

УДК 635.04:631.6.03

С. Я. Семененко, М. Н. Лытов, Е. И. Чушкина, А. Н. Чушкин

Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий,
Волгоград, Российская Федерация

ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОМАТОВ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ

Общей целью исследований являлось снижение экологических нагрузок на орошаемые агроландшафты с помощью электрохимически активированных водных сред (ЭХАВ). Исследования проводились в 2010-2012 гг. в Волгоградской области на светло-каштановых суглинистых почвах с использованием томата сорта Монти F1. Изучаемыми факторами были: А – уровень применения средств химической защиты растений, предусматривающий интенсивное и щадящее использование химикатов; В – режим использования ЭХАВ в течение вегетационного периода томатов, включая варианты без использования ЭХАВ и с применением ЭХАВ во время каждого пятого, каждого четвертого и каждого третьего полива; С – режим подачи ЭХАВ в процессе полива, предусматривающий четыре варианта: 1 – подача анолита (АН) (окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП) от + 570 до + 600 мВ и рН среды от 5,1 до 5,3) в размере 50 % от поливной нормы (ПН) с последующей подачей 50 % неактивированной оросительной воды (ОВ), 2 – подача АН (25 % от ПН) с последующей подачей ОВ (50 % от ПН), а затем полив католитом (КАТ) (ОВП от – 220 до – 250 мВ и рН среды от 7,8 до 7,9) в объеме 25 % от ПН, 3 – подача АН (10 % от ПН) с последующей подачей ОВ (50 % от ПН), а затем КАТ (40 % от ПН), 4 – подача ОВ (50 % от ПН) с последующим поливом КАТ (50 % от ПН). В результате исследований разработана статистическая модель класса регрессии, позволяющая исследовать закономерности изменения урожайности томатов при различных сочетаниях элементов технологии введения электрохимически активированной воды с капельным поливом. Проведенные исследования доказали, что использование ЭХАВ позволяет сохранить урожайность томатов на уровне 90 т/га даже при щадящем режиме применения химических средств защиты растений. Режим использования ЭХАВ при каждом четвертом поливе с поочередной подачей АН (10 % от ПН), ОВ (50 % от ПН) и КАТ (40 % от ПН) признан наиболее эффективным, так как позволяет получать урожайность томата на уровне 95,5-100,1 т/га.

Ключевые слова: капельное орошение, электрохимическая активация, католит, анолит, технология полива, томаты, продуктивность.

S. Ya. Semenenko, M. N. Lytov, Ye. I. Chushkina, A. N. Chushkin

Volga Research Institute of Ecological and Amelioration Technologies, Volgograd, Russian Federation

TOMATO PRODUCTIVITY AT DRIP IRRIGATION USING ELECTRO-CHEMICALLY ACTIVATED WATER

The aim of the research is to decrease ecological loadings on irrigated agrolandscapes using electro-chemically activated water (ECAW). The research was conducted in 2010-2012 in Volgograd region at the light-chestnut loam soils using tomato cultivar Monty F1. The studying factors were (A) the level of applying chemicals for plant protection provided intensive and reduced level, (B) regime of ECAW applying during vegetation period of tomatoes

including the variants without ECAW and applying each fifth, fourth, and third irrigation, (C) discharge regime of ECAW within a single watering according to four variants: 1 – discharge of anolyte (AN) (redox potential from + 570 to + 600 mV and pH 5.1-5.3) by the volume of 50 % of the whole irrigation rate (IR) followed by 50 % of non-activated irrigation water (IW), 2 – discharge of AN (25 % of IR) followed by IW (50 % of IR) and then catholyte (CAT) (redox potential from – 220 to – 250 mV and pH 7,8-7,9) (25 % of IR), 3 – discharge of AN (10 % of IR) followed by IW (50 % of IR) and then CAT (40 % of IR), 4 – discharge of IW (50 % of IR) followed by CAT (50 % of IR). The study developed a statistical model of regression class which allows explore the patterns of yield change for tomatoes at different combination of technological elements of applying ECAW under drip irrigation. The conducted study justifies that the use of ECAW enables to keep tomato yields at the level of 90 t/ha even using reduced regime of applying chemicals for plant protection. The most efficient regime of ECAW applying was at using ECAW every fourth irrigation when discharging AN (10 % of IR) followed by IW (50 % of IR) and then CAT (40 % of IR). The tomato yield was 95.5-100.1 t/ha.

