

Д.С. Избасаров, З.К. Сулганова, В.Д. Зелепухин

**МЕЛИОРАЦИЯ ТЕХНОГЕННО - ЗАГРЯЗНЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ ПОД ПЛОДОВО-ЯГОДНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И
ВИНОГРАДОМ**

Алматы 2012

УДК 634. 1.7: 631.8

ББК 42.36

ИЗ2

Под общей редакцией
почетного академика НАН РК, д.т.н., профессора Д.С.Избасарова

Избасаров Д.С., Султанова З.К., Зелепухин В.Д.

Мелиорация техногенно-загрязненных земель под плодово-ягодными культурами и виноградом : Монография.- Алматы: Мектеп, 2012 - 120с.

ISBN 978-601-7344-66-5

Монография написана сотрудниками Казахского научно – исследовательского института плодоводства и виноградарства: почетным академиком НАН РК, д.т.н., профессором Д.С. Избасаровым, д.т.н., профессором З.К. Султановой, к.б.н., доцентом В.Д. Зелепухиным в которой обобщены результаты многолетних исследований лаборатории агроэкологии и массовых анализов.

Книга рассчитана на научных работников, студентов сельскохозяйственных ВУЗов, широкий круг специалистов.

Рекомендовано к изданию Учёным Советом КазНИИ плодоводства и виноградарства

ISBN 978-601-7344-66-5

© Избасаров Д.С.,
Султанова З.К., Зелепухин В.Д.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение почв, растений и вод тяжелыми металлами в окрестностях крупных промышленных центров стало одной из наиболее актуальных экологических проблем современности. По данным Ю.И. Ермохина с сотрудниками [1] химическое воздействие на биосферу, в том числе на почву, носит глобальный характер. Наиболее существенными источниками технического загрязнения почвы являются предприятия промышленного производства. В результате работы металлургических предприятий на поверхность земли ежегодно поступает не менее 154650 т меди, 89000 т свинца, 121500 т цинка, 12000 т никеля, 765 т кобальта, 1 500 молибдена, 30, 5т ртути.

Предварительное изучение экологического и рационального использования земельных фондов республики показало сильное загрязнение почвы ядохимикатами и тяжелыми металлами. Наблюдается интенсивное снижение плодородия. Всего нарушено 170 тыс га земель, из них 80 тыс га подлежат коренной рекультивации [2].

Данными группы авторов [3] установлено что общая площадь, подвергнутая действию атмосферных выбросов промышленных предприятий в Республике Казахстан составляет 1580 тыс га, из которых 780 тыс. га занимают сельскохозяйственные угодья.

Высокая концентрация ряда тяжелых металлов в почве адекватно отражается на растительной продукции, выращенной в черте промышленных центров на садовых участках. В значительной части растительных проб огородных культур содержание тяжелых металлов превышает допустимую концентрацию в 2-3,5 раза [4,5].

В связи с наличием в условиях юга и юга-востока Казахстана, основной зоны возделывания сельскохозяйственной продукции, значительного количества добывающих и перерабатывающих металлургических и химических предприятий вокруг городов Тараза, Шымкента, Текели, Талдыкоргана и крупных промышленных населенных пунктов образовались своеобразные геохимические провинции со сверхнормативным накоплением в компонентах биосистем вредных веществ. Приоритетными загрязнителями почв и растений в этих регионах являются свинец, цинк, кадмий, фтор, а также засоление почвы токсичными солями. На юге Казахстана в зоне промышленного возделывания винограда более 40 % садовых насаждений произрастает на землях, содержащих избыточное количество бора и легкорастворимых солей.

Основными источниками экосреды Восточно-Казахстанского региона являются места разработки урановых рудников, предприятия топливно-энергетического комплекса, Семипалатинский регион. С глобальных геоэкологических позиций, Усть-Каменогорский район оценивается как территория с опасным уровнем загрязнения окружающей среды. На региональном уровне территория Усть-Каменогорска представляет эпицентр техногенного загрязнения, входящий в состав Шиньирьшского очага

загрязнения Восточно-Казахстанской техногенной биогеохимической провинции [6]. По данным К.Ж.Мусарбекова [7] в почвах г. Усть-Каменогорска и его окрестностей сосредоточено около 2, 6 тыс. т. свинца, чуть больше цинка техногенного происхождения, при этом запасы металлов имеют тенденцию к росту, по сравнению к 90 годам прошлого столетия. Эта тенденция будет сохраняться и в будущем, в связи с производственной деятельностью промышленных предприятий цветной металлургии и теплостанции. Большая часть этих запасов локализована в пределах промышленной зоны ОАО «Казцинк».

Отбор почвенных образцов, проведенный за пределами города Усть-Каменогорска, на территории промышленных насаждений и дачного массива, отстоящего от источника загрязнения на расстоянии 10 км, выявило, что загрязнение почв свинцом достигает 2-4 ПДК (среднее загрязнение), 30 км- 1-2 ПДК.

Медь, никель и цинк занимают значительное место среди широко распространенных загрязнителей окружающей среды. Основными источниками загрязнения ими являются пылегазовые выбросы и сточные воды предприятий горнодобывающей, металлургической, цветной, химической, приборостроительной и ряда других видов промышленности. Кроме того, к накоплению меди, цинка в почве и растениях приводит применение солей этих микроэлементов в качестве удобрений, средств защиты растений, а также минеральных подкормок для животных [8].

Т.В.Сеновская, А.А.Сергиенко [9] также полагают, что внесение тех или иных удобрений под сельскохозяйственные культуры оказывает значительное влияние на накопление и поступление в них тяжелых металлов. Исследования, проведенные в этой области, показали, что многие промышленные удобрения могут служить источником поступления тяжелых металлов (Mn, Cu, Pb, Ni, Cd). Для такого органического удобрения как навоз характерна высокая обогащенность Zn, Mn, Cu, Cd. Помимо прямого влияния на валовое содержание тяжелых металлов, удобрения, изменяя химические и физико-химические свойства почвы, способны воздействовать на подвижность металлов и их миграцию в почвенном растворе по профилю. Так, подкисление, которое вызывают многие минеральные удобрения, мобилизуют тяжелые металлы, а внесение органического вещества, напротив, способствует их иммобилизации.

Известно, что применение удобрений стимулирует интенсивность биологических и физико-химических процессов в системе почва-растение. Вместе с некоторыми из них в виде примесей в почву попадают загрязняющие вещества, среди которых преобладают тяжелые металлы, среди них стронций, который содержится в некоторых фосфорных удобрениях в количестве 2-3,5% [10].

В результате применения удобрений можно улучшить или ухудшить свойства почвы, способствовать поглощению ионов и катионов токсических веществ или вытеканию их в почвенный раствор. Под влиянием удобрений и мелиорантов в почве наблюдается сложное прямое или косвенное

взаимодействие между биогенными токсическими элементами [11]. Первые данные длительных (10-20 лет) опытов в разных регионах свидетельствуют о том, что на поступление загрязняющих веществ в растения большое влияние оказывают факторы определяющие их подвижность- степень кислотности почвы, содержание анионов, образующие с загрязненными веществами растворимые и нерастворимые соли, содержание веществ с высокой сорбционной способностью, а также гумуса [12].

В зоне загрязнения находятся кооперативные, дачные и фермерские хозяйства, производящие продукцию для нужд городов. Потребление некачественной продукции вызывает функциональные заболевания населения, увеличивает младенческую смертность. Проблема перерастает из экологической в социальную и требует быстрого решения.

Наиболее неблагоприятная ситуация в этом отношении сложилась в пригородных районах. В недопустимо больших концентрациях в атмосфере и почве накапливаются тяжелые металлы и другие токсиканты.

Так, в окрестностях г. Шымкента, превышение предельно – допустимых концентраций (ПДК) свинца в почве в зоне прилегающей к Шымкентскому свинцово-цинковому комбинату, достигает 100 и более раз, цинка - 50 – 100 раз, отмечено избыточное содержание кадмия, меди.

В Текели – Талдыкорганской геохимической провинции содержание в почве свинца и сопутствующих ему тяжелых металлов на прилегающих к действующему хвостохранилищу Текелийского свинцово - цинкового комбината сельскохозяйственных полях в 20 и более раз превышает ПДК [13].

По данным Центра охраны здоровья РК (1993), среди медико-экологических проблем региона влияние свинца на здоровье населения следует считать наиболее существенной. Несмотря на то, что в окружающей среде присутствует целый комплекс тяжелых металлов, уровни концентрации свинца вызывают наибольшую тревогу.

Изучение реакции плодово-ягодных растений и винограда на разные уровни загрязнения почв тяжелыми металлами и разработка путей снижения токсикологического влияния загрязнителей, повышение устойчивости и продуктивности многолетних растений является актуальной задачей современности.

Одной из проблем растениеводства является разработка методов повышения устойчивости растений к стресс-факторам, в том числе к действию тяжелых металлов и солей в почве.

При оценке стресс-устойчивости необходимо использовать параметры, характеризующие интенсивность накопления биомассы, роста и продуктивности растений, поскольку согласно концепции А.А. Жученко [14] успешное сочетание продуктивности и устойчивости нередко лимитируется биоэнергетическим потенциалом растений. При этом, чем больше продуктов фотосинтеза расходуется на хозяйственно-полезный урожай, тем меньше остается их на формирование защитных структур. В целом сорта с большей потенциальной продуктивностью, как правило, более чувствительны к экологическим стрессам. Только стратегия сбалансированной устойчивости и

продуктивности является позитивной в решении проблемы повышения стресс-устойчивости растений. Кроме того, существуют разные понятия устойчивости. С одной стороны выделяют устойчивость, сопряженную с высоким урожаем – «агрономическая устойчивость», с другой стороны устойчивость, связанную с выживанием – биологическую устойчивость [15]. Поэтому необходимо использовать физиологические показатели, характеризующие как агрономическую, так и физиологическую устойчивость, и их оптимальное сочетание.

Для оценки стресс-устойчивости растений наиболее разработанными являются методы оценки солеустойчивости растений. Распространенным методом оценки солеустойчивости сельскохозяйственных растений является учет энергии прорастания семян на засоленном субстрате [16], снижение интенсивности прорастания семян на растворах солей, по сравнению с контролем, является показателем степени солеустойчивости испытуемых семян. Для садовых растений этот метод мало пригоден, поскольку последние размножаются в основном вегетативно.

Оценку солеустойчивости растений проводят по содержанию пролина в проростках. Однако оценки по пролину противоречивы. Одни авторы утверждают, что при засолении содержание пролина более значительно возрастает у слабоустойчивых сортов, а другие указывают на противоположную зависимость [15].

М.Д. Кушниренко с сотрудниками [17] для выявления адаптационной способности растений в процессе онтогенеза рекомендует определять толщину листа прибором «Тургоммер-1» до и после воздействия стресс-фактора. Наиболее устойчивыми являются те сорта, которые меньше изменяют толщину листьев при воздействии стресс-фактора. Этот способ не требует длительного времени для проведения анализа, обладает хорошей чувствительностью и может применяться в полевых и лабораторных условиях. Данный метод в принципе не отличается от метода определения водоудерживающей способности, которая оценивается по скорости потери воды листом за определенный отрезок времени: чем меньше потеря воды, тем выше водоудерживающая способность. Однако, по водоудерживающей способности можно оценивать стресс-устойчивость растений с близкой по развитию корневой системой. Поэтому при оценке экологической устойчивости необходимо учитывать показатели гомеостатичности, характеризующие генотип и адаптивность растения [18].

Выявление приоритетных загрязнителей, а также мелиорация почв, основанное на принципах антагонизма-синергизма элементов, является перспективным направлением восстановления загрязненных геосистем, получения экологически чистой продукции [19].

В исследованиях в разные годы принимали участие сотрудники лаборатории агроэкологии и массовых анализов Казахского НИИ плодоводства и виноградарства (Адрианова Г.П., Коваленко Е.М., Сотникова В.В., Харламова Т.А.) в которой мы работаем, выражаем им благодарность за участие в

проведении исследований. Искренне признательны к.с.-х.н. Карычеву Р.К. и к.с.-х.н. Клоконос Н.П. за помощь в подготовке настоящей работы.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

В результате хозяйственной деятельности человека происходит загрязнение окружающей среды химическими средствами интенсификации промышленности и сельскохозяйственного производства, твердыми, жидкими и газообразными отходами животноводческих ферм, комплексов и крупных городов, детергентами, долгоживущими продуктами распада синтетических веществ, продуктов сгорания топлива и т.п. Воздействие человека на биосферу в современном мире носит глобальный характер [20]. В настоящее время из недр Земли ежегодно извлекается 100 млрд. тонн руды, топлива, стройматериалов, в том числе 4 млрд. тонн нефти и природного газа, 2 млрд. тонн угля. На полях рассеивается 92 млн. тонн удобрений, 2 млн. тонн пестицидов. В атмосферу выделяется более 200 млн. тонн окиси углерода, 500 млн. тонн углеводородов, 146 млн. тонн диоксида серы, 53 млн. тонн оксидов азота, 250 млн. тонн пыли. В водоемы сбрасывается 32 млрд. неочищенных вод. В мировой океан ежегодно попадает до 10 млн. тонн нефти. Ежегодно становятся непригодными для земледелия 6-7 млн. га почвы. Выбросы в атмосферу не только ухудшают качество воздуха, но и отрицательно влияют на верхние слои атмосферы, нарушая озоновую оболочку. Это происходит, в частности, под воздействием хлор- фторорганических соединений. Загрязнение воздуха межгосударственная проблема. Это в первую очередь касается загрязнения атмосферного воздуха соединениями серы, азота, фтора, тяжелыми металлами и легкими органическими соединениями. Известно пагубное влияние промышленности средневропейских стран на растительный и животный мир Скандинавии. В Швеции и Норвегии выпадают дожди, содержащие серную кислоту, образующуюся в результате взаимодействия выделяющихся в промышленных районах ФРГ и Франции сернистых газов с атмосферной влагой. Анализ льда в Гренландии показал, что в нем содержится свинец. Ущерб от загрязнения может составлять значительную долю от валового дохода каждого государства, в том числе и Казахстана [21,22].

В настоящее время, по данным Минприроды Российской Федерации, ареал распространения техногенных выбросов вокруг промышленных комплексов охватывает площадь 18 млн. га, что составляет 1% общей площади России. Площадь почвенного покрова, загрязненного тяжелыми металлами и фторидами достигает 3,6 млн. га. Площадь почвенного покрова с высокой степенью загрязнения, в 10-100 раз превышает фоновую и составляет 0,253 млн. га. При средней максимальной нагрузке 0,2 т/кг в некоторых промышленных регионах локальная нагрузка достигает 10 т/кг [12,23].

В Казахстане основными неблагоприятными регионами являются всем известный Семипалатинский ядерный полигон, Арал, металлургические и химические предприятия республики. Существует понятие «техногенные геохимические барьеры». Техногенные барьеры можно создавать, усиливая путем технических сооружений некоторые природные барьеры, или формируя

на пути движения техногенных потоков новые искусственные барьеры, предотвращающие загрязнение окружающей среды. Буферность почв и всей экосистемы по отношению к воздействию техногенных потоков веществ зависит от совокупности процессов, выводящих избыточные деструкционно-активные продукты техногенеза из биологического круговорота: 1) процессов вымывания токсичных веществ за пределы почвенного профиля; 2) процессов консервации токсичных веществ на геохимических барьерах в недоступных для живых организмов формах; 3) процессов разложения токсичных химических соединений до форм, неопасных для живых организмов. Почвы, как правило, наследуют по микрокомпонентному составу свойства почвообразующих пород. По некоторым данным [24], соотношение почв с недостаточным, оптимальным и избыточным содержанием микроэлементов изменяется по ландшафтными зонам. Чем суше климат, тем больше количество микроэлементов сохраняется в почвах. По содержанию микроэлементов в почвах, в золе растений и биопродуктивности последних В.В.Ковальский [25], разделил изученные биообъекты на «безбарьерные» и «барьерные». У безбарьерных- содержание микроэлементов в золе растет пропорционально содержанию их в почве. Барьерный тип зависимости между содержанием элемента в среде обитания и в золе растений имеет три диапазона: 1. Интервал прямой пропорциональности содержания элементов в почве и золе растения и повышение продуктивности; 2. Интервал оптимума стабилизации содержания элемента в растении и максимальной продуктивности; 3. Интервал обратной пропорциональности: содержание элемента в почвах увеличивается, а в золе растений уменьшается при некотором уменьшении биопродуктивности.

Из данных М.А. Глазовской [26] известно, что состав и протяженность потоков техногенных веществ в ландшафтах контролируется общей ландшафтно-геохимической обстановкой и наличием различного рода геохимических барьеров: окислительно-восстановительных, кислотно-щелочных, фильтрационно-сорбционных, седиментационных, биохимических, термодинамических. Например, в полупустынях и пустынях преобладают щелочные и сульфатные барьеры. При поступлении техногенных веществ из атмосферы в виде газов или с осадками в качестве площадного барьера выступает растительный покров, механически задерживающий и ассимилирующий часть техногенного потока. Почва не загрязняется, если химические превращения техногенных продуктов в почве приводит к ликвидации токсичности техногенного потока. Если атмосферная влага, просачивающаяся за пределы почвенной толщи не достигает грунтовых вод, техногенные вещества накапливаются ниже корнеобитаемого горизонта и исключаются таким образом из биологического круговорота и дальнейшей водной миграции - происходит их естественное захоронение.

Среда, в которой мы обитаем, постоянно химически изменяется в результате хозяйственной деятельности человека. В последнее время в специальной научной и сельскохозяйственной литературе появились термины «фториды», которые сразу приобрели негативное звучание [27]. Загрязнение фтором атмосферы, почвы и воды в культурных ландшафтах вызывает тревогу

не только потому, что оно может заметно снизить продуктивность растений (в первую очередь сельскохозяйственных, необходимых для питания человека и кормления сельскохозяйственных животных), нарушить естественно сложившиеся фитоценозы, вызвать, при определенных условиях, угрозу серьезной деструкции ассимиляционного потенциала фитомассы, привести к нарушению нормальных процессов органогенеза, к появлению специфических изменений, возникающих у растений из различных систематических групп, но и потому, что неизбежно ухудшает гигиеническое качество среды обитания человека, включая и гигиеническое качество продуктов сельского хозяйства. В золе растений возрастает содержание фторидов, а зольный состав растений должен рассматриваться как один из существенных показателей качества, т.к. при безупречном биохимическом составе, заслуживающем самой высокой оценки по питательности, растение может быть признано опасным для здоровья животных или человека, если в золе будут содержаться недопустимые количества фтора и тяжелых металлов. Дело усугубляется тем, что высшие растения без каких-либо признаков отравления и патологических изменений могут содержать опасные для животных и человека концентрации вредных веществ, в том числе фтора [28-36].

Социально-экологические проблемы загрязнения

Большинство экологических проблем хорошо известны. Среди них изменение климата Земли, ослабление озонового экрана, загрязнение атмосферы, вод океана и поверхностных вод суши, сокращение площади лесов, загрязнение почв техногенными веществами. Самое опасное - глобальное загрязнение природы техногенными веществами. Максимальную опасность эти элементы представляют для человека, находящегося на вершине цепи питания, где он может получать продукты питания с концентрацией токсикантов 100-1000 раз более высокой, чем в почвах. Основные пути доставки токсических веществ к человеку: по цепи питания - 40-50%, с водой - 20-40% и с воздухом - 20-40 % [37]. В разных регионах значение вредных веществ, попадающих в организм человека, и их соотношение подвержены значительным колебаниям. Поэтому приоритеты реабилитации системы жизнеобеспечения следует определять индивидуально. Для этого необходимо проанализировать фактическое загрязнение регионов, занимающихся производством сельскохозяйственной продукции, особенно в промышленных районах. Следует четко определить наиболее опасные токсиканты конкретно по каждому району и отраслям сельского хозяйства. Известно, что физиологическое и агрономическое значение имеет не валовое содержание загрязняющих веществ, а их подвижные формы в почве. Это привело к необходимости глубокого комплексного исследования биогеохимической географии микроэлементов, форм их соединений и закономерной миграции и аккумуляции, значение в плодородии почв и роли в здоровье человека [26]. Решение этих проблем наталкивается, прежде всего, на слабую изученность процессов миграции загрязняющих веществ в системе почва-растение. Закономерности поведения техногенных веществ в объектах внешней среды изучали, в основном, в

модельных экспериментах и недостаточно – в естественных условиях. На данном этапе наибольший научный задел по воздействию загрязняющих веществ на почву, создан в агрохимической науке [28, 12, 29].

Влияние фтора на почву

По проблеме загрязнения фтором окружающей среды опубликован ряд монографий и обзоров [31, 38- 42]. В этих работах показано, что из-за активности фтора очень высокая взаимозависимость системы грунт – почва – грунтовые воды – растительность – животный мир – человек. Основными природными источниками загрязнения окружающей среды фтором являются различные фторсодержащие минералы, продукты выветривания. Главными источниками фтора являются отложения высоко фторированных пород, районы вулканизма (Индонезия, Камчатка, Мексика и др.), где соединения фтора являются важной составляющей магматических газов и вулканических выбросов [42, 31]. Естественное содержание фтора в почвах определяется его концентрацией в материнских породах, что же касается особенностей его распределения в почвенном профиле, то оно зависит от общих почвообразовательных процессов, из которых наиболее важное значение имеют интенсивность выветривания и содержания в почве глинистых частиц. По данным А.Кабата-Пендиас [43], среднее содержание фтора в почвах оценивается в 320 мг/кг, а в почвах США -360 мг/кг. Наиболее низкие концентрации фтора обнаружены в песчаных почвах гумидных районов, а наиболее высокие – в тяжелых глинистых почвах и в почвах, образующихся на основных породах. Для большинства нормальных почв валовое содержание фтора 150-400 мг/кг. За максимальный уровень загрязнения почвы фтором принята концентрация 500 мг/кг общего фтора, за фоновую величину- 200 мг/кг. Основную роль в естественном накоплении фтора в почвах играют процессы сорбции его глинистыми минералами, гидроксидами и органическими веществами [42]. Главный источник антропогенного поступления фтора и тяжелых металлов на земную поверхность – промышленные выбросы. Трансформация компонентов геосистемы в целом происходит в таких условиях, в которых превышены предельно-допустимые техногенные нагрузки. В результате нарушается порог устойчивости ландшафта. Основным техногенным источником фтора являются апатитовые и фосфоритовые руды, с которыми извлекаются из литосферы 7,5 млн. тонн фтора в год.

Соединения фтора, загрязняющие окружающую среду, находятся в виде газа и в твердом состоянии, наличие их прослеживается в сточных водах заводов по производству кирпича, керамических изделий, стекла, эмалей, фосфорных удобрений, выделяется из флюса при выплаве стали, сжигании угля, в топках. В силу значительной буферности сероземов, которые характеризуются высоким содержанием обменных оснований, изменений физико-химических свойств почв не наблюдается. Приоритетным загрязняющим веществом для почвы является ангидрид, изменения ферментативной активности почв свидетельствуют об ингибировании фосфатаз

и значительном увеличении дегидрогеназ. Высокая активность гидрогеназ свидетельствует о сдвиге окислительно-восстановительного баланса в сторону восстановления, что в свою очередь ведет к накоплению восстановительных форм элементов, токсичных для растений [44].

Процесс поглощения фтора почвами описывается уравнением Фрейдлиха при содержании в равновесном растворе менее 50 мг/мл элемента. Сорбционная способность по отношению к фтору-иону уменьшается в следующем ряду: светло-каштановая – чернозем типичный – солонец луговостенной – дерново-подзолистая – краснозем.

NaF увеличивает pH и растворимость органического вещества, что сильнее проявляется в кислых почвах, чем в щелочных. Возрастала растворимость Al, Fe, Ca, слабее Mg, K, Mn, P, и в меньшей степени Co, Sr, Hg, Cu, Zn, B, Mo, Ba, что ведет к вымыванию элементов за пределы корнеобитаемого слоя почвы, падению почвенного плодородия, а в конечном итоге, с учетом степени загрязнения, и к полной деградации почв, выводу ее из сельскохозяйственного севооборота.

Техногенное загрязнение почв определяется процессами местной миграции и аккумуляции его в ландшафте, а также почвенно-геохимическими условиями [45-48]. Высокое варьирование содержания фторидов в почве обусловлено особенностями материнской породы, гранулометрического и механического состава почвы, содержания органических веществ, карбонатов, полуторных окислов, реакций почвенного раствора, засоленностью и др. [31,49]. Фтористые соединения могут не только накапливаться, но и вызывать значительные изменения свойств почвы. С точки зрения изменения гумусового состояния почв наиболее опасными являются щелочные фториды, которые создают возможность вымывания органико-минеральных компонентов из верхних горизонтов почв: до 30% органического вещества в случае сероземов и до 20% из дерново-подзолистых и серых почв [50]. В почве, загрязненной фтором, снижается общее количество микроорганизмов и возрастает соотношение между споровыми и неспоровыми бактериями, отмечается угнетение ферментативных процессов и изменение структуры микробиоценозов. Энзиматическая активность (дегидрогеназ) почвы, а также интенсивность минерализации и нитрификации азота понижена. Установлена связь между содержанием фтора и механическим составом почвы в среднем в песках- 105, в пылевых почвах -181, в глинах-283 и в илах- 650 мг/кг [51].

При распределении фтора по гранулометрическим фракциям наблюдается четко выраженная закономерность – с уменьшением диаметра частиц содержание фтора увеличивается. В щелочных почвах обнаружена высокая корреляция между pH и водорастворимыми фторидами. В результате загрязнения почв фторидами происходит сдвиг pH в щелочную область [52]. Фториды и их различные соединения в результате физико-химических взаимодействий способствуют уменьшению содержания Ca и Mg в ППК, что ведет к ухудшению водопрочности структуры и пептизации коллоидов, угнетению активности почвенной микрофлоры, и нарушению биохимических процессов. Орошение и внесение фосфогипса приводит к увеличению

количества активного фтора, однако на удобренных навозом участках активность фтора снижается [53]. Действие фторидов приводит к значительным изменениям микробиологического, ферментативного и гумусового состояния почв. Чем выше уровень содержания фторидов в почве, тем заметнее их влияние.

Одним из наиболее распространенных источников накопления фтора в почвах служат минеральные удобрения. В тонне элементарного фосфата в двойном суперфосфате 122 кг, аммофосе, вырабатываемом из фосфатов Каратау – 165 кг фтора [54]. В 1 кг фосфорных удобрений в почву добавляется от 8 до 20 кг/га фтора в год [39]. Содержание валовых и растворимых фторидов, во многом определяется свойствами почвообразующих пород, самой почвой. С утяжелением пород наблюдается увеличение содержания, как валового, так и водорастворимого фтора. Уровень содержания фтора в почве зависит от присутствия глинистых минералов, величины рН и концентраций Са и Р в почвах [43]. Наибольшая адсорбция фтора минеральными компонентами отмечается в кислых интервалах рН (от 6 до 7). Наиболее распространенной формой фтора в почвах считается фторапатит. Установлена способность фтора к образованию комплексных ионов с аммонием (AlF_2^+ ; AlF_4^-). Пределы содержания фтора в минералах групп иллита и хлорита составляет 0,1-2,3%. Отмечается прямая зависимость между содержанием фтора в растениях и его распространением в почвах.

По данным Т.М.Беляковой [55], отношение содержания фтора в золе растений и в поверхностном слое составляет для культурной и природной растительности 1 : 2 и 1 : 6, соответственно. Установлено, что степень адсорбции фтора из питательной среды люцерной и пшеницей положительно коррелирует с его концентрацией в растворе. Также автор приводит данные, свидетельствующие об очень высокой аккумуляции фтора в семенах растений (до 3250 мг/кг сухой массы) при содержании фтора в растворе 50 мг/кг. Устойчивые к фтору растения: спаржа, фасоль, капуста, морковь, ива. Можно утверждать, что чувствительные к воздействию фтора растения повреждаются при содержаниях в его листьях от 20 до 150 мг/кг сухой массы. Менее чувствительные растения могут переносить до 200 мг/кг, очень устойчивые, выдерживают до 500 мг/кг. По общему мнению, между содержанием фтора в растениях и дождевой водой наблюдается положительная корреляция.

Влияние фтора на виноград

Загрязненность винограда, как и других растений, фтором происходит путем поглощения его из воздуха, воды, почвы. Поступающие в почву при техногенном загрязнении соединения фтора обычно легко растворимы и следовательно доступны для винограда. Содержание фторидов в винограде варьирует в зависимости от ландшафтно-геохимических условий, длительности воздействия, степени загрязнения почв подвижными формами этого элемента, метеорологических условий, орошения, физиологического состояния и возраста растений, форм химических соединений фторидов. При концентрации свыше 10 мкг/м^3 его фитотоксическое действие на чувствительные растения

проявляется в течение нескольких часов. А при 1-10 мкг/м³ развивается на протяжении нескольких дней. Действие низких доз может проявляться только в конце сезона вегетации или на следующий год [56]. Ранним симптомом происходящих в растении нарушений является снижение активности фотосинтеза, дыхания, транспирации интенсивности роста, развития, что приводит к уменьшению устойчивости к другим неблагоприятным факторам, уменьшению биомассы и урожая винограда [31]. Отрицательное влияние фтора на сельскохозяйственные культуры проявляются уже при содержании его в почве в количестве 1 мг/кг. Избыточное содержание фтора на 5-25% снижает все физиологические процессы - содержание хлорофилла, влаги, массу свежего вещества [49].

Механизмы поступления фтора и тяжелых металлов в виноградное растение

В 1895 году Е.Овертон разработал «липидную теорию проницаемости». Изучая поступление веществ в жировую клетку и растворимость этих веществ в липидах, он обнаружил, что чем больше растворимость какого-либо вещества в липидах, тем легче оно проникает в клетку. Для проникновения веществ в клетку имеет значение как растворимость в липидах, так и размеры молекул с учетом их гидратации. Низкомолекулярные вещества проникают через поры, причем существенную роль играет их заряд: одновалентные ионы перемещаются легче, чем двухвалентные и трехвалентные. Особенно это характерно для анионов: чем больше заряд аниона, тем труднее он проникает в клетку, поскольку цитоплазма заряжена отрицательно. В настоящее время известно, что ионы и различные соединения преодолевают липидную фазу биологических мембран несколькими способами: 1. Простая диффузия через липидную фазу, если вещество растворимо в липидах; 2. Облегченная диффузия гидрофильных веществ с помощью липофильных переносчиков; 3. Простая диффузия через гидрофильные поры (ионные каналы); 4. Перенос веществ с участием активных переносчиков; 5. Перенос веществ путем экзоцитоза (везикулярная секреция) и эндоцитоза (за счет инвагинации мембраны). Корень – это специализированный орган поглощения воды и минеральных элементов из почвы. В корне происходит частичная или полная переработка поступивших ионов и перевод их в транспортную форму: восстановление, включение в различные органические соединения. Зависимость относительно содержания того или иного минерального элемента в растении от уровня его допустимости в питательной среде имеет форму кривой насыщенности. Она хорошо прослеживается при выращивании растений на питательных растворах с возрастающими концентрациями солей. При этом в области низкой доступности элементов питания, когда рост растений подавлен, увеличение концентрации элементов в среде не приводит к возрастанию их относительного содержания в растении, т.к. увеличивающее поглощение элементов стимулирует рост. Весь организм растения пронизан сетью проводящих пучков, служащих для транспорта воды, минеральных солей и органических веществ.

Передвижение и распределение ассимилянтов в значительной мере определяется фазой развития растений, причем направление и объем транспорта зависят от положения и силы притяжения зоны потребления, от расположения и транспортных возможностей зоны запасаения. Растущие и запасающие органы обладают особой мобилизирующей силой, которая на протяжении вегетационного периода может меняться. Так создается специфический характер распределения, в разработке которого участие принимают фитогормоны. В почве и растениях минеральные вещества находятся в многообразных взаимоотношениях друг с другом, что может проявиться как во взаимном торможении (антагонизме), так и в стимулировании (синергизме). Эти проявления увеличивают поглощение одних ионов за счет других. Кроме того, здесь вступает в силу закон постоянства отношения суммы катионов к сумме анионов.

Растение поглощает катионы в эквивалентно большем количестве, чем анионы, поэтому получаемое частное немного больше единицы. Даже при одностороннем внесении минеральных веществ его величина почти не меняется, т.к. интенсивное поглощением калия затем будет выровнено, например, незначительным поглощением магния и кальция, являющимися антагонистами, или сильное поглощение NO_3 , т.е. будет уравновешено не менее интенсивным поглощением катионов вследствие их синергизма. Антагонизм поглощения объясняется тем, что различные ионы при активном их поглощении могут занимать свободные места в носителе. Поэтому в зависимости от степени специализации носителя между ионами с аналогичными свойствами начинается конкуренция. Поступления в растения ряда элементов питания в случае значительных изменений pH почвы меняется. Согласно данным Г.Я.Ринькис [57], при сильном снижении кислотности уменьшается поглощение растениями марганца, кобальта, цинка и в меньшей мере калия и магния. Ряд уменьшения влияния возрастающей величины pH субстрата на поглощение элементов растениями выглядит так: $\text{Mn} - \text{Co} - \text{Zn} - \text{Cu} - \text{P} - \text{Fe} - \text{B} - \text{Mg} - \text{K} - \text{N} - \text{Mo}$.

Известно, что подкисление среды, окружающей корни, приводит к увеличению поглощения в основном анионов и снижению доступности катионов, а подщелачивание может стимулировать поступление катионов и ограничивать поток анионов. По данным Б. Сарсенбаева [58], угнетающее действие фтора на растения, по-видимому, обусловлено его мембранотропным эффектом. Об этом свидетельствует снижение водоудерживающей способности корней, подавление поступления ионов аммония и нитрата, увеличение накопления натрия и кальция в корнях. Снижение секреции протонов и фосфогидролазной активности интактных корней и наоборот усиление ее в митохондриях и на плазмолемме, изменение белкового спектра пограничных мембран. Мембраны являются первичной мишенью действия фторидов. Предполагается, что распределительная функция корня является определяющей в устойчивости растений к фтору, изменения основных свойств мембран клеток корня фтором. Проницаемость и фосфогидролазная активность нарушают внутриклеточный гомеостаз и как следствие этого приводят к глубинным

изменениям на уровне митохондрий. Фторид натрия в концентрации 10^{-4} М, подавляя фосфогидролазную активность интактных корней растения, стимулирует мембранную АТ фазную активность и индуцирует появление дополнительных форм изопероксидаз митохондрий.

