВ. Католит с ОВП – 700 мВ способствовал увеличению всхожести до 96%. Хороший результат в борьбе против колорадского жука давала предпосевная обработка клубней картофеля вначале анолитом, а потом католитом. Заселенность кустов колорадским жуком и проволочником снизилась на 37–83%. Наиболее эффективно в плане оптимизации фитосанитарного состояния посевов сочетание предпосевной обработки семян с последующим опрыскиванием стеблей католитом или анолитом.

**Ключевые слова:** электрохимически активированная вода, урожайность зерновых и овощных культур, инсектициды, вредители зерна и картофеля, колорадский жук

## PHYTOSANITARY IMPROVEMENT OF GRAIN AND VEGETABLE CROPS USING ELECTROCHEMICALLY ACTIVATED WATER

Semenenko S.Y., Belitskaya M.N., Liholetoy S.M.

*State Scientific Research Povolzhsky Ecological-Meliorative Technology Institute, Volgograd, e-mail: pniiemt@vistcom.ru*

We have study the possibility of using electrochemically activated water (in the form of anolyte and catholyte) to increase the yield of the winter wheat and vegetable (potatoes) crops and improve the phytosanitary situation using the special module of activation for the irrigation water. The most entomocidic effect for wheat thrips possessed anolyte with redox potential +600 and +900 mV. It is estimated that the catholyte with redox potential of –700 mV can increase the germination of grain the winter wheat up to 96%. We received a good results against the Colorado potato beetles when we gave presowing the potatoes tubers at first with the anolyte and then with the catholyte. The population density of bushes bugs of the Colorado and bugs of the provolochnik were fell up to 37–83%. The most effectively results we obtained in terms of optimizing the phytosanitary state by using the combination of presowing seed followed by spraying the stebles toy with catholyte or anolyte.

**Keywords:** electrochemically activated water, cereal and vegetable crops, insecticides, pests of grain and potatoes, Colorado potato beetle, bug provolochnik

Климатические условия Волгоградской области не располагают к стабильному получению высоких урожаев зерна и картофеля. Учитывая важную роль воды в жизни животного и растительного мира на Земле, мы создали из недорогостоящих и экологически допустимых материалов установку для электрохимической активации оросительной воды и разработали современные методы повышения её биологических свойств [2, 3, 4, 5]. Ране было установлено многими авторами, что электрохимически активированная (ЭХА) вода может использоваться в сельском хозяйстве для повышения всхожести и энергии прорастания семян. Основоположником в разработках системы электроактивации растворов и их применения в различных отраслях народного хозяйства является В.М. Бахир [1].

Мы провели исследование возможности применения ЭХА воды для фитосанитарного оздоровления зерновых и овощных (картофель) культур. Действию ЭХА

воды были подвергнуты семена, а также вегетирующие растения озимой пшеницы в период «кущение – трубкование». Определяли эффективность предпосевной обработки семян ЭХА водой следующего качества: католит рН 9,4...10,0, ОВП от –300 до –400 мВ; анолит рН 6,3...6,5, ОВП от +500 до +600 мВ. Контролем служила природная вода рН 7,3...7,5 с ОВП от +250 до +280 мВ. Расход рабочей жидкости составлял 8 л на 1 т семян.

До начала посевной кампании в лабораторных условиях оценивали влияние анолита и католита на семенную инфекцию. В течение периода вегетации осуществляли наблюдения за влиянием предпосевной обработки семян на развитие растений, поражённостью их болезнями, устанавливали численность вредителей по вариантам.

С целью изучения влияния ЭХА воды на семена проводили следующие опыты. Всхожесть семян пшеницы определяли согласно ГОСТ 12038–84. Три пробы по 30–40 семян

в каждой проращивали рулонным методом. При учете всхожести отдельно подсчитывали нормально проросшие и невсхожие семена. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов определения всхожести всех проанализированных проб.

Действие ЭХА растворов на биоту устанавливалось также при некорневой обработке (опрыскивании) посевов с расходом 200 л/га. Для этого использовали анолит рН 6,3...6,5, с ОВП +500 мВ до +900 мВ и католит рН 9,4...10,0, с ОВП – 300 мВ.

В ходе исследовательских работ нами проведен поисковый эксперимент по изысканию возможности подавления возбудителей инфекционных заболеваний за счет

применения ЭХА жидких систем. На первом этапе их действие на семенную инфекцию оценивали в лабораторных условиях. При этом обработанные ЭХА водой семена высевались на питательную среду. Контролем служили семена, обработанные природной водой. Результаты микробиологического анализа показали, что независимо от степени и режима активации ЭХА водных растворов, они оказывали угнетающее действие на семенную инфекцию. Зараженность семян патогенами снижалась вплоть до полной гибели возбудителей болезней. Отмечено, что величина редокс-потенциала водных растворов сказывается на обилии семенной инфекции (табл. 1).