Key words: drip irrigation, electro-chemical activation, catholyte, anolyte, irrigation technology, tomato, productivity.

Повышение продуктивности культур при снижении ресурсоемкости производства и экологической нагрузки на мелиорированные агроландшафты является приоритетной задачей развития орошаемого овощеводства.

Интенсивное использование средств химизации, таких как удобрения, средства защиты растений и стимуляторы роста, сегодня является отличительной чертой интенсивных технологий возделывания овощных культур при орошении. Доля затрат на приобретение и внесение этих химических веществ зачастую превышает 50 % от всего объема расходов на возделывание и уборку урожая. Недостаточная эффективность использования минеральных питательных веществ из удобрений, регулярное применение токсических веществ и ядохимикатов для защиты растений в настоящее время являются главными факторами сельскохозяйственного загрязнения окружающей среды. В связи с этим в последнее время большое внимание уделяется разработке и внедрению новых, экологически безопасных сельскохозяйственных технологий, направленных на повышение эффективности использования расходуемых ресурсов и окупаемости оросительных мелиораций. Одним из перспективных путей развития сельскохозяйственной науки в этом направлении является изучение феномена электрохимически активированной воды (ЭХАВ) для подавления патоген-

ной микрофлоры и стимуляции роста растений [1-3].

Под термином «электрохимически активированная вода» понимают воду как химическое вещество в чистом виде, а также как растворитель с общим содержанием растворенных минералов не более 5 г/л, подвергнутую униполярной электрохимической обработке и отличающуюся аномальной реакционной и каталитической активностью, а также нестабильными электронеравновесными параметрами [4].

Общей целью исследований являлось снижение экологических нагрузок на орошаемые агроландшафты и повышение эффективности оросительных мелиораций при возделывании овощных культур за счет разработки и внедрения технологии капельного орошения с использованием электрохимически активированных водных сред.

В задачи исследований по достижению поставленной цели входило:

- оценить возможности снижения пестицидной нагрузки при капельном орошении томатов с использованием ЭХАВ;
- исследовать влияние ЭХАВ при поливе капельным способом на продуктивность томатов;
- оптимизировать элементы технологии капельного орошения томатов с использованием ЭХАВ.

Материалы и методы. Исследования проводились с одной из наиболее распространенных в Волгоградской области овощных культур – томатами.

Для решения поставленных задач в 2010-2012 гг. был заложен и проведен полевой эксперимент, включающий 14 вариантов, образованный неполным сочетанием трех факторов. В рамках фактора А (уровень применения средств химической защиты растений) была предусмотрена закладка двух вариантов:

- вариант А1 – интенсивное применение средств химической защиты растений (контроль). Вариант предполагал самое широкое использование

средств химической защиты растений, включая применение гербицидов (Зенкор нормой 0,7 л/га – обработки по необходимости, по вегетирующим растениям в фазу образования не более 2-4 листьев у сорняков), инсектицидов (баковые смеси Золон (1 л/га) + Карате (0,2 л/га) – опрыскивание с интервалом 30 дней) и фунгицидов (Фундазол нормой 6 кг/т семян – протравливание за 15 дней до посева на рассаду; баковая смесь Ридомил Голд (2 кг/га) + Квадрис (0,3 л/га) – опрыскивание с интервалом в 2 недели; препарат Полирам ДФ нормой 2,0 кг/га – опрыскивание с интервалом в 14 дней; Фитолавин-300 нормой 6 кг/га – с поливной водой в 0,2 %-ном растворе);

- вариант А2 – щадящее применение средств химической защиты растений, включающее применение только гербицидов (Зенкор нормой 0,7 л/га – обработки по необходимости, по вегетирующим растениям в фазу образования не более 2-4 листьев у сорняков) и инсектицидов (баковая смесь Золон (1 л/га) + Карате (0,2 л/га) – опрыскивание с интервалом 30 дней) при необходимости.