Способы мелиорации загрязненных почв

Фтор обладает способностью легко замещать в глинистых минералах гидросильные группы, поэтому глинистые минералы, в частности иллиты, способны связывать большую часть этого элемента в почвах. Следует отметить интересные работы по уменьшению техногенного загрязнения с использованием глинистых минералов (цеолиты, вермикулиты, монтмориллониты).

Цеолиты- группы минералов подкласса каркасных силикатов; кристаллическая решетка состоит из трехслойного каркаса тетраэдров, в которых часть Si замещена Al, отрицательный заряд компенсируется главным образом ионами Ca^{2+} ; Na^+ ; K^+ , которые способны к обмену. В структуре много полостей и каналов диаметром от 0,32 до 0,9 нм, в которых присутствует молекулярная вода, способная замещаться на анионы. Наиболее широко распространены цеолиты: настролит $Na_2 (Al_2 Si_2 O_{10}) \times 2 H_2O$; шабавит $(Co, Na) (Al Si_2 O_6) \times 6 H_2O$; гейландит $Ca (Al_2 Si_7 O_{18}) \times 6 H_2O$; десмин $Ca (Al_2 Si_7 O_{18}) \times 7 H_2O$. Из-за большого количества пустот цеолиты представляют собой как бы молекулярные сита, они эффективные сорбенты, способные поглощать воду, органические соединения, катионы и анионы раствора. Емкость катионного обмена цеолитов достигает 170-230 мг/экв. на 100 г минерала. Поэтому они могут быть использованы в целях мелиорации почв загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами, а также для повышения емкости катионного обмена, особенно в почвах легкого гранулометрического состава с низким содержанием органического вещества. Цеолиты поглощают находящиеся в почвенном растворе загрязняющие компоненты и таким образом препятствуют поступлению их в растения и грунтовые воды. По данным В.Г.Минеева и др (1989) добавление цеолита на слабокультуренной почве снижало содержание цинка в растениях до фонового уровня. Применение цеолита предотвращало поступление тяжелых металлов в плодово-ягодные культуры. Цеолит снижал поступление Pb в растение земляники в 1,5 раза, Cd – в 15 раз. Накопление Pb и Cd в растение вишни при использовании цеолита снижалось примерно в 3 раза. Отмечена определенная избирательная способность растений к тяжелым металлам. Так, в землянике больше накапливается кадмия, а в вишне свинца. В почве цеолит более эффективно снижает содержание цинк, на Pb и Cd он влияет слабее.

Вермикулиты – широко распространенные в почве трехслойные ди- и триктаэдрические глинистые минералы с обобщенными формулами $(Ca, Mg, Na) (MgF_3)_3 (OH)_2 (Al, Si)_4 O_{10} \times 4 H_2O$. Обладая высокой поглотительной способностью, вермикулиты могут снижать концентрацию загрязняющих веществ в почвенном растворе. Характеризуются средней величиной постоянного отрицательного заряда, расположенного в тетраэдрах и

возникающего за счет изоморфного замещения Si на Al. Заряд компенсируется катионами расположенными на поверхности частиц и в межклетных промежутках. Вермикулиты способны к межпакетной сорбции веществ и поэтому обладают высокой емкостью катионного обмена до 160 мг/экв на 100 г минерала. Монтмориллониты – широко распространенные в почвах трехслойные ди- и -триоктаэдрические глинистые минералы с обобщенной формулой $(Ca, Mg, Na) (Al, Mg)_2 (OH)_2 (Al, Si)_4 O_{10} \times H_2O$. Благодаря малому размеру частиц и способности к межпакетной сорбции веществ монтмориллониты имеют очень высокую удельную поверхность до 600-700 мг на 1 г минерала, емкость катионного обмена – 120-140 мг/экв. На 100 г минерала и сильно набухают. Поэтому монтмориллониты активные сорбенты для многих загрязняющих веществ. Они поглощают тяжелые металлы, радионуклиды в процесс ионного обмена; пестициды за счет образования водородных связей и действия вандерваальсовых сил.

Бентонитовые глины – это глины, в которых монтмориллониты составляют 30-50% отн. с обменной емкостью выше 30 мгэкв/100 г с.в. Представленная на треть смектитовая составляющая придает этим глинам бентонитоподобные свойства. Другая минеральная часть представлена преимущественно глинистыми минералами с примесью карбонатов, окислов и гидроокислов железа и марганца, с повышенным содержанием других макро- и микроэлементов. В связи с этим их относят к комплексным магний-калий-борным удобрениям, обогащенным медью, цинком, кобальтом. За счет содержания минералов монтмориллонитовой группы данные глины имеют набухающие способности и в тоже время при плотной утрамбовке не пропускают через себя воду. Учитывая однородность бентонитоподобных глин, относительно большую их мощность (10-50 м) и широкую распространенность, они могут представлять потенциальные полигоны, где возможно захоронение радиоактивных и токсичных веществ, накопленных за многие годы в Казахстане, а также материалом для рекультивационных работ при захоронениях радиоактивных отходов в отработанные урановые карьеры (59). Главное действие глин основано на способности связывать тяжелые металлы и переводить их в недоступные для растений формы.

Гуминовые кислоты – специфические природные высокомолекулярные соединения кислотного характера, образующиеся при трансформации преимущественно растительных остатков, вне живых организмов под воздействием мезофауны, микроорганизмов и абиотических факторов. Гуминовые кислоты практически нерастворимы в природных условиях, в воде, растворах кислот, но в той или иной степени растворимы в щелочах. В почвах гуминовые кислоты представлены в форме соединений с катионами различных металлов Ca, Mg, Fe или адсорбированы на поверхности частиц высокодисперсных глинистых минералов, оксидов и гидроксидов железа и алюминия. Обладая высокой емкостью катионного обмена до 500-700 мг/экв. На 100 г почвы и высокой хелатирующей способностью, активно связывают практически все тяжелые металлы. О способности гуминовых кислот связывать тяжелые металлы судят по величинам констант устойчивости соответствующих

комплексов, которые зависят от pH. С повышением pH устойчивость гуматов тяжелых металлов растет. Логарифмы констант устойчивости составляют для гуматов: меди- 7-12%; никеля- 5-9%; кадмия- 5-9%; цинка- 5-10%. Гуминовые кислоты оказывают общее благоприятное действие на свойства почвы, чем снижают токсичное влияние загрязняющих веществ на растения и почвенную биоту в целом. Положительное влияние гуминовых кислот связано с тем, что они способствуют формированию агрономической ценной структуры, повышают емкость катионного обмена, кислотно-основную и окислительно-восстановительную буферность почвы, создают в почве долговременный запас азота, фосфора и других элементов питания, включая микроэлементы.

Биогумус – продукт жизнедеятельности дождевых червей (вермикюльтура). В США, Японии, Испании, Италии, Франции, Австрии, ФРГ, Венгрии, Польше, Кубе, Китае и других странах уже на протяжении 20 лет занимаются промышленным разведением специально выведенного (в США) красного калифорнийского дождевого червя. Биогумус оказывает многосторонне положительное действие на агрохимические и биологические характеристики почв. В биогумусе аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов, непосредственно усваиваемых растениями, имеются ростовые вещества, витамины, антибиотики, 18 аминокислот и полезная микрофлора. Биогумус можно использовать для всех сельскохозяйственных культур. Это новый вид удобрений для получения экологически чистой продукции, способных реанимировать почву и снижать антропогенное влияние человека. Черви выделяют из субстрата кальций, тем самым снижая кислотность среды. Коэффициент гумификации субстрата- 15-25%, навоза до 10%. Благодаря интенсивной ферментации биогумус накапливает большое количество биологически активных веществ (ауксинов, гетероауксинов и др.), которые снижают у растений стресс, повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям произрастания, способствуют получению продукции высокого качества и хорошо сохраняемой. Биогумус обладает и другими ценными свойствами: большой влагоемкостью, гидрофильностью, механической прочностью, не содержит семян сорных растений. Способен удержать до 70% воды и в несколько раз эффективней любого органического удобрения. Элементы питания, находящиеся в органической форме, более надежно сохраняются от вымывания и служат источником пролонгированного действия биогумуса. При разложении его микроорганизмами высвобождаются макро- и микроэлементы и растения обеспечиваются углеродом, который необходим для фотосинтеза. Биогумус благодаря высокой буферности не создает избыточной концентрации солей в почвенном растворе, что происходит при внесении высоких доз минеральных удобрений. Содержание в биогумусе гуминовых кислот, азота характеризует его качество. Гуматный и фульватно – гуматный типы биогумуса улучшают весь комплекс физических свойств почвы формированием агрономически ценной структуры [60].

Внесение в почву биогумуса исключает перенасыщение ее отдельными видами питательных элементов (как это часто случается при использовании высоких доз навоза и обычных компостов). Биогумус «омолаживает» почву. Из

американского опыта [60] известно, что даже истощенные, холодные, «мертвые» почвы можно привести в плодородное состояние путем систематического, в течение 4-х лет, внесения биогумуса из расчета 3 т/га. Удобрение биогумусом ценно и тем, что выращенная на ней продукция практически не содержит нитратов выше ПДК и тяжелых металлов. Она пригодна для детского питания. Биогумус превосходит другие органические удобрения по действию на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. И это вполне объяснимо. В нем содержится (%) - 40-60 органической массы; 1,5-3- азота; 1,8-4 –подвижного фосфора; 0,6-2,5- магния; 0,6-3- железа, а также практически весь необходимый для растений набор микроэлементов.

С целью мелиорации загрязненных почв эффективно применение таких мероприятий как: промывка почв, применение обесфторенных фосфорных удобрений, внесение извести, периодическая замена загрязненного поверхностного слоя (10-20 см) почвы вблизи источников выбросов, временное прекращение производства фосфорных удобрений в периоды неблагоприятной метеорологической обстановки, посадки устойчивых к фтору растений, использование полиэтиленовой пленки. Это позволяет сократить на 50% загрязнение почв [61].

Химические методы борьбы с фторидными загрязнениями следующие: создание небольшого избытка алюминия, кальция и магния в почве [54]. По тем же данным значительное количество азота и кальция предотвращает повреждаемость почв фтором. При очень сильном загрязнении фтором эффективно проведение корневых мелиоративных мероприятий. Глубокая вспашка (плугом без предплужника) в сочетании с органическими и минеральными удобрениями. В результате достигается разбавление в 4-5 раз избыточных концентраций фторидов в почве, фтор связывается в труднорастворимые соединения, устраняется активная кислотность. Специально заложенные траншеи, расположенные на пути переносимого внутрипочвенным стоком фтора, дробленая известь позволит осаждать фтор, соединяясь с кальцием [60], что токсическое действие фтора снижается при внесении 60 т навоза на 1 га серозема обыкновенного.

Работ по мелиорации почв в садах, ягодных плантациях и виноградниках нами не встречено, однако мы считаем, что основные способы мелиорации, применяемые на других культурах, могут с успехом использоваться на плодово-ягодных культурах и винограде.

Исследований по изучению влияния тяжелых металлов на рост и урожайность плодовых не достаточно. Поэтому нами рассматриваются материалы, имеющиеся по другим сельскохозяйственным культурам, а также полученные нашей лабораторией.

Современные методы снижения токсичности тяжелых металлов на винограде

Тяжелые металлы- являются спутниками фторидов. Влияние тяжелых металлов в литературе освещено более широко, чем влияние фторидов. Возрастающий уровень химизации сельского хозяйства, загрязнение почв

различными водными и воздушными мигрантами приводят к накоплению в почвах больших количеств тяжелых металлов. Подвижные формы соединений тяжелых металлов, поступая в растения и попадая в пищу животных и человека, оказывают токсическое влияние на процессы метаболизма, вызывают функциональные заболевания или отравления.

В настоящее время исключить загрязнение почв соединениями тяжелых металлов невозможно. Поэтому для снижения отрицательного воздействия загрязнения системы почва-растение соединениями тяжелых металлов можно уменьшить их растворимость в почве или удалить за пределы корнеобитаемого слоя, сократить поступление в растение. Реализация этой проблемы ведется в направлении решения следующих теоретических и методических вопросов: 1. Поиск оптимального варианта определения подвижных форм соединений тяжелых металлов в почвах и растениях. 2. Уточнение параметров результатов теоретического расчета растворимости и трансформации соединений тяжелых металлов в почвах и растениях. 3. Поиск пути регулирования подвижности, трансформации, активности соединений тяжелых металлов в почвах и растениях с целью уменьшения их токсичного влияния на рост и развитие сельскохозяйственных культур, урожай и качество продукции [62]. Как показал А.И.Обухов [23] черноземные почвы страдают от последствий загрязнений значительно меньше, чем подзолистые и дерново-подзолистые. Это объясняется устойчивостью черноземов к воздействию тяжелых металлов, в основе которой лежит высокая емкость поглощения, обусловленная большим содержанием гумуса, глинистых частиц, нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Основной процесс, контролирующей содержание водорастворимых форм тяжелых металлов в почвах, подверженных техногенному загрязнению – адсорбционно-десорбционное равновесие [63]. В связи с этим концентрация тяжелых металлов в почвенном растворе – наиболее важный экологический показатель, поскольку он определяет миграцию тяжелых металлов по профилю почвы и поглощению их растениями [64].

При выращивании растений на почвах с повышенным содержанием тяжелых металлов последние обычно накапливаются в вегетативных органах, а в генеративных – их содержание увеличивается значительно меньше.

Опыты свидетельствуют о наличии трех защитных барьеров на пути проникновения тяжелых металлов в растения: на границе почва-корень; корень-стебель; стебель-зерно. Эти закономерности должны быть использованы в системе мероприятий для получения качественной продукции винограда на загрязненных почвах. Активная деятельность человека ставит новые задачи в классификации и картографировании почв. Подобные исследования позволят создать научную базу для построения серии карт-прогнозов трансформации почвенного покрова в зависимости от природных воздействий. Построение карт устойчивости ландшафтов к различным типам антропогенного воздействия дают возможность подойти к эколого-географической оптимизации размещения промышленного производства, нормированию антропогенных нагрузок с учетом особенностей и специфики ландшафтов. Для практики очень необходима информация о предельно-

допустимых антропогенных нагрузках на экосистемы. Определение предельно-допустимых антропогенных нагрузок на природные комплексы – сложная задача, решение которой затруднено разнообразием взаимодействующих источников агентов и объектов техногенного воздействия, а также сопряжено с трудностями контроля процессов геохимической эволюции ландшафтов [31]. Существует три способа загрязнения почв: агрогенный, гидрогенный и аэрогенный. Первые два воздействуют на природные и сельскохозяйственные экосистемы в основном периодически и только через корневую систему, третий – непрерывно действующий. Большую работу по нормированию содержания тяжелых металлов в почвах проводят медики-гигиенисты. Согласно принятой ими методики нормирование подразделяется на транслокационное (переход элемента в растение, миграционное воздушное (переход в воздух); миграционное водное (переход в воду) и общесанитарное гигиеническое (влияние на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз). Однако эта методика в литературе часто подвергается критике из-за того, что она не учитывает свойства почвы в трансформации соединений тяжелых металлов во времени. В работах Д.Л.Пинского [65] сделана попытка сформировать и обосновать основные принципы нормирования загрязняющих веществ в почвах на основе представлений о физико-химических механизмах перераспределения токсикантов. При этих подходах задача нормирования загрязняющих веществ может быть сведена к определению допустимых уровней токсикантов в растворах или вытяжках из почвы, имитирующих почвенные растворы. В связи с этим ПДК тяжелых металлов целесообразно разработать для крупных классификаций групп почв со сходной устойчивостью к загрязнению. Предельные концентрации элементов в почве можно устанавливать, исходя из критических концентраций их в продуктах питания растительного происхождения. Содержание металла в почве не должно загрязнять выращенную на ней сельскохозяйственную продукцию сверх установленных ПДК. Зная коэффициент накопления тяжелых металлов виноградом и его органами, можно рассчитать предельное содержание металла в почве, не представляющее опасности загрязнения. Особое место в проблеме нормирования составляют показатели, полученные с помощью биологических тестов на загрязненность почв тяжелыми металлами. Живые организмы и их метаболиты оказываются, как правило, более чувствительными к состоянию почв по сравнению с данными химических и физических анализов. При определении степени насыщенности почвы токсичными элементами помощь могут оказать пчелы. В США проведены анализы проб пчелиного меда из ульев, находящихся на разных по степени атмосферного загрязнения зонах (вблизи автострад, цинковых рудников, в промышленных районах). Оказалось, что концентрация тяжелых металлов в меде соответствует концентрации их на местности, где насекомые собирали нектар [11]. Для решения задач по нормированию загрязнения почв В.Б.Ильин [66] рекомендует учитывать функциональное значение почвы. Нормирование осуществляется для контроля за сохранением в почве ее естественных свойств и процессов при получении гигиенически пригодной растительной продукции. Этот же автор предлагает схему

стадийного загрязнения, а также почвенные, санитарные и гигиенические тесты для его выявления. Эта схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени их загрязнения химическими веществами приведена в официальных методиках и рекомендациях. Для того, чтобы решить проблему нормирования воздействия того или иного токсиканта, необходимо иметь систему взаимосвязанных показателей: предельно-допустимые нормы поступления веществ на единицу площади, предельно-допустимые концентрации его в атмосфере, наземном растительном покрове, почвах, почвенно-грунтовых водах. В почвоведении не создано относительно законченной модели поведения загрязняющих веществ, основанной на учете всех трансформационных процессов, включая процессы переноса в составе живой фазы почв.

В связи с этим теоретических положений мелиорации загрязненных тяжелыми металлами почв разработано недостаточно. Признан способ химической мелиорации кислых почв, загрязненных тяжелыми металлами – известкование. Защитное действие известкования обусловлено комплексом позитивных изменений в химических, физических и биологических свойств почв, приводящих к резкому снижению выноса тяжелых металлов растениями. Другой способ – внесение органического вещества, являющегося хорошим адсорбентом катионов и анионов и повышающего буферность почвы. Оба этих способа снижают поступление большинства тяжелых металлов в растения. На почвах тяжелого гранулометрического состава токсичность чаще всего проявляется слабее, чем на песчаных и супесчаных. Наиболее существенным фактором является реакция среды в почве, изменяя которую можно в 8-10 раз снизить поступление Cd, Zn, Pb в корневую систему. Рекультивация загрязненных тяжелыми металлами почв, основанная на изменении карбоната кальция и фосфатов, эффективна на почве с повышенной кислотностью, но не всегда дает ожидаемый эффект в других условиях. Это связано с тем, что большая часть тяжелых металлов присутствует в почве преимущественно в форме высокомолекулярных органических хелатов, которые могут оставаться достаточно растворимыми даже при высоких значениях pH и содержании подвижного фосфора. Навоз – органическое удобрение относительно безопасное в экологическом отношении, однако ограничен в возможности применения повышенных доз из-за опасности накопления избыточного количества минеральных форм азота в почве. По данным В.И. Савич [67] возможны следующие приемы уменьшения загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами: 1. Осаждение в виде карбонатов, фосфатов, гидроокисей. При этом осаждение наступает в случае превышения произведений активности ионов образующих осадок, над эффективным произведением его растворимости: $(K_p) \times (A_p) > K$. Для прогноза данного процесса следует учесть аналитически определяемые активности компонентов осадков и произведения растворимости с учетом эффектов протинирования и комплексообразования, возможных в данной ситуации. 2. Связывание тяжелых металлов в комплексы с большой молекулярной массой и значительной эффективной константой устойчивости, которые не смогут поступать в

растения. 3. Вымывание тяжелых металлов за пределы корнеобитаемого слоя: а) промывание почвы соединениями, содержащими лиганды, склонные к комплексообразованию с тяжелыми металлами (используя различные лиганды и регулируя условия в сфере реакции, можно добиться образования комплексов, не потребляемых растениями и легко мигрирующих по почвенному профилю); б) на легких по механическому составу почвах для удаления токсикантов перспективен метод последовательной промывки почв растворами лигандов, а затем растворами, содержащими в своем составе анионы, дающие с катионами токсиканта труднорастворимые осадки. Уменьшение токсикации микробиологической активности почв и растений тяжелыми металлами достигается и при увеличении емкости поглощения почв, образования комплексных соединений за счет внесения органических удобрений. Уменьшение поступления тяжелых металлов в растения может быть достигнуто также интоксикацией их в корнях за счет регулирования катионного и анионного состава питательного раствора, а следовательно и поглотительной способностей тканей; интоксикацией внутри растений за счет применения селективных внекорневых подкормок и изменения процессов метаболизма. Возможно использовать в качестве сорбента тяжелых металлов биомассы метаноксилящих бактерий *Methylooccus capsulatus* ВОБ-874, получаемых в настоящее время в промышленных условиях для кормовых целей [68].

В литературе имеются немногочисленные данные о применении цеолитов, бентонитов, глауконита и других веществ, для снижения токсичности тяжелых металлов. Положительные результаты получены исследователями Польши, Болгарии, Японии, Украины. Но устойчивый детоксикационный эффект наблюдается не всегда. Результаты модельных опытов, проведенные на Центральной Опытной Станции ВИУА [22] показали, что окультуренность почвы, ее «высокое плодородие», является решающим фактором в детоксикации почв загрязненных тяжелыми металлами. Следовательно высокое плодородие почвы-это генеральное направление в решении проблемы получения доброкачественной продукции на загрязненных тяжелыми металлами почвах.

Снизить подвижность тяжелых металлов можно используя ионообменные смолы, которые содержат карбоновые и гидроксильные группы. Известны и другие способы мелиорации загрязненных почв – глинование, фосфоритование, фитомелиорация.

Учитывая, что работ по влиянию на плодово-ягодные культуры и виноград фтора и тяжелых металлов недостаточно, в Казахстане в лаборатории агроэкологии Казахского НИИ плодоводства и виноградарства проводятся полевые и лабораторные исследования по проблемам выращивания качественной продукции винограда, яблони и земляники на почвах, загрязненных фтором, свинцом, кадмием, цинком, медью.

Исследования на виноградниках ведутся в специализированных совхозах Жамбылской области. На первом этапе работы было установлено, что на лугово-сероземных почвах, загрязненных техногенными веществами (фтор,

свинец, кадмий) применение аппликационного метода позволяет найти необходимые химические элементы, благотворно влияющие на почвенную биоту и установить их оптимальные концентрации; на исследуемых почвах разной степени загрязнения и разным содержанием гумуса одни и те же химические элементы реагируют с разной степенью разложения клетчатки полотна; использование биогумуса создает большие предпосылки для стимуляции активности почвенных микроорганизмов. Второй этап заключался в изучении взаимовлияния химических элементов с целью определения эффекта синергизма-антагонизма элементов. Третий этап включал в себя производственную проверку полученных результатов.

В результате аппликационных и полевых опытов были выявлены химические элементы антагонисты загрязняющих веществ, при применении которых можно получать качественную продукцию винограда на загрязненных землях [69].

Почвенный покров, регулирующий через живое вещество биохимические потоки химических элементов, представляет своеобразный «экран жизни» на нашей планете, подобный озоновому экрану. На основании обобщения результатов полевых исследований, выполненных в Почвенном институте им. В.В.Докучаева, учреждениями Госкомгидромета установлено, что на территории СНГ общая площадь почв, загрязненных через атмосферу тяжелыми металлами составляет 10 млн. га. Интенсивность антропогенных воздействий на биосферу в последние десятилетия стала возрастать так быстро, что разделение эволюционных и экологических процессов становится все более условным. Антропогенные нагрузки, если не предпринять срочных мер по их снижению, могут быть спусковым механизмом для относительно быстрого перехода в новое состояние, при котором для существования человечества могут оказаться неприемлемы [12]. Однако, действия загрязняющих веществ в системе почва-удобрение изучено мало. Экспериментального материала крайне недостаточно. Исследования проводятся разрозненно, в основном по личной инициативе. Нет единой целевой программы, отсутствует координация НИР. В настоящее время установлена зависимость загрязнения сельскохозяйственной продукции от свойств почвы, на которую можно активно влиять.

ИСТОЧНИКИ, ПУТИ МИГРАЦИИ И НАКОПЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В САДОВЫХ БИОЦЕНОЗАХ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ КАЗАХСТАНА

Основные загрязнители почв и растений

Основными загрязнителями садовых биогеоценозов юга и юго-востока Казахстана являются свинец и сопутствующие ему тяжелые металлы, а также фтор и бор. На качество биогеоценозов в Алматинской и Южно-Казахстанской областях оказывают воздействие выбросы Текелийского и Шымкентского свинцово-цинковых комбинатов (СЦК), в Жамбылской – Жамбылского фосфорного завода. Значительный объем загрязнителей попадает в сбросные и дренажные воды с сельскохозяйственных полей, а далее – в источники орошения [13].

Под влиянием сбросов содержание в воде тяжелых металлов увеличивается. Основными загрязнителями вод Алматинской области являются азотосодержащие вещества (нитриты), фенолы и нефтепродукты. Загрязнение вод имеет хозяйственно-бытовой характер и возрастает в период весеннего половодья и дождевых паводков. Избыточное содержание в поливных водах меди отрицательно сказывается на качестве продукции виноградников, т.к. в совокупности с обработкой кустов медьсодержащими препаратами происходит ее накопление в почве выше ПДК. Загрязнение медью носит локальный характер и ограничивается отдельными участками насаждений.

В поливных водах отмечается избыточное содержание цинка, однако оно не компенсирует недостаток цинка в почве садовых насаждений. В водах рек от Иссыка до Каскелена наблюдается повышенное содержание фтора, который является приоритетным загрязнителем садовых агроценозов в садовой зоне.

В Жамбылской области основными источниками орошения являются воды бассейна рек Талас и Чу, где среднегодовые показатели ПДК загрязняющих веществ, в том числе и пестицидов, наблюдаются в единичных случаях.

В Южно-Казахстанской области химический состав поливных вод формируется под влиянием реки Сыр-Дарья. В бассейне реки повышенное содержание фтора только в районе г. Шымкента достигает 2 ПДК. Отмечается сильное загрязнение вод такими тяжелыми металлами, как медь, цинк и свинец, концентрация которых значительно превышает ПДК, что в отдельные годы влиянием сброса дренажных вод приводит к массовой гибели рыбы.

В пределах Келесской группы специализированных хозяйств уровень загрязнения вод повышается за счет увеличения содержания взвешенных частиц, легкорастворимых солей хлоридов и сульфатов и возрастания общей минерализации. В сбросной воде концентрация легкорастворимых солей достигает 300 мг/л, в дренажной – 1000 мг/л, а в оросительной воде взятой ниже сброса – 400 мг/л. Орошение водами повышенной минерализации способствует засолению гидроморфных почв Келесской группы специализированных хозяйств, ухудшает водно-физические и химические свойства почв, является причиной заболевания виноградников эдафическим хлорозом.

В реках Шымкентской группы хозяйств под влиянием выбросов предприятий г. Шымкента загрязненность воды фосфоритами в 2-3 раза превышает фоновые показатели, а также возрастает содержание фтора и хлоридов. Максимальное накопление фосфатов достигает 42 мкг/л и общего фосфора – 48,8 мкг/л. В значительной степени воды загрязнены фторидами, медью, железом и цинком.

В речной взвеси содержится 1,5-10% свинца, что в пересчете на объем воды составляет 69-460 мг/л и почти в 70 раз превышает норму свинца в растворенном состоянии. Большая часть свинца находится в тонких фракциях, которые и являются основным переносчиком элемента. Поэтому поливать насаждения в провинциях с повышенным содержанием тяжелых металлов почве, где часты паводковые воды или дожди, когда вода несет много взвесей,

не рекомендуется. Одной из причин массового загрязнения орошаемых территорий юга Казахстана свинцом является внесение его с оросительными водами.

В целом по югу и юго-востоку Казахстана загрязненность вод, идущих на орошение плодово-ягодных насаждений и виноградников, не превышает в среднем ПДК, что позволяет их использовать для орошения многолетних насаждений без опасности снизить санитарно-гигиенические показатели получаемой продукции.

При планировании орошения необходимо учитывать, что на гидроморфных почвах с повышенным содержанием в почвенном профиле легкорастворимых солей полив сбросными водами нежелателен и является причиной засоления почв и заболевания растений эдафическим хлорозом.

Несмотря на отдельные факты ухудшения состояния почв в результате действия оросительных вод, особенно при нарушении режимов орошения, в качестве доминирующих загрязнителей почв и растений выступают техногенные и геохимические факторы. В почвах плодовых насаждений пустынных и полупустынных регионов в пределах борной геохимической провинции отмечается избыточное накопление бора. Уровень загрязнения подвижными формами бора высок и достигает 2-6 кратных величин по градации Г.Я.Ринькиса [57]. Обладая высокой реакционной способностью, мобильностью и геохимической активностью, бор рассматривается как один из элементов, активно влияющих на свойства почв, рост и продуктивность растений.

Первопричиной образования борной геохимической провинции является отложение толщ и соленосных рыхлых пород. Аралокаспийская низменность и районы, расположенные восточнее ее, а также области, лежащие вдоль разлома земной коры Средиземноморской геосинклинали, проходящие в Евразии поясом в широтном направлении почти от Гибралтара до берегов Тихого океана, имеют почвы, наиболее богатые бором. Чем больше в породе накапливается солей, тем выше содержание в ней бора. По этой причине почвы Келесского и Кировского массивов орошения Южно-Казахстанской области содержат повышенную концентрацию бора. В Жамбылской области очаги по накоплению бора сформировались на орошаемых почвах предгорных районов Киргизского хребта и Чу-Илийских гор, Алматинской области – предгорной пустынно-степной зоне Заилийского Алатау.

Эпицентры бора приурочены к местам с высоким уровнем стояния грунтовых вод. В этих условиях формируются почвы гидроморфного ряда – лугово-сероземные с содержанием гумуса 1,5-3,0 %, общего азота – 0,1-0,2 мг на 100 г. Концентрация карбонатов в поверхностном слое почвы достигает – 3-9%. Сумма поглощенных оснований колеблется в пределах 10-20 мг/экв на 100 г. почвы. Поглощающий комплекс насыщен Са и Mg. Реакция водных суспензий – щелочная. Обеспеченность почв НРК – средняя и низкая. По гранулометрическому составу преобладают суглинистые разности.

Содержание подвижных форм бора в значительной степени варьирует в зависимости от погодных условий и режимов орошения садов и виноградников.

Это свидетельствует о повышенной динамичности бора, который в течение короткого срока может менять места накопления и в то же время подчиняться закономерности активного образования подвижных соединений [13,70].

Вследствие высокой токсичности бора (в 100 раз токсичнее хлора) борьба с этим загрязнителем почв требует особых усилий.

Техногенное загрязнение почв, грунтовых вод и растительности обусловлено деятельностью человека. В почвах с высоким содержанием почвенно-поглощающего комплекса Са и Mg, а также фтора, систематическое и длительное применение минеральных удобрений приводит к увеличению их концентрации в почвенном профиле. Главной причиной накопления фтора на орошаемых, слабо дренированных участках в условиях сельскохозяйственного производства является бессистемное применение минеральных удобрений. По содержанию фтора минеральные удобрения можно расположить в следующей последовательности: аммофос – 3,4-4%, нитрофос – 2-3%, простой суперфосфат – 0,9-2%, двойной суперфосфат – 1,1-1,5%. Содержание фтора зависит от степени дренированности территории. При слабой степени дренированности его накопление происходит более интенсивно.

Другим источником загрязнения почв фтором являются предприятия по производству фосфорных удобрений. Химические заводы Тараза являются одним из источников поступления фтора в орошаемые почвы. Это создает сложную экологическую обстановку, в результате которой отмечается загрязнение почв, естественной и культурной растительности. Вблизи завода фосфорных удобрений содержание водорастворимого фосфора в верхних горизонтах почвы не опускалось ниже 30 мг/кг. Удаленность от источников выброса, направления преобладающих ветров, наличия механических барьеров, а также объем выбросов – решающие факторы распределения элемента по территории. Вглубь почвенного профиля фтор вымывается с поливами и осадками, в которых концентрация его возрастает, особенно при наличии геохимических барьеров. Поведение фторидов в почве определяется совокупностью трех основных процессов; ионного обмена, осаждения и комплексообразования. Содержание фтора в почве массива плодовых насаждений, отстоящего от источника загрязнения на расстоянии 100 м, достигает 6,0 ПДК. По мере удаления от источника загрязнения содержание фтора в почве снижается и на расстоянии 8 км в северо-западном и 22-28 км в юго-восточном направлениях находится в пределах нормы.

Активному распределению фтора по почвенному профилю способствуют подвижность элемента, а также вымывание его с поливами и осадками. На перераспределение фтора по почвенным горизонтам оказывают воздействие грунтовые воды.

При весеннем подъеме общего уровня грунтовых вод и их дальнейшем опускании фтор верхних горизонтов почвы вовлекается в нижние.

Тяжелые металлы являются сопутствующими фтору элементами – загрязнителями почв и растений. Большинство поступающих в почву тяжелых металлов переходит в малоподвижное состояние: выпадает в осадок, закомплексовывается органическим веществом, захватывается гидроксидами

полупрозрачных окислов, фиксируется тонкодисперсными минеральными частицами.

Способность почв снижать подвижность ТМ и, тем самым, уменьшать их поступление в растение, объясняется наличием гумуса, карбонатов, ила, рН. Тяжелые металлы поливалентны, хорошо сорбируются почвой, образуя плохо растворимые соединения с фосфатами и органикой, что способствует их накоплению в ней. На устойчивость ТМ в почве влияет органическое вещество и увеличение рН.

Горные области северного Тянь-Шаня характеризуются наличием полиметаллических рудопроявлений, добыча и обогащение которых сопровождается загрязнением биогеоценозов тяжелыми металлами.