**Таблица 1**

Влияние обработки электрохимически активированной водой на семенную инфекцию (число колоний на 100 семян на 5 и 7 дни)

Вариант/ культура	Helminthosporium		Alternaria		Прочие	
	5-й	7-й	5-й	7-й	5-й	7-й
Контроль	6	42	4	28	2	16
Анолит, ОВП +400 мВ	3	4	2	8	-	-
Анолит, ОВП +500 мВ	2	4	2	6	1	1
Анолит, ОВП +600 мВ	2	3	2	3	-	2
Анолит, ОВП +700 мВ	4	4	4	4	-	4
Католит, ОВП –300 мВ	3	4	2	4	-	4
Католит, ОВП –400 мВ	4	9	4	8	-	2
Католит, ОВП –500 мВ	4	10	4	8	1	3
Католит, ОВП –600 мВ	-	-	-	-	-	6
Католит, ОВП –700 мВ	-	-	-	-	1	4

Среди заселяющих зерно озимой пшеницы патогенов в период наших исследований доминировали грибы родов *Helminthosporium* и *Alternaria*. Наиболее эффективным в плане подавления этих патогенов оказался анолит с ОВП +600 мВ. Как показали наблюдения, применение ЭХА воды для предпосевной обработки семян оказывает позитивное влияние на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в течение всего вегетационного периода (табл. 2).

Весной наблюдалось поражение септориозом в начале вегетации растений, проявляющееся в образовании на них небольшого числа некротических пятен. В дальнейшем на всех опытных вариантах развитие патогена резко снизилось.

Особенно эффективными ЭХА растворами (независимо от величины редокс-потенциала) оказались в борьбе с ржавчинными заболеваниями. Так, при использовании католита количество пораженных растений оказалось в 2,0–2,9 раза меньше, нежели на

контрольном варианте. Еще более эффективное действие в отношении ржавчинной инфекции показал анолит – интенсивность развития заболевания в опыте сократилась в 3,1–4,0 раза. Влияние ЭХА воды при предпосевной обработке семян на такие болезни как мучнистая роса и бактериоз колоса несколько менее выражено, но не менее эффективно. Количество инфицированных растений в опыте сократилось при использовании католита в 1,6 и 1,8 раза, анолита в 2,8 и 2,6 раза по каждому виду заболевания, соответственно.

Наблюдение по влиянию ЭХА воды на динамику патогенной микрофлоры в посевах озимой пшеницы показало, что распространение развития болезней растений на опытных вариантах изменяется по фазам данной зерновой культуры. Инфицирование растений фитопатогенами начинается в последней декаде апреля. В фазу кущения хорошо заметны признаки поражения растений мучнистой росой, возбудители которой вирулентны в течение всего вегетационного

периода – от появления всходов до восковой спелости зерна. Этому способствует быстрое распространение гриба в виде конидий и широкий интервал его температурного оптимума. На контроле пик вредоносности этого

патогена в исследуемый период пришелся на фазу колошения, после чего наблюдалось падение уровня развития инфекции. Особенно ярко это проявилось при достижении температуры воздуха 30°C и выше.

Таблица 2

Влияние разных способов применения ЭХА воды на фитопатологическое состояние посевов озимой пшеницы

Вариант	Интенсивность развития болезней, %			
	Мучнистая роса	Ржавчина	Бактериоз колоса	Гельминтоспориозно-фузариозная гниль
Предпосевная обработка семян				
Контроль	19,9	15,8	11,2	1,2
Католит, ОВП –300 мВ	12,4	6,4	5,9	0,5
Анолит, ОВП +500 мВ	7,0	4,6	4,3	0,3
Опрыскивание посевов				
Католит, ОВП –300 мВ	16,4	14,7	7,4	0,7
Анолит (ОВП +500 мВ)	12,1	9,3	8,1	0,8
Предпосевная обработка семян + Опрыскивание посевов				
Анолит, ОВП +500 мВ /Анолит, ОВП +500 мВ	5,2	3,9	4,1	0,3

Другие вредители неоднозначно реагируют на применение ЭХА водных растворов. Так, подавлению численности хлебных блошек в большей степени способствует католит, а злаковых мух – анолит. В то же время действие анолита на сосущих вредителей (вредная черепашка, пшеничный трипс) практически не отличается от такового католита.