Вариант А1 в опыте представлен без сочетания с вариантами факторов В и С и был заложен в качестве общего контроля. В рамках фактора В (режим использования ЭХАВ в течение вегетационного периода томатов) исследовали четыре варианта, включая вариант без использования электрохимически активированной оросительной воды (В1, контроль), вариант, в котором ЭХАВ применялась в первый и каждый пятый последующий полив (вариант В2), вариант, в котором ЭХАВ применялась в первый и каждый четвертый последующий полив (вариант В3), и вариант, в котором ЭХАВ применялась в первый и каждый третий последующий полив (вариант В4).

В рамках фактора С (режим подачи ЭХАВ в процессе полива) изучалось четыре варианта по следующей схеме: подача 50 % от поливной нормы анолита с последующей подачей неактивированной оросительной воды

в объеме 50 % от поливной нормы (вариант С1); полив до 25 % от поливной нормы анолитом с последующей подачей неактивированной оросительной воды в объеме 50 % от поливной нормы, а затем полив католитом в объеме 25 % от поливной нормы (вариант С2); полив 10 % от поливной нормы анолитом с последующей подачей неактивированной оросительной воды в объеме 50 % от поливной нормы, а затем католитом в объеме 40 % от поливной нормы (вариант С3); подача 50 % от поливной нормы не активированной оросительной воды с последующим поливом католитом в объеме 50 % от поливной нормы (вариант С4).

Опыты проводили в КФХ «Фокин С. И.» Городищенского района Волгоградской области в 2010-2012 гг. По совокупности метеорологических показателей вегетационный период томата в 2011 году характеризовался как засушливый, а в 2012 году – как острозасушливый. Метеоусловия 2010 года были аномальными: обеспеченность теплом была наибольшая за последние 25 лет, а объем поступивших атмосферных осадков – на среднемноголетнем уровне. Почвы опытного участка светло-каштановые суглинистые, типичные для региона исследований. Обеспеченность пахотного слоя почвы доступными формами азота составляет 26,8 мг/кг и характеризуется как низкая; обеспеченность фосфором – средняя (26,6 мг/кг), калием – высокая (203,6 мг/кг). Расчетная доза внесения минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности 90 т/га с учетом естественного плодородия почвы составила $N_{150}P_{80}K_{180}$ кг/га д. в. Система капельного орошения на опытном участке оснащена поливными трубопроводами с полукомпенсированными капельницами, обеспечивающими расход воды каждой капельницей 1,3 л/ч. Расстояние между капельницами – 0,3 м, что обеспечивало смыкание контуров увлажнения в почвенном профиле уже при поливе нормой $100 \text{ м}^3/\text{га}$. Расчетная поливная норма для поддержания постоянного предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,5 м составляла $160 \text{ м}^3/\text{га}$.

Естественным агротехническим фоном проводимых исследований стала интенсивная технология возделывания томатов, учитывающая требования зональных рекомендаций и особенностей постановки и выполнения программы эксперимента. Предшественником томатов во все годы исследований была морковь. Для опытов использовали рассадную культуру томата, сорт Монти F1 (Monsanto Holland B. V.). Это один из самых жаростойких гибридов. Плоды томата этого гибрида яркого красного цвета, небольшие, со средней массой плода не более 100 г. Вкусовые качества плода отличные, при уборке они легко отделяются от плодоножки, не травмируются, сохраняются при транспортировке. Гибрид скороспелый, куст формируется компактно, высотой до 0,5-0,6 м. Растение сильно облиственное, что позволяет избежать солнечных ожогов плода и сформировать высокий урожай стандартных плодов. Гибрид Монти F1 устойчив к вертициллезу, вирусу серой пятнистости листьев, фузариозному увяданию и нематоды.

Комплекс мероприятий основной обработки почвы начинался с улучшения поверхности поля за 14-18 суток до зяблевой вспашки. Вспашка проводилась культурным плугом ПЛН 5-35 в агрегате с трактором Т-150К. В совокупности эти приемы обработки почвы обеспечивают надежное подавление сорной растительности при слабом уровне распространения корнеотпрысковых сорняков. Зимой никаких операций на опытном участке не проводили.