Высокая степень загрязнения почв свинцом в г. Шымкенте обусловлена промышленными выбросами Шымкентского свинцово-цинкового комбината. Вокруг г. Шымкента, где сосредоточено производство сельскохозяйственной продукции для нужд города, сформировалась геохимическая провинция с повышенным содержанием свинца, цинка, кадмия, меди и фтора. Превышение ПДК свинца по подвижным формам составляет 50 и более раз. В ПВС «Шымкентский» максимальное накопление металла отмечено на границе плодовых насаждений, открытой прямым эмиссиям загрязнителей. Содержание свинца в почве здесь достигает более 300 мг/кг при ПДК его подвижных форм – 6 мг/кг. Даже в таких условиях абрикос плодоносит и дает кондиционную по внешнему виду продукцию. Наличие свинца в плодах абрикоса на этих землях превышает допустимые санитарно-гигиенические нормы в 24 раза. Техногенное загрязнение области принимает масштабный характер. В Аксу-Джабалгинском заповеднике, в 75-120 км от источника загрязнения, воздействие выбросов предприятий г. Шымкента вызвало массовую гибель арчи.

Интегральное загрязнение является причиной накопления в плодах разных загрязнителей, суммарное действие которых на организм человека непредсказуемо. По литературным данным, токсичность цинка и фтора при их совместном накоплении в плодах увеличивается в 5 раз. Повышенное содержание свинца в почвах садовых насаждений Келесского массива орошения обусловлено использованием минеральных удобрений, а также переносом и отложением этого металла с взвешенными частицами оросительных вод.

Повышенное содержание свинца в орошаемых почвах аграрных регионов объясняется внесением в почву металла с удобрениями, а также с оросительными водами, способствующими равномерному распределению их по территории и почвенному профилю. Типичными для этого типа загрязнения являются Сарыагашский и Келесский массивы орошения, где содержание свинца достигает 2-4 ПДК по подвижным формам.

В целом в почвах орошаемых насаждений плодово-ягодных культур и винограда юга и юго-востока Казахстана приоритетными загрязнителями являются бор, фтор, свинец и сопровождающие их тяжелые металлы. Загрязнение цинком, кадмием, медью имеет локальный характер. В почве

отмечается недостаток молибдена, фосфора, калия и железа, в пустынной части – цинка и кобальта, в предгорной и горной областях – бора и никеля. Особенно сильно загрязнена почва и отравлена сельскохозяйственная продукция вокруг городов и населенных пунктов с развитой перерабатывающей и добывающей промышленностью.

На основании обследования сельскохозяйственных насаждений и собранных полевых материалов по суммарному содержанию тяжелых металлов в образцах почвы составлены базы данных территорий вокруг основных объектов-загрязнителей [71]. В компьютерной программе DIVA-GIS версия 7.1.7 на основе баз данных NASA - интерактивных картах рельефа, климата, растительности, водных ресурсов Республики Казахстан, прогноза изменения климата до 2050 г. (<http://www.diva-gis.org/>) в десятичных географических координатах через программу Access введена информация о величинах ПДК (рисунки 1, 3, 5). Проведен анализ и моделирование зонального деления территории по степени загрязнения ТМ (рисунки 2, 4, 6). Введение в программу оригинальной базы данных крестьянских хозяйств позволило провести анализ и моделирование оптимального типа сада в конкретной географической точке промышленных зон плодоводства юга, юго-востока Казахстана. На основании полученных картограмм в Алматинской, Жамбылской, Южно-Казахстанской областях, с учетом зон перезимовки плодовых культур, особенностей розы ветров, почвенных разностей и их загрязненности, определен потенциал развития плодоводства в регионе (свыше 30 тыс. га садопригодных земель). Большим ресурсом развития плодоводства обладают Ескельдинская, Саркандская, Текелийская, Уйгурская, Шелекская, Есикская, Талгарская, Карасайская, Кордайская, Меркенская, Каратауская, Сары-Агашская «плодовые зоны»- районы в пределах высот 700- 1200 м над уровнем моря.

Наиболее чистой зоной является полоса предгорий Заилийского и Джунгарского Алатау, где на высоте 950-1400 м над уровнем моря, в так называемой «апортовой зоне», возможно произрастание уникального сорта Апорт, не имеющего аналогов в мире.

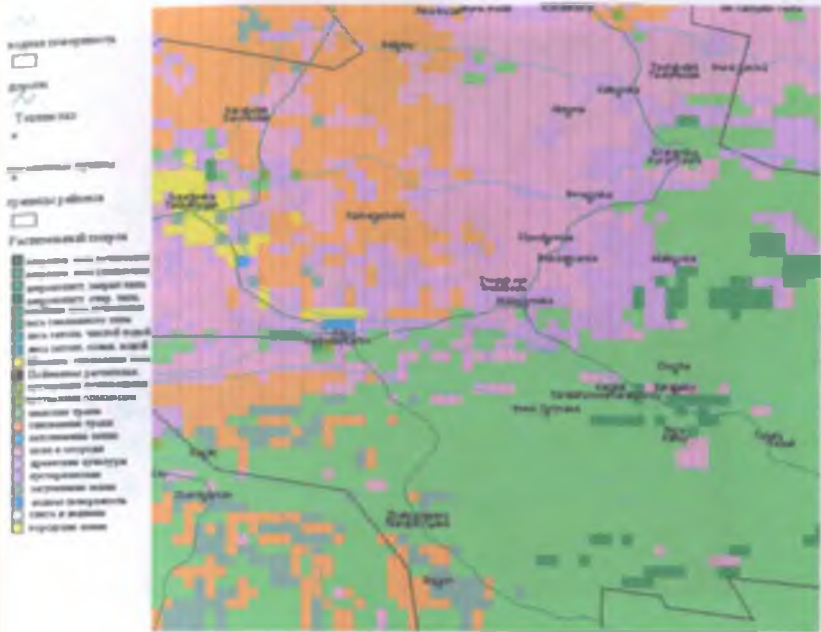


Рисунок 1- Сады, дачные участки и огороды Текели-Талдыкорганской геохимической провинции



Рисунок 2 - Текели-Талдыкорганская геохимическая провинция



Рисунок 5 - Пахотные земли, огороды, сады, виноградники вокруг г. Шымкент

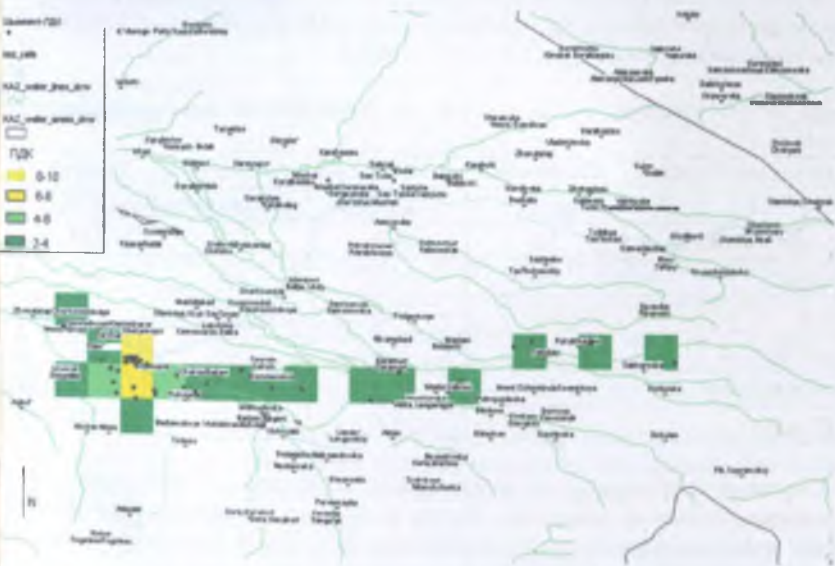


Рисунок 6- Южно-Казхстанская геохимическая провинция

Пути миграции загрязнителей в системе почва – растение

Содержание подвижных форм элементов в почве и в растениях взаимосвязано. Это влияет на количество и качество получаемой продукции.

Растение поглощает свободные тяжелые металлы, находящиеся в виде свободных катионов в почвенном растворе. Поглотительная способность корней избирательна. С повышением уровня содержания металла в почве концентрация его в растениях возрастает сначала в линейной зависимости затем наблюдается пологая кривая.

Однако при значительном увеличении концентрации тяжелых металлов в почве отмечается резкое возрастание их в растениях. Порог концентрации, нарушающий метаболизм растения, для свинца составляет 20-25 ПДК и зависит от степени токсичности элемента, выносливости растений и свойств почв.

Растения подвергаются загрязнению также в результате оседания на листьях и плодах металлических частиц. Внешнее загрязнение менее опасно для человека, чем корневое. Поскольку употребляемые в пищу вымытые плоды содержат на 11% меньше меди, на 26% цинка, на 40% свинца и 5% кадмия. Загрязнение растений уменьшается во время дождя или поливов. Дождь смывает загрязнители с поверхности листьев, а поливы способствуют их перемещению в более глубокие слои почвы и уменьшению концентрации в зоне забора. Таким образом, одной из мер борьбы с избыточным накоплением тяжелых металлов в растениях является проведение регулярных поливов.

Загрязнение почв влияет на рост и развитие растений, их продуктивность. С увеличением уровня содержания в почве подвижных форм тяжелых металлов и фтора урожайность винограда снижается (табл. 1) [13].

Таблица 1- Влияние загрязнителей на урожайность винограда (сорт Ркацители)

Место взятия образца	Содержание элементов (среднее), мг/кг			Урожай, ц/га
	фтор	свинец	Кадмий	
Совхоз им. Жамбыла	7,9	8,5	0,6	154
Бескилдык	6,4	6,3	0,6	200
Акбудум	6,0	6,3	0,6	224
Совхоз Учбулак	4,5	5,4	0,57	227
Совхоз Жасуркен	4,6	5,7	0,46	233
АО «Шахан»	3,8	5,6	0,42	239

Сортовые особенности плодовых вносят коррективы в содержание и распределение тяжелых металлов, фтора и бора в растениях. Плодовые культуры выгодно отличаются от однолетних тем, что в них минеральные формы загрязнителей уже в корневой системе переходят в органические, менее подвижные, а следовательно – и менее токсичные соединения. Корневая система, являясь преградой на пути поступления загрязнителей в вегетативные органы, способствует снижению накопления вредных веществ в надземных

частях растений. Поэтому в вегетативных органах содержание вредных веществ гораздо выше, чем в плодах. Такое распределение свидетельствует о наличии биологических барьеров транслокации загрязнителей по растению: почва – корневая система, корневая система – вегетативные органы, вегетативные органы – плоды (табл.2).

Таблица 2- Содержание загрязнителей в плодах и листьях садовых растений

Плодовые культуры	Сорт	Части растения	Элементы, мг/кг					
			свинец	цинк	кадмий	медь	фтор	бор
Яблоня	Стар Эрлис	Плоды	1,06	5,14	0,06	8,83	4,81	18,24
		Листья	3,31	14,92	0,17	89,94	6,33	50,11
	Суйслепер	Плоды	1,06	5,3	0,27	8,83	4,81	18,24
		Листья	9,72	35,28	0,45	89,94	6,33	50,11
	Борвинка	Плоды	1,24	8,15	0,28	4,78	4,81	18,24
		Листья	22,58	36,4	0,26	44,52	6,33	15,43
	Ренет Бурхардта	Плоды	0,11	10,35	0,21	9,55	4,81	9,27
		Листья	2,36	9,22	0,3	70,3	6,33	86,4
Вишня	Войлочная	Плоды	1,4	3,6	0,05	211,7	2,15	5,86
		Листья	4,63	40,25	0,22	41,72	35,15	156,2
Слива	Исполинская	Плоды	0,02	5,75	0,25	211,7	2,15	5,86
		Листья	2,48	6,33	0,49	41,72	35,15	156,2
	Ванета	Плоды	2,92	13,75	0,21	5,14	2,15	14,69
		Листья	220,2	83,83	1,41	90,29	35,15	150,6
Груша	Лесная красавица	Плоды	1,02	23,55	0,16	7,49	2,15	14,88
		Листья	10,69	29,87	0,29	77,79	35,15	45,57
Абрикос	Краснощекий	Плоды	7,74	29,12	0,37	1,3	2,15	45,79
		Листья	22,58	99,68	0,72	0,86	35,15	95,9

Коэффициент перехода элементов из вегетативных органов в генеративные характеризуется индивидуальной изменчивостью, что связано с особенностями биологии сорта и степенью загрязнения почв.

Для семечковых культур он составляет 0,002-0,33, косточковых – 0,003-0,57. Биологический барьер между вегетативными и генеративными органами плодовых растений более выражен, чем между корневой системой и надземными органами. Принимая коэффициент биологического накопления элемента за 100%, можно в каждом конкретном случае вычислить

эффективность действия биологических барьеров, созданных на пути загрязнителей.

Ряды биологического накопления и частные предельно-допустимые концентрации элементов в почве

В зависимости от особенностей поглощения и распределения в растении элементов разные сорта и индивиды, произрастающие на почвах одной степени загрязнения, накапливают в плодах разное содержание загрязнителей. Нами рассчитан коэффициент биологического накопления, выражающий отношение содержания валовых форм элемента в плодах к концентрации ацетатнорастворимых форм этого же элемента в почве и характеризующий степень адаптивности организма к конкретным загрязнителям и их сочетаниям.

Коэффициенты биологического накопления превышают величины общепринятого коэффициента биологического поглощения и варьируют в зависимости от почвенных условий.

Ряды биологического накопления элементов садовыми растениями [13]

1. Свинец:

- *яблоня* – Ренет Бурхардта (0,07), яблоня Сиверса (0,08), Голден Делишес (0,16), Киргизское зимнее (0,23), Апорт (0,32), Старкримсон (0,37), Айдаред (0,39), Быстрица (0,41), Протон (0,41), Заря Алатау (0,45), Салтанат (0,77), Рашида (1,07);

- *слива* – Стенли (0,12), Ванета (0,14), Исполинская (0,16);

- *груша* – Лесная красавица (0,08), Талгарская красавица (0,28);

- *виноград* – Олеся (0,04), Тайфи розовый (0,04), Чауш Киргизский (0,05), Вартан (0,01), Зариф (0,02), Жемчуг Саба (0,02), Зарин (0,03), Предгорный (0,05), Чауш мускатный (0,05), Алматинский (0,33), Королева виноградников (0,35), Арман (0,66);

- *ягодники* – земляника (0,7), малина (4,16), смородина (5,07), облепиха (16,09).

2. Цинк:

- *яблоня* – яблоня Сиверса (0,24), (2,53), (5,1), Ренет Бурхардта (7,43);

- *ягодники* – земляника (10,77), смородина (39,03), малина (40,36), облепиха (89,93).

3. Кадмий:

- *яблоня* – Айдаред (0,07), Рашида (0,07), Заря Алатау (0,07), Салтанат (0,07), Быстрица (0,07), Ренет Бурхардта (0,08), Старкримсон (0,1), Киргизское зимнее (0,1), Протон (0,1), яблоня Сиверса (0,2), (0,39), Апорт (0,28), Голден Делишес (0,72);

- *слива* – Исполинская (0,089), Ванета (0,1), Стенли (0,107);

- *груша* – Лесная красавица (0,07), Талгарская красавица (0,07);

- *виноград* – Чауш Киргизский (0,03), Арман (0,1), Вартан (0,1), Тайфи розовый (0,1), Чауш мускатный (0,12), Жемчуг Саба (0,16), Королева виноградников (0,17), Зарин (0,19), Алматинский ранний (1,76);

- *ягодники* – смородина (0,03), земляника (0,15), облепиха (0,23) малина (0,31).

4. Железо:

- *яблоня* – Айдаред (2,96), Старкримсон (3,28), Киргизское зимнее (3,36), Протон (5,09), Рашида (5,23), Заря Алатау (6,25), Ренет Бурхардта (7,15), яблоня Сиверса (7,15), (8,07), Быстрица (8,1), Салтанат (8,57), Апорт (20,04);
- *слива* – Ванета (3,36), Стенли (3,76), Исполинская (4,69);
- *груша* – Талгарская красавица (3,52), Лесная красавица (4,37);
- *виноград* – Алматинский (5,6), Королева виноградников (17,09);
- *ягодники* – малина (8,6), смородина (14), земляника (32,2), облепиха (133,07).

5. Медь:

- *яблоня* – Быстрица (0,85), Протон (0,94), Салтанат (1,08), Заря Алатау (1,0), Киргизское зимнее (1,26), Рашида (1,41), Старкримсон (1,53), Айдаред (1,67), Ренет Бурхардта (3,24), Апорт (5,2), яблоня Сиверса (5,7), (7,08), (10,32);
- *слива* – Исполинская (5,51), Стенли (6,11), Ванета (6,73);
- *груша* – Лесная красавица (4,64), Талгарская красавица (7,2);
- *виноград* – Алматинский (0,96), Королева виноградников (4,07);
- *ягодники* – смородина (0,35), малина (0,51), облепиха (2,41), земляника (3,34).

6. Фтор:

- *виноград* – Олеся (0,24), Чауш мускатный (0,28), Чауш Киргизский (0,29), Варган (0,54), Зарин (0,7), Арман (0,73), Тайфи розовый (0,76), Зариф (0,77), Жемчуг Саба (0,79), Предгорный (0,81).

Как показали результаты исследований, меньше свинца накапливается в плодах косточковых культур, больше – в плодах семечковых. На загрязненных почвах не рекомендуется выращивать ягодные кустарниковые культуры, т.к. коэффициент биологического накопления их на порядок выше, чем у других культур, за исключением земляники. В связи с разной приспособляемостью сортов плодовых культур к загрязнению вычисляют такое содержание элемента в почве, при котором можно выращивать качественную продукцию. По санитарным нормам накопления остаточных элементов в плодах и коэффициентам их биологического накопления нами рассчитаны частные ПДК концентрации элемента в почве для конкретных культур и сортов плодовых растений, которые без учета изменения биологического оптимума почвенной среды гарантируют повышение качества продукции на загрязненных почвах. При расчете частных ПДК нами за основу брались разработанные Минздравом СССР санитарно-гигиенические нормы содержания элементов в плодах: для свинца – 0,4 мг на 1 кг почвы; меди – 5; кадмия – 0,1; железо – 50; цинка – 10 мг на 1 кг почвы. Они даны нами в пересчете на свежие фрукты (табл. 3 и 4).

Таблица 3- Зависимость между содержанием свинца в почве и в ягодах винограда

Сорт винограда	Содержание, мг/кг		КБН	ЧПДК
	в почве	в ягодах		
Зарин	9,98	0,31	0,03	13,37
Жемчуг Саба	9,98	0,26	0,02	20,0
Предгорный	9,98	0,58	0,05	80,
Чауш Киргизский	9,98	0,53	0,05	8,0
Тайфи розовый	9,98	0,45	0,04	10,0
Вартан	9,98	0,11	0,01	10,0
Чауш мускатный	9,98	0,52	0,05	8,0
Арман	9,98	0,68	0,06	6,6
Олеся	9,98	0,43	0,04	10,0
Зариф	9,98	0,29	0,02	20,0
Ркацители	9,98	0,25	0,03	13,3

Таблица 4- Зависимость между содержанием кадмия в почве и в ягодах винограда

Сорт винограда	Содержание, мг/кг		КБН	ЧПДК
	в почве	в ягодах		
Зарин	0,86	0,17	0,19	0,15
Жемчуг Саба	0,86	0,14	0,16	0,18
Предгорный	0,86	0,11	0,12	0,25
Чауш Киргизский	0,86	0,03	0,03	1,0
Тайфи розовый	0,86	0,09	0,1	0,3
Вартан	0,86	0,1	0,1	0,3
Чауш мускатный	0,86	0,13	0,15	0,2
Арман	0,86	0,09	0,1	0,3
Олеся	0,86	0,12	0,13	0,23
Зариф	0,86	0,13	0,15	0,2
Ркацители	0,86	0,15	0,3	0,1

Анализ данных таблиц 3 и 4 показывает, что даже на ограниченных территориях в рамках хозяйства многим сортам плодовоовощных культур характерен полиморфизм, в т.ч. под воздействием тяжелых металлов. У рядом произрастающих деревьев одного возраста и сорта содержание загрязнителей в плодах может значительно отличаться.

В мировой практике в последнее время большое внимание уделяется выведению и отбору сортов сельскохозяйственных культур, выносливых к избыточному содержанию тяжелых металлов, но в плодоводстве этот вопрос является дискуссионным.

Таким образом, одним из действенных способов получения продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормам, в условиях повышенного загрязнения является подбор пород и сортов растений, устойчивых к приоритетным загрязнителям, и размещение их по территории с учетом степени загрязнения почв и ПДК.

Садовые растения, длительный период выращиваемые на одном месте, сами являются мелиораторами загрязненных почв, способствуют снижению содержания в них загрязнителей, улучшают экологическую среду обитания. Возделывание их на почвах с повышенным содержанием вредных веществ позволит вовлечь в сельскохозяйственное производство дополнительные площади ранее непригодных земель, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и выращивать качественную продукцию.

Во всех техногенных провинциях загрязнение среды происходит комплексом загрязнителей, присутствующих в разных сочетаниях и концентрациях. Взаимодействие загрязнителей и их суммарное влияние на растения являются дополнительным фактором воздействия на него, который до настоящего времени не учитывался.

Проблема взаимодействия загрязнителей изучалась в лабораторном многофакторном опыте. Выявление доз и сочетаний элементов проводилось методом условного фактора, позволяющим из полной факториальной схемы опыта, содержащей 729 вариантов, отобрать 81. За условный фактор выбрано сочетание элементов в дозах 0,1 и 2 (дозы 0, 3, 6 в сочетании 000, 111, 222) (табл.5).

Результаты опыта позволили раскрыть механизм взаимодействия элементов. Наиболее сильное влияние на микробиологическую активность почв оказали кадмий и фтор, а их совместное воздействие со свинцом в 7-8 раз менее токсично, чем в отдельности. Однако интегральное действие фтора и кадмия несколько ниже, чем фтора и свинца и, особенно, свинца и кадмия.

Таблица 5 - Сочетания доз элементов в опыте

Pb	Zn	S=0			S=1			S=3		
		Cd			Cd			Cd		
		0	3	6	0	3	6	0	3	6
0	0	000	300	600	111	411	711	222	522	822
	3	003	303	603	114	414	714	225	525	825
	6	006	306	606	117	417	717	228	528	828
3	0	030	330	630	141	441	741	252	552	852
	3	033	333	633	144	444	744	255	555	855
	6	036	336	636	147	447	747	258	558	858
6	0	060	360	660	171	471	771	282	582	882
	3	063	363	663	174	474	774	285	585	885
	6	066	366	666	177	477	777	288	588	888

За тройную дозу принято среднее содержание каждого элемента (мг/кг) в почве провинции. Такой выбор оправдан, т.к. охватывает все возможные концентрации в сочетании элементов:

F – 0	1,7	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6
Pb – 0	2,6	5,2	7,9	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8
Cd – 0	0,21	0,42	0,62	0,84	1,05	1,26	1,47	1,68

Проведенный дисперсионный анализ полученных материалов подтвердил тенденцию преобладающего действия фтора, кадмия и, в меньшей степени, свинца на биологическую активность почв (табл. 6).

Таблица 6 - Характер взаимодействия приоритетных загрязнителей

Фактор	Сумма квадратов	Средний квадрат	Степень влияния фактора, %
F	161582	20198	28,7
Cd	180595	22574	32,0
Pb	13304	2880	4,1
F x Cd	106215	10621	18,9
F x Pb	38242	3477	6,7
Cd x Pb	15493	1408	2,7
Остаток	39183		6,9
Сумма	564614		100,0

В опыте при определении суммарного токсикологического эффекта приоритетных загрязнителей до настоящего времени в практике картирования загрязненных территорий не учитывался фактор взаимодействия элементов.

В отличие от ранее проводимых делений территорий техногенных провинций по степени загрязнения каким-либо одним загрязнителем нами предлагается рассчитывать суммарный токсикологический эффект по уравнению регрессии:

$$y = -1,280x_1 - 5,377x_2 + 218,4,$$

где x_1 - содержание в почве цинка, x_2 - содержание в почве свинца.

С учетом величины частных ПДК содержания элементов в почве удобно проводить зональное деление территорий по степени загрязнения и на основе этого планировать размещение пород и сортов сельскохозяйственных растений.

По степени загрязнения выделяют:

1) незагрязненная зона – выращивание без ограничения всех пород и сортов сельскохозяйственных растений;

2) зона слабого загрязнения – возделывание устойчивых к приоритетным загрязнителям сортов и индивидов;

3) зона среднего загрязнения – проведение предварительных мелиоративных работ;

4) зона сильного загрязнения – обязательное осуществление мелиораций почв;

5) зона очень сильного загрязнения – вследствие постоянного накопления загрязнителей возделывание сельскохозяйственных растений невозможно.

Зоны сильного и очень сильного загрязнения нуждаются в проведении предварительных мелиоративных работ. В зоне среднего загрязнения можно возделывать, без дополнительных затрат на проведение мелиоративных работ, такие перспективные для Жамбылской области сорта винограда, как Чауш Киргизский, Чауш мускатный и Олеся. В зоне слабого загрязнения можно выращивать сорта Вартан, Жемчуг Саба, Зариф. Остальные сорта винограда характеризуются избирательностью к загрязнителям. Сорта винограда Зарин, Тайфи розовый, Арман, Предгорный, Ркацители разводят только на незагрязненных землях. Для получения экологически чистых ягод винограда необходимо, чтобы сорта обладали комплексной устойчивостью к загрязнителям. Наиболее перспективным для возделывания в зоне среднего загрязнения является сорт Чауш Киргизский, обладающий приспособляемостью ко всему комплексу загрязняющих веществ. Обследование сельскохозяйственных насаждений Южно-Казахстанской области показало высокую степень загрязнения почв и растений приоритетными загрязнителями (табл. 7) [13].

Таблица 7- Содержание тяжелых металлов в почве (П) и в растениях (Р) Южно-Казахстанской области

Тяжелые металлы										Интегральное загрязнение (ПДК)	
Свинец		Кадмий		никель		Медь		цинк			
П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р	П	Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Алгабасский район											
16,5	2,6	0,36	0,13	4,88	1,17	5,88	1,23	6,25	4,0	6,35	12,2
2,75	5,2	0,3	4,3	1,2	2,2	1,9	0,1	0,2	0,4		
Ордабасинский район											
31,25	26,7	0,85	0,15	6,38	2,67	6,13	4,67	7,38	21	9,89	18,0
5,29	5,2	0,8	5,0	1,6	5,3	2,0	2,4	0,2	2,1		
21,5	6,17	0,68	0,50	4,50	4,33	5	7,83	6,75	21,77	7,0	40,8
3,5	12,3	0,6	1,6	1,1	8,6	1,6	0,7	0,2	2,1		
Отырарский район											
25,50	1,85	1,99	0,38	4,88	1,35	6,75	3,35	13	15,50	10,05	20,1
4,25	2,7	1,9	1,2	1,2	2,6	2,2	2,2	0,3	1,5		

Кировский район											
<u>24,25</u>	<u>4,8</u>	<u>0,7</u>	<u>0,37</u>	<u>5,25</u>	<u>2,43</u>	<u>7</u>	<u>4,4</u>	<u>8,38</u>	<u>9,67</u>	8,6	30,5
4,0	9,6	0,7	1,2	1,3	4,8	2,3	2,4	0,3	4,1		
Келесский район											
<u>21,75</u>	<u>5,93</u>	<u>0,74</u>	<u>0,34</u>	<u>5,5</u>	<u>1,9</u>	<u>7,88</u>	<u>5,58</u>	<u>9</u>	<u>14</u>	11,9	27,5
36,0	11,8	0,4	11,0	1,4	2,8	2,6	0,5	3,9	1,4		
Толембийский район											
<u>22</u>	<u>2,1</u>	<u>0,73</u>	<u>0,28</u>	<u>5</u>	<u>1,45</u>	<u>7,5</u>	<u>3,8</u>	<u>8,83</u>	<u>13,2</u>	11,5	17,6
3,6	4,2	2,7	9	1,2	2,8	2,5	0,3	3,8	1,3		
Казгуртский район											
<u>112,5</u>	<u>3,7</u>	<u>0,73</u>	<u>0,36</u>	<u>4,75</u>	<u>2,75</u>	<u>7,63</u>	<u>5,4</u>	<u>7,38</u>	<u>10,48</u>	7,4	26,8
2,1	7,4	2,4	13,0	1,1	5,5	2,5	0,5	0,3	1,4		
Сайрамский район											
<u>24,25</u>	<u>9,13</u>	<u>1,1</u>	<u>0,79</u>	<u>3,75</u>	<u>2,55</u>	<u>6,75</u>	<u>5,05</u>	<u>8,63</u>	<u>16,18</u>	9,2	27,3
4,4	18,2	1,1	2,6	0,9	5,0	2,5	0,5	3,7	1,6		
Сарыагашский район											
<u>12,75</u>	<u>6,03</u>	<u>0,95</u>	<u>1,69</u>	<u>4,38</u>	<u>2,58</u>	<u>6,17</u>	<u>5,16</u>	<u>5,9</u>	<u>17,28</u>	6,35	33,2
2,1	12,0	0,9	1,3	1,1	5,1	2,0	0,5	0,25	1,7		
Сузакский район											
<u>13,25</u>	<u>9,5</u>	<u>0,51</u>	<u>0,8</u>	<u>4,23</u>	<u>3,22</u>	<u>6,88</u>	<u>4,45</u>	<u>6,17</u>	<u>15,7</u>	5,9	5,3
2,3	19,0	2,5	2,6	1,0	6,4	1,9	0,4	0,26	1,5		
Махтааральский район											
<u>16,25</u>	<u>3,1</u>	<u>0,64</u>	<u>0,33</u>	<u>3,88</u>	<u>1,01</u>	<u>6,38</u>	<u>2,95</u>	<u>6,75</u>	<u>20,03</u>	7,7	21,5
4,0	6,2	0,5	11,0	0,9	2,0	2,1	0,3	0,2	2,0		
Туркестанский район											
<u>26,75</u>	<u>3,37</u>	<u>0,85</u>	<u>0,51</u>	<u>4,13</u>	<u>0,88</u>	<u>7,15</u>	<u>3,73</u>	<u>8,2</u>	<u>18,0</u>	9,35	27,6
4,5	6,8	0,8	1,7	1,0	1,7	2,7	0,3	0,35	1,8		
Тюлькубасский район											
<u>20,5</u>	<u>3,75</u>	<u>0,73</u>	<u>0,35</u>	<u>4,13</u>	<u>0,95</u>	<u>10,38</u>	<u>4,7</u>	<u>7,75</u>	<u>13,25</u>	9,03	22,1
3,6	7,5	0,7	1,1	1,0	1,9	3,4	0,4	0,33	1,3		
Шардаринский район											
<u>20,75</u>	<u>5,11</u>	<u>0,63</u>	<u>0,74</u>	<u>5,25</u>	<u>1,32</u>	<u>11,5</u>	<u>4,28</u>	<u>11,75</u>	<u>13,25</u>	9,6	36,9
3,4	10,2	0,6	2,3	1,3	1,6	7,8	0,4	0,5	1,7		
ПДК											
6,0	0,4	1,0	0,03	4,0	0,5	4,0	10,0	23,0	10,0		

Примечание: в числителе содержание элементов (мг/кг), в знаменателе — ПДК загрязнения.

Повышенное загрязнение тяжелыми металлами почв (10-12 ПДК) и продукции растениеводства (30-40 ПДК) отмечено вокруг городов Шымкента, Ленгера и на территории бывших плодово-виноградарских хозяйств

Сарыагашского района. Промежуточное положение занимают Арысь и Туркестан, менее загрязнен север области. Накопление загрязнителей сельскохозяйственными растениями не соответствует степени загрязнения почв. Больше их находится в продукции сельскохозяйственных растений, произрастающих на севере области, где преобладают песчаные почвы с активным переходом ТМ из почвы в растение. Недостатком схем является отсутствие учета степени взаимовлияния загрязнителей, а также их воздействия на почву и на растение.

В Текели – Талдыкорганской провинции наиболее сильно загрязнены участки, прилегающие к ТСЦК. Для выявления количественных значений взаимовлияния приоритетных загрязнителей заложен лабораторный многофакторный опыт по схеме В.Н.Перегудова и Т.Н.Ивановой [72]:

Pb	0	9	18	27	36	45	54	63	72
Zn	0	20	40	60	80	100	120	140	160
Cd	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4

В ходе дисперсионного анализа материалов исследований показана тенденция превалирующего действия свинца и кадмия и, в меньшей степени цинка в совместном влиянии элементов на биологическую активность почв (табл. 9).

Основываясь на результатах проведенного опыта [13], можно сделать вывод о том, что действие фактора взаимодействия элементов (свинца, цинка и кадмия) снижает токсикационный эффект каждого из них в их совместном влиянии.

Таблица 8- Дисперсионный анализ влияния тяжелых металлов на биологическую активность почв

Источники вариации	Степень Свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	Степень влияния фактора, %
Pb	8	149952	18744	23,5
Zn	8	9717	1215	1,5
Cd	8	113656	14207	17,8
Pb; Zn	10	112706	11271	14,1
Pb; Cd	10	144133	14413	18,2
Zn; Cd	10	96889	9689	12,1
Pb; Zn; Cd	26	264506	10173	12,8
Сумма	80	891556		

Загрязнение винограда осуществляется в основном воздушным путем. По мере удаления от источника загрязнение параллельно с уменьшением абсолютных концентраций тяжелых металлов происходит перестройка их соотношения в сторону увеличения водорастворимых и потенциально более

подвижных форм. Ацетатнорастворимые соединения, распределяясь по почвенному профилю неравномерно, составляют 30-40% валовых запасов свинца и цинка. Загрязнители на орошаемые массивы поступают в основном с поливными водами. На фоне снижения концентрации ТМ с глубиной наблюдается преобладание подвижных ацетатнорастворимых соединений свинца, содержание которого увеличивается до 70-80% в нижних слоях гумусового горизонта. Этот максимум относительных концентраций фиксирует глубину «фронта» проникновения свинца в почву в условиях рассматриваемой ландшафтно-географической обстановки на момент формирования техногенной аномалии.