Помимо предпосевной обработки семян ЭХА вода оказывает определенное ингибирующее воздействие на развитие вредителей, повреждающих растения в период вегетации, и при опрыскивании посевов. При проведении экспериментальных работ оценивали влияние на численность пшеничного трипса некорневой обработки посевов озимой пшеницы анолитом с разной степенью активации от +500 до +900 мВ. Опрыскивание посевов выполняли в начале фазы трубкования.

Результаты эксперимента свидетельствуют, что характер влияния анолита на численность и развитие пшеничного трипса зависит от величины ОВП раствора. Сравнительные испытания позволили установить, что энтомоцидным действием в отношении пшеничного трипса обладают растворы со степенью активации от +800 до +900 мВ. Применение таких растворов для некорневой обработки посевов способствовало снижению плотности вредителя почти в три раза относительно контроля. При этом изменение числа особей трипса в колосе

происходило за счет личинок (почти в три раза). Количество взрослых насекомых на опытных вариантах колебалось на уровне 0,7–1,0, что практически соответствовало таковому в контроле. Исключением явился вариант, обработанный анолитом с ОВП +500, где число имаго в 1,8–2,2 раза превышало контроль. Таким образом, под влиянием растворов с ОВП +800...+900 мВ уменьшается численность и изменяется половая структура популяции пшеничного трипса (табл. 3).

Из других хозяйственно опасных вредителей растворы анолита оказывают отрицательное действие на вредную черепашку – численность клопов в эксперименте уменьшалась на 9,6–33,4%. Максимально результативным в отношении данного вредителя оказался анолит с ОВП +800 мВ.

Результаты исследований также показали, что в течение всего вегетационного периода от посева до уборки урожая основным эффектом ЭХА воды является стимулирующее действие анолита и католита на рост и развитие растений. Под влиянием ЭХА воды повышается всхожесть семян озимой пшеницы, например, католит с ОВП –700 мВ способствовал увеличению всхожести до 96,2%.

Таким образом, католит и анолит при разных способах применения оказывают стимулирующее и антистрессовое воздействие на растения. Использование ЭХА воды приводит к активизации ростовых

процессов, индуцирует устойчивость к вредителям, обеспечивая получение стабильных урожаев, и создает благоприятные условия для достижения биоразнообразия и саморегуляции.

Наиболее эффективно в плане оптимизации фитосанитарного состояния посевов со-

четание предпосевной обработки семян с последующим опрыскиванием стеблестоя ЭХА водой. Подобный способ применения анолита и католита на зерновых культурах позволяет снизить распространение и развитие хозяйственно опасных инфекционных заболеваний, повышает устойчивость к вредителям.

**Таблица 3**

Влияние некорневой обработки озимой пшеницы анолитом на численность пшеничного трипса

Вариант	Всего в пробе, шт.	В том числе	
		личинка	имаго
+500	314	27,2	1,4
+600	280	24,4	1,1
+700	257	22,6	0,73
+800	110	9,0	1,0
+900	110	9,1	0,9
Контроль – природная вода	281	24,8	0,7

Учеными института проведены также многолетние исследования по повышению урожайности картофеля при воздействии ЭХА водой, как на семенной материал, так и на корневую и листостебельную часть растений. Картофель в России является одной из наиболее урожайных и экономически важных культур. Вместе с тем, уровень урожайности клубней и их качество существенно зависят от фитосанитарного состояния посадок, в том числе, от повреждения растений насекомыми, и среди них особенно вредными (колорадский жук, тли, проволочники и др.). Колорадский жук – это самый биологически пластичный вид среди видов рода *Leptinotarsa decemlineata* Say. Для борьбы с ним используют в основном химические инсектициды. Однако известно, что их масштабное использование имеет ряд существенных недостатков, важнейшими из которых являются возникновение резистентных популяций вредителя и загрязнение окружающей среды.

К числу перспективных экологически безопасных средств, обеспечивающих повышение устойчивости растений к колорадскому жуку, относится ЭХА вода. Исследовательские работы проводились на землях в КФК Гордеева К.В. в Быковском районе Волгоградской области. Клубни картофеля обрабатывали перед посевом ЭХА водой путем обмакивания их в рабочий раствор из расчета 10–13 л/т. Использовали ЭХА воду следующего качества: анолит рН 3,3–3,5, ОВП +300, +500 и +700 мВ и католит рН 9,4–10,0, ОВП –300, –500 и –700 мВ. В качестве контроля использовали природную воду с рН 7,3–7,5 и ОВП от +250 до +280 мВ.