Весной система подготовки почвы включала проведение сплошного покровного боронования средними скоростными боронами (БЗСС-1,0) с последующими сплошными культивациями по мере появления сорной растительности. Под высадку рассады почву готовили с использованием активной тракторной фрезы 1GQN-100. Фрезирование почвы проводили по полосам, где впоследствии высаживали рассаду. Глубина обработки почвы составляла 0,2 м.

Капельные линии на опытном участке раскладывали непосредственно перед высадкой рассады с шагом 1,5 м. Растения томата высаживали по обе стороны от капельной линии в две строки. Межстрочное расстояние – 0,4 м, среднее расстояние от растения до поливного трубопровода составляло 0,2 м. В рядке рассаду томата высаживали через 0,3 м, что позволяет в пересчете на гектар размещать до 45 тыс. растений.

Минеральные удобрения в опыте вносили в расчете на формирование планируемого уровня урожайности плодов не ниже 90 т/га. Фосфорные удобрения в форме суперфосфата полной дозой вносили полосами под фрезерную обработку почвы перед высадкой рассады. Такая технология внесения фосфорных удобрений в опытном хозяйстве была апробирована ранее и показала возможность получения хороших результатов по равномерности распределения гранул в прикорневой зоне растений. Азот расчетной дозой вносили в форме аммиачной селитры, которую растворяли в баке для подачи в прикорневую зону с поливной водой. Увлажнительные и удобрительные поливы старались совмещать, причем две из трех частей азота вносили с поливами в фазу цветения, формирования и развития первой завязи плодов томата. Оставшаяся часть дозы азота подавалась в форме калийной селитры перед высадкой рассады под фрезу (вместе с фосфорными удобрениями) и в период плодоношения с подкормками через поливную воду. Калий полной дозой вносили в форме калийной селитры, причем третью часть дозы вносили под фрезу перед высадкой рассады, а оставшиеся две из трех частей – в период плодоношения томатов.

Проведение междурядных обработок за счет формирования «сухого междурядья» и применения гербицидов было сведено к минимуму. В годы исследований междурядные обработки почвы проводили не более 1 раза за сезон. Применение средств химической защиты растений регламентировалось условиями проведения эксперимента.

Для активации воды использовалась установка, оснащенная модуля-

ми электрохимической активации АВМ.02.000 [5] с параметрами, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Технические данные усовершенствованного модуля активации оросительной воды АВМ.02.000

Наименование показателя	Значение
Обозначение	АВ.02.000
Масса, кг, не более	7
Габаритные размеры, мм, не более:	
ширина	433
глубина	550
высота	906
Напряжение питания, В, + (5-10) %	≤ 70
Наибольший рабочий ток, А	≤ 10
Параметры католита:	
рН	7,5-12
ОВП, мВ	0...-1000
Параметры анолита:	
рН	2,7-4,5
ОВП, мВ	+ (150-1000)
Общая минерализация оросительной воды, мг/л, не более	1000
Давление воды на входе, МПа	0,1-0,8
Сумма потерь напора, МПа	0,02-0,03
Срок службы, лет	10

Проведенные замеры показали, что при непосредственной подаче анолита в систему капельного орошения (без хранения) на выходе обеспечивается сохранение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) ЭХАВ в пределах от + 570 до + 600 мВ при рН среды на уровне 5,1-5,3. При подаче католита в систему из промежуточного закрытого резервуара с хранением 2,5-3,0 часа ОВП ЭХАВ на выходе из капельниц составлял от – 220 до – 250 мВ при рН не более 7,8-7,9.