Зональное деление техногенно-загрязненных территорий плодовых насаждений юга Казахстана

Техническая революция, прогрессирующий рост населения привели к ухудшению экологической обстановки планеты, загрязнению воздуха, воды, почв и сельскохозяйственной продукции, в том числе и плодоовощной. Наиболее неблагоприятные в этом отношении пригородные районы, где выращивается основная масса сельскохозяйственных продуктов для удовлетворения потребностей населения. В этих условиях в недопустимо больших количествах накапливается в плодах фтор, бор и тяжелые металлы – приоритетные загрязнители плодоовощной продукции юга и юго-востока Казахстана. Недоброкачественные продукты питания вызывают функциональные заболевания людей, становятся ограничивающим фактором для здоровья населения.

В условиях Текели – Талдыкорганской техногенно-загрязненной биогеохимической провинции по данным Г.П.Адриановой, И.П. Драгавцевой, В.Д.Зелепухина [13] приоритетными загрязнителями почв являются свинец и цинк (табл. 9).

Таблица 9- Содержание металлов в почвах Талдыкорганской техногенно-загрязненной провинции, мг/кг

Местоположение	Глубина, см	Свинец	Цинк	Кадмий	Железо	Медь
ПДК		6	23	1	25	3
г. Текели, 80 м от хвостохранилища свинцовоцинкового комбината	0-20	145,8	68,8	0,70	241	1,09
	20-50	89,4	48,8	0,66	160	0,92
	50-100	2,5	0,48	0,17	5,3	1,10
	100-120	3,5	0,70	0,21	8,1	1,26
ГСУ, 1,5 км от хвостохранилища	0-20	6,6	2,95	0,58	3,0	2,69
	20-40	4,15	н/о	0,68	2,3	1,09
	40-60	4,12	0,17	0,91	3,0	1,12
Джунгарский Алатау, 130 км от хвостохранилища (контроль)	0-20	2,94	1,89	0,45	5,0	0,45
	20-40	2,73	0,40	0,46	7,9	0,46
	40-60	2,93	0,43	0,45	5,6	0,45
	100-120	3,14	н/об	0,50	9,7	0,50

На расстоянии 80 м от хвостохранилища Текелийского свинцово-цинкового комбината содержание свинца в 0-20 см слое почвы достигает 2,4,5 ПДК. Вниз по профилю почв количество металла уменьшается и на глубине 50-100 см опускается ниже ПДК. Контур загрязнения свинцом (по содержанию подвижного свинца – основного токсиканта из выявленных анализом) отвечает преобладающему направлению ветров. На расстоянии 30 км от хвостохранилища, на дачных участках жителей г. Талдыкоргана загрязнение почв свинцом достигает 2 ПДК.

С увеличением содержания тяжелых металлов в почве происходит увеличение накопления их в плодах.

Вариабельность между генотипами плодовых пород по их приспособляемости к почвам с высокой концентрацией тяжелых металлов находится под генетическим контролем и может быть использована в селекции для целей создания устойчивых к загрязнению насаждений.

Нормирование содержания загрязнителей в почвах и растениях предусматривает установление их предельно-допустимых концентраций (ПДК).

В зависимости от содержания в почве органического вещества, CO_2 карбонатов, рН почвенного раствора, емкости поглощения ПДК загрязнителей в почве меняются на порядок. Такие изменения происходят даже на ограниченных территориях и протекают в тесной увязке с условиями почвообразования и степенью окультуренности почв.

Кроме ПДК существует фитотоксичное содержание элемента в почве. Фитотоксичное считается такое содержание, при котором в плодах в фазу технической зрелости происходит накопление металлов в количествах больших, чем предусматривается санитарно-гигиеническими нормами. Предельно-допустимые концентрации и концентрации, вызывающие сверхнормативное накопление загрязнителей в плодах, могут значительно отличаться между собой. Нами предлагается рассчитывать частные ПДК загрязнения почв для индивидов, сортов и пород плодовых культур и винограда. Частные ПДК рассчитываются, исходя из установленных для продуктов питания санитарно-гигиенических норм и коэффициентов биологического накопления загрязнителей в плодах. Коэффициент биологического накопления – отношение содержания загрязнителей в плодах к содержанию их ацетатно-растворимых форм в почве.

Этот коэффициент отличается от коэффициента биологического поглощения и отражает степень накопления загрязнителей не всем растением, а плодами относительно содержания их ацетатно-растворимых форм в почве. Содержание элемента в почве, умноженное на отношение санитарно-гигиенической нормы к коэффициенту биологического накопления загрязнителей в плодах, даст величину частных предельно-допустимых коэффициентов содержания загрязнителей в почве (табл. 10).

Расчет частных предельно допустимых порогов концентрации вредных веществ в почве, размещение растений на землях с содержанием загрязнителей не выше частных ПДК гарантирует получение качественной продукции.

Основываясь на частных ПДК, можно проводить зональное деление загрязненных территорий.

Таблица 10- Влияние сорта яблони на величину ПДК содержания элементов в почве Талдыкорганского ГСУ, мг/кг

Сорта	Свинец	Кадмий	Железо	Медь	Цинк
Апорт	8,90	0,75	17,81	13,73	7,8
Голден Делишес	17,81	0,75	302,54	99,17	-
Айдоред	7,31	7,0	120,01	42,75	-
Старкримсон	7,70	3,0	108,84	46,67	-
Рашида	7,12	3,0	68,26	50,68	-
Заря Алатау	6,33	3,0	57,12	71,4	1,45
Салтанат	10,18	3,0	41,65	66,11	-
Киргизское зимнее	12,39	2,10	106,25	56,67	-
Быстрица	7,92	3,0	44,07	84,02	-
Протон	6,95	2,1	70,14	75,96	-
Дичка	7,12	-	49,93	20,52	6,97
Дичка	5,7	3,0	44,24	12,52	14,0
Дичка	6,95	0,54	1785,0	6,92	5,9

Такое деление территорий техногенно-загрязненных провинций позволяет планировать мероприятия по окультуриванию загрязненных почв, обосновать размещение плодовоовощных культур по выделенным зонам и снизить содержание загрязнителей в плодах ниже предельно допустимых норм.

Зональное деление территорий по уровню загрязнения, а также подбор и селекция устойчивых к приоритетным загрязнителям пород и сортов сельскохозяйственных растений – один из основных путей получения экологически чистой продукции, восстановления техногенно-загрязненных геосистем.

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПОЧВ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

В почвах орошаемых насаждений плодово-ягодных культур и винограда юга и юго-востока Казахстана приоритетными загрязнителями являются фтор, свинец и сопровождающие их тяжелые металлы. Загрязнение цинком, кадмием, медью имеет локальный характер.

Многолетние обследование территории дачных, приусадебных и огородных участков жителей городов Текели и Талдыкоргана показали, что приоритетными загрязнителями почв в этом регионе являются цинк и свинец [73-75].

Почвы разной степени загрязнения выбросами Текелийского свинцово-цинкового комбината представлены каштановыми и малогумусными черноземами. При обследовании все земли этой территории разделены на три категории по уровню их загрязнения [73]: слабозагрязненные (1 – 2 ПДК свинца и цинка), средне - и сильно загрязненные (соответственно 2- 4, 4 - 6

ПДК и более). Слабозагрязненные почвы содержали подвижного свинца 9 мг/кг, обменного свинца 34,5 мг/кг. Среднезагрязненные почвы соответственно свинца 18 мг/кг, цинка 69 мг/кг. Сильнозагрязненные почвы 20-25 мг/кг свинца и 176 – 285 мг/кг цинка.

Выявление элементов-антагонистов тяжелых металлов

Известно, что первыми реагируют на загрязнение почвы микроорганизмы, т.е. изменяется почвенная биота. Одним из показателей микробиологической деятельности в почве является ее биологическая активность, которая позволяет судить не только об активности работы целлюлозных микроорганизмов, но и о напряженности процесса деятельности в почве этой группы биоты [76].

В конечном итоге уровень интенсивности биологической активности почвы характеризует степень ее плодородия.

Суть метода определения биологической активности заключается в закладке в почвенный срез и экспозиции льняных полотен с последующим проявлением нингидрином [77]. Целлюлозная основа полотна позволяет рассматривать имитационную модель растительных остатков.

В результате аппликационных и лабораторных опытов на почвах трех уровней загрязнения выявлены элементы – антагонисты тяжелых металлов [13, 73, 74]. На слабозагрязненной почве высокая ее микробиологическая активность проявилась на фоне применения солей цинка, магния и бора в определенной концентрации (300,800 и 30 мг/л соответственно).

Микробиологическая активность среднезагрязненной почвы была выше при внесении солей алюминия, магния и серы (800,1000 и 280 мг/л соответственно) и сильнозагрязненной почвы – на фоне бора и алюминия (10 мг/л, 30 и 1000 мг/л).

Аппликационный метод позволил выделить следующие элементы – антагонисты на почвах с разной степенью загрязнения тяжелыми металлами (цинк, магний, бор, алюминий и сера) и определить оптимальные концентрации этих химических мелиорантов.

Следующим этапом было выявление оптимальных сочетаний выделившихся элементов – антагонистов и их взаимных концентраций, снижающих негативное действие ТМ на почву и ее биоту.

Постановка лабораторного опыта по схеме В.Н. Перегудова и Т.И. Ивановой [72] позволила решить этот вопрос. В таблице 11 приведены варианты элементов – антагонистов по содержанию аминокислот для каждого уровня техногенного загрязнения почв с учетом их практического использования:

$ZnSO_4$ (300 мг/л), $ZnSO_4$ (300 мг/л) + $Mg SO_4$ (800 мг/л), сера коллоидная (280 мг/л), $H_3 BO_3$ (60 мг/л) + $Mg SO_4$ (800 мг/л), $H_3 BO_3$ (23 мг/л) + $Al_2 (SO_4)_3$ (333 мг/л) и $H_3 BO_3$ (7 мг/л) + $Al_2 (SO_4)_3$ (666 мг/л).

Таблица 11- Содержание аминокислот, интенсивность разложения и окраски льняных полотен в техногенно – загрязненных почвах Текели – Талдыкорганской геохимической провинции.

Варианты	Степень разложения полотна, %	Интенсивность окраски полотна, балл	Содержание аминокислот на 1 г полотна, мкг
1. Слабозагрязненная почва			
ZnSO ₄ (300 мг/л)	40	5	550
ZnSO ₄ (300 мг/л) + Mg SO ₄ (800 мг/л)	72	5	575
H ₃ BO ₃ (30 мг/л) + Mg SO ₄ (800 мг/л)	40	5	370
2. Среднезагрязненная почва			
Сера коллоидная (280 мг/л)	37	4	312
H ₃ BO ₃ (60 мг/л) + Mg SO ₄ (800 мг/л)	45	4	386
H ₃ BO ₃ (30 мг/л) + Mg SO ₄ (1600 мг/л)	40	4	400
3. Сильнозагрязненная почва			
H ₃ BO ₃ (23 мг/л) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (333 мг/л)	0	3	200
H ₃ BO ₃ (7 мг/л) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (666 мг/л)	5	3	175
Al ₂ (SO ₄) ₃ (1000 мг/л)	4	3	210

С другими элементами - антагонистами в разных дозах и сочетаниях содержание аминокислот на 1 г полотна было в пределах 80 – 150 мкг. Наибольшая биологическая активность получена на слабозагрязненной почве, а наименьшая – при сильном загрязнении, что согласуется с уровнем почвенного плодородия на этих типах загрязнения.

Среди тяжелых металлов выделяют особо токсичные, сильно подавляющие деятельность почвенной биоты – свинец, кадмий. Они содержатся в крайне опасных концентрациях в сильнозагрязненной почве Текели – Талдыкорганской геохимической провинции, результатом чего является ее низкая биологическая активность.

Метод аппликации (или льняной ткани) позволяет определить не только активность целлюлозных микроорганизмов, но и напряженность микробиологических процессов вообще. С помощью этого метода мы установили приоритетные элементы – антагонисты, их сочетания и концентрации для снижения негативного влияния ТМ на техногенно – загрязненных землях [73].

Результаты этих исследований легли в основу закладки полевых, биометрических и вегетационных опытов по определению наиболее эффективных химических мелиорантов для яблони, земляники и винограда.

Эффективность химических мелиорантов на землянике

Для определения эффективности мелиорантов и антиоксидантов на землянике сорта Редгонтлит на техногенно – загрязненной почве был заложен полевой опыт по факториальной схеме В.Н. Перегудова и Т.И. Ивановой [72], где одним из факторов является уровень загрязнения почвы, а другим – одним из видов мелиорантов (элемент – антагонист) или антиоксиданты.

Загрязненная почва завозилась из промышленной зоны г. Текели в апреле 2001 года. Земляника высаживалась в траншею шириной 1 м (по схеме 20 см X 60 см X 20см, 14 растений на м²) трех уровней загрязнения.

Все мелиоранты изучались на фоне биогумуса, антиоксиданты – при внесении NPK по расчету, мелиоранты вносились один раз в течение 4-5 лет.

Опрыскивание земляники антиоксидантами проводилось дважды за вегетацию в фазе активного роста. Концентрация раствора салициловой кислоты 50 мг/л, эпина 0,2 мг/л. Расход раствора на одну делянку (1 м²) 1 л.

Дополнительно на земляничную плантацию вносили тяжелые металлы – на слабозагрязненной почве на 1 м² – 2 г Pb(NO₃)₂, 27 г ZnSO₄ (1,5 ПДК). На среднезагрязненной почве вносили 6,4 г Pb(NO₃)₂ на 1 м² и 57 г ZnSO₄ (3 ПДК).

На плантации земляники по вариантам были внесены элементы – антагонисты однократно. На трех типах почвы заложены одинаковые варианты (табл. 12).

Водный режим почвы на всех вариантах опытах поддерживается с помощью капельного орошения, и был оптимальным (70% ППВ) на всех вариантах.

Определение биологической активности почвы по вариантам с элементами – антагонистами и антиоксидантами подтвердило перспективность применения элементов – антагонистов, выделенных ранее в ходе аппликационных и лабораторных опытов (табл. 12).

Результаты испытаний показали, что биологическая активность сильнозагрязненной почвы была в 1,5-2 раза ниже, чем при слабой степени загрязнения. Многими исследованиями [78] доказано, что загрязнение почв, в первую очередь, подавляет почвенную биоту, от которой зависит уровень почвенного плодородия, в частности, питательный режим и её нитрифицирующая способность.

В пределах каждого уровня загрязнения были выделены свои элементы антагонисты, снижающие негативное влияние ТМ на почвенную микрофлору. При слабом загрязнении в качестве мелиорантов на земляничной плантации выступали цинк с магнием, сера коллоидная в сочетании с биогумусом.

С положительной стороны проявили себя антиоксидант эпин, а так же оптимизация питательного режима почвы на контроле.

Таблица 12—Биологическая активность почвы, загрязненной тяжелыми металлами в полевом опыте на землянике с. Рендгонтлет (среднее 2001—2002 г.г.)

Варианты		Степень разложения полотна, %	Интенсивность окраски полотна, балл	Количество аминокислот на 1 г полотна, мкг
1. Слабозагрязненная почва				
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/м ²)	23	5	1252
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	46	5	1396
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	20	5	1496
4	Б + H ₃ BO ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	19	5	712
5	Б + H ₃ BO ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	17	5	975
6	Б + H ₃ BO ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	13	5	1010
7	NPK по расчету (контроль)	36	5	1300
8	NPK по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	33	5	1012
9	NPK по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	22	5	1288
2. Среднезагрязненная почва				
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/м ²)	41	5	1210
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	39	5	1872
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	53	5	1243
4	Б + H ₃ BO ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	54	5	1443
5	Б + H ₃ BO ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	34	5	1534
6	Б + H ₃ BO ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	66	5	1535
7	NPK по расчету (контроль)	56	5	1364
8	NPK по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	50	5	1453
3. Сильнозагрязненная почва				
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/м ²)	16	5	718
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	12	5	637
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	13	5	535
4	Б + H ₃ BO ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144	7	5	964

5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	11	5	988
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	17	5	1107
7	НРК по расчету (контроль)	21	5	628
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	30	5	562
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	14	5	1037
НСР _{0.05}				321

Среднезагрязненная почва была наиболее микробиологически активной при использовании цинка с магнием, бора с магнием и бора с алюминием; сильнозагрязненная почва - при внесении бора с магнием в обеих дозах в сочетании с биогумусом.

В сохранении устойчивого круговорота всех элементов, находящихся в почве, большое значение имеют почвенные микроорганизмы, которые осуществляют трансформацию и миграцию большинства химических элементов в почве [78].

С позиции биологической активности наиболее устойчивыми являются слабо- и среднезагрязненной почвы, а малоустойчивые - сильнозагрязненные. В пределах каждого уровня загрязнения были более устойчивые те почвы, где биологическая активность поддерживалась определенными элементами - антагонистами. Сохранение и повышение плодородия почв обеспечивают высокую продуктивность растений и качество получаемой сельскохозяйственной продукции.

Обращает внимание факт повышенного содержания обменного цинка, свинца и кадмия при сильном техногенном загрязнении. Так, на слабозагрязненной почве концентрация обменного цинка в слое 0 - 20 см составляла 12-36 мг/кг, свинца 8,7 -17,6 и кадмия 0,6 - 0,9 мг/кг. На среднезагрязненной почве эти показатели соответственно находились в пределах 21 - 47 мг/кг, 9,7 - 17,8 и 0,7 - 1,1 мг/кг. При сильном загрязнении содержание обменного цинка составляло 23 - 62 мг/кг, свинца 25,6 - 63,7 и кадмия 1,1 - 1,3 мг/кг при ПДК, равном по цинку 23, свинцу 3,0 и кадмию 0,4.

В течение одного года существенных изменений в химизме загрязненной почвы не произошло. Тем не менее, на выделившихся вариантах по биологической активности под влиянием элементов - антагонистов возросла концентрация легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия, снизилось содержание тяжелых металлов (свинца и цинка). Так на 100 г среднезагрязненной почвы приходилось на вариантах с более высокой биологической активностью легкогидролизуемого азота - 10 - 18 мг, подвижного фосфора - 6,1 - 8,1, обменного калия - 33,6 - 39,6 мг, а на

контроле - соответственно 8,5 мг, 4,2 и 36 мг/кг. Содержание обменного цинка в почве на вариантах с более высокой биологической активностью находилось в пределах 29 – 36 мг/кг, а на контроле - 41 мг/кг, свинца соответственно 8,7 – 12,3 мг/кг.

В сильнозагрязненной почве таких положительных изменений в почвенном плодородии под влиянием элементов – антагонистов не было обнаружено, в том числе и на вариантах с более высокой биологической активностью.

При таком уровне загрязнения продуктивность почвы снизилась, что отразилось на поступлении ТМ, росте и развитии, так же урожае произрастающих на них плодово-ягодных растений.

Растения земляники выращивались на техногенно – загрязненной почве завезенной из района Текелийского свинцово – цинкового комбината и ею заполняли траншеи. Слабозагрязненная почва содержала 1,5 ПДК обменного цинка и подвижного свинца, среднезагрязненная - 3 ПДК цинка и свинца и сильнозагрязненная почва 3 – 4 ПДК свинца и 7 – 10 ПДК цинка.

В 2002 году был получен на землянике первый товарный урожай, который явился интегральным показателем влияния любого абиотического фактора на состояние растений.

При сильном загрязнении почвы он был в 3 – 10 раз ниже, чем при слабом и среднем уровнях загрязнения, что вполне согласуется с более высоким содержанием тяжелых металлов в сильнозагрязненной почве.

Применяемые мелиоранты отличались проявлением своего положительного влияния на продуктивность земляники в пределах каждого уровня загрязнения. На слабозагрязненной почве достоверно выше контроля были показатели урожая при внесении цинка с магнием в сочетании с биогумусом, а также при оптимизации питательно режима почвы опрыскиванием антиоксидантами (салициловая кислота и эпин), что повышало устойчивость растений. Отмечена положительная тенденция возрастания урожая на фоне применения серы коллоидной с биогумусом. При среднем загрязнении почвы наиболее урожайными были растения на фоне внесения цинка, серы коллоидной и бора с алюминием в первой фазе в сочетании с биогумусом.

Таблица 13- Влияние мелиорантов на урожай земляники сорта Редгонтлит на техногенно – загрязненных почвах (2002 г.)

Варианты	Масса ягод, г	Фактический урожай			
		шт/м ²	г/м ²	ц/га	
I. Слабозагрязненная почва					
1	Биогумус(300г/м ²) + ZnSO ₄ (54 г/ м ²)	6,6	89	587	30
2	Б + ZnSO ₄ + MgSO ₄ (144 г/м ²)	5,5	182	1201	51
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	4,6	164	754	38
4	Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	6,9	56	386	20

5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	6,8	52	354	18
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	4,1	58	238	12
7	НРК по расчету (контроль)	6,1	64	390	20
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	6,8	159	1081	55
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)				

2. Среднезагрязненная почва

1	Биогумус(300г/м ²) + $ZnSO_4$ (54 г/ м ²)	6,7	286	1916	98
2	Б + $ZnSO_4$ + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	6,7	175	1172	60
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	6,9	266	1835	94
4	Б + H_3BO_3 (10 г/м ²) + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	7,2	138	994	51
5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	6,6	263	1736	89
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	7,0	108	756	39
7	НРК по расчету (контроль)	7,2	111	799	41
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	6,6	106	700	36
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	8,3	92	764	39

3. Сильнозагрязненная почва

1	Биогумус(300г/м ²) + $ZnSO_4$ (54 г/ м ²)	6,2	27	167	9
2	Б + $ZnSO_4$ + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	4,9	31	152	8
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	6,6	107	706	36
4	Б + H_3BO_3 (10 г/м ²) + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	6,7	91	610	31
5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	6,0	41	246	13
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	6,7	54	362	18
7	НРК по расчету (контроль)	4,8	37	178	9
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	6,2	36	223	11
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	5,2	23	120	6,0
НСР _{0,05}		1,1		463	23,6

На сильнозагрязненной почве достоверно более высокими показателями роста и развития, а также урожая земляники характеризовался фон с внесением мелиорантов - серы коллоидной и бора с магнием в сочетании с биогумусом.

Варианты с более высокой урожайностью земляники (табл. 13, 14) существенно отличались от контроля и по развитию листовой поверхности.

На слабозагрязненной почве наиболее высокий листовой индекс и показатель отчуждаемой биомассы в виде усов и розеток отмечен на варианте с магнием в сочетании с цинком и биогумусом и при обработке растений земляники антиоксидантами (салициловой кислотой и эпином) на фоне оптимизации питательного режима почвы (табл. 14).

При средней степени загрязнения лучший рост и развитие поверхности усов и розеток земляники были получены при внесении цинка, серы коллоидной и бора с алюминием в первой фазе; на сильнозагрязненной почве – на фоне бора с магнием и серы коллоидной.

Большая вегетативная масса растений земляники на отмеченных вариантах в пределах каждого типа загрязнения обеспечила более высокие показатели урожая на этих фонах.

Позитивное влияние выделившихся элементов – антагонистов объясняется изменением химизма почв, в результате чего тяжелые металлы переходят в недоступные или труднодоступные соединения для растений. Так, магний связывает в почве свинец и подавляет передвижение цинка и кадмия. Сера, подкисляя почву, способствует ускоренному освобождению элементов (магния, кальция, алюминия), связывающих в почве свинец. Кроме того, тяжелые металлы под действием серы могут образовывать такие труднодоступные неорганические соединения, как сульфаты и сульфиды.

Таблица 14- Влияние мелиорантов на листовую поверхность и отчуждаемую биомассу земляники на техногенно – загрязненной почве

Варианты	Листовая поверхность				Отчуждаемая биомасса, г/м ²	
	Листовая пластинка, см ²		Листовой индекс, м ²		2001г.	2002г.
	2001г.	2002г.	2001г.	2002г.		
1. Слабозагрязненная почва						
1 Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/ м ²)	56	109	0,41	2,4	27,0	154
2 Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	72	135	0,61	2,9	135	140
3 Б + S коллоидная (50 г/м ²)	61	95	0,61	1,8	108	34
4 Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	33	119	0,21	1,1	27	70
5 Б + Н ₃ ВО ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	49	116	0,33	1,2	13,5	70
6 Б + Н ₃ ВО ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	41	91	0,30	0,6	13,5	36
7 NPK по расчету (контроль)	41	115	0,27	1,1	27	36
8 NPK по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	59	138	0,48	2,4	51	126
9 NPK по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	57	143	0,44	2,9	57	322
2. Среднезагрязненная почва						
1 Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/ м ²)	67	136	0,67	3,1	297	306
2 Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	60	129	0,60	2,7	162	252
3 Б + S коллоидная (50 г/м ²)	52	135	0,56	3,2	148	154

4	Б + H_3BO_3 (10 г/м ²) + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	40	136	0,25	2,2	81	280
5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	49	145	0,42	2,7	81	330
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	54	118	0,53	2,2	188	210
7	НРК по расчету (контроль)	48	133	0,40	2,0	67	196
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	46	114	0,39	1,4	67	84
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	45	128	0,29	1,3	49	112
3. Сильнозагрязненная почва							
1	Биогумус(300г/м ²) + $ZnSO_4$ (54 г/м ²)	29	92	0,11	0,7	5,4	28
2	Б + $ZnSO_4 + MgSO_4$ (144 г/м ²)	29	84	0,13	0,8	27	42
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	41	114	0,30	1,1	21,6	95
4	Б + H_3BO_3 (10 г/м ²) + $MgSO_4$ (144 г/м ²)	42	131	0,32	1,4	13,5	140
5	Б + H_3BO_3 (4 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (60 г/м ²)	34	110	0,14	1,0	5,4	70
6	Б + H_3BO_3 (1,5 г/м ²) + $Al_2(SO_4)_3$ (120 г/м ²)	36	133	0,25	1,4	5,4	95
7	НРК по расчету (контроль)	36	104	0,18	0,7	13,5	36
8	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	41	106	0,17	1,3	13,5	64
9	НРК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	34	96	0,12	0,7	13,5	42
	НСР	13	26	0,2	1,1	58	99

Под влиянием полуторных окислов алюминия резко снижается поступление цинка и свинца в растения. Бор является антагонистом цинка и переводит этот тяжелый металл в трудно усвояемую для растений форму. Биогумус с высоким содержанием в нем органического вещества и ряда микроэлементов также выполняет роль антагониста тяжелых металлов, т.к. образует с ним труднорастворимое соединение хелатного типа.

В среднем урожай земляники сорта Редгонтлит за 3 года исследования на техногенно – загрязненной почве по вариантам опыта представлен в табл. 15. В среднем по всем типам загрязнения продуктивность земляники была выше на вариантах, где в почву вносили бор с магнием (36,9 ц/га) или алюминий (31 ц/га) на фоне биогумуса и при внесении серы коллоидной на

фоне биогумуса (29,9 ц/га), в контроле 20,6 ц/га (NPK по расчету). На слабозагрязненной почве выделялись также варианты с опрыскиванием растений эпином (43,8 ц/га) и салициловой кислотой (30,2 ц/га), в контроле 14,3 ц/га.

Таблица 15- Влияние мелиорантов и антиоксидантов на урожай земляники сорта Редгонтлит

Варианты		Масса ягоды, г		Фактический Урожай			
		2002 – 2004 г.г.	2004 г.	2002 – 2004 г.г.	2004 г.		
1.Слабозагрязненная почва							
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/ м ²)	4,6	4,0	173	57	21,2	22,8
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	3,2	2,1	449	52	24,5	10,9
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	5,2	7,0	135	9	13,7	6,3
4	Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	5,6	4,1	271	85	30,4	34,8
5	Б + Н ₃ ВО ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	4,1	3,1	140	35	119	10,8
6	Б + Н ₃ ВО ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	4,0	3,3	87,5	38	10,7	12,5
7	NPK по расчету (контроль)	4,6	3,2	168	33	14,3	10,5
8	NPK по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	4,5	3,3	365	56	30,2	18,5
9	NPK по расчету + опрыскивание эпином (0.2мг/л)	4,4	2,9	544	140	43,8	40,6
2.Среднезагрязненная почва							
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54 г/ м ²)	4,0	2,9	728	118	52,6	34,2
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	5,1	3,8	442	133	50,4	50,5
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	4,0	2,9	500	139	5,04	4,03
4	Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	4,4	3,4	786	149	51,4	50,7
5	Б + Н ₃ ВО ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	4,2	3,4	969	158	63,5	53,7
6	Б + Н ₃ ВО ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	4,7	3,4	372	91	32,6	30,9
7	NPK по расчету (контроль)	4,4	3,0	389	104	33,1	31,2
8	NPK по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	4,6	2,7	250	63	23,9	17,0

9	НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	4,9	3,1	288	75	27,4	23,2
3. Сильнозагрязненная почва							
1	Биогумус(300г/м ²) + ZnSO ₄ (54 г/м ²)	4,7	3,7	103	29	9,9	10,7
2	Б + ZnSO ₄ +MgSO ₄ (144 г/м ²)	5,3	3,4	94	37	11,0	12,6
3	Б + S коллоидная (50 г/м ²)	5,2	4,0	207	61	25,7	24,4
4	Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	6,0	4,1	196	74	29	30,3
5	Б + Н ₃ ВО ₃ (4 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	5,6	5,4	93	46	17,6	24,8
6	Б + Н ₃ ВО ₃ (1,5 г/м ²) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (120 г/м ²)	5,9	3,8	130	44	1,85	1,94
7	НПК по расчету (контроль)	5,7	4,8	62	31	0,92	11,8
8	НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/л)	4,4	3,6	112	27	13,3	13,0
9	НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мг/л)	4,6	4,06	75	23	10,0	8,3
Зональная почва		-	4,06	-	17,8	-	72,2
НСП _{0,05}			0,26		12,8	2,6	4,3

Изменение продуктивности растений связано с показателями водного обмена в фазу активного роста, которые характеризуют их физиологическую реакцию на действие техногенного загрязнения (табл. 16).

Отмечено закономерное снижение оводненности листьев на всех вариантах по мере увеличения степени загрязнения тяжелыми металлами в среднем с 64,5% на слабозагрязненной до 58,9% на сильнозагрязненной почвах.

Концентрация клеточного сока была выше на сильнозагрязненной (19,1%) и на среднезагрязненной (18,4%) почвах, по сравнению со слабозагрязненной почвой (15%). Соответственно, показатель относительной физиологической активности воды (ОЛ/ККС) был выше на слабозагрязненной почве (4,3), чем на средне- (3,4) и сильнозагрязненной (3,1) почвах.

Таблица 16 – Изменение показателей водообмена земляники на техногенно – загрязненной почве под влиянием мелиорантов и антиоксидантов (фаза созревания)

Вариант	ОЛ,%		ККС,%		ОЛ/ККС		S _{листьев} ² м ²	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002		
1. Слабозагрязненная почва								
1	Биогумус(300г/м ²)	68,7	68,7	14,8	9,0	4,6	7,6	0,21

	+ZnSO ₄ (54г/ м ²) +MgSO ₄ (144 г/м ²)							
2	Б + Сколлоидная(50 г/м ²)	66,2	71,3	13,5	12,2	4,9	5,8	0,13
3	Б + Н ₃ ВО ₃ (10 г/м ²) + MgSO ₄ (144 г/м ²)	61, 8	67,1	16,0	14,1	4,0	4,8	0,09
4	NPК по расчету (контроль)	64,0	67,1	14,8	14,1	4,3	4,8	0,08
5	NPК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/м ²)	64,7	68,9	14,8	11,0	4,4	6,2	0,17
6	NPК по расчету + опрыскивание эпином (25мг/л)	63,9	67,7	14,1	10,3	4,5	6,6	0,21
2. Среднезагрязненная почва								
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54г/м ²) +MgSO ₄ (144 г/м ²)	61,7	69,4	16,0	11,0	3,85	6,3	0,19
2	Б+ Сколлоидная (50г/м ²)	61,7	69,5	16,0	14,1	4,4	4,9	0,23
3	Б+Н ₃ ВО ₃ (10г/м ²)+Mg SO ₄ (144 г/м ²)	61,4	69,3	17,8	14,8	3,4	4,7	0,16
4	Б+Н ₃ ВО ₃ (4г/м ²)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (60 г/м ²)	61,8	67,8	16,0	11,6	3,9	5,8	0,19
5	NPК по расчету (контроль)	60,2	67,5	22,6	14,8	2,7	4,6	0,14
6	NPК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/м ²)	61,3	68,7	20,2	14,1	3,03	4,9	0,10
7	NPК по расчету + опрыскивание эпином (25мг/л)	60,2	69,2	17,8	13,5	3,4	5,1	0,09
3. Сильнозагрязненная почва								
1	Биогумус(300г/м ²) +ZnSO ₄ (54г/ м ²) +MgSO ₄ (144 г/м ²)	60,8	67,5	16,6	15,1	3,7	4,5	0,05
2	Б+S коллоидная (50 г/м ²)	59,6	68,1	16,6	12,2	3,6	5,6	0,08
3	Б+Н ₃ ВО ₃ (10г/м ²)+Mg SO ₄ (144 г/м ²)	56,7	69,1	17,2	11,0	2,6	6,3	0,10
5	NPК по расчету (контроль)	60,6	68,6	19,0	14,8	3,5	4,6	0,05

6	НРК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50 мг/м ²)	59,3	67,7	23,2	12,2	3,1	5,5	0,09
7	НРК по расчету + опрыскивание ашином (25 мг/л)	56,2	68,9	19,1	11,6	2,4	5,9	0,05
	НСР ₀₅	1,4	0,71	1,6	1,0	0,37	0,28	0,016

Наибольшая физиологическая активность воды отмечена на слабозагрязненной почве на вариантах $ZnSO_4$ в сочетании с $MgSO_4$ и с серой коллоидной, а также на варианте H_3BO_3 (4 г/м²) в сочетании с $Al_2(SO_4)_3$ на фоне биогумуса.

На сильнозагрязненной почве показатель физиологической активности воды (ОЛ/ККС) был выше на вариантах с серой коллоидной и H_3BO_3 в сочетании $MgSO_4$ на фоне биогумуса. Вычисление коэффициентов корреляции (r) подтвердило наличие тесной положительной связи между показателем физиологической активности воды и площадью листьев на одном растении земляники.