Выявлено, что под влиянием католита –700 мВ количество почек, тронувшихся в рост через 10 суток, увеличилось, а католит –500 и анолит +500 тормозили начало их роста по сравнению с контролем. Подобная тенденция была выявлена и для корней. Коэффициент корреляции между признаками составил 0,61 ( $P < 0,1$ ). Следовательно, ЭХА вода стимулировала новообразование корней и их рост в длину при ОВП воды –700 мВ. Обнаружено также увеличение сухой массы корня в 2,8 и 3,5 раз соответственно для ЭХА воды с –500 и –700 мВ. Увеличение роста корня могло быть связано с увеличением образования ауксинов, стимуляторов роста корней.

Усиление ростовых процессов сохранилось у растений картофеля и в фазу цветения и затем вплоть до завершения онтогенеза. Во второй декаде июля было дружное и массовое цветение при обработке водой с ОВП –700 мВ и с более плотным смыканием в рядах. Отмечено также увеличение высоты растений картофеля, обработанных ЭХА водой с ОВП +500 и –500 мВ соответственно на 18 и 26%.

ЭХА вода снижала воздействие колорадского жука на растение картофеля. При проведении мелкоделяночного опыта установлено, что обработка клубней перед посадкой ЭХА водой и затем опрыскивание стеблей растения значительно повышала устойчивость посадок к этому вредителю. Лучшие результаты получены на вариантах с применением анолита, где заселенность кустов колорадским жуком уменьшилась на 37,0–83,3% (табл. 4). Более эффективным оказался анолит +500 мВ.

Таблица 4

Влияние ЭХА воды на колорадского жука

Компонент	Редокс-потенциал (ОВП), мВ	Количество, шт./куст		
		всего	в том числе	
			жуков	личинок
Анолит	+700	3,0	0,4	2,6
	+500	1,2	0,8	0,4
	+300	5,1	0,8	4,3
Католит	-700	2,1	0,8	1,3
	-500	1,8	0,5	1,3
	-300	3,8	0,6	3,2
Контроль	+200	8,1	0,3	7,8

ЭХА вода при предпосадочной обработке клубней оказывает благоприятное влияние на улучшение фитосанитарного состояния почв по почвообитающим фитофагам и полезной мезофауне. К числу широко распространенных вредителей картофеля относятся личинки жуков щелкунов – проволочники. В пределах жизненного цикла они могут наносить серьезные повреждения картофелю. Исследования показали, что нанесение на клубни анолита и католита с ОВП +500 мВ и -700 мВ приводит к подавлению активности проволочников и снижению их численности на 20–35% в целом.

Исследования показали, что предпосадочная обработка клубней ЭХА водой

привела к повышению урожайности на 1,8–31,7% (табл. 5). При этом зафиксирована прямая зависимость величины урожая от степени электрохимической активации испытываемых растворов, в первую очередь, от величины ОВП. Увеличение ОВП используемых растворов сопровождалось ростом урожайности клубней. Наиболее ярко это проявилось на вариантах с применением анолита при редокс-потенциале раствора от +300 до +700 мВ. На варианте с ОВП +300 мВ прибавка урожая в среднем составила 0,3 т/га или 1,8%. Максимальная урожайность в исследуемый период зафиксирована на варианте анолит с ОВП +700 мВ – 21,8%, что на 31,7% выше контроля.

Таблица 5

Урожайность картофеля после предпосевной обработки клубней ЭХА водой

Компоненты	ОВП, мВ	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, %
Контроль природная вода	+250	16,55	–
Анолит	+300	16,85	1,8
	+500	17,40	5,1
	+700	21,80	31,7
Католит	-300	17,40	5,1
	-500	19,60	18,4
	-700	18,80	13,6

Таким образом, проведенные исследования по воздействию ЭХА водой на клубни картофеля свидетельствуют о возможности активизации роста растений, улучшения фитосанитарной ситуации и повышения урожайности. Эта технология вполне может являться конкурентоспособной и экономически более эффективной по сравнению с имеющимися способами борьбы с вредителями посевов картофеля и других овощных культур.

#### Список литературы

1. Бахир В.М. Химический состав и свойства электрохимически активированных растворов // Электроактивация, новая техника, новые технологии. – Вып. 3. – М.: ВНИИМТ, 1990. – 11 с.
2. Патент РФ № 2004229650/15, 28.06.2004.
3. Патент РФ № 2008140008/12, 08.12.2008.
4. Патент РФ № 2009135628/05, 24.09.2009.
5. Патент РФ № 2004110676/15, 07.04.2004.