Результаты и обсуждение. Исследования подтвердили, что системное применение ядохимикатов в посевах томата является важным условием для формирования высоких урожаев стандартной продукции. Переход от интенсивного уровня использования химических средств защиты растений к щадящему сопровождался снижением урожайности томатов на 8,7-12,1 т/га из-за увеличения степени поражения растений грибными заболеваниями (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность стандартных плодов томата (Монти F1) при капельном орошении с использованием электрохимически активированной воды

Фактор А (применение средств химической защиты растений)	Фактор В (режим использования ЭХАВ в течение вегетационного периода)	Фактор С (режим введения ЭХАВ в процессе полива)	Урожайность, т/га			
			2010 г.	2011 г.	2012 г.	средняя
А1 (контроль 0 уровня)	-	-	87,9	92,4	90,2	90,2
А2	В1 (контроль 1 уровня)	-	79,2	80,3	79,4	79,6
А2	В2	С1	85,4	88,2	87,3	87,0
А2	В2	С2	87,5	93,1	91,1	90,6
А2	В2	С3	91,4	95,0	94,1	93,5
А2	В2	С4	80,1	82,3	81,1	81,2
А2	В3	С1	82,9	85,3	84,1	84,1
А2	В3	С2	87,3	91,5	90,5	89,8
А2	В3	С3	95,7	99,2	97,9	97,6
А2	В3	С4	83,4	87,0	85,8	85,4
А2	В4	С1	77,1	79,4	79,0	78,5
А2	В4	С2	85,2	88,6	87,4	87,1
А2	В4	С3	95,5	100,1	97,0	97,5
А2	В4	С4	85,6	89,1	87,2	87,3
НСР ₀₅ , т/га	Фактор А		2,18	1,73	1,10	0,95
	Фактор В		3,09	2,45	1,56	1,34
	Фактор С		3,09	2,45	1,56	1,34
	Для частных средних		6,17	4,90	3,12	2,68

Средняя за годы исследований урожайность томатов при интенсивном применении средств химической защиты растений составила 90,2 т/га, а при использовании щадящего режима не превышала 79,6 т/га. Ни в том, ни в другом варианте применение ЭХАВ при проведении капельных поливов не предусматривалось, и они были приняты в качестве контроля 0-го уровня (оценивается эффект в сравнении с зональной интенсивной технологией возделывания томата) и 1-го уровня (оценивается эффект в сравнении с зональной адаптивной технологией возделывания томата).

Результаты статистического анализа опытных данных подтвердили существенное влияние ЭХАВ на продуктивность томатов. Урожайность существенно изменялась как при изменении интервала между поливами с применением ЭХАВ, так и в зависимости от схемы применения активи-

рованной воды в процессе полива. Кроме того, во все годы исследований была подтверждена статистическая значимость взаимодействия этих факторов. Полученные результаты явились основанием для разработки статистической модели влияния исследуемых элементов технологии применения ЭХАВ на урожайность плодов томата.

Последовательная отбраковка статистически несущественных и слабых компонентов модели позволила получить следующую форму зависимости (рисунок 1):

$$Y = a + bv + cn + dv^2 + en^2 + fvn + gv^3 + hn^3 + ivn^2 + jv^2n,$$

где Y – урожайность стандартных плодов томата, т/га;

v – доля поливов с введением ЭХАВ;

n – доля анолита по отношению к общему объему подачи ЭХАВ с капельным орошением за полив.