Так, на слабозагрязненной почве $r = +0,86$ ($t_r = 4,48$), на сильнозагрязненной почве $r = +0,75$ ($t_r = 3,03$). Между площадью листьев и фактическим урожаем листьев одного растения земляники также отмечена положительная корреляция: на слабозагрязненной почве:

$r = +0,92$ ($t_r = 6,05$), на слабозагрязненной почве $r = +0,67$ ($t_r = 2,4$).

Показатели физиологической активности воды (ОЛ/ККС) и фактического урожая образуют тесную корреляцию на слабозагрязненной почве $r = +0,80$ ($t_r = 3,55$), на сильнозагрязненной почве эта связь проявилась слабее $r = +0,44$ ($t_r = 1,31$).

Таким образом, показатель физиологической активности воды, вычисляемый по оводненности и концентрации клеточного сока (ОЛ/ККС), служит индикатором агрономической устойчивости земляники на техногенно – загрязненных почвах, поскольку существует тесная сопряженность этого показателя с площадью листьев и урожаем.

Применение фитомелиорантов на землянике

Загрязнение почвы, воды и воздуха как побочный эффект антропогенного воздействия может быть уменьшен высшими растениями, что в биотехнологии окружающей среды называется фиторемедиацией, когда загрязнители поглощаются растениями и аккумулируются в органах, подлежащих уборке [79]. По литературным данным [80] среди сорняков и культурных растений есть такие, которые обладают избирательной способностью поглощать тяжелые металлы и быть фитопротекторами.

Среди злаковых растений тяжелые металлы концентрируют: житняк, ежа сборная, мятлики; из лекарственных трав – ромашка аптечная, мята перечная, душица, ландыш, пустырник, мать – и – мачеха; из сорняков – лопух, амброзия ползучая и др. По данным К.Б.Турлыханова [81] из травянистых

растений поглощают тяжелые металлы одуванчик лекарственный, рейграс многоукосный, листовая капуста и крапива жгучая

С.Д.Атабаева и Б.П.Сарсенбаев [80] установили, что растения гипераккумуляторы тяжелых металлов должны отвечать следующим основным требованиям:

- 1) интенсивно вегетировать на загрязненной почве,
- 2) накапливать значительную надземную массу,
- 3) концентрировать тяжелые металлы преимущественно в надземных органах.

В вегетационном опыте на землянике сорта Редгонтлит сотрудниками лаборатории [13,82] были испытаны следующие травы – гипераккумуляторы тяжелых металлов на загрязненных почвах: житняк (*Auropyon peren L*), ежа сборная (*Dactilis glomerata L*), мятлики (*Poa privalis*), ромашка аптечная (*Matriaria chamamilla L*), мята перечная (*Mentha piperita L*).

Наибольшая биомасса трав – фитомелиорантов была получена на менее загрязненной тяжелыми металлами почве – в среднем 24,2 ц/га. Биомасса трав на сильнозагрязненной почве была в 2,1 раза меньше, чем при слабом типе загрязнения. На среднезагрязненной почве рост и развитие изучаемых видов трав приближались к почвам с сильной степенью загрязнения (табл. 17).

Таблица 17 - Вынос тяжелых металлов травами – фитомелиорантами на техногенно – загрязненных землях

Варианты	Отчуждаемая биомасса, ц/га	Содержание ТМ, Мг/кг			Вынос ТМ, г/га		
		Pb	Zn	Cd	Pb	Zn	Cd
1. Слабозагрязненная почва							
Житняк	7,8	3,2	46,8	0,32	2,5	36,5	0,2
Ежа сборная	28,6	3,2	49,0	0,48	9,1	140,0	1,4
Смесь злаковых трав (мятлики)	46,7	6,8	40,4	0,4	32,0	189,0	1,9
Ромашка аптечная	33,7	4,8	58,8	0,48	16,2	198,0	1,6
Мята перечная	4,0	4,4	62,4	0,4	1,8	24,9	0,2
2. Среднезагрязненная почва							
Житняк	7,0	4,0	78,0	0,4	2,8	54,6	0,3
Ежа сборная	13,4	2,8	36,0	0,36	3,7	48,0	0,5
Смесь злаковых трав (мятлики)	29,6	14,0	56,0	0,4	41,4	166,0	1,1
Ромашка аптечная	9,5	14,0	98,0	0,84	13,3	93,0	0,8
Мята перечная							
3. Сильнозагрязненная почва							
Житняк	8,9	7,2	48,4	0,52	6,4	43,0	0,5
Ежа сборная	11,0	5,8	28,0	0,4	6,4	31,0	0,4

Смесь злаковых трав (мятлики)	25,4	6,4	32,4	0,48	16,2	82,0	1,2
Ромашка аптечная	7,2	9,2	55,6	0,84	6,6	40,0	0,6
Мята перечная	4,5	9,6	113,0	0,6	4,3	51,0	0,3
ИСП _{0,05}	2,28						

При сравнении отдельных видов трав выяснилось, что наибольшую биомассу накапливают мятлики на всех типах загрязнения почвы. На слабозагрязненной, средне – и сильнозагрязненной почвах хорошо также растут ромашка аптечная и ежа сборная, им уступают только мятлики.

Наибольшую концентрацию свинца содержат мятлики и ромашка аптечная, а на сильнозагрязненной почве – мята перечная.

Цинк больше остальных трав поглощают ромашка аптечная и мята перечная, кадмий – ромашка аптечная.

Таким образом, универсальным накопителем свинца, цинка и кадмия на техногенно – загрязненных почвах является ромашка аптечная; мята перечная концентрирует в основном цинк. Однако с учетом образующейся биомассы трав и содержания тяжелых металлов наибольший вынос свинца и цинка отмечен на слабозагрязненных почвах при произрастании ромашки аптечной, на фоне злаковых трав с преобладанием мятликов.

На этом типе загрязнения почв ромашка аптечная даст хорошую биомассу в сочетании с высоким содержанием в ней тяжелых металлов. Наибольшая фитомасса на почвах с высокой степенью загрязнения тяжелыми металлами получена при произрастании мятликов. Несмотря на то, что их биомасса снизилась по сравнению со слабозагрязненной почвой, она была (в 3-3,5 раза) выше, чем у ромашки аптечной, произрастающей на средне – сильнозагрязненной почве.

Биомасса ромашки аптечной в 3,5 – 5 раз уменьшилась со средней и сильной степенью загрязнения. При значительном содержании ТМ вынос Pb, Zn и Cd в этом случае был ниже, чем на фоне мятликов. Следовательно, по абсолютному накоплению свинца, цинка и кадмия выделяется ромашка аптечная, а по содержанию цинка – мята перечная. По объему накопленной биомассы на слабозагрязненной почве преобладают мятлики и ромашка аптечная, на средне – сильнозагрязненной почве – мятлики. Для детоксикации слабозагрязненных земель целесообразно выращивать ромашку аптечную и мятлики, а на средне – и сильнозагрязненных участках – мятлики, т.к. ромашка аптечная дает меньшую фитомассу.

Для того чтобы количественно оценить вынос ТМ из пахотного слоя (0 – 20см) почвы, где в основном и размещается корневая система земляники, следует этот показатель сопоставить с запасами тяжелых металлов в почвах разной степени загрязненности.

Расчеты показали, что на слабозагрязненных почвах запасы свинца в пахотном слое почвы составляет 21кг/га, цинка – 56 и кадмия – 1,3кг/га, на среднезагрязненных землях – соответственно 23,85 и 1,3кг/га и на сильнозагрязненных – 73,94 и 2,2кг/га. Если сравнить содержание ТМ в почвах

и их вынос травами, то последние величины оказываются весьма небольшими. Однако если учитывать, что травы способствуют безвозвратному отчуждению тяжелых металлов из почвы и могут увеличить биомассу, то становится целесообразным применение данного агроприёма на техногенно загрязненных землях.

Нами продолжен отбор трав - гипераккумуляторов ТМ на загрязненных почвах, которые способствуют оздоровлению техногенно-нарушенных земель. Подсолнечник однолетний *Helianthus annuus* L., Ромашка обыкновенная *Matricaria chamomilla*, L. Чистотел большой *Chelidonium majus* L, Тыква обыкновенная *Cucurbita pepo* L., Кукуруза *Zea mays* L., Полынь горькая *Artemisia absinthium* L., Тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L., Щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L., Календула лекарственная *Calendula officinalis* L., Томат *Solanum lycopersicum*, Циннии *Zinnia elegans* (рис 7).

 <p>Общий вид</p>	 <p>Подсолнечик однолетний <i>Helianthus annuus L.</i></p>	 <p>Ромашка обыкновенная <i>Matricaria chamomilla L.</i></p>	 <p>Чистотел большой <i>Cheilidonium majus L.</i></p>
 <p>Тыква обыкновенная <i>Cucurbita pepo L.</i></p>	 <p>Кукуруза <i>Zea mays L.</i></p>	 <p>Полынь горная <i>Artemisia absinthium L.</i></p>	 <p>Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium L.</i></p>
 <p>Щерца запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus L.</i></p>	 <p>Календула лекарственная <i>Calendula officinalis L.</i></p>	 <p>Томат <i>Solanum lycopersicum</i></p>	 <p>Циантин <i>Zinnia elegans</i></p>

Рис. 7. Растения - гипераккумуляторы тяжелых металлов

Применение антиоксидантов на землянике

В основе повреждающего действия стресс-факторов (в том числе тяжелых металлов) на растение лежит окислительная деструкция мембранных структур [84], вызванная разрушительным действием свободных радикалов кислорода, образующихся в стрессовых условиях, какими являются тяжелые металлы. Вещества, способные их нейтрализовать называются антиоксидантами.

В настоящее время хорошо изучена антистрессовая защитная роль антиоксидантов: витамины С, Е, В, каротин, аскорутин и минеральные соединения (соли селена). Нами было проведено испытание наиболее перспективных антиоксидантов на молодой плантации земляники (табл. 18).

Таблица 18 – Влияние антиоксидантов на рост земляники сорта Редгонтлит, произрастающей на техногенно – загрязненных почвах.

Варианты	Листовая поверхность		Отчуждаемая биомасса (плетей и розетки)		
	Площадь листовой пластинки, см ²	Листовой индекс, м ² /м ²	Кол-во плетей, шт./м ²	Кол-во розеток, шт./м ²	Сухая масса, г/м ²
1. Слабозагрязненная почва					
Обработка водой (контроль)	116	2,9	238	350	434
Обработка салициловой кислотой (150мг/л) +витамин С (50мг/л)	109	2,1	196	252	350
Обработка витамином Е (100мг/г)	112	2,5	210	280	350
Обработка аскорутином (50мг/л)	109	2,4	196	280	392
Обработка солью селена (10мг/л)	119	2,3	168	196	238
Обработка ККМ I (200мг/г)	99	2,2	168	282	294
2. Среднезагрязненная почва					
Обработка водой (контроль)	63	0,9	126	126	154
Обработка салициловой кислотой	98	1,6	140	238	252

(150мг/л)+витамин С (50мг/л)					
Обработка витамином Е (100мг/г)	91	1,8	154	210	224
Обработка аскорутинном (50мг/л)	107	1,9	140	210	252
Обработка солью селена (10мг/л)	77	1,3	126	168	168
Обработка ККМ I (200мг/г)	71	1,6	140	182	182
3. Сильнозагрязненная почва					
Обработка водой (контроль)	81	1,7	182	224	154
Обработка салициловой кислотой (150мг/л)+витамин С(50мг/л)	87	1,5	168	308	350
Обработка витамином Е (100мг/г)	83	2,0	154	182	112
Обработка аскорутинном (50мг/л)	63	0,7	98	126	98
Обработка солью селена (10мг/л)	47	0,46	70	84	56
Обработка ККМ I (200мг/г)	93	1,3	98	168	98
НСР _{0,05}	20	0,5	9	66	80

*Примечание : препарат ККМ- высокомолекулярное органическое соединение из дикорастущих растений.

Наилучшие показатели роста и развития растений земляники были получены на слабозагрязненной почве, при сильном загрязнении рост был наименьшим. В пределах каждого уровня загрязнения выделялись определенные варианты с антиоксидантами. В первый год применения антиоксидантов достоверные различия по росту и развитию растений проявились при среднем уровне загрязнения почв ТМ на фоне обработки салициловой кислотой, витамином Е, аскорутинном (по сравнению с контролем) с лучшим развитием листового аппарата, большим образованием плетей и

розеток, увеличением их биомассы. На сильнозагрязненной почве существенное повышение количества розеток и общей биомассы плетей и розеток отмечено на фоне обработки салициловой кислотой.

В фазу созревания плодов определяли физиологические показатели листьев по методике, описанной в работах [82,83] по вариантам опытов (табл. 19).

Таблица 19 – Изменение показателей водообмена и стресс – устойчивости листьев земляники на почве, загрязненной ТМ, после опрыскивания антиоксидантами (фаза созревания ягод)

Физиологические показатели	Обычная вода (контроль)	Сали – цидовая кислота	Витамин Е	Аскорутин	На сел – нисто кислый	НСР ₀₅
1. Среднезагрязненная почва						
Оводненность листьев (ОЛ, %)	71,7	74,6	72,2	73,0	68,4	1,3
Концентрация клеточного сока (ККС, %)	11,6	7,7	9,0	9,7	14,1	1,1
ОЛ/ККС	6,2	9,7	8,0	7,2	4,8	0,7
Козф. Стабильности оводненности (КСО)	0,75	0,72	0,74	0,73	0,75	0,008
ОЛ/100- ККС	0,81	0,81	0,79	0,78	0,80	0,006
Гомеостатический коэффициент (ГСК)	0,33	0,24	0,25	0,28	0,35	0,02
Адаптивный потенциал (АП)	0,25	0,18	0,19	0,20	0,27	0,01
Козффициент стресса (КС)	0,16	0,10	0,12	0,13	0,21	0,03
Сухая биомасса, г/м ²	154	252	224	252	168	57
Экологический статус (ЭС) ЭС= ОЛ/ККС*(АП)	1,55	1,75	1,71	1,94	1,3	0,2
2. Сильнозагрязненная почва						
Оводненность листьев (ОЛ,%)	71,7	71,9	72,0	68,1	678	0,9
Концентрация клеточного сока	11,6	10,3	11,0	12,9	15,4	0,5

(ККС.%)						
ОЛ/ККС	6,2	7,0	6,5	5,3	4,4	0,3
Козф.	0,74	0,72	0,72	0,79	0,80	0,017
Стабильности оводненности (КСО)						
ОЛ/100 – ККС	0,81	0,80	0,81	0,78	0,80	0,004
Гомеостатический Коэффициент (ГСК)	0,33	0,29	0,32	0,31	0,38	0,02
Адаптивный потенциал (АП)	0,24	0,21	0,23	0,25	0,31	0,015
Коэффициент стресса (КС)	0,16	0,14	0,15	0,19	0,23	0,05
Сухая биомасса, г/м ²	154	350	112	98,0	56,0	136,0
Экологический статус (ЭС) ЭС= ОЛ/ККС*(АП)	1,49	1,47	1,50	1,32	1,36	0,07

На среднезагрязненной почве лучшие показатели оводненности листьев земляники наблюдались на варианте с салициловой кислотой (76,0%), в контроле 70,7%.

Наименьшая концентрация клеточного сока была характерна для варианта с салициловой кислотой (7,7%), в контроле 11,6%. Наибольшая концентрация клеточного сока отмечена на варианте с селеном (14,1%), на этом же варианте была и наименьшая оводненность листьев (68,4%).

Показатель физиологической активности воды (ОЛ/ККС) был достоверно выше контроля на вариантах с салициловой кислотой (9,7), витамином Е (8,0) и аскорутинном (7,5). На этих же вариантах были значительно выше показатели накопления сухой биомассы (224-252 г/м²) по сравнению с контролем (154 г/м²).

На среднезагрязненной почве наименьшие показатели КС отмечены на вариантах с опрыскиванием растений салициловой кислотой (0,10) и витамином Е (0,12), в контроле – 0,16. При этом АП на этих вариантах был выше (0,18 – 0,19), чем КС (0,10 – 0,12).

Адаптивный потенциал (АП) был выше на варианте с селеном (0,27), в контроле 0,25. Экологический статус (ЭС), характеризующий продуктивную устойчивость (превышение АП над КС (коэф.стресса)), был выше на вариантах с аскорутинном (1,94), салициловоаой кислотой (1,75) и витамином Е (1,71), по сравнению с контролем – 1,55.

На сильнозагрязненной почве оводненность листьев в среднем для всех вариантов были ниже (70,3%), чем на среднезагрязненной почве (72,0%).

Показатель физиологической активности воды в листьях (ОЛ/ККС) также был ниже на сильнозагрязненной почве (5,9), по сравнению с среднезагрязненной почвой (7,2).

На сильнозагрязненной почве более высокие показатели активности воды в листьях земляники проявились на вариантах с опрыскиванием растений салициловой кислотой (7,0) и витамином Е (6,5), в контроле – 6,2; на других опытных вариантах этот показатель был ниже контроля (5,3 – 4,4).

Наименьшие показатели коэффициента стресса (КС) отмечены на вариантах с обработкой салициловой кислотой (0,14) и витамином Е (0,15), в контроле – 0,16.

Показатель экологического статуса (ЭС) не отличался от контроля (1,49) на вариантах с салициловой кислотой (1,47) и витамином Е (1,50), на других вариантах он был ниже контроля (1,32 – 1,36).

Самые низкие показатели физиологической активности воды (ОЛ/ККС) на средне- и сильнозагрязненных типах почвы отмечены на варианте с опрыскиванием земляники солью селена (4,8 – 4,4). На этом же варианте были самые высокие показатели КС (0,21 – 0,23) и АП (0,27 – 0,31).

На контроле КС составлял 0,16, АП – 0,25 – 0,24, ЭС на средне- и сильнозагрязненной почве при обработке солью селена был также ниже (1,30 – 1,36), чем на контроле (1,55–1,49). Эти данные свидетельствуют о том, что для земляники концентрация соли селена – 10мг/л в данном опыте была слишком высокой, поскольку КС превышал контроль.

Для оценки энергетического статуса растений земляники на опытных вариантах измеряли также электрофизиологические показатели в его корневой шейке специальным тестером (табл. 20).

Таблица 20 – Изменения электрофизиологических показателей корневой шейки земляники на почвах загрязненных ТМ, после обработки антиоксидантами (фаза созревания ягод)

Варианты	Обычная вода (контроль)	Салициловая кислота	Витамин Е	Аскорутин	Na селенистокислый	НСП _{0,05}
I Среднезагрязненная почва.						
V, мВ	-240	-301	-378	-269	-293	30
R, Ком	484	350	467	430	448	29
J*10 ⁷ , А	4.50	8.40	7.70	7.10	6.50	0.60
W*10 ⁷	1,08	2,50	2,91	1,91	1,90	0,34

2 Сильнозагрязненная почва.

V, мВ	-266	-315	-276	-273	-259	16
R, Ком	458	442	434	376	460	42
J*10 ⁷ , А	5,9	8,5	9,6	8,5	7,8	0,78
W*10 ⁷	1,6	2,7	2,6	2,3	2,02	0,20

На среднезагрязненной почве по всем электрофизиологическим показателям выделялись варианты после обработки земляники витамином Е и салициловой кислотой совместно с аскорбиновой кислотой. Транскорневой потенциал на варианте с витамином Е оставял - 378 мВ, на варианте с салициловой кислотой - 301, в контроле - 240 мВ. Сила биотоков (J) на этих вариантах соответственно была $7.7 \cdot 10^{-10}$ А, $8.4 \cdot 10^{-10}$ А и в контроле $4.5 \cdot 10^{-10}$ А; мощность биотоков (W) - $2.9 \cdot 10^{-7}$ Вт, $2.5 \cdot 10^{-7}$ Вт, $1.08 \cdot 10^{-7}$ Вт.

На сильнозагрязненной почве транскорневой потенциал земляники был выше на варианте с салициловой кислотой и витамином Е. Так, мощность биотоков W равнялась соответственно $2.7 \cdot 10^{-7}$ Вт, $2.6 \cdot 10^{-7}$ Вт и в контроле - $1.6 \cdot 10^{-7}$ Вт.

В целом, выделялись антиоксиданты (салициловая кислота, витамин Е и аскорутин), улучшая ростовые процессы растений земляники на техногенно - загрязненных почвах, могут служить одним из механизмов повышения устойчивости растений к тяжелым металлам.

Таким образом, эффективными элементами - антагонистами, снижающими негативное действие ТМ в почве на землянике, являлись при слабой степени загрязнения почв - цинк и магний в сочетании с биогумусом; на среднезагрязненной почве - сера коллоидная и бор с алюминием в первой дозе на фоне биогумуса; на сильнозагрязненной почве - сера коллоидная и бор с магнием на фоне биогумуса.

Из антиоксидантов положительное влияние на рост и повышение продуктивности земляники оказали салициловая кислота, эпин, витамин Е и аскорутин.

Влияние бентонита на мелиорацию почв

Для рекультивации почв загрязненных тяжелыми металлами можно применять природные высокодисперсные вещества с высокой адсорбционно-коагуляционной способностью (бентониты, цеолиты, глауконит и др.), которые могут обеспечить изоляцию (удерживание) тяжелых металлов в верхних слоях почвы. Это предотвратит дальнейшее загрязнение нижележащих горизонтов почв и грунтовых вод, а также ускорит и облегчит ремедиацию почв (удаление загрязнителя из верхнего слоя). По данным М.Б. Есимбекова [85,86] в сельском хозяйстве до настоящего времени бентонитовые глины, в которых

преобладающим глинистым минералом является монтмориллонит, применялись недостаточно. Одной из характерных особенностей бентонитовых глин (БГ) является высокое содержание в них илистых и коллоидных частиц. БГ оказывают большое влияние на физические, водно-физические, физико-химические свойства почвы и на плодородие. Химический состав БГ характеризуется увеличенным содержанием Al_2O_3 в составе илистых фракций, а также содержанием Fe_2O_3 до 5,2%, что придает БГ красноватый оттенок. Проведенные исследованиями автором было установлено, что использование БГ в норме 10 т/га снижает фильтрацию на 10%, резко повышает урожайность риса и других сельскохозяйственных культур, обогащает почву элементами питания и улучшает химико-физические свойства такыровидной почвы.

В полевых опытах Й.Лготски [87] проверялось мелиоративное действие бентонита на песчаные почвы в разных производственных условиях и для различных культур. Им установлено положительное действие БГ на легкие почвы и при пониженном содержании гумуса; его эффективность косвенно зависит от содержания тонких частиц (0,01 мм) и от содержания гумуса. Бентонит более эффективно действует при повышенном уровне минерального удобрения, он продлевает эффективность действия минерального и органического удобрений. Работой М.Есимбекова [88] установлено, что применение бентонитовых глин на такыровидных почвах снижает фильтрацию воды на 10 %, повышает урожайность риса на 40% и обогащает почву элементами минерального питания.

Для выявления эффективности природного адсорбента бентонита как мелиоранта загрязненных почв были заложены опыты на землянике. [89].

Определение физического состава опытного бентонита Восточно-Казахстанского месторождения показало, что главную массу глинистого вещества составляют фракции 0,01-0,005; 0,005-0,001 мм, это определяет их достаточно высокую дисперсионность. В химическом составе природного адсорбента содержание биологически активных компонентов, таких как К, Са, Mg, Р, Na, Si и др. (табл.21), находится в достаточных количествах, чтобы мог проявить себя не только как мелиорант, но и как полиминеральное удобрение, способное повышать плодородие почв.

Таблица 21 -Химический состав опытного бентонита (Восточно-Казахстанское месторождение)

Образец	Содержание компонентов в % на абсолютно-сухое вещество									
Бентонит	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	ППП	Σ	100
	55,84	22,44	1,69	1,62	3,26	2,64	0,13	11,68	99,3	6,8 ⁰

*В ППП входит содержание Cu, Co, S, P, V, Sc, B, Zn

По данным лаборатории установлено, что отдельные, составляющие элементы адсорбента могут выступать антагонистами металлов, в результате чего токсические металлы чаще всего переходят в недоступные и труднодоступные соединения для растений.

Так, магний связывает в почве свинец и подавляет продвижение цинка и кадмия. Под влиянием окислов алюминия резко снижается поступление цинка и свинца в растение. Бор является антагонистом цинка и переводит этот металл в трудноусвояемую для растений форму. Ряд микроэлементов также выполняют роль антагониста тяжелых металлов, так как образует с ними труднорастворимые соединения хелатного типа. Все это объясняет мелиоративные свойства бентонита.

Методы очистки почв от тяжелых металлов с помощью бентонита отработались нами при выращивании земляники с. Сладкий Чарли в вегетационном опыте в шестикратной повторности (растение-повторность). Почва темнокаштановая. Для проведения опыта использовались контейнеры, в которые насыпали гальку слоем 3-4 см. Почву, перед внесением в контейнер хорошо перемешивали, убирали органические (корни, стебли, травы) и другие остатки. Затем взвешивали нужное количество почвы (6 кг в каждый контейнер), тщательно перемешивали. Согласно схеме опыта в почву вносили расчетные дозы бентонита. В качестве загрязняющих веществ были выбраны свинец, медь и цинк. Металлы вносили в виде солей $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, которые в необходимых количествах разводили в воде и в жидком виде вносили в почву. Почву загрязняли тяжелыми металлами, как в смеси, так и отдельно.

Программа наших исследований предусматривала среднюю степень загрязнения почвы, что соответствует 3 ПДК : Zn -69 мг/кг, Cu-22,5, Pb-18, при ПДК в почве для Zn-23мг/кг, Cu- 4, для Pb- 6 мг/кг почвы (Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства- М., 1989).

Для проведения расчетов по внесению загрязнителей анализировали почву на содержание в ней подвижных элементов, в мг/кг почвы. Анализ полученных данных показал, что изучаемые почвы содержат цинка 21,8 мг/кг, меди 2,5 и свинца 0 и могут влиять на содержание цинка в почве.

Рассчитывали процентное содержание элемента в соли:

$Pb - Pb(NO_3)_2 \cdot 6H_2O = 47,2\%$ коэффициент перевода $100/47,2=2,12$

$Cu - CuSO_4 \cdot 5 H_2O = 37,7\%$ К- 2,65

$Zn - ZnSO_4 \cdot 7 H_2O = 22,7\%$ К- 4,4

Необходимое количество соли на контейнер:

$Pb(NO_3)_2 \cdot 6H_2O = (18-0) \cdot 2,12 = 229$ мг

$CuSO_4 \cdot 5 H_2O = (12-2,5) \cdot 6 \cdot 2,65 = 151$ мг

$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O = (69-21,8) \cdot 6 \cdot 4,4 = 125$ мг

Образцы почвы для определения токсичности отбирали через 2 недели, месяц и 3 месяца после загрязнения. Растительные образцы отобраны в конце вегетации.

Для выяснения особенностей техногенного загрязнения почвы и изучения влияния природного соединения на содержание тяжелых металлов применялся аппликационный метод диагностики [77]. В исследуемую почву закладывались бескрахмальные льняные полотна, которые в почве подвергались

разрушающему воздействию почвенной микрофлоры, активно выделяющей в зонах утилизации клетчатки различные аминокислоты. В связи с тем, что накопление кислот на полотне без воздействия микроорганизмов наблюдается, то количественный учет аминокислот в этих условиях становится важнейшим показателем биологической реакции почвы на внешнее воздействие, в конкретном случае – на тяжелые металлы. Срок экспонирования полотен в почве 30-60 суток. По истечению срока экспонирования полотен изымались из почвы и проводилось извлечение аминокислот раствором нингидрина. Об уровне биологической активности почвы судили по степени разложения полотен, которая условно обозначалась знаком «+». Разложение полотен свидетельствовало о присутствии целлюлозо-разлагающихся микробов или нет.

Таблица 22-Влияние бентонита на степень разложения полотен (август 2006 г.)

Варианты	Степень разложения
Контроль	Слабая (++)
Си	Слабая (++)
Zn	Слабая (+)
Pb	Слабая (++)
Си+ Zn+ Pb	Средняя (+++)
Бентонит, 5 г/кг	Слабая (++)
Бентонит, 10 г/кг	Сильная (++++)
Бентонит, 20 г/кг	Сильная (++++)
Бентонит, 50 г/кг	Сильная (++++)
Си +Бентонит, 5 г/кг	Слабая (+)
Си +Бентонит, 10 г/кг	Слабая (+)
Си +Бентонит, 20 г/кг	Слабая (++)
Си +Бентонит, 50 г/кг	Сильная (++++)
Zn +Бентонит, 5 г/кг	Средняя (+++)
Zn +Бентонит, 10 г/кг	Средняя (+++)
Zn + Бентонит, 20 г/кг	Слабая (++)
Zn +Бентонит, 50 г/кг	Сильная (++++)
Pb+ Бентонит, 5 г/кг	Средняя (+++)
Pb +Бентонит, 10 г/кг	Слабая (+)
Pb +Бентонит, 20 г/кг	Слабая (+)
Pb +Бентонит, 50 г/кг	Сильная (++++)
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 5 г/кг	Сильная (++++)
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 10 г/кг	Слабая (++)
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 20 г/кг	Средняя (+++)
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 50 г/кг	Сильная (++++)

Установлено, что бентонит внесенный в дозе 50 г/кг почвы способствует развитию целлюлозо-разлагающихся микробов на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, что способствует повышению биологической активности

почвы под влиянием минерала. При совместном внесении металлов (Си+ Zn+ Pb) выявлено и влияние дозы 5 г/кг.

Таблица 23- Влияние бентонита на содержание тяжелых металлов в почве. 2006. мг/кг

Варианты	Июнь		
	Zn	Си	Pb
Контроль (Си+ Zn+ Pb)	82,2	15,9	53,2
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 5 г/кг	52,0	16,8	42,7
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 10 г/кг	29,4	16,1	25,9
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 20 г/кг	35,9	12,4	12,4
Си+ Zn+ Pb+Бентонит, 50 г/кг	90,3	1,6	52,6
Август			
Контроль(Си+ Zn+ Pb)	90,0	11,6	65,6
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 5 г/кг	30,2	13,5	11,1
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 10 г/кг	38,5	10,7	21,9
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 20 г/кг	65,0	22,7	65,3
Си+ Zn+ Pb+Бентонит, 50 г/кг	77,5	36,3	22,1

Химический анализ техногенно- загрязненных почв показал, что бентонит в большей степени снижал токсичность совместно внесенных металлов, при этом установлена наиболее эффективные дозы мелиоранта -5 и 50 г/кг почвы. Не отмечено ярко выраженного влияния адсорбента на содержание металлов, внесенных в почву по отдельности.

Таблица 24 - Биометрические замеры земляники на опыте с бентонитом

Варианты	Высота, см	Кол-во листьев, шт	Площадь листа, см ²	Площадь листовой поверхности, см ²
Контроль	16,6	4,5	60,5	276,0
Си	18,1	6,0	48,5	291,0
Zn	18,5	5,0	55,8	279,0
Pb	19,0	5,5	40,6	223,5
Си+ Zn+ Pb	18,4	6,0	60,0	360,0
Бентонит, 5 г/кг	17,5	5,5	46,3	254,6
Бентонит, 10 г/кг	20,0	4,5	58,1	261,7
Бентонит, 20 г/кг	18,1	5,5	45,2	248,6
Бентонит, 50 г/кг	16,5	5,5	39,2	215,6
Си +Бентонит, 5 г/кг	16,6	6,0	46,2	277,5
Си +Бентонит, 10 г/кг	16,3	5,5	54,6	300,3
Си +Бентонит, 20 г/кг	15,8	5,0	44,0	220,0
Си +Бентонит, 50 г/кг	15,1	5,5	36,0	198,0
Zn +Бентонит, 5 г/кг	17,3	6,0	58,3	349,8

Zn +Бентонит, 10 г/кг	17,6	5,5	51,1	281,3
Zn + Бентонит,20 г/кг	14,6	5,0	42,1	210,7
Zn +Бентонит ,50 г/кг	16,8	5,0	38,5	192,7
Pb+ Бентонит, 5 г/кг	18,5	5,5	40,3	221,9
Pb +Бентонит,10 г/кг	15,5	5,0	57,8	289,2
Pb +Бентонит, 20 г/кг	16,2	5,5	54,6	300,3
Pb +Бентонит, 50 г/кг	14,8	5,0	46,6	233,2
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 5 г/кг	15,0	5,5	40,2	221,1
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 10 г/кг	15,8	6,0	38,2	229,5
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 20 г/кг	14,3	5,5	38,9	213,9
Си+ Zn+ Pb +Бентонит, 50 г/кг	13,5	5,0	55,2	276,2

При внесении бентонита в разных дозах на среднезагрязненных почвах наилучшие условия для развития земляники создаются при дозе 5 г/кг почвы. Более высокие дозы бентонита (20 и 50), поглощая цинк, свинец и медь, снижают содержание их в почве ниже оптимального уровня. Так как эти элементы являются микроэлементами и необходимы растениям для обеспечения нормального их развития, то при сильном снижении их в почвенном растворе за счет поглощения бентонитом, создаются условия, которые тормозят ростовые процессы земляники.

Физиологические показатели дают возможность оценить общий тонус организма, его стресс устойчивость после воздействия стресс- факторов и влияние изучаемых факторов на устойчивость и продуктивность растений.

Кратко о значении каждого изучаемого показателя

Оводненность листьев является важным физиологическим показателем, который характеризует общий тонус организма и в конечном итоге его продуктивность.

При старении организма или при действии стресс- факторов в первую очередь снижается содержание воды в тканях, понижается относительная активность воды и интенсивность важнейших физиологических процессов.

Поэтому оводненность растительных тканей один из важнейших признаков стресс- устойчивости в комплексе с показателями, характеризующими водоудерживающую способность (водопотеря-ВП, коэффициент стабильности оводненности – КСО, коэффициент водоудержания-КВУ).

Водообеспеченность живых тканей определяет оптимальный энергетический статус организма, который можно определить прямым методом, измеряя энергоёмкость тканей.

Энергоёмкость, измеряется в микрофарадах и характеризует интенсивность энергетических процессов в тканях и эффективность работы

биологических мембран, которые выполняют в живой ткани роль генераторов энергии.

Таблица 25 - Показатели водообмена, стресс – устойчивости и энергоёмкости листьев земляники, 2006

Варианты	ОЛ, %	ВП, %	КСО	КВУ	Энергоёмкость С, мкФ
Контроль	69,1	14,5	0,86	4,8	1,039
Бентонит, 5г	67,5	13,8	0,86	4,9	1,040
Бентонит, 10г	70,1	14,9	0,86	4,7	1,002
Бентонит, 20г	69,3	12,5	0,88	5,5	1,022
Бентонит, 50г	67,6	13,7	0,87	4,9	1,039
Pb	67,2	14,9	0,85	4,5	1,050
Cu	65,5	13,5	0,86	4,05	0,935
Zn	64,7	10,8	0,89	6,0	1,037
Zn+Cu+Pb	68,1	13,3	0,88	5,1	0,996
Pb+Бентонит, 5г	67,1	16,8	0,83	4,0	1,070
Pb+Бентонит, 10г	66,2	14,0	0,86	4,7	1,026
Pb+Бентонит, 20г	66,1	12,0	0,88	5,5	1,020
Pb+Бентонит, 50г	68,8	14,1	0,86	4,9	1,039
Cu+Бентонит, 5г	65,6	13,1	0,87	5,0	1,022
Cu+Бентонит, 10г	67,6	14,6	0,86	4,6	0,985
Cu+Бентонит, 20г	66,6	13,3	0,87	5,0	1,068
Cu+Бентонит, 50г	67,6	14,5	0,86	4,7	1,054
Zn+Бентонит, 5г	65,9	13,5	0,87	4,9	1,009
Zn+Бентонит, 10г	63,2	16,2	0,85	3,9	1,007
Zn+Бентонит, 20г	69,3	12,3	0,88	5,5	1,022
Zn+Бентонит, 50г	68,4	14,6	0,85	4,4	1,007
Zn+Cu+Pb+бентонит, 5г	69,1	13,4	0,87	5,2	1,043
Zn+Cu+Pb+бентонит, 10г	67,8	13,9	0,87	4,9	0,963
Zn+Cu+Pb+бентонит, 20г	67,9	13,5	0,86	5,0	1,041
Zn+Cu+Pb+бентонит, 50г	68,4	13,2	0,87	5,2	1,046
НСР ₀₅	0,71	0,55	0,06	0,21	0,014

Примечание: ОЛ- оводненность листа, ВП- воднопотеря за 2 часа, КСО- коэффициент стабильности оводненности, КВУ- коэффициент водоудержания.

В первом блоке изучалось влияние внесения в почву бентонита в различных концентрациях, контролем служили растения в обычных условиях без внесения бентонита. Оводненность листьев была выше контроля на вариантах, в почву которой вносили бентонит в концентрациях 10г (70,1%) и

20г (69,3), в контроле 69,1%. Наиболее экономично растения расходовали воду на варианте с концентрацией бентонита 20г (ВП= 12,5%), в контроле ВП=14,5%. Коэффициенты стабильности оводненности (КСО), водоудерживающей способности (КВУ) были выше на этом же варианте (0,88), в контроле 0,86. был также выше на этом варианте (5,5%), в контроле 4,8.

Во втором блоке изучалось влияние на растения земляники различных тяжелых металлов. Более высокая оводненность была на вариантах, где в почву вносили Zn+Cu+Pb (68,1%) и Pb (67,2%), наименьшая на растениях, где в почву вносили Zn (64,7%) и Cu (65,5%). Минимальная водопотеря была при внесении Zn (10,8%), максимальная при внесении Pb (14,9%). Более высокие показатели стресс – устойчивости КСО были на варианте при внесении Zn.

В третьем блоке изучалось влияние различных концентраций бентонита, вносимого в почву на фоне свинца (Pb). Наилучшая водообеспеченность (ОЛ.%) была на варианте, при внесении в почву бентонита в концентрации 50г (68,8%). Водопотеря листьев была минимальной при внесении в почву бентонита 20г (12%), наибольшая водопотеря при внесении 5г бентонита (16,8%). Следовательно на фоне свинца оптимальная доза бентонита 50г.

В четвертом блоке изучалось влияние бентонита на растения на фоне внесения в почву меди. В этом блоке оводненность листьев увеличивалась при повышении дозы бентонита. Оптимальной следует считать дозу 20г и 50г бентонита, где была высокая оводненность листьев (66,6-67,6%) и повышенная энергоёмкость (1,068-1,054), по сравнению с другими дозами

В пятом блоке изучалось влияние доз бентонита, вносимого в почву на фоне цинка.

В блоке, на комплексном фоне тяжелых металлов (Zn+Cu+Pb) выделялись варианты, где в почву вносили бентонит в концентрации 50 г. На этом варианте была минимальная водопотеря листьями (13,2%) и более высокие показатели энергоёмкости листьев (1,046мкф).

Для оценки общего тонуса организма, его стресс устойчивости после воздействия стресс-факторов и влияния изучаемых факторов на устойчивость и продуктивность растений определялись физиологические показатели.

При комплексном загрязнении почвы тяжелыми металлами выделялись варианты, где бентонит в почву вносили в концентрациях 5, 20 и 50 г/кг почвы. На этих вариантах была минимальная водопотеря листьями (13,4-13,2%) более высокие показатели их энергоёмкости (1,043-1,046 мкф), что свидетельствует о положительном влиянии бентонита на водный и энергетический статус растения.

Таким образом, на фоне внесения в почву тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn и Zn+Cu+Pb) в большинстве случаев оптимальными дозами бентонита являются 20г и 50г. При этих дозах бентонит положительно влияет на водный и энергетический статус растения земляники, поэтому бентонит может быть успешно использован, как мелиорант в решении экологических проблем и как удобрение для получения качественных урожаев сельскохозяйственных культур.

Известно, что способность почв снижать подвижность тяжелых металлов и тем самым, уменьшать их поступление в растение, объясняется в основном, наличием органического вещества и рН.

Исследования, проведенные нами на виноградниках, произрастающих на черноземах и каштановых почвах в лизиметрических установках, подтверждают эти выводы и дополняют их.

Изучаемые почвы- черноземы, с содержанием гумуса- 6-7%, способны сорбировать поливалентные тяжелые металлы на слабозагрязненных почвах, образуя плохо растворимые соединения. И, следовательно, на таких землях возможно выращивание всех пород и сортов сельскохозяйственных растений. К. Ж. Мусарбеков (2005) считает, что проблема нахождения тяжелых металлов в почве переходит в проблему содержания в почве гумуса. Именно гумус определяет плодородие почвы и он же нейтрализует действие тяжелых металлов при определенном показателе рН среды, при этом тяжелые металлы блокируются высоким содержанием питательных элементов, не позволяя им проникать в корневую систему.

Тяжелые металлы, как правило, накапливаются в верхнем 0-10 см слое почвы. На глубине 20-40 см, содержание подвижных форм свинца уменьшается вдвое и ниже 40 см находится в пределах нормы, поэтому плодовые деревья, а также виноградники, имеющие глубокозалегающие корни, могут произрастать на таких землях. Плодовые культуры выгодно отличаются от однолетних культур еще и тем, что в них минеральные формы загрязнителей уже в корневой системе, благодаря морфоструктурным и физиологическим особенностям переходят в органические, менее подвижные и, следовательно, менее токсичные соединения. Корневая система, служит довольно надежным барьером, препятствующим поступлению ТМ в надземные вегетативные и генеративные органы. Такое распределение свидетельствует о наличии биологических барьеров транслокации загрязнителей по растению : почва – корневая система; корневая система – вегетативные органы; вегетативные органы – плоды.

Следовательно, на среднезагрязненных черноземах возможно выращивание плодовых деревьев и закладка виноградных насаждений, устойчивых к приоритетным загрязнителям сортов и видов культур, однолетние культуры- после осуществления определенных мелиоративных работ

На каштановых почвах (с меньшим содержанием гумуса), выращивание плодовых деревьев и винограда без предварительной мелиорации земель возможно только на слабозагрязненных почвах, а однолетние культуры только при проведении предварительных мелиоративных работ.

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ НА ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

Изучение влияния элементов – антагонистов на молодые деревья яблони сорта Старкримсон позволило выявить некоторые особенности их действия в плодовые культуры.



Рисунок 8 - Продуктивность яблони сорта Старкримсон в лизиметрических опытах (площадь лизиметров $1,76 \text{ м}^2$).

Биологическая активность загрязненной почвы в лизиметрическом опыте на яблоне

Определение биологической активности почвы под яблоней показывает, что она зависит не только от вносимых элементов – антагонистов, но и от вида выращиваемой культуры. Данные таблицы 26 свидетельствуют о том, что биологическая активность почвы была высокой при слабом уровне загрязнения и низкой – при сильном загрязнении.

Таблица 26- Биологическая активность техногенно-загрязненной почвы в лизиметрическом опыте на яблоне сорта Старкримсон с применением мелниорантов

Варианты	Степень разложения полотна, %	Интенсивность окраски полотна, балл	Содержание аминокислот на 1 г полотна, мкг
1 Слабозагрязненная почва.			
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	37	+++++	851
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+MgSO ₄ (256г/л)	23	+++++	1000
Б+S коллоидная (90г/л)	27	+++++	1072
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	27	+++++	730
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	50	+++++	860
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л)+Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	42	+++++	910
НПК по расчету (контроль)	19	+++++	625
НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50мг/л) +житняк	10	+++++	530
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0.2мл/л)+ житняк	24	+++++	512
2. Среднезагрязненная почва			
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)		+++++	573
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+MgSO ₄ (256г/л)		+++++	841
Б+S коллоидная (90г/л)		+++++	922
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)		+++++	667
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л) +Al(SO ₄) ₃ (107г/л)		+++++	740
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л) +Al(SO ₄) ₃ (213г/л)		+++++	617
НПК по расчету (контроль)		+++++	687

НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50мг/л) + житняк		+++++	379
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мл/л) + житняк		+++++	370
3 Сильнозагрязненная почва			
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	0	+++++	155
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+MgSO ₄ (2 56г/л)	26	+++++	602
Б+S коллоидная (90г/л)	26	+++++	630
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	20	+++++	567
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л) +Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	31	+++++	477
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л) +Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	14	+++++	375
НПК по расчету (контроль)	12	+++++	750
НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50мг/л) + житняк	2	+++++	237
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мл/л) + житняк	4	+++++	437
НСП _{0,05}			156

В пределах каждого загрязнения выделялись отдельные фоны элементами – антагонистами. Так, на слабозагрязненной почве от контроля достоверно отличались варианты, где применяли: цинк, цинк с магнием, серу, коллоидную и бор с алюминием в сочетании с биогумусом. При среднем уровне загрязнения почвы наблюдалось сильное разложение полотна и максимальное образование аминокислот на фоне цинка с магнием и коллоидной серы. На сильнозагрязненной почве ни на одном из вариантов биологическая активность почвы не была выше контроля, и только фон с серой коллоидной

содержанию аминокислот приближался к контрольному варианту, а по степени разложения полотна превосходил контроль в 2 раза и более.

На всех типах загрязнения почвы значительное снижение ее биологической активности отмечено при посеве житняка, т.к. он поглощает значительное количество питательных веществ и тем самым тормозит развитие микробиологических процессов в почве.

Влияние мелиорантов на рост молодых деревьев яблони

Суммарным показателем роста плодовых деревьев являются прирост диаметра штамба, листовая поверхность и рост однолетних побегов. На слабозагрязненной почве достоверные различия по приросту диаметра штамба получены на варианте с внесением цинка и магния на фоне биогумуса. Тенденция улучшения этого показателя отмечена на фоне применения серы коллоидной (табл. 27). На этих вариантах наблюдались наибольшая площадь листовой поверхности и суммарный прирост побегов. На среднезагрязненной почве различия между вариантами по росту молодых деревьев яблони были менее существенные.

Таблица 27 – Влияние мелиорантов на рост молодых деревьев яблони сорта Старкримсон в условиях техногенно – загрязненных почв (2001 – 2002г.г.)

Варианты	Листовая поверхность			Прирост однолетних побегов		
	Прирост диаметра штамба на 1 дерево, мм	Площадь листовой пластинки, см ²	Листовая площадь на 1 дерево, м ²	Суммарн. прирост на 1 дерево, м	Средн. длина одного побега, см	Объем кроны, м ³
I Слабозагрязненная почва						
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	6,8	29,2	0,44	3,8	54,4	0,44
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	14,9	33,8	1,91	13,7	85,5	0,58
Б+S коллоидная (90г/л)	9,5	31,2	1,36	11,0	73,3	0,88
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	8,2	31,1	1,13	6,1	67,3	1,4
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	6,4	34,3	0,73	4,6	65,7	0,71
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	8,9	27,1	0,61	5,0	55,1	0,64
НПК по расчету (контроль.)	8,0	37,5	0,86	5,0	71,8	0,58

НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50мг/л) +житняка	10,2	22,9	0,67	6,7	55,7	0,4
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мл/л)+ житняка	7,3	18,0	0,37	2,2	21,6	0,2

2 Среднезагрязненная почва

Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	8,0	21,0	0,49	3,5	21,9	0,37
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	10,9	24,6	0,60	4,0	26,6	0,48
Б+S коллоидная (90г/л)	6,0	37,4	0,80	3,9	65,2	0,30
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л) + MgSO ₄ (256г/л)	11,4	31,9	0,99	6,2	76,9	0,6
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	8,2	32,5	0,75	6,6	50,7	0,67
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	9,5	33,9	1,25	6,4	53,2	0,83
НПК по расчету (контроль)	9,8	40,1	0,60	4,1	51,4	0,55
НПК по расчету + опрыскивание салициловой кислотой (50мг/л) +житняка	10,9	24,8	0,41	4,3	61,3	0,32
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мл/л)+ житняка	8,3	25,6	0,50	3,3	41,0	0,2

3 Сильнозагрязненная почва

Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	3,0	23,0	0,09	0,7	36,0	0,1
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+ MgSO ₄ (256г/л)	5,2	30,1	0,41	3,9	78,0	0,4

Б+S коллоидная (90г/л)	1,8	30,7	0,32	2,4	79,0	0,44
Б+Н ₂ ВО ₃ (19,2г/л) + MgSO ₄ (256г/л)	6,2	36,6	0,64	4,0	80,4	1,24
Б+Н ₂ ВО ₃ (7,4г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	14,7	30,4	1,17	9,2	61,6	1,33
Б+Н ₂ ВО ₃ (2,2г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	16,0	36,4	1,1	6,4	106,2	1,04
НПК по расчету (контроль)	4,6	27,3	0,59	3,2	31,7	0,35
НПК по расчету + опрыскивание салнциловой кислотой (50мг/л) +житняк	6,5	22,3	0,29	2,3	28,7	0,09
НПК по расчету + опрыскивание эпином (0,2мл/л)+ житняк	5,3	18,2	0,30	1,6	10,7	0,15
НСП _{0,05}	5,0		0,4	4,0		0,3

Улучшение процесса роста происходило на фоне внесения таких мелиорантов, как цинк с магнием, бор с магнием и бор с алюминием во второй дозе.

На сильнозагрязненных землях наилучшие показатели роста и развития молодых деревьев яблони отмечены на вариантах с внесением бора и алюминия в обеих дозах.

Влияние мелиорантов и антиоксидантов на физиологические показатели яблони

Результаты определения параметров водного режима и устойчивости листьев яблони Старкримсон показали, что по мере увеличения степени загрязнения почвы ТМ оводненность листьев в среднем для всех вариантов снижалась с 66,1% на слабозагрязненной до 62,2% на сильнозагрязненной почвах. Водообеспеченность листьев яблони на слабозагрязненной почве была выше на вариантах цинка с магнием (67,1%) и бора с алюминием (67,5%) на фоне биогумуса, а на контроле (НПК) она опускалась до 65,2%. На варианте со средне – и сильнозагрязненной почвах, после внесения бора с магнием, на фоне биогумуса она составляла 63,5%.

На слабозагрязненной почве наблюдался высокий показатель физиологической активности воды (ОЛ/ККС) в листьях яблони на варианте - цинк с магнием (5,5); на среднезагрязненной соответственно – бор с магнием (4,9); на сильнозагрязненной – бор с магнием (4,2) и бор с алюминием (4,1) (табл. 28).

Таблица 28 – Влияние мелиорантов и антиоксидантов на водообмен и стрессоустойчивость яблони Старкримсон на техногенно – загрязненных почвах.

Варианты	ОЛ/ККС		АП		КС		ЭС	
	2001г.	2002г.	2001г.	2002г.	2001г.	2002г.	2001г.	2002г.
1. Слабозагрязненная почва.								
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	2,8	4,2	0,29	0,24	0,36	0,24	0,81	1,0
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+MgSO ₄ (256г/л)	3,8	5,5	0,33	0,20	0,26	0,18	1,25	1,1
Б+S коллоидная (90г/л)	3,8	4,2	0,31	0,30	0,26	0,24	1,18	1,2
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+MgSO ₄ (256г/л)	2,7	4,2	0,37	0,26	0,37	0,24	1,0	1,0
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	2,9	4,4	0,30	0,29	0,34	0,23	0,87	1,2
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л)+Al(SO ₄) ₃ (213г/л)	3,6	4,7	0,33	0,23	0,28	0,21	1,19	1,2
НПК (23г/л) (контроль)	2,9	4,2	0,30	0,26	0,34	0,24	0,87	1,0
НПК + салициловая кислота	3,6	4,5	0,26	0,26	0,28	0,22	0,94	1,1
НПК + эпином	2,7	4,5	0,34	0,22	0,37	0,22	0,92	0,9
2. Среднезагрязненная почва								
Биогумус (500г/л)+ ZnSO ₄ (96г/л)	4,46	3,8	0,29	0,28	0,22	0,26	1,29	1,0
Б+ZnSO ₄ (96г/л)+MgSO ₄ (256г/л)	-	4,3	-	0,27	-	0,23	-	1,2
Б+S коллоидная (90г/л)	-	4,2	-	0,24	-	0,24	-	1,0
Б+H ₃ BO ₃ (19,2г/л)+MgSO ₄ (256г/л)	3,6	4,9	0,18	0,23	0,28	0,20	0,65	1,0
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+Al(SO ₄) ₃ (107г/л)	4,10	4,2	0,27	0,27	0,24	0,24	1,10	1,2
Б+H ₃ BO ₃ (2,2г/л)+	4,2	0,24	0,25	0,25	0,24	0,96	1,05	1,0

$Al_2(SO_4)_3$ (213г/л)								
НПК (23г/л) (контроль)	4,06	4,1	0,22	0,25	0,25	0,24	0,89	1,02
НПК + салициловая кислота	3,96	3,8	0,24	0,26	0,25	0,26	0,95	0,99
НПК + эпин	4,0	4,1	0,24	0,25	0,25	0,24	0,96	1,02
3. Сильнозагрязненная почва								
Биогумус (500г/л)+ $ZnSO_4$ (96г/л)	3,39	2,9	0,27	0,24	0,29	0,34	0,11	0,70
Б+ $ZnSO_4$ (96г/л)+ $MgSO_4$ (256г/л)	3,78	4,2	0,24	0,27	0,26	0,24	0,91	1,13
Б+S коллоидная (90г/л)	3,07	3,8	0,24	0,28	0,32	0,26	0,74	1,06
Б+ H_3BO_3 (19,2г/л) + $MgSO_4$ (256г/л)	3,83	4,7	0,25	0,21	0,26	0,21	0,96	0,99
Б+ H_3BO_3 (7,4г/л)+ $Al_2(SO_4)_3$ (107г/л)	4,0	4,1	0,24	0,25	0,25	0,24	0,96	1,02
Б+ H_3BO_3 (2,2г/л)+ $Al_2(SO_4)_3$ (213г/л)	3,48	3,8	0,19	0,24	0,29	0,26	0,66	0,91
НПК (23г/л) (контроль)	2,39	3,2	0,26	0,30	0,42	0,31	0,62	0,96
НПК + салициловая кислота	2,61	2,9	0,25	0,35	0,38	0,34	0,65	1,01
НПК + эпин	-	2,7	-	0,32	-	0,37	-	0,86
НСП _{0,05}	0,4	0,39	0,02	0,02				

На среднезагрязненной почве содержание воды в листьях было выше на вариантах: цинк с магнием (65,8%), бор с магнием (65,9%) и бор с алюминием (65,5%), на контроле – 64,4%.

На сильнозагрязненной почве максимальная оводненность листьев отмечена на вариантах: цинк с магнием (64,8%), сера коллоидная (63,4%), бор с магнием (63,9%) и бор с алюминием (63,3%); на контроле она составляла 61,3%.

Концентрация клеточного сока повышалась с 14,8% на слабозагрязненной до 19,9% на сильнозагрязненной почве ($НСП_{05}=1,2$). Следовательно, напряженность водного баланса существенно увеличилась в листьях яблони по мере повышения степени загрязнения почвы.

Минимальная величина концентрации клеточного сока в листьях яблони были на слабозагрязненной почве. Расчет нормированного отклонения от контрольного показателя физиологической активности воды (ОЛ/ККС) и продуктивности подтвердил, что на слабозагрязненной почве максимальное

отклонение от контроля показателя ол/ккс было на варианте цинка с магнием (+36). Показатель продуктивности также характеризовался большим положительным отклонением ($t_n=2,3$).

На среднезагрязненной почве как показатель физиологической активности воды, так и показатель продуктивности ($t_n=+1,5$) имели наибольшее положительное отклонение на варианте бора с магнием на фоне биогумуса (2,16). На сильнозагрязненной почве максимальное положительное отклонение показателя физиологической активности воды соответствовало вариантам: бор с магнием (+3), цинк с магнием (+2), бор с алюминием (+1,8), а показатель продуктивности – на вариантах бор с алюминием ($t_n=+2,1 - 1,8$) (табл. 29).

Таблица 29 — Нормированное отклонение от контроля показателя физиологической активности воды (ОЛ/ККС) и продуктивности яблоки Старкримсон

Варианты	Биогумус + ZnSO ₄	Б+ ZnSO ₄ + MgSO ₄	Б+S коллоидная	Б+ H ₃ BO ₃ + MgSO ₄	Б+ H ₃ BO ₃ + MgAl ₂ (SO ₄) ₃	Б+HBO ₃ +MgAl ₂ (SO ₄) ₃	NPK + салициловая кислота	NPK + эпин	НСР 0,05
1 Слабозагрязненная почва									
$t_{ол/ккс}$	0,0	+3,0	0,0	+0,5	+1,2	+0,7	+0,7	+0,7	0,72
t_n	+0,5	+2,3	+1,1	+0,3	-0,3	-0,06	+0,31	-0,7	0,66
2 Среднезагрязненная почва									
$t_{ол/ккс}$	-0,97	+0,4	+0,14	+2,10	+0,14	+0,14	0,0	0,0	0,63
t_n	-0,7	+0,2	-0,5	+1,5	+0,7	+1,5	+0,01	0,67	0,76
3 Сильнозагрязненная почва									
$t_{ол/ккс}$	-0,6	+2,0	+1,2	+3,0	+1,8	+1,2	-0,6	-1,0	0,78
t_n	-0,9	-0,02	0,53	+0,3	+2,1	+1,8	-0,2	-0,4	0,77

На слабозагрязненной почве минимальные показатели стресса (КС) отмечены на вариантах сочетания цинка с магнием (0,26) и серы коллоидной (0,26) на фоне биогумуса. На этих вариантах адаптивный потенциал (АП) был выше (0,33 – 0,31), чем коэффициент стресса – КС (0,26). На контрольном варианте, наоборот, КС (0,34) превышал АП (0,30).

На слабозагрязненной почве минимальный кс также наблюдался на варианте цинка с магнием на фоне биогумуса, а АП был выше (0,20), чем КС (0,18).

На среднезагрязненной почве минимальный КС был на вариантах с цинком (0,22) и бора с алюминием (0,24) на фоне биогуруса, АП был выше коэффициента стресса (0,29 – 0,27). На контроле КС превышал АП.

На сильнозагрязненной почве минимальный КС отмечен на варианте применения бора с алюминием, на контроле этот показатель был существенно выше. Сравнительно низкие показатели КС были также на вариантах цинка с магнием (0,24) и бора с алюминием (0,24) при $КС < АП$.

Таким образом, наибольшая стресс – устойчивость яблони наблюдалась на слабозагрязненной почве на вариантах: цинк с магнием и сера коллоидная на фоне биогуруса; на средне – и сильнозагрязненной почве – бор с магнием и бор с алюминием (первая доза) на фоне биогуруса. На этих же вариантах отмечены наибольшие показатели прироста диаметра штамба, побегов и площади листьев.

Анализ почвенных образцов, отобранных в конце вегетации в год внесения мелиорантов, не показал ощутимых различий по содержанию ТМ на вариантах опыта, т.к. изменения в химизме почвы под влиянием элементов – антагонистов происходили постепенно путем перевода тяжелых металлов в менее подвижную и труднодоступную форму. Вероятно, что только многолетнее воздействие мелиорантов позволит достичь положительных изменений в химизме почв, т.е. значительного снижения концентрации тяжелых металлов. Однако реакция растения на внесенные элементы-антагонисты в виде изменения ростовых процессов позволяет судить о положительном воздействии отдельных химических мелиорантов. При избыточном накоплении тяжелых металлов происходит переокисление многих макромолекул клетки, что ослабляет рост и развитие растений. В условиях окислительного стресса снижаются показатели устойчивости и продуктивности растений.

Таким образом, наилучший рост и максимальное развитие молодых деревьев яблони сорта Старкримсон при слабом загрязнении почв отмечались на фоне цинка с магнием и коллоидной серы в сочетании с биогурусом. На среднезагрязненных почвах деревья лучше росли при внесении бора с магнием и бора с алюминием; при сильном загрязнении - бора с алюминием.

На плодоносящих яблонях сорта Роял ред делишес произрастающих в условиях темно- каштановых техногенно – загрязненных почв на территории Текелийского свинцово – цинкового комбината, при использовании созданных для этого региона химических мелиорантов (сера, бор и бор с серой) не получено достоверной прибавки урожая к контролю, достигнуто существенное улучшение санитарно – гигиенических свойств плодов (табл. 30).

Таблица 30 – Влияние мелиорантов на качество плодов яблони сорта Роял ред делишес, произрастающий на техногенно-загрязненной почве, 2001

Варианты	Урожай на 1 дерево, кг	Содержание в плодах ТМ на 1 кг сырого вещества, мг			
		Pb	Zn	Cd	Cu
НПК по расчету (контроль)	142,0	1,5	7,7	0,11	3,7
Биогумус (80г/м ²)	140,5	0,3	5,1	0,08	2,4
Б+Н ₃ ВО ₃ (1,3г/м ²)	181,4	0,3	2,8	0,06	1,8
Б+S коллоидная (73г/м ²)	180,6	0,45	2,3	0,09	1,4
Б+Н ₃ ВО ₃ (13г/м ²)+ S коллоидная (73г/м ²)	184,8	0,13	2,4	0,07	1,6
СГН на 1кг сырого вещества, мг	20,5	0,4	10,0	0,03	5,0

На мелиорированных землях содержание свинца, цинка и кадмия значительно снизилось по сравнению с контролем уже в первый год исследований, а последствие прослеживалось и на четвертый год внесения мелиорантов. Максимальное снижение свинца произошло на фоне совместного применения бора и серы в сочетании с биогумусом.

РОЛЬ МЕЛИОРАНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ВИНОГРАДА НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ

Исследования, проведенные в Таразской биогеохимической провинции, показали высокую степень загрязнения почв свинцом, кадмием и фтором [74]. Почвы данного региона представлены луговыми сероземами, содержащими 1,86% гумуса, рН составляет 7,7, обеспеченность подвижными формами азота и калия - низкая, фосфора средняя или высокая. Содержание фтора на 1 кг почвы 7 -9,5 мг, свинца – 6 – 10,5 мг и кадмия – 0,5 – 0,6 мг (что соответствует 3,6 и 1 ПДК).

Ввиду значительной подвижности фтор вымывается в более глубокие слои почвы (50 – 100 см), в то время как свинец больше накапливается в верхних горизонтах и обычно ниже 50 см содержание свинца находится в пределах ПДК. В распределении кадмия, в каком – то определенном горизонте почвы четкой закономерности не наблюдалось.

Следует отметить, что многолетние культуры, в частности виноград, выгодно отличаются от однолетних тем, что в них минеральные загрязнители

уже в корневой системе в значительной части переходят в органические, менее токсичные соединения.

Воздействие загрязняющих веществ на растения начинается с почвы. Наиболее сильное токсическое влияние на микробиологическую активность почвы оказывают кадмий и фтор.

Результаты аппликационного опыта [73] на лугово-сероземных почвах, загрязненных фтором, свинцом и кадмием, позволили выявить следующие элементы – антагонисты и их концентрации: цинк (100 мг/кг), железо (50 мг/кг), магний (800 мг/кг), сера (180 мг/кг). При этом использование биогумуса является необходимым условием для стимуляции активности почвенных микроорганизмов.



Рис. 9- Выращивание экологически чистой продукции винограда на загрязненных почвах в лизиметрических условиях

Продуктивность винограда на загрязненных почвах при внесении мелиорантов

По данным лабораторного опыта [70] были выявлены наиболее оптимальные сочетания мелиорантов, оказывающих положительное влияние на почвенную биоту: FeSO_4 (50 мг/кг); коллоидная сера (180 мг/кг); Mg SO_4 (800 мг/кг) + ZnSO_4 (100 мг/кг) + $\text{H}_3 \text{BO}_3$ (40 мг/ кг), что отразилось на продуктивности виноградных насаждений (табл. 31).

Таблица 31 Влияние мелиорантов на урожай винограда сорта Ркацители произрастающего на техногенно – загрязненных землях (среднее за 1994-1996 г.г.)

Вариант	Среднее кол-во гроздей с 1 куста, шт.	Средняя масса грозди, г.	Урожай		Прибавка контролю, т/га
			С 1 куста кг	С 1 га, т	
НПК по расчету (контроль)	38	99	3,7	15,0	*
Биогумус (80г/м ²)	38	126	4,8	19,5	4,5
Биогумус + S коллоидная (47г/м ²)	35	116	4,0	16,6	1,6
Б +FeSO ₄ (13г/м ²)	44	145	6,4	25,8	10,8
Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)	36	118	4,2	16,2	1,8
Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)+ H ₃ BO ₃ (10г/м ²)	31	122	3,8	15,2	0,2
НСР _{0,05}				2,97	

Наиболее перспективным вариантом оказался фон с внесением сернокислого железа в сочетании с биогумусом. Высокие показатели урожая здесь получены как за счет увеличения числа, так и массы гроздей. Растения винограда, которые выращиваются на щелочных почвах в Таразской биогеохимической провинции, испытывают сильный недостаток железа. необходимого для синтеза хлорофилла и развития хлоропластов.

Внесение сернокислого железа совместно с биогумусом стимулирует закладку дополнительных соцветий, их дифференциацию, что определяет урожай будущего года. Другие виды мелиорантов также способны увеличивать урожай, но гораздо в меньшей степени.

Биогумус обеспечивает достоверную прибавку урожая винограда на 30% к контролю. но она в 2,5 раза ниже, чем на фоне сернокислого железа.

Совместное внесение магния с цинком, магния с цинком и борной кислотой. коллоидной серой почти не способствовало повышению урожая мало отличалось от контроля.

Таким образом, наибольшая прибавка урожая винограда сорта Ркацители получена при добавлении 0,6 т/га биогумуса в сочетании с 0,1 т сернокислого железа. По остальным вариантам существенной прибавки урожая не наблюдалось.

Внесение мелиорантов оказало влияние на снижение содержания приоритетных загрязнителей в почве и в ягодах винограда (табл. 32).

Таблица 32- Влияние элементов- антагонистов на содержание приоритетных загрязнителей в почве (слой почвы 0-60 см)

Варианты	Фтор		Свинец		Кадмий	
	1994 г.	1996 г.	1994 г.	1996 г.	1994 г.	1996 г.
НПК по расчету (контроль)	7,5	6,7	8,4	7,6	0,56	0,48
Биогумус (80г/м ²)	8,0	3,33	10,2	6,0	0,63	0,45
Биогумус + S коллоидная (47г/м ²)	8,8	4,20	8,2	5,5	0,76	0,24
Б + FeSO ₄ (13г/м ²)	7,8	2,71	8,8	5,4	0,65	0,19
Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)	6,27	4,47	8,5	6,3	0,62	0,25
Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)+ H ₂ BO ₃ (10г/м ²)	6,56	4,08	9,0	5,5	0,56	0,26
НСП _{н.05}		3,32		1,86		0,23
ПДК		3		6		1

Если в первый год внесения мелиорантов (1994 г.) содержание фтора и тяжелых металлов (Pb и Cd) на всех вариантах было одинаково высоким, то на третий год последствие элементов – антагонистов значительно различалось по вариантам (табл. 33).

Таблица 33- Влияние элементов – антагонистов на содержание приоритетных загрязнителей в ягодах винограда сорта Ркацители, мг на 1 кг сырого вещества

Варианты	Фтор		Свинец		Кадмий	
	1994 г.	1996 г.	1994 г.	1996 г.	1994 г.	1996 г.
НПК по расчету (контроль)	1,35	1,82	0,38	0,34	0,04	0,04
Биогумус (80г/м ²)	1,6	0,7	0,38	0,03	0,05	0,02
Биогумус + S коллоидная (47г/м ²)	1,4	0,84	0,32	0,05	0,06	0,02
Б + FeSO ₄ (13г/м ²)	1,25	0,39	0,34	0,08	0,05	0,01
Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)	1,12	1,12	0,38	0,06	0,05	0,05

Б+MgSO ₄ (200г/м ²)+ ZnSO ₄ (26г/м ²)+ H ₃ BO ₃ (10г/м ²)	1,05	0,9	0,21	0,10	0,03	0,02
НСР _{0,05}		0,94		0,28		0,03
СГН, мг/кг		2,5		0,4		0,03

Существенное уменьшение концентрации фтора, свинца и кадмия в почве произошло на фоне железа с биогумусом и оказалось ниже ПДК. Ни на одном из других испытанных фонов содержание водорастворимого фтора не уменьшалось ниже ПДК, что, по – видимому, является основной причиной повышения урожая на фоне сернокислого железа с биогумусом. Достоверное снижение содержания свинца в почве наблюдалось и на вариантах с внесением сернокислого железа, серы коллоидной и сочетания магния с цинком и бором. Однако уменьшение концентрации свинца в почве ниже уровня ПДК на отдельных вариантах способствовало сокращению урожая, т.к. главным загрязнителем почв данного региона является фтор, а его содержание на данных вариантах было в 1,5 раза выше ПДК.