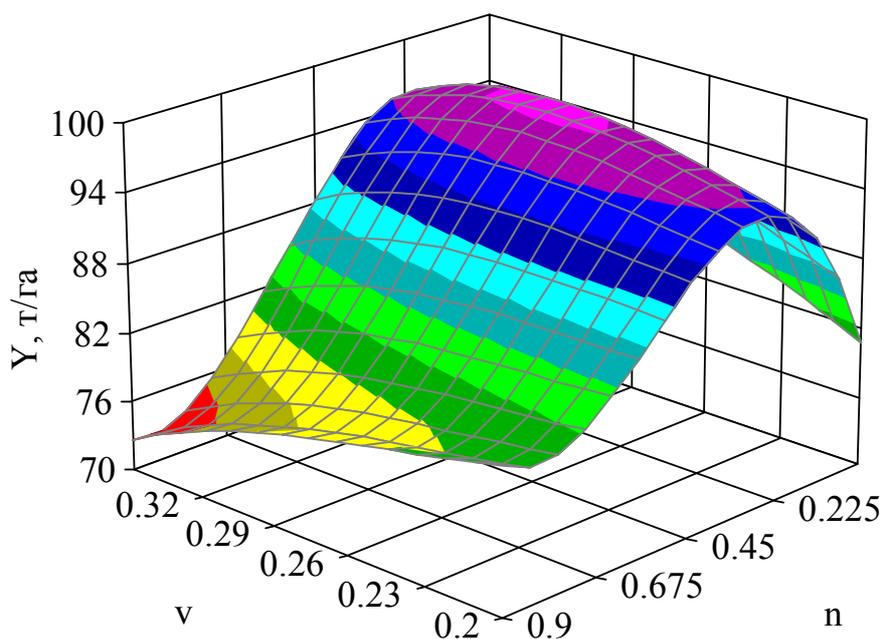


Рисунок 1 – График зависимости урожайности плодов томата от режимов применения ЭХАВ с капельным орошением

Параметры модели $a = 73,2$, $b = -126,5$, $c = 177,1$, $d = 1290,8$, $e = -285,4$, $f = -407,9$, $g = -2351,1$, $h = 170,4$, $i = 34$ и $j = 479,8$ определены в результате регрессионного анализа опытных данных. Коэффици-

ент детерминации зависимости равен 0,92, что позволяет использовать ее для оптимизации технологических параметров применения ЭХАВ при капельном орошении томатов.

Из графика зависимости видно, что поверхность отклика в рассматриваемом диапазоне предикторов имеет один четко выраженный оптимум. Установлены следующие закономерности изменения урожайности томатов в зависимости от исследуемых параметров технологии применения ЭХАВ с капельным орошением:

- применение анолита и католита по отдельности позволяет повысить продуктивность томата, однако не обеспечивает максимальных эффектов, которые проявляются при их совместном поочередном действии. При использовании с капельным орошением только анолита численно наибольшая прибавка урожая томата (в среднем 7,4 т/га) была получена на фоне введения ЭХАВ в каждый пятый полив (доля поливов с введением ЭХАВ = 0,2). При увеличении доли поливов с введением ЭХАВ до 0,25 (каждый четвертый полив) эффект от применения анолита снижался, прибавка урожайности уже не превышала 4,5 т/га. При проведении каждого третьего полива с применением ЭХАВ положительного влияния анолита на продуктивность томата не выявлено. С применением католита и влиянием его на урожайность томатов наблюдалась противоположная картина. В сравнении с контролем 1-го уровня наименьшая прибавка урожайности томатов (в среднем 1,6 т/га) была получена при введении ЭХАВ в систему при каждом пятом поливе, а наибольшая (в среднем 7,7 т/га) обеспечивалась при использовании ЭХАВ при каждом третьем поливе. Урожайность томатов при использовании анолита и католита по отдельности изменялась в пределах 78,5-87,3 т/га, что превышает контроль 1-го уровня, но меньше, чем при интенсивном применении химических средств защиты растений (контроль 0-го уровня);

- поочередное применение анолита и католита в пропорции 1:1

за один цикл капельного полива с разделением неактивированной оросительной водой позволяло полностью компенсировать падение продуктивности томатов при переходе с интенсивного на щадящий режим использования химических средств защиты растений и обеспечивало формирование урожая томатов на уровне 87,4-91,1 т/га. Это на 7,5-11,0 т/га больше, чем в контроле 1-го уровня и сопоставимо с уровнем продуктивности на участках с интенсивным применением средств химической защиты растений. Установлено, что наибольшая продуктивность томатов (89,8-90,6 т/га) при этом обеспечивается, если ЭХАВ применять каждый пятый или каждый четвертый полив;

- наибольшая продуктивность томатов была получена при поочередном применении анолита и католита в пропорции 1:4 за один цикл капельного полива с разделением неактивированной оросительной водой. В среднем за годы исследований урожайность томатов на участках этого варианта достигала 93,5-97,6 т/га, что на 17,5-22,6 % больше контроля 1-го уровня и на 3,7-8,2 % больше контроля 0-го уровня. Характерно, что максимальная продуктивность томатов при этом обеспечивалась на участках, где ЭХАВ применялась при каждом третьем и четвертом поливах.