Несмотря на то, что содержание фтора не достигало предела СГН ни на одном из вариантов, через три года после внесения мелиорантов наибольшей их концентрация наблюдалась в ягодах контрольного варианта. Содержание свинца также не превышало СГН, но на контрольном варианте оно было в 3 – 6 раз выше, чем на остальных вариантах. Содержание кадмия на контроле даже превышало СГН. В целом, на всех испытанных мелиоративных фонах была получена продукция высокого качества.

В ягодах винограда содержание фтора (6,12 мг), свинца (1,69), кадмия (0,16) было незначительным (табл. 34) по сравнению с накоплением в почве.

Таблица 34- Содержание загрязняющих веществ в различных органах сорта Ркацители, мг на 1 г сухого вещества

Часть растения	Фтор	Свинец	Кадмий
Ягоды	6,12	1,69	0,16
Листья	7,71	4,50	0,24
Однолетние побеги	8,23	5,85	0,31
Многолетние побеги	6,89	4,83	0,26
Корни	9,87	9,37	0,67

Такая относительно благоприятная ситуация с содержанием фтора и тяжелых металлов в ягодах винограда объясняется тем, что эта многолетняя культура относится к типу «барьерных»: почва – корневая система, корневая система – вегетативные органы и вегетативные органы – генеративные органы.

Непропорциональность насыщения тканей различных органов растений избыточными ионами загрязняющих веществ особенно заметна при сопоставлении корней и ягод. Последние, будучи защищенными, от избытка загрязняющих веществ, в наибольшей степени гарантируют сохранение санитарно-гигиенической чистоты получаемой продукции.

Таким образом, многолетние плодовые и виноградные культуры в процессе эволюции выработали способность противостоять такому стресс-фактору, как техногенное загрязнение. Однако при увеличении загрязняющего потока вредные вещества начинают накапливаться в метаболически важных органах, тормозя и нарушая продукционный процесс.

Загрязнение фтором и сопутствующими ему тяжелыми металлами оказало негативное воздействие на различные группы почвенных микроорганизмов. Так, произошло снижение количества бактерий в почве, которая находится в непосредственной близости от источника загрязнения, 12,4 раза, фосфоразлагающих – 1,9 раза по сравнению с незагрязненной почвой. Внесение элементов – антагонистов также оказало значительное влияние на численность почвенных микроорганизмов.

На перспективном варианте с биогумусом и железом количество бактерий увеличилось в 1,8 раза, а особенно чутко реагирующих на загрязнение почв грибов - в 1,6 раза. Грибам отводится важная роль в разложении разнообразных органических веществ, они способствуют усвоению труднорастворимых фосфатов, участвуют в образовании и накоплении гумуса. По нашим данным, за счет активизации микрофлоры почв содержание гумуса повышается на 25 %. Поэтому увеличение численности грибов в почве приводит к улучшению почвенного плодородия.

Таким образом, на лугово – сероземных почвах, загрязненных фтором и сопутствующими тяжелыми металлами, при использовании мелиорантов повышается урожайность и улучшаются гигиенические свойства винограда. Наибольшая продуктивность винограда получена при внесении 0,1 т/га сернокислого железа на фоне 0,6 т/га биогумуса.

Расчет экономической эффективности применения перспективного мелиоранта показал, что чистый доход от его внесения составил 83,5 тыс. тенге в год с 1 га виноградника, а уровень рентабельности - 391%, что на 13% больше, чем на контрольном варианте.

Кроме того, выращивание винограда с применением мелиорантов на землях с повышенным содержанием фтора и сопутствующих тяжелых металлов (Pb и Cd) улучшает санитарно-гигиенические качества ягод, делая эту продукцию экологически безопасной. Поэтому экологическая проблема становится и социальной, т.к. связана с оздоровлением населения техногенно-загрязненного района, каким является Таразская биогеохимическая провинция.

Таким образом, наиболее перспективным мелиорантом на почвах, загрязненных фтором и сопутствующими ТМ, является сернокислое железо на фоне биогумуса.

На техническом сорте винограда Алиготе также отработывалась технология мелиорации загрязненных земель, на почве привезенной из района Текелийского свинцово – цинкового комбината Алматинской области, где приоритетными загрязнителями являются свинец и цинк и сопутствующие кадмий и медь. Почвы разной степени загрязнения выбросами Текелийского комбината представлены каштановыми и малогумусными черноземами. Проведенные опыты показали, что почвы под виноградом довольно бедные, лессовидные суглинки, содержание гумуса составляет 1- 1,3%, рН в пределах 7,5 – 8,0, обеспеченность азотом и обменным калием на 100 г почвы - средние (6 – 8 и 35 -40 мг соответственно), а подвижным фтором – высокая (5-7 мг). Биологическая активность таких почв была намного ниже, чем каштановых почв на землянике и яблоне и составляла на 1 г полотна 175 -225 мкг – на фоне сильного загрязнения. Внесение только одного биогумуса без мелиорантов увеличивало биологическую активность почвы, что объясняется низким содержанием в ней органического вещества. Наиболее высокой биологической активностью почва характеризовалась при слабом уровне загрязнения на фоне цинка с магнием, на среднезагрязненной почве – бора с магнием и при сильном загрязнении – бора с алюминием в сочетании с биогумусом.

Учет урожая винограда по вариантам опыта с применением химических мелиорантов в первый год их внесения показал некоторую положительную тенденцию их влияния на продуктивность растений (табл. 35).

Таблица 35- Показатели урожая винограда Алиготе, произрастающего на почвах с избыточным содержанием тяжелых металлов и применением химических мелиорантов, 2002 г.

Варианты	Кол-во гроздей на 1 куст, шт.	Средняя масса грозди, г.	Урожай ай с 1 куста, кг	Урожай с 1 га, т	Содержание сахара, %
1 Слабозагрязненная почва					
Биогумус (500г/л) (контроль)	65	110,6	7,2	17,4	17,8
Б+ZnSO ₄ (137г/л)+Mg SO ₄ (366г/л)	76	118,4	9	21,8	18,4
Б+S коллоидная (128г/л)	44	113,6	5,0	12,1	19,6
Б+ H ₃ BO ₃ (27г/л)+ MgSO ₄ (366г/л)	73	119,2	8,7	21,1	16
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	65	91,5	5,9	14,3	17,8
2 Среднезагрязненная почва					
Биогумус (500г/л) (контроль)	70	138,6	9,7	23,5	17,8
Б+ZnSO ₄ (137г/л)+Mg	62	96,8	6	14,5	17,2

SO ₃ (366г/л)					
Б+S коллоидная (128г/л)	48	116,7	5,6	13,6	17,8
Б+H ₃ BO ₃ (27г/л)+ MgSO ₄ (366г/л)	78	125,6	9,8	23,7	16,6
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	53	115,1	6,1	14,8	17,2
3 Сильнозагрязненная почва					
Биогумус (500г/л) (контроль)	70	103	7,2	17,4	17,2
Б+ZnSO ₄ (137г/л)+Mg SO ₃ (366г/л)	30	87	2,6	6,3	20,8
Б+S коллоидная (128г/л)	71	112,7	8	19,4	17,8
Б+H ₃ BO ₃ (27г/л)+ MgSO ₄ (366г/л)	59	134	7,9	19,1	-
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л) + Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	45	114	5,1	12,4	18,4
НСП _{0,05}	18,3	21,9	2,3	5,7	

Закономерность повышения урожая на фоне внесения бора с магнием в сочетании с биогумусом проявилась при всех уровнях загрязнения почв.

На слабозагрязненной почве высоким показателем урожая характеризовался вариант с внесением цинка и магния, а на сильнозагрязненной почве – серы коллоидной. Увеличение массы грозди на отмеченных вариантах с мелиорантами свидетельствует о непосредственном их влиянии в год применения.

В целом получены хорошие показатели урожая на уровне 120- 240 ц/га при содержании сахара в ягодах перед съемом 17 -20%.

Качество виноградной продукции на мелиорированных землях

В свежих ягодах винограда определяли биохимический состав и наличие тяжелых металлов. Ни на одном из вариантов в ягодной продукции не было обнаружено сверхдопустимого содержания ТМ. Концентрация свинца в ягодах винограда не превышала 0,3 -0,4 мг на 1 кг сырой массы (при СГН = 0,4 мг), цинка 0,3 -0,9 и кадмия -0,03 мг на 1 кг. (СГН = 10 мг).

Следовательно, была получена экологически чистая виноградная продукция на всех испытанных фонах. Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что ягодные культуры (земляника) и виноград в разной степени накапливают тяжелые металлы в генеративных органах. Если земляника с поверхностной корневой системой на сильнозагрязненной почве

вбирали 1,5- 2 СГН свинца, при таком же уровне загрязнения в ягодах винограда содержание тяжелых металлов не превышало СГН.

Это объясняется тем, что для винограда существуют явно выраженные биологические барьеры: почва – корень, корень – стебель, стебель– лист – стебель – репродуктивные органы, которые влияют на характер поступления ионов в растения.

Следует отметить наличие прямой связи между степенью развития кустов винограда и получаемым урожаем (табл. 35). На вариантах, где выше общая длина побегов и более развита листовая поверхность, отмечались высокие показатели урожая винограда. Такими вариантами на слабозагрязненной почве являлись фоны с внесением цинка и магния, а также бора и магния. При среднем и сильном уровнях загрязнения почв ТМ наилучший рост побегов винограда наблюдался при внесении бора и магния.

Таблица 36- Влияние мелиорантов на рост винограда сорта Алиготе, прирастающего на техногенно- загрязненных землях, 2002г.

Варианты	Рост побегов				Листовая поверхность	
	кол-во побегов, шт./куст	общая длина побегов, м/куст	степень вызревания побегов,%	средняя длина побегов,см	кол-во листьев, шт./куст	площадь,м /куст
1. Слабозагрязненная почва						
Биогумус (500г/л) (контроль)	16	27,6	83	172	491	5,9
Б+ZnSO ₄ (137 г/л) +MgSO ₄ (366г /л)	37	56,6	73	153	780	10,1
Б+S коллоидная (128г/л)	34	44,0	74	129	576	8.1
Б+H ₃ BO ₃ (27г/л)+ MgSO ₄ (366г/л)	45	57,3	60	127	862	11.1
Б+ H ₃ BO ₃ (7,4г/л) +Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	52	61,0	76	117	491	7.3
2. Среднезагрязненная почва						
Биогумус	53	60,7	72	115	818	10,5

(500г/л) (контроль)						
Б+ZnSO ₄ (137г/л)+MgSO ₄ (366г/л)	52	57,1	75	110	773	11,3
Б+S коллоидная (128г/л)	30	46,9	77	156	652	8,5
Б+H ₃ BO ₃ (27г/л) + MgSO ₄ (366г/л)	59	72,2	76	122	945	12,7
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	48	59,2	79	123	752	11,2
3. Сильнозагрязненная почва						
Биогумус (500г/л) (контроль)	31	40,7	79	132	585	6,9
Б+ZnSO ₄ (137г/л)+MgSO ₄ (366г/л)	23	34,2	69	149	485	5,2
Б+S коллоидная (128г/л)	44	58,6	74	133	838	10,9
Б+H ₃ BO ₃ (27г/л)+ MgSO ₄ (366г/л)	50	64,0	61	128	912	11,5
Б+H ₃ BO ₃ (7,4г/л)+Al ₂ (SO ₄) ₃ (152г/л)	41	66,5	74	162	881	11,4
НСР _{0,05}		14,2		27	186	

МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ С ИЗБЫТОЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БОРА И ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ.

Проведенные в Казахском НИИ плодоводства и виноградарства исследования показали, что в условиях юга и юго – востока Казахстана около 40% виноградников и плодовых насаждений произрастают на засоленных почвах с избыточным содержанием бора, хлоридов и сульфатов [71]. Обычно это лугово – сероземные почвы с величиной плотного остатка 0,50 -0,176% , бора - 0,15 – 4,42 мг/ кг. Реакция почвенного раствора – слабощелочная. Содержание карбонатов – высокая и колеблется в пределах 6,27- 7,9%. Эти почвы в пахотном слое имеют низкое содержание гумуса – около 1,5%, низкую среднюю степени обеспеченности подвижными формами элементов

минерального питания, очень низкое содержание Zn и Co, достаточное – Mg, Cu, Mo и сильно избыточное – бора.

Увеличение концентрации в почве легкорастворимых солей хлоридов и сульфатов повышает подвижность бора, что затрудняет поглощение микроэлементов. Недостаток цинка, избыточное содержание в почве бора солей является главной причиной дестабилизации режима питания виноградников.

При накоплении подвижного бора менее 2 мг на 1 кг сухой почвы виноградники не испытывают угнетения от его избытка. В диапазоне верхнего предела наличия бора в 1 кг сухой почвы – 2 – 3 мг/кг, принятого за ПДК, отмечается снижение урожайности на 15 – 25%. Загрязнение бором охватывает в основном верхние 0 – 50 см слои почвы. Уставлена обратная связь между содержанием бора и микробиологической активностью почв.

Последствия дисбаланса в минеральном питании кустов винограда, произрастающих на засоленных почвах, могут быть ликвидированы за счет оптимизации питательного режима почвы. Внесение в почву элементов-антагонистов при опрыскивании ими растений способствующих повышению плодородия почв, урожайности виноград, снижают уровень накопления в плодах вредных веществ.

Определение интенсивности микробиологических процессов в засоленных почвах в ходе аппликационного опыта позволило выявить виды и концентрацию элементов – антагонистов: $Mg SO_4$, $Al_2 (SO_4)_3$ и $ZnSO_4$.

Для почв с избытком солей и бора выявлены следующие оптимальные сочетания и концентрации элементов – антагонистов (мг/кг): Zn_{140} , Zn_{160} , Al_{266} , Mg_{66} ; Zn_{160} , Al_{233} , Mg_{233} , переведенные на площадь лизиметров ($1,76 м^2$).

Биологическая активность почв была не высокой, и содержание аминокислот находилось в пределах 200- 300 мкг на 1 г полотна, при этом значительных различий на вариантах не наблюдалось.

Влияние мелиорации на урожай винограда в условиях засоленных почв

Сравнение данных по урожаю винограда, полученному на двух типах засоления показало, что между вариантами при внесении мелиорантов имеются определенные различия (табл. 37).

Таблица 37- Влияние мелиорантов на урожай винограда сорта Алиготе, произрастающего на засоленных почвах, 2000г.

Варианты	Количество гроздей, шт./куст	Средняя масса грозди, г	Урожай		Содержание сахара, %
			кг/куст	т/га	
I тип засоления – избыток бора.					
НРК по расчету (I контроль)	37	132	4,9	12,0	17,2

Биогумус (500 г/л) (2 контроль)	29	129	3,8	9,1	17,2
Б+ZnSO ₄ (32г/л)	43	123	5,2	12,6	17,2
Б+ZnSO ₄ (37г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (61г/л)+MgSO (15г/л)	36	125	4,5	10,8	17,2
Б+ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (53г/л)	38	117	4,6	11,1	19,5
НПК по расчету + ZnSO ₄ (37г/л) +Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л) + MgSO ₄ (15г/л)					
2 тип засоления – избыток легкорастворимых солей					
НПК по расчету(1 контроль)	53	119	6,0	14,5	19,5
Биогумус(500 г/л) (2 контроль)	34	124	4,2	10,2	-
Б+ZnSO ₄ (32г/л)	50	106	5,4	13,0	-
Б+ ZnSO ₄ (37г/л)+ Al(SO ₄) ₃ (61г/л)+MgSO (15г/л)	43	127	5,3	12,9	-
Б+ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (53г/л)	47	114	5,1	12,4	-
НПК по расчету+ ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л)+ MgSO ₄ (15г/л)	54	114	5,4	13,0	-
НПК			0,7	1,2	

На засоленных почвах с избытком бора и средним содержанием легкорастворимых солей (хлоридов и сульфатов) урожай винограда был выше чем при использовании одного биогумуса.

Аналогичная закономерность была выявлена и на засоленных почвах с повышенной концентрацией легкорастворимых солей и умеренным содержанием бора. Эти различия между 1-м контролем и вариантами с применением мелиорантов доказывают существенное повышение урожая под влиянием элементов – антагонистов.

Показатели увеличения урожая на фоне всех испытанных элементов – антагонистов существенно между собой не различались, поэтому целесообразно внесение только сернокислого цинка в сочетании с биогумусом.

Действие сернокислого алюминия и сернокислого магния можно исключить, т.к. оно не способствует существенной прибавке урожая.

Отсутствие мелиоративного эффекта на фоне расчетной дозы минеральных удобрений в сочетании с элементами – антагонистами (в сравнении с 1-м контролем) подтверждает необходимость совместного использования мелиорантов и органических веществ (биогумуса), особенно на таких бедных почвах, где содержание гумуса не превышает 1,5%. Внесенный в такие почвы цинк выпадает в осадок, и только вместе с органикой активность его значительно повышается.

При этом биогумус может быть заменен навозом или посевом сидератов. т.к. органическое вещество в сероземных почвах быстро минерализуется, повышая непроизводительные потери элементов питания и сокращая период контакта системы органика – мелиоранты.

Положительные результаты по снижению процессов минерализации органического вещества дает возделывание в качестве сидеральной культуры озимой ржи произрастающей на гидроморфных почвах сероземной зоны юга Казахстана. Минерализация органики с высоким отношением углерода к азоту происходит менее интенсивно и более продолжительное время.

На оптимальных вариантах с применением мелиорантов у растений винограда был выше процент живых глазков, больше развивалось побегов и соцветий. Под действием мелиорантов повышается не только почвенное плодородие и улучшается режим питания растений, но и возрастает их выносливость по отношению к неблагоприятным факторам среды в период перезимовки, что важно для культуры пригибных виноградников.

Из винограда, выращенного на перспективных вариантах с внесением мелиорантов, было приготовлено столовое вино с целью технической оценки виноградной продукции, полученной на засоленных почвах.

Таблица 38- Химические показатели виноматериалов из винограда сорта Алиготе, произрастающего на засоленных почвах с применением элементов антагонистов, 2001- 2002 г.г.

Варианты	Содержание спирта, %	Титруемая кислотность, г/дм ³	pH	Аминный азот, мг/дм ³	Фенольные вещества, мг/дм ³	Дегустационная оценка, балл
I тип засоления – избыток бора						
Биогумус (500г/л) (контроль)	13,3	7,8	3,5	51,5	204	7,6
Б+ZnSO ₄ (32г/л)	13,5	8,1	3,3	39,2	225	7,4
Б+ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л)+MgSO ₄ (15г/л)	12,9	7,5	3,6	38,6	201	7,5
NPK по расчету+ ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л) + MgSO ₄ (15г/л)	13,3	9,4	3,5	45,6	330	7,4
2 тип засоления – избыток легкорастворимых солей						
Биогумус (500г/л) (контроль)	12,6	7,0	3,5	44,0	195	7,6
Б+ZnSO ₄ (32г/л)	13,3	7,0	3,8	52,6	240	7,6
Б+ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л)+MgSO ₄ (15г/л)	13,3	7,7	3,4	38,9	195	7,5
NPK по расчету+ ZnSO ₄ (37г/л)+ Al ₂ (SO ₄) ₃ (61г/л)+ MgSO ₄ (15г/л)	13,5	7,1	3,5	38,4	200	7,6

Химические показатели и данные дегустационной оценки свидетельствуют о хорошем качестве виноматериалов, пригодных для белых столовых вин. Различие по биохимическому составу и дегустационной оценке между контрольными вариантами и вариантами с использованием изучаемых

мелиорантов не были существенными и находились в пределах оптимальных величин.

Анализ листьев может служить достаточно надежным показателем оптимизации питания винограда на засоленных почвах с избыточным содержанием бора. Анализ листьев на содержание микроэлементов бора, цинка, магния и кальция показал, что внесение NPK увеличило содержание в листьях N и P. Вследствие высокой обеспеченности изучаемых почв калием, внесение калия не оказало существенного влияния на его содержание в листьях. Внесение в почву цинка увеличило его содержание в листьях, особенно в варианте с внесением повышенных доз цинка, алюминия и магния на фоне биогумуса. Обратная корреляционная зависимость наблюдается между содержанием в листьях цинка и бора. В оптимальных вариантах (B+Zn₁₄₀ и B+Zn₁₆₀ Al₂₃₃ Mg₂₃₃) отмечается повышенное содержание в листьях цинка и пониженное - бора. Внесение элементов-антагонистов солей и бора не оказало существенного влияния на содержание в листьях кальция и увеличило содержание магния.

Таблица 39- Содержание макро- и микроэлементов в листьях винограда сорта Перлетте в зависимости от способов окультуривания почв

Варианты	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	B, мг/кг	Zn, Мг/кг	Mg, мг/кг	Ca, мг/кг
Почвы с высоким содержанием солей и средним бором							
НPK по расчету (контроль)	1,8	1,1	1,1	40,2	31,6	0,73	4,3
Биогумус 10 г/кг (Б)	1,4	0,89	1,15	28,1	33,4	0,90	4,7
B+Zn ₁₄₀	1,3	0,78	1,13	16,0	36,4	1,27	4,0
B+Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	1,3	0,78	1,06	16,2	52,4	1,36	4,0
B+Zn ₁₆₀ Al ₂₃₃ Mg ₂₃₃	1,3	0,72	1,09	26,8	41,7	1,16	4,4
PK+ Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	1,9	0,76	1,13	31,1	43,5	1,08	4,2
Почвы с высоким содержанием бора и средним солей							
НPK по расчету (контроль)	2,1	1,06	1,33	42,0	26,8	0,93	3,9
Биогумус 10 г/кг (Б)	1,9	1,03	1,33	34,2	30,9	1,2	3,7
B+Zn ₁₄₀	1,9	1,47	1,38	21,0	45,9	1,31	3,5
B+Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	1,7	1,02	1,37	26,8	42,8	1,26	3,5
B+Zn ₁₆₀ Al ₂₃₃ Mg ₂₃₃	2,1	1,12	1,30	28,1	50,1	1,76	3,3
PK+ Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	2,1	0,86	1,56	28,1			

Содержание микроэлементов в побегах более выровнено, хотя и здесь отмечается тенденция увеличения азота и фосфора в вариантах с внесением азота, фосфора и калия. Листовой анализ может служить достаточно надежным показателем уровня оптимизации питания винограда на засоленных почвах с избыточным содержанием бора.

Полученные результаты аппликационного, лабораторного и лизиметрического опытов проверялись в полевых опытах. Перед посадкой саженцы винограда в течение двух часов выдерживались в растворе сернокислого цинка с концентрацией от 0,2 до 2% и добавлением 15 кг навоза на л раствора. Приживаемость саженцев в этих вариантах составила 80-90%, а прирост 93-141 см на куст.

Преимущество лизиметрического опыта состоит в том, что появляется возможность анализа фильтрационных вод, позволяющего учесть снижение концентрации минеральных веществ за пределами корнеобитаемого слоя растений.

Был определен состав фильтрата в лизиметрах и установлено его влияние на виноградное растение, произрастающее на засоленных почвах.

Анализ фильтрационных вод показал, что больше вымывается элементов при внесении полного минерального удобрения по расчету, особенно Cl, Cu, K. В фильтрате присутствуют ион SO_4 - 127 мг-экв/л и бор - 13,5 мг-экв/л (на сильнозагрязненных почвах), ион Cl за пределы корнеобитаемого слоя вымывается меньше, чем SO_4 до 78 мг-экв/л, а также HCO_3 - до 8,6 мг- экв/ л.

В катионной части больше остальных элементов вымывается Ca - 91 мг-экв/л и Mg - до 124,5 мг-экв/л, снижение содержания магния максимально на вариантах с внесением его как мелиоранта. В целом, отмечается тенденция увеличения в фильтрате солей хлоридов и сульфатов при внесении минеральных удобрений, что может быть использовано при промывке засоленных почв.

Таблица 40- Состав фильтрационных вод, мг/экв

Варианты	Cl	SO_4	HCO_3	NO_3	B	Na	Ca	Mg	K
Почвы с высоким содержанием бора и средним солей									
НПК по расчету (контроль)	71,5	86,5	2,9	3,6	9,7	27,5	73,5	43,5	31
Биогумус 10 г/кг (Б)	12,9	20,5	4,6	8,5	8,7	19,5	18,4	13,3	3,4
B+Zn ₁₀₀	18,0	63,0	5,1	4,4	10,7	22,8	36,8	36,7	5,5
B+Zn ₁₀₀ Mg ₂₀₀ Al ₂₀₀	17,5	109,0	8,6	8,8	13,0	21,0	44,2	63,5	8,0
B+Zn ₁₀₀ Al ₂₃₃	12,9	181,5	7,1	4,4	13,5	44,5	38,5	124,5	12,0
PK+ Zn ₁₀₀ Mg ₂₀₀ Al ₂₀₀	78,0	86,5	3,2	6,4	11,7	27,0	91,0	57,5	12,5
Почвы с высоким содержанием солей и средним бора									

НРК по расчету (контроль)	72,5	94,5	4,25	8,5	8,1	26,5	74,5	42,0	42,0
Биогумус 10 г/кг (Б)	12,2	22,5	4,2	5,8	10,1	14,5	21,4	15,4	3,4
Б+Zn ₁₆₀	19,5	66,5	8,3	10,0	12,5	5,2	51,0	29,5	14,5
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	12,8	105,0	7,0	5,3	12,5	35,5	46,4	55,5	6,5
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₃₃ Mg ₂₃₃	15,6	127,0	8,6	4,8	12,5	50,0	32,8	102,5	13,3
PK+ Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆ Mg ₆₆	74,0	83,0	3,5	5,8	8,1	27,0	78,5	57,0	11,3

Положительные результаты по мелиорации засоленных почв с избытком бора получены в полевых условиях на юге Казахстана при внесении 40 т/га навоза в поливные борозды и сернокислого цинка из расчета 180-250 кг/га при возделывании сидератов с их запашкой и последующим внесением в борозды сернокислого цинка. Предлагаемая технология мелиорации засоленных почв с высоким содержанием бора, повышает почвенное плодородие и увеличивает урожай ягод в 1,5 раза, не снижая их качества (табл. 41). При этом в ягодах винограда не было отмечено накопления цинка.

Таблица 41-Влияние мелиорантов на урожай винограда Тербаш, произрастающего на лугово-сероземных почвах с избытком бора, 1998-1999

Фон	Показатели роста		Урожай		
	суммарный прирост побегов, м/куст	площадь листовой поверхности, м ² /куст	кг/куст	т/га	прибавки контролю, т/га
НРК по расчету (контроль)	9,3	2,1	1,3	3,1	-
НРК+ сидераты	15,8	3,2	1,9	4,6	-
Навоз (40т/га)	10,2	2,5	1,4	3,4	0,3
Сидераты+ZnSO ₄ (180кг/га)	18,1	3,2	2,2	5,3	2,2
Сидераты+ZnSO ₄ (250кг/га)	20,3	3,6	2,3	5,6	2,5
Навоз+ZnSO ₄ (180 кг/га)	17,0	2,6	2,02	4,9	1,8
Навоз+ZnSO ₄ (250 кг/га)	16,0	3,0	1,8	4,4	1,3

Таким образом, роль загрязняющих веществ (тяжелых металлов, фтора, солей и бора) в садовых и виноградных ценозах определяется множеством взаимодействующих факторов – содержанием гумуса, pH концентрации и формой загрязнителей, биологическими особенностями самих растений. Однако почва не должна стать хранилищем загрязняющих веществ и тем более снижать количество и качество получаемой продукции, ухудшая тем самым здоровье людей.

Физиологические показатели винограда на засоленных почвах

Для определения физиологических показателей растений винограда, произрастающих на загрязненных почвах, был заложен вегетационный опыт, включающий варианты с выделившимися элементами-антагонистами. Определение фотосинтетических реакций растений показало выраженную реакцию виноградного растения на внесение элементов. Наивысший коэффициент использования ФАР наблюдается в варианте с внесением 140 мг/кг цинка на фоне биогумуса.

Таблица 42- Физиологические показатели развития виноградного куста в вегетационном опыте

Варианты опыта	Интенсивность транспирации, мг/г	Оводненность, %	Кэфф. водоудерж. способн.	Конц клеточного сока, %	ЧПФ, г/м ² сутки	ФАР, %
Серозем с избытком солей и средним бора						
НРК по расчету (контроль)	873	76	6,9	12,3	0,30	0,03
Биогумус 10 г/кг (Б)	921	77	7,0	6,8	0,30	0,03
Б+Zn ₁₄₀	914	77	5,8	12,2	0,27	0,05
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆	1166	77	6,3	11,3	0,26	0,02
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₃₃	1193	75	5,6	13,0	0,24	0,02
PK+ Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆	407	75	11,6	12,7	0,25	0,03
Серозем с избытком бора и средним солей						
НРК по расчету (контроль)	838	70	6,4	14,0	0,40	0,05
Биогумус 10 г/кг (Б)	1168	77	5,6	10,9	0,36	0,05
Б+Zn ₁₄₀	838	75	5,5	12,9	0,35	0,04
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆	898	74	6,4	14,8	0,36	0,05

Mg ₆₆							
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₃₃	943	78	7,9	14,4	0,39	0,04	
Mg ₂₃₃							
PK+ Zn ₁₆₀ Al ₂₆₆	1172	75	10,6	14,3	0,30	0,03	
Mg ₆₆							

Изучение влияния бора и засоленности почвы на общеэнергетический статус винограда, укореняемость одревесневших черенков и регенерационные способности при введении его в культуру тканей проводилось на винограде сорта Перлетте (90). Растения винограда выращивались в вегетационном опыте в течение 8 лет на почве, засоленной хлоридами, сульфатами и бором. Последствия дисбаланса в минеральном питании винограда были ликвидированы за счет оптимизации питательного режима почвы, в которую вносились элементы-антагонисты.

Адаптационные возможности растения, определяющие уровень его устойчивости, могут оцениваться по многим физиологическим параметрам. Среди которых наиболее тесно связано с общей устойчивостью растений изменение состояния клеточных мембранных электрофизиологических показателей. Для оценки общеэнергетического статуса винограда определялись электрофизиологические показатели в корневой шейке. Растения с замедленным ростом отличаются пониженной электрической активностью. Электрофизиологические показатели отражают изменения в растениях на уровне биологических мембран и в корневой шейке. Они характеризуют общеэнергетический уровень подземной и надземной частей растения. Однозначно реагируют на изменение условий корнеобитания (табл. 43).

Таблица 43. Электрофизиологические показатели корневой шейки винограда сорта Перлетте (вегетационный опыт)

Варианты опыта, мг/кг	V mB	R, kOm	Jx10 ⁻⁷ A	Wx10 ⁻⁷ Bт
1. Засоленная почва				
N ₂₄₀ P ₃₆₀ K ₉	-291	382	1,4	0,41
Биогумус 10,2 г/кг (Б)	-273	484	3,2	0,87
Б+Zn ₁₄₀	-315	409	4,8	1,51
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₉₅ Mg ₆₆	-342	540	3,2	1,10
Б+Zn ₁₅₅ Al ₂₆₀ Mg ₂₆₀	-283	411	1,8	0,51
НРК+ Zn ₁₆₀ Al ₂₉₅ Mg ₇₀	-	-	-	-
Среднее	-301	445	2,9	0,88
НСР _{0,05}	25	69	1,3	0,43
2. Засоленная почва с избытком бора				
N ₂₄₀ P ₃₆₀ K ₉	-291	382	1,4	0,41
Биогумус 10,2 г/кг (Б)	-354	484	2,9	0,99
Б+Zn ₁₄₀	-393	536	6,1	2,40
Б+Zn ₁₆₀ Al ₂₉₅ Mg ₆₆	-326	452	3,2	1,04
Б+Zn ₁₅₅ Al ₂₆₀ Mg ₂₆₀	-412	466	5,4	2,22

NPK + Zn ₁₆₀ Al ₂₉₅ Mg ₇₀	-339	427	3,8	1,29
Среднее	-423	458	4,5	1,39
НСР _{0,05}	24	61	1,3	0,56

При измерении электрофизиологических параметров один электрод погружался в почву, другой - в область корневой шейки. Измерения проводились специальным тестером ДТ- 830 по трем параметрам: транскорневой потенциал (V, мВ), сила тока (J, А) и сопротивление (R, kOm); по электропотенциалу (V) и силе биотока рассчитывалась мощность биотоков (W, Вт).

По данным таблицы 43, более высокий транскорневой потенциал отмечен в варианте, где в почву вносили цинк, а также цинк, алюминий и магний на фоне биогумуса (варианты 3,4)- 315 мВ, в контроле (NPK) 291 мВ. Сила биотоков также была выше на этих вариантах (3,2-4,8) x 10⁻⁷ А, в контроле 1.4 x 0.41 x 10⁻⁷ Вт.

На засоленной почве с избытком бора наибольшие значения транскорневого биопотенциала отмечены в вариантах с цинком, алюминием и магнием на фоне биогумуса (вариант 5- 412 мВ, в контроле -291 мВ). Сила и мощность биотоков на этих же вариантах также выше в сравнении с контролем. Эти варианты выделены при изучении ризогенеза одревесневших черенков винограда, заготовленных с кустов винограда, выращиваемых на засоленных боровых почвах. Сравнение данных показало, что при использовании биогумуса и на его фоне с применением элементов-антагонистов Zn, Al, Mg наблюдалось активное укоренение черенков с образованием хорошей корневой системы. Отсутствие или слабая укореняемость на фоне минеральных удобрений в сочетании с элементами-антагонистами и контролем указывает на то, что маточные растения для черенкования необходимо подкармливать органикой (биогумусом), особенно на бедных почвах с низким содержанием гумуса. На таких почвах возрастает активность цинка. На оптимальных вариантах с применением мелиорантов улучшается режим питания растений, что положительно влияет на жизнеспособность глазков и повышает регенерационные процессы при введении в культуру тканей.