Данные выводы полностью согласуются с решением полученной статистической модели и поведением поверхности отклика в рамках установленного диапазона варьирования исследуемых технологических факторов. Максимум поверхности отклика однозначно совпадает с пересечением фактора В в точке 0,25 (введение ЭХАВ с каждым четвертым поливом) и фактора С в точке 0,25 (поочередное использование анолита и католита в пропорции 1:4 за один цикл капельного полива с разделением неактивированной оросительной водой.)

Выводы. Использование электрохимически активированной воды при капельном орошении томатов позволяет существенно снизить интенсивность применения химических средств защиты растений с сохранением

и увеличением уровня продуктивности томатов. Для сохранения уровня продуктивности томатов при переходе от интенсивного режима применения средств химической защиты растений к щадящему достаточно ЭХАВ применять каждый пятый полив с поочередным введением анолита и католита в пропорции 1:1 за один цикл капельного полива с разделением неактивированной оросительной водой. Для повышения уровня продуктивности томатов на 3,7-8,2 % при переходе от интенсивного режима применения средств химической защиты растений к щадящему необходимо ЭХАВ применять каждый четвертый полив с поочередным применением анолита и католита в пропорции 1:4 за один цикл капельного полива с разделением неактивированной оросительной водой.

Список использованных источников

1 Семенов, С. Я. Фитосанитарное оздоровление зерновых и овощных культур с помощью электрохимически активированной воды / С. Я. Семенов, М. Н. Белицкая, С. М. Лихолетов // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 1. – С. 78-82.

2 Брыкалов, А. В. Оценка влияния электрохимически активированной воды на ферментативную активность семян / А. В. Брыкалов, Е. В. Плющ // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 4. – С. 83.

3 Пасько, О. А. Рост и развитие растений, стимулированных электрохимически активированной водой / О. А. Пасько // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2010. – № 3. – С. 54-59.

4 Прилуцкий, В. И. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В. И. Прилуцкий, В. М. Бахир. – М.: ВНИИМТ, 1995. – 228 с.

5 Абезин, В. Г. Оросительные системы с модулем активации воды / В. Г. Абезин, С. Я. Семенов // Научная жизнь. – 2012. – № 3. – С. 126-131.

Семенов Сергей Яковлевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор, Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий, Волгоград, Российская Федерация.

Контактный телефон: 8 (8442)54-13-87.

E-mail: pniiemt@yandex.ru

Semenenko Sergey Yakovlevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director, Volga Research Institute of Ecological and Amelioration Technologies, Volgograd, Russian Federation.

Contact telephone number: 8 (8442)54-13-87.

E-mail: pniiemt@yandex.ru

Лытов Михаил Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель начальника отдела научных исследований и экспериментального проектирования, Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий,

Волгоград, Российская Федерация.
Контактный телефон: 8-927-514-17-88.
E-mail: LytovMN@yandex.ru

Lytov Mikhail Nikolayevich – Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Chief of Research Department and Experimental Design, Volga Research Institute of Ecological and Amelioration Technologies, Volgograd, Russian Federation.

Contact telephone number: 8-927-514-17-88.
E-mail: LytovMN@yandex.ru

Чушкина Елена Ивановна – начальник отдела информационных технологий, Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий, Волгоград, Российская Федерация.

Контактный телефон: 8(8442) 54-13-89.
E-mail: pniiemt@yandex.ru

Chushkina Yelena Ivanovna – Head of Department of Information Technologies, Volga Research Institute of Ecological and Amelioration Technologies, Volgograd, Russian Federation.

Contact telephone number: 8(8442) 54-13-89.
E-mail: pniiemt@yandex.ru

Чушкин Алексей Николаевич – начальник отдела прогрессивных технологий и инновационной деятельности, Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий, Волгоград, Российская Федерация.

Контактный телефон: 8(8442) 54-14-09.
E-mail: pniiemt@yandex.ru

Chushkin Aleksey Nikolayevich – Head of the Department of Progressive Technologies and Innovative Activity, Volga Research Institute of Ecological and Amelioration Technologies, Volgograd, Russian Federation.

Contact telephone number: 8(8442) 54-14-09.
E-mail: pniiemt@yandex.ru