С целью изучения активности регенерации все варианты были введены в культуру тканей. Изучалось влияние 2 составов питательных сред, в одну вводились антиоксиданты- витамин Е (токоферол) и витамин С (аскорбиновая кислота) для снятия окислительного стресса растений, вызванного действием хлоридов, сульфатов и бора. Предварительно апексы винограда стерилизовали, т.к. эффективное размножение *in vitro* на начальном этапе культивирования тесно связано с получением асептических эксплантов. При введении в культуру тканей поверхностная инфекция (в основном грибной природы) устраняется с помощью различных стерилизующих агентов. Нами изучались триклозан в составе мыла, диоксид и активный хлор в составе моющего средства.

Последовательная стерилизация глазков винограда в состоянии покоя триклозаном и диоксидом с обработкой апексов перед высадкой на питательную

среду раствором пенициллина обеспечивала гибель инфекции на 100%. Хлор был также эффективен на 100% при стерилизации отросших зеленых побегов.

В последние годы вскрыты многие физиологические и биохимические механизмы, способствующие возникновению и развитию стресса. Среди них огромное значение придается усилению окислительных реакций в органах и тканях, индуцируемому вредными факторами окружающей среды. Этот процесс сопровождается значительным увеличением концентрации продуктов обмена в виде свободных радикалов, которые обладая высокой реакционной способностью, активно вмешиваются в метаболизм, нарушая механизмы обмена веществ и энергии. Принципиально существуют 2 пути ослабления отрицательных последствий окислительного стресса: 1- активация эндогенных систем подавления окислительных реакций; 2- применение экзогенных – антиоксидантов, ингибирующих эти реакции.

Взятый на изучение антиоксидант токоферол стимулирует восстановительные способности поврежденных клеток в результате репараций структурных повреждений в молекуле ДНК, а витамин С – это водородпереносящий катализатор, активатор многих ферментов и его присутствие необходимо для нормального тканевого обмена и тканевого дыхания.

Таблица 44- Влияние антиоксидантов на регенерацию винограда *in vitro* на фоне засоленности почвы и минерального обеспечения маточных кустов сорта Перлетте (91, 92)

Варианты опыта, мг/кг	Регенерировало эксплантов <i>in vitro</i> , %			
	засоленная почва		засоленная почва с бором	
	среда без антиоксидантов	среда +антиоксиданты	среда без антиоксидантов	среда +антиоксиданты
НРК (контроль)	62	70	57	67
Биогумус (Б)	80	85	77	80
Б + Zn	81	83	76	81
Б + ZnAlMg	86	90	81	83
НРКZnAlMg	73	78	70	75

Результаты исследований показали, что в целом регенерация апексов винограда, взятых с кустов винограда на засоленной почве, выше, чем на почвах с комплексным загрязнением хлоридами, сульфатами и бором. Введение в питательную среду антиоксидантов- токоферола и аскорбиновой кислоты увеличивало регенерацию. На вариантах с внесением в почву элементов-антагонистов и биогумуса наблюдалось повышение регенерационных процессов в тканях винограда и приживаемости апексов, что способствовало снижению последствий бора.

Для того, чтобы изучить влияние бора, цинка, кадмия и свинца на выход безвирусного посадочного материала винограда в технологию включили исследования по подбору сортов и клонов винограда, обладающих комплексной устойчивостью к приоритетным загрязнителям с разработкой способов повышения адаптивности винограда к ним в процессе микрклонального размножения *in vitro* (91).

Исследования по изучению толерантности сортов винограда проводили в культуре тканей, на фоне токсичных концентраций солей Zn^{2+} , Cd^{2+} и Pb^{2+} , введенных в состав питательной среды. В опыте изучалась концентрация 5 ПДК солей тяжелых металлов $Pb(NO_3)_2$; $ZnSO_4$; $CdSO_4$, ды.

Объектами исследований были растения винограда 5 сортов: Илийский, Алиготе, Алмалы, Саперави, Береке, выращиваемые на среде Мурасиге-Скуга (92).

Для детоксикации ионов тяжелых металлов в питательную среду вводились аминокислоты: цистеин, пролин, глицин и сумма аминокислот.

Цистеин был взят для исследований, поскольку известно, что тяжелые металлы в клетке связываются фитохелатинами, которые представляют собой цистеин богатые, растворимые белки-металло-тионеины с низкой молекулярной массой.

Пролин является универсальным защитным механизмом от различных стрессовых факторов, его накопление клетками определяет саморегуляцию, защиту клеточных мембран и ферментов, консервацию энергии для постстрессового роста.

Аминокислота глицин является регулятором обмена веществ, а также исходным веществом наряду с пиридоксаль-Р и сукцинил-СоQ для биосинтеза протопорфирина, который в свою очередь является общим предшественником хлорофиллов, железопорфириновых соединений и ферментов каталазы и пероксидазы, играющих важную роль в дыхании растений и нейтрализации перекиси водорода.

Тяжелые металлы и аминокислоты вводились в питательную среду Мурасиге-Скуга на этапе регенерации, т.е. сразу после введения апексов винограда в культуру тканей. Тяжелые металлы вводились в питательную среду в виде солей в концентрации действующего вещества 5 ПДК. Аминокислоты цистеин, пролин, глицин вводились в концентрации 10 мг/л. Контроль-питательная среда с тяжелыми металлами без включения аминокислот.

Таблица 45- Влияние аминокислот на регенерацию винограда *in vitro*

Сорт	Регенерация, %							
	Натуральные переменные, мг/л							
	Pd(N O ₃) ₂	ZnS O ₄	CdS O ₄	контроль	цистеин	пролин	глицин	Σ аминок ислот
Илийский	+	+	+	40	93	77	63	87
Алиготе	+	+	+	35	98	85	68	96
Саперави	+	+	+	20	65	54	42	58

Береке	+	+	+	15	63	58	52	59
Алмалы	+	+	+	37	82	65	53	70

Как видно из таблицы 45 наблюдалась сортовая изменчивость по устойчивости к тяжелым металлам и адаптации к ним с помощью аминокислот. Наименьшей толерантностью отличались сорта Береке и Саперави -15-20% регенерации, соответственно. Алиготе и Алмалы имели приблизительно равную устойчивость -30-35% и сорт Илийский -наибольшую устойчивость к тяжелым металлам (40% регенерации апексов).

Введение в состав питательной среды аминокислот увеличило устойчивость в среднем на 40%. Наиболее активной аминокислотой в снятии стресса и повышении адаптивности был цистеин- в среднем по сортам 80,2% и сумма аминокислот- 74%, ниже пролин- 68% и глицин- 55%.

К самым отзывчивым сортам, по результатам исследований, относятся Алиготе и Илийский, затем Береке и практически не отличались ответной реакцией на действие аминокислот сорта Алмалы и Саперави.

Таким образом, установлено, что при выращивании безвирусного посадочного материала винограда в культуре *in vitro*, возможно одновременно оценивать толерантность сортов винограда к бору, цинку, кадмию и свинцу в культуре тканей и увеличивать адаптацию винограда включением в состав питательных сред свободных аминокислот: цистеина, пролина и глицина.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИЕМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА

По данным В.Г.Шеремета (93) из-за низкой почвозащитной агротехники в Восточном Казахстане наблюдается сильнейшая деградация почв. Главная причина этого- почвы интенсивно используются для получения урожая, без воспроизводства плодородия, путем внесения органо-минеральных удобрений. Все это повлекло к снижению потенциального плодородия пахотных земель Восточного Казахстана

Обследование конкретных условий Усть-Каменогорска выявило, что производство растительной сельскохозяйственной продукции осуществляется преимущественно в садово-огородных кооперативах и секторе частного застройки, локализованных на черноземах обыкновенных суглинистых умеренно крутых склонов и террасовых уровней Иртыша и Ульбы (6).

Среди других типов почв черноземы характеризуются наибольшей буферностью, обусловленной высоким содержанием гумуса (3-6%) и элементами обменного комплекса (15-20 мг/экв/100 г.п.), нейтрально-щелочной реакцией почвенного раствора, рН 6,8-8,5; тяжелым механическим составом за счет повышенного содержания глинистых частиц; высокой влагоемкостью.

Установлено, что черноземный тип почвообразования, свойственный ландшафтным условиям территории г. Усть-Каменогорска, предопределяет высокие буферные свойства почв, выражающие в способности блокировать

подвижные формы токсикантов, делать их недоступными для растений, в том числе – агроценозов. Кроме того, в процессе длительной эволюции растения сформировали способность противостоять токсическим воздействиям поллютантов за счет задержки избыточных ионов в корнях, ограничению их поступления в метаболически важные центры и репродуктивные органы, транспорт загрязняющих веществ в окружающую среду и т.д. Отмечено, что образцы овощной сельскохозяйственной продукции, выращенные в черте города, в качественном отношении удовлетворяют пищевым нормам по содержанию токсических веществ. Превышение ПДК по указанным ингредиентам не выявлено.



Рис.10

Усть-Камышгорская геологическая провинция



Рис. 11

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЛИОРАЦИИ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОД ПЛОДОВО-ЯГОДНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ВИНОГРАДОМ

Для эффективного воздействия на продуктивность плодово-ягодных культур и винограда, повышение устойчивости садовых ценозов и получения экологически безопасной продукции на техногенно-загрязненных и засоленных землях необходимо выполнение следующих агротехнических и агрохимических приемов:

- создание благоприятных условий (содержание органического вещества, улучшение химических свойств) и повышение бонитета почвы;
- рациональное внесение минеральных удобрений с учетом эффективного плодородия почв и биологических особенностей садовых культур и винограда;
- применение комплекса органических удобрений (навоз, биогумус, зеленые удобрения), особенно на малопродуктивных землях, в сочетании с химическими мелиорантами;
- повышение эффективности вносимых удобрений и мелиорантов за счет локального их использования и оптимальных сроков внесения;
- внедрение прогрессивных способов орошения (капельное, импульсное, дождевание), направленных на экономное расходование воды;
- предотвращение эрозии почв с учетом критических периодов водоснабжения растений;

- посев трав-мелиорантов (мятлики, ромашка аптечная), активно поглощающих тяжелые металлы из почвы и создающих большую надземную биомассу, для осуществления катионной мелиорации техногенно – загрязненных почв;
- применение антиоксидантов, повышающих стресс-устойчивость садовых растений к тяжелым металлам (салициловая кислота, витамин Е, аскорутин);
- систематический мониторинг химического состава почвы, растений и качества плодово-ягодной и виноградной продукции, выращиваемой на техногенно-загрязненных и засоленных почвах;
- активная химическая мелиорация техногенно-загрязненных и засоленных земель с учетом их химических свойств и особенностей выращиваемых садовых культур.

На сильно загрязненных почвах экологически безопасную плодово-ягодную продукцию можно получить только после проведения предварительных мелиоративных работ в течение нескольких лет. Поэтому такие почвы для выращивания земляники и овощей следует исключить из сельскохозяйственного использования. На практике предлагается следующая технология применения химических мелиорантов.

На землянике при слабой степени загрязнения почв рекомендуется вносить мелиоранты – сернокислый цинк (540 кг/га) и сернокислый магний (1440 кг/га). Существенного повышения урожайности этой культуры можно достичь оптимизацией питательного режима почвы путем добавления минеральных удобрений и опрыскиванием антиоксидантами – салициловой кислотой и эпином. На среднезагрязненных почвах следует использовать серу коллоидную (500 кг/га) или борную кислоту (40 кг/га) в сочетании с сернокислым алюминием (600 кг/га). Сильнозагрязненные почвы подвергают предварительной мелиорации путем применения серы коллоидной или сочетания борной кислоты (100 кг/га) и сернокислого магния (1440 т/га). Все мелиоранты вносят на фоне биогумуса (3 т/га) или навоза (15-20 т/га).

Для повышения устойчивости земляники к тяжелым металлам рекомендуется на слабо- и среднезагрязненных землях опрыскивание растений такими антиоксидантами, как салициловая кислота (150 мг/л) плюс витамин С (50 мг/л), витамин Е (100 мг/л), аскорутин (50 мг/л), эпин (0,2 мг/л).

В молодом яблоневом саду, как и на землянике, на слабо загрязненных почвах считается эффективным внесение сернокислого цинка (540 кг/га) и сернокислого магния (1450 кг/га) или коллоидной серы (540 кг/га). При среднем уровне загрязненных почв тяжелыми металлами, как и на землянике, применяют борную кислоту (15 кг/га) в сочетании с сернокислым алюминием (1200 кг/га) или борную кислоту (10 кг/га) с сернокислым магнием (1450 кг/га). На сильно загрязненной почве рекомендуется использование указанной нормы борной кислоты с сернокислым алюминисм или их сочетание в дозе соответственно 40 и 600 кг/га на фоне 3 т/га биогумуса или 15-20 т/га навоза. В молодом саду дозы мелиорантов можно уменьшать в 2-3 раза.

На виноградниках произрастающих на техногенно-загрязненных почвах со слабой степенью загрязнения тяжелыми металлами на фоне 3 т/га биогумуса

эффективно так же как и на землянике и яблоне применять сернокислый цинк (750 кг/га) в сочетании с $Mg SO_4$ (2000 кг/га) или борную кислоту (150 кг/га) и сернокислый магний (2000 кг/га). При среднем и сильном уровнях загрязнения почв тяжелыми металлами перспективными может стать внесение борной кислоты и сернокислого магния в указанных дозах. На сильнозагрязненной почве вместо этих мелиорантов можно использовать коллоидную серу (700 кг/га).

На виноградниках произрастающих на лугово-сероземных почвах с избыточным содержанием фтора и сопутствующих тяжелых металлов (Pb и Cd) рекомендуются внесение 100 кг/га сернокислого железа в сочетании с 0,6 т/га биогумуса или другой органики.

На засоленных землях с избытком бора и растворимых солей для виноградника следует применять сернокислый цинк (180 кг/га) на фоне биогумуса (3 т/га). Все мелиоранты вносят локально в борозды один раз в 4-5 лет и их применение окупается прибавкой урожая и улучшением санитарно-гигиенических свойств полученной продукции.

Наиболее опасными загрязняющими веществами признаны тяжелые металлы: свинец, кадмий, ртуть, цинк, а так же фтор. В Казахстане свинец, кадмий, цинк и фтор являются приоритетными загрязнителями почв отравляющими плодово-ягодную продукцию на юге и юго-востоке Казахстана. Систематический мониторинг способствует выявлению ситуации и факторов, влияющих на их накопление в окружающей среде в результате развития добывающей и перерабатывающей промышленности, и определение наиболее подверженных техногенному воздействию элементов агроценоза.

Агроэкологическая система мониторинга направлена на:

- выявление источников и факторов загрязнения;
- определение состояния окружающей природной среды характеризуемого данными о составе и характере загрязнения;
- изучения состояния и реакции агроценоза на техногенные факторы воздействия;
- осуществление контроля факторов влияющих на состояние здоровья населения.

Проведение указанных мероприятий на техногенно-загрязненных и засоленных почвах позволит получать экологически безопасную продукцию плодов, ягод и винограда.

Известно, что способность почв снижать подвижность тяжелых металлов и тем самым, уменьшать их поступление в растение, объясняется в основном, наличием органического вещества и pH.

Исследования, проведенные нами на виноградниках, произрастающих на черноземах и каштановых почвах, подтверждают эти выводы и дополняют их.

Изучаемые почвы- черноземы, с содержанием гумуса- 6-7%, способны сорбировать поливалентные тяжелые металлы на слабозагрязненных почвах, образуя плохо растворимые соединения. И, следовательно, на таких землях возможно выращивание всех пород и сортов сельскохозяйственных растений.

Тяжелые металлы, как правило, накапливаются в верхнем 0-10 см слое почвы. На глубине 20-40 см, содержание подвижных форм свинца уменьшается вдвое и ниже 40 см находится в пределах нормы, поэтому плодовые деревья, а также виноградники, имеющие глубокозалегающие корни, могут произрастать на таких землях. Плодовые культуры выгодно отличаются от однолетних культур еще и тем, что в них минеральные формы загрязнителей уже в корневой системе, благодаря морфоструктурным и физиологическим особенностям переходят в органические, менее подвижные и, следовательно, менее токсичные соединения. Корневая система, служит довольно надежным барьером, препятствующим поступлению ТМ в надземные вегетативные и генеративные органы. Такое распределение свидетельствует о наличии биологических барьеров транслокации загрязнителей по растению : почва – корневая система; корневая система – вегетативные органы; вегетативные органы – плоды.

Следовательно, на среднезагрязненных черноземах возможно выращивание плодовых деревьев и закладка виноградных насаждений, устойчивых к приоритетным загрязнителям сортов и видов культур, однолетние культуры- после осуществления определенных мелиоративных работ

На каштановых почвах (с меньшим содержанием гумуса), выращивание плодовых деревьев и винограда без предварительной мелиорации земель возможно только на слабозагрязненных почвах, а однолетние культуры только при проведении предварительных мелиоративных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Ермохин Ю.И., Гужулев Э.П., Сницарь А.Е. Познай свой дом и помоги природе и себе.- Омск: Омский дом печати, 1998.- 264 с.

2.Омаркулов Т.О. Экологическая обстановка в республике и основные пути ее стабилизации и оздоровления. //Известия НАН РК, сер. химия- Алматы, 1994, №4.- С.87-91.

3.Савинков А.Ф., Жданов В.П., Коваленко Е.М., Ценер Г.Г. Влияние промышленных объектов на загрязнение почв и растений тяжелыми металлами на юге Казахстана //Доклады научной конференции: Актуальные проблемы вирусологии- Гвардейский, 1994. – С.152-153.

4.Важенина Е.А., Фатеева Н.М. Неблагоприятное влияние пылегазовых выбросов металлургических предприятий //Химия в сельском хозяйстве- М., 1987, №2.- С.54-56.

5.Черных Н.А. Изменение содержания ряда химических элементов в растениях под действием различных количеств тяжелых металлов в почве //Агрехимия- М., 1991, №3.- С.68-76.

6.Чурсин А.С., Султанова З.К. Разработка эффективных приемов регулирования плодородия антропогенно-нарушенных почв города Усть-Каменогорска: Отчет о НИР //Восточно-Казахстанский Государственный университет им. С. Аманжолова, НПЦ перерабатывающей и пищевой промышленности МСХ РК- 2006.

7.Мусарбеков К.Ж. Современные способы и методы очистки почвы от тяжелых металлов //Вестник Востока- Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2005, №4.

8.Тонкопий Н.И., Григорьева Т.И., Перцовская А.Ф. и др. Гигиеническая оценка загрязнения почвы медью, никелем, цинком //Химия в сельском хозяйстве- М., 1987, №2.- С.61-64.

9.Сеновская Т.В., Сергиенко А.А. Особенности накопления тяжелых металлов в ягодах и листьях крыжовника. // Плодоводство и ягодоводство России- М., 2004.

10.Уразалиев Р.А., Рамазанова С.Б., Баймаганова Г.Ш. Влияние длительного применения удобрений на содержание стабильного стронция в орошаемых светлокаштановых почвах. //Материалы III Межд. научн.-техн. конф.: Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды- Усть-Каменогорск, 2000- С.33-35.

11. Минеев В.Г. Агрехимия и биосфера. –М.: Колос, 1984- 247 с.

12.Большаков В.А., Краснова Н.М., Борисочкина Т.И. и др. Аэротехническое загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. –М., 1993 – С. 91.

13.Адрианова Г.П., Драгавцева И.А., Зелепухин В.Д., Коваленко Е.М. и др. Экологизация садоводства в Краснодарском крае и южных регионах Казахстана.- Краснодар. ГНУ РАСХН, СКЗ НИИС и В, 2004- 185 с.

14.Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений.- 1988, с.265-281.

15. Удовенко Г.В. Механизмы адаптации растений к стрессам // Физиология и биохимия культурных растений. - М., 1979 т. 11., № 2. - С. 99-106.
16. Строгонов Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений. - М.: АН СССР, 1962. - 365 с.
17. Кушниренко М.Д. и др. Экспресс-методы диагностики жаро-засухоустойчивости и сроков полива растений. - Киев: Штиинца, 1986. - 36 с.
18. Зелепухин В.Д., Коваленко Е.М., Адрианова Г.П. Физиологическая оценка гомеостаза и адаптивного потенциала растений // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана - Алматы, 2002, №5 - С. 26-28.
19. Коваленко Е.М. Способы мелиорации техногенно-загрязненных почв плодовых насаждений и виноградников юга и юго-востока Казахстана // Научный журнал Каз.ГАУ- Алматы, 1999, №4 - С. 122-125.
20. Глухов В.В., Мисочкина Т.В., Некрасов Т.П. Экономические основы экологии (Учебник). - С.-П., 1995 - 500 с.
21. Ильин В.В. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам. // Агрохимия - М., 1995, №10 - С.109-113.
22. Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва - растение - удобрение. // Химия в сельском хозяйстве - М., 1995, №4 - с. 8-16.
23. Обухов А.И. Химическое загрязнение почв, его источники и последствия. // Проблемы взаимодействия человека и биосферы. - М., 1989 - С. 117-120.
24. Ковальский В.В., Андриянова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Наука, 1970 - 179 с.
25. Ковальский В.В. Геохимическая экология. - М., 1974 - 298 с.
26. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу. // Биологические циклы в биосфере - М.: Наука, 1976 - С. 99-118.
27. Ильин В.В. Химические элементы в системе почва - растение - Новосибирск, 1987 - С. 96.
28. Амиржанян Ж.А., Унакян С.А. Влияние техногенного загрязнения на плодородие почв. // Химизация сельского хозяйства - М., 1991, № 4 - С. 36-38.
29. Большаков В.Г., Борисочкина Т.И., Краснова Н.М. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. - Минск, 1974 - 52 с.
30. Гапонюк Э.И., Кабалина Л.Н., Кремленкова Н.П. Загрязнение атмосферного воздуха, природных вод и почв. // Тр. ИЭМ «Пространственная локализация и ранжирование источников фторидного загрязнения на территории СССР», - 1990, вып. 18.
31. Гапонюк Э.И. Степень и экологические последствия загрязнения природной среды. // Гидрометеорология. Сер. Контроль загрязнения природной среды. (Обзорная информация). - Обнинск: ВНИГМИ, 1983, вып. 1, - С. 56-59.
32. Гармаш Г.А. Тяжелые металлы в огородных культурах и почвах // Агрохимия, 1984, № 3 - С. 71-76.

33. Ездакова Л.А., Попова А.А. Отзывчивость с.х. растений на техногенные загрязнители. // Минеральное питание и процессы роста и развития растений. - Курск, 1988 - С. 59-66.

34. Попович Л. Поступление, содержание и перераспределение загрязняющих веществ в почве. // Международн. с.х. журнал, 1993, № 48-53.

35. Соколов Л.С., Астрахан Е.Д. Техногенное загрязнение почв как индикатор экологической обстановки. // Руды и металлы, 1995, №4 - С. 117-126.

36. Томина Т.К., Аблизева З.Я., Аханов Ж.У., Кадырбаева Х.Г. Влияние фторидов на почвенные процессы в условиях орошения. // Изв. НАН РК, сер. биол. - 1995, №2 - С. 28-31.

37. Милащенко Н.З. Программа исследований тяжелых металлов в Географической сети опытов со средствами химизации. // Химия в сельском хозяйстве - М., 1995, № 4 - С. 4-7.

38. Пашота В.Т. Фтор в почве и растениях // Агрохимия, - М., 1980, №10, - С.165-171.

39. Моршина Т.Н. Поглощение фтора почвами. // Почвоведение, 1980, № 8 - С. 68-73.

40. Фтор и фториды. ВОЗ, Женева, 1989.

41. Дубровина И.В., Кормблум Э.А. Природа поглощения почвами фтора, удобрений и мелиорантов // Почвоведение - М., 1984, №9 - С. 23-34.

42. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия фтора - М., 1987 - 158 с.

43. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М., 1989 - 439 с.

44. Кузьмина Т.И., Реут Г.М., Гапонюк Э.И., Моршина Т.Н. Влияние техногенных выбросов фосфорного производства на состав и свойства почвы. // Тр. ИЭМ: Госкомгидромет - М., 1988, № 16/133 - С.95-102.

45. Азимов К.З., Алекперова Е.И., Мустафаев М.Г. Причины снижающие эффективность сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях. // Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда почвоведов. - Новосибирск, 1989 - С. 67.

46. Долгова Л.Г., Кучма В.Н., Павлюкова Н.Ф., Гришко В.Н. Биологическая активность почв загрязненных соединениями азота, фтора и роданидами. // Тезисы докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов - Новосибирск, 1989, кн.2 - С. 283.

47. Федоров А.С., Шахов С.М., Буркова О.А. Загрязнение фтором окружающей среды в условиях Крайнего Севера. // Вестник МГУ, сер.3 - М., 1989, №3. - С.95-100.

48. Кремленкова Н.П., Гапонюк Э.И., Кабалина Л.Н. Особенности распределения техногенного фтора в почвах Красноярской лесостепи. // Труды ИЭМ: Госкомгидромет, 1991, 230. - С.110-122, 177.

49. Седова Е.В., Шаймухаметова А.А., Соколова Н.В. и др. Поступление фтора в почву и растения и методы его определения. // Агрохимия, 1984, №6. - С. 113-120.

50. Моршина Т.Н., Тимохович К.А. Изменение свойств почв под влиянием фтора. // Почвоведение, 1983, №2- С. 21-26.

51. Ташбеков Т.У., Каримов М.К., Юнусов Ю.Х. Значение внесения удобрений на содержание микроэлемента фтора в овощебахчевых культурах. // Сб. тр. Ташкентского мединститута- Ташкент, 1969, т. 26, №6- С. 50-51.

52. Филиппова Г.Р., Власов Н.А. Воднорастворимые формы галогенов в почвах водосборных площадей минеральных озер Юго-Восточного Забайкалья. //Микроэлементы в биосфере и применение их в с.х. и медицине Сибири и Дальнего Востока. –Улан-Уде, 1971. –С. 102-106.

53. Алиева М.М., Хайдмухаметова З.Л. Влияние систематического применения фосфорных удобрений на содержание фтора в карбонатных почвах. //Тезисы докл. VIII съезда почвоведов.- Новосибирск, 1989, кн.3 - С. 71.

54. Пашота В.Т. Накопление фтора в почвах и сельскохозяйственных растениях при длительном применении суперфосфата. //Интенсификация сельскохозяйственного производства и проблема защиты окружающей среды. - М.: Колос, 1980- С. 84-90.

55.Белякова М.М. Фтор в почвах и растениях с эндемическим флюорозом //Почвоведение , 1977, №8- с.115-121.

56. Крайнов С.Р., Петрова Н.Г. Фтороносные подземные воды, их геохимические особенности и влияние на биохимические процессы. // Геохимия – 1976, №10- С. 1533.

57. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. -Рига: Знание, 1972.

58. Сарсенбаев Б.А. Поглочительно-метаболическая активность корневой системы в неблагоприятных условиях среды. //Автореф. на соискание ученой степени д-ра биол. наук.- Ташкент, 1994.

59.Сапаргалиев Е.М. Бентонитоподобные глины – сырье для решения экологических и сельскохозяйственных проблем Казахстана. //Геология Казахстана, 2002, №5. -С.72-78

60. Мельник И.А., Карпец И.П. Вермикультура и ее продукт биогумус. // Химизация сельского хозяйства,-М., 1990, № 10- С. 14-17.

61. Ишанкулов М.Ш., Моисеева Т.К., Квитко В.Я., Елисеева Л.Э. Загрязнение почв и с.х. продукции фтором выбросами предприятий фосфорной промышленности г. Жамбыла. //Тезисы докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов. -Новосибирск , 1989, кн. 3- С. 176.

62. Савич В.И., Трубицина Е.В. Способы устранения загрязнения почв. //Земледелие, 1990, №2- С. 22-23.

63. Горбатов В.С. Устойчивость и трансформация оксидов тяжелых металлов (Zn, Pb, Cd) в почвах. //Почвоведение, 1988, №1- С.35-43.

64. Алексеев Ю.В. Охрана почв Ленинградской области от загрязнения тяжелыми металлами. //Бюллетень Почвенного института ВАСХНИЛ- 1986, № 38- С. 10-12.

65. Пинский Д.Л. Физико-химические аспекты мониторинга тяжелых металлов в почвах. //Региональный экологический мониторинг.- М., 1983-С. 114-118.
66. Ильин В.В. Элементарный химический состав растений. -М., 1985- С.128.
67. Савич В.И. Разработка приемов уменьшения загрязнения почв в с.х. продукции тяжелыми металлами. //Международн. агропром. журнал- 1989, №5-С. 65-67.
68. Зобница В.П., Буторова И.А., Мурзаков В.Г. Сорбция тяжелых металлов биомассой метаноксиляющей культуры. //Биотехнология- 1992, № 11-12- С. 45-46.
69. Коваленко Е.М., Оразбеков К.Г. Разработка способов получения экологически чистой продукции виноградников Жамбылской техногенной провинции. //Депонированные научные работы. Реферативный сборник. - Алматы, 1996, вып.5- С.20-21.
- 70.Избасаров Д.С., Коваленко Е.М. Оптимизация питания виноградников, произрастающих на почвах с избыточным содержанием солей и бора. // Вестник Академии сельскохозяйственных наук Казахстана- Алматы, 2001, №1. –С. 31-36.
- 71 Избасаров Д.С., Карычев К.Г., Султанова З.К. Экологическая оценка ресурса садопригодных земель на техногеннонарушенных почвах Казахстана //Journal of International Scientific Publication : Ecology & Safety. –Bulgaria, Vol. 4, Part 3, 2010- р. 57-67.
- 72 Перегудов В.Н. Иванова Т.И. Некоторые особенности планирования и математической обработки данных многовариантного опыта по изучению закономерностей действия удобрений //Агрохимия, 1972. № 7- С. 119-130.
73. Коваленко Е. М., Адрианова Г. П., Зелепухин В. Д. и др. Биологическая активность техногенно-загрязненных почв под плодово-ягодными насаждениями в связи с оптимизацией их плодородия. //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана- 2002, №7. –С.55-59.
- 74.Оразбеков К.Г. Особенности выращивания винограда на техногенно-загрязненных почвах Таразского региона. //Дисс. канд. с.-х. наук – Алматы, 1998.- 29 с.
75. Коваленко Е.М. Совершенствование технологии воздействия винограда на почвах с высоким содержанием тяжелых металлов бора и фтора. // Юбилейный сборник научных трудов КазНИИ ПиВ -Алматы, 2001, т. 16- С. 104-105.
76. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. -М. : Наука, 1972- С. 7-340.
77. Нелидов С.Н., Ярославцев В., Пивоваров Л.П. Способ определения потребности почвы в микроэлементах. А. С. СССР №130 3934, 1987, БИ № 14 - С. 47.
78. Милащенко И.З., О.А Соколов О.А., Т. Брайсон Т. и др. Устойчивое развитие ландшафтов -2000, т.2., кн. 2. –С. 424-523.

79. Gawronski S.W. Phytoremediation of urban area || Abstracts ISEB Meeting . Phytoremediation 15-17 May 2001- p. 28.

80. Атабаева С.Д., Сарсенбаев Б.А. Физиология устойчивости растений к ионам тяжелых металлов фитомелиорация загрязнения почв. // Известия АН РК. Серия Биология – Алматы, 1999, № 5-6- С. 25-35.

81. Турлыханов К.Б. Растения- поглотители токсичных металлов на территории г. Усть-Каменогорска // Вестник Востока – Усть-Каменогорск: ВКГУ, 2006, №4.

82. Зелепухин В.Д., Коваленко Е.М., Адрианова Г.П. Физиологическая оценка гомеостаза и адаптивного потенциала растений // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана- Алматы, 2002, №5.- С. 26-28.

83. Зелепухин В.Д., Ашимова Г.Н., Абдрешева Р.Н. Оценка экологического статуса плодовых растений по физиологическим показателями // Материалы Международной научной- практической конференции- Алматы, 2005.

84. Гудковский В.А. Антиокислительный комплекс плодов и ягод, и его роль в защите живых систем (человек, растение, плод) от окислительного стресса и заболеваний // Сб. научных трудов ВНИИС имени Мичурина- Тамбов, 2001, т.1- с.76-88.

85. Есимбеков М.Б. Использование бентонитовых глин для сохранения и повышения плодородия такыровидных почв рисовых полей // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов- Алматы: Тетис, 2002- с.171-174.

86. Есимбеков М.Б. Влияние бентонитовых глин- экологически чистых агроруд на урожай риса и экономию поливной воды // Проблемы генезиса, плодородия, мелиорации, экологии почв, оценка земельных ресурсов. – Алматы : Тетис, 2002. – с.174-176.

87. Лготски Й. Теория окультуривания почв сорбентами // Труды X Международного конгресса почвоведов «Плодородие почв»- М.: Наука, 1974, т. IV- С.420-425.

88. Есимбеков М.Б. Антропогенное воздействие на изменение орошаемых почв низовьев р. Ишим // Материалы III Межд. научн.-техн. конф.: Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды- Усть-Каменогорск, 2000- С.45-46.

89. Султанова З.К., Зелепухин В.Д., Ашимова Г.Н. Перспективы выращивания плодово-ягодных культур на рекультивированных почвах Казахстана // Материалы междунар. научной конф. : Актуальные проблемы производства и переработки сельхоз продукции в условиях рыночной экономики.- Алматы, 2006.- С.249-251.

90. Избасаров Д.С., Долгих С.Г. Инновационные направления развития биотехнологии в виноградарстве Казахстана // Междун. научно-практич. конференция: Научно-прикладные аспекты развития садоводства и виноградарства на современном этапе- Алматы, 2009- С.3-6.

91. Долгих С.Г., Зелепухин В.Д. Влияние бора и засоленности почв на физиологическое состояние винограда и его регенерационные способности in

vitro //Материалы 8-й междун. научн.-практи. конф. (Барнаул, 26-28 июля 2005 г.)- Алматы:Бастау, 2005- с.88-92

92.Избасаров Д.С., Долгих С.Г. Способ получения толерантных к ионам тяжелых металлов растений винограда *in vitro* //Инновационный патент на изобретение №004036 от 19.01.2011

93.Шермет В.Г. Роль биологизированных севооборотов в сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия //Материалы III Межд. научн.-техн. конф.: Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды- Усть-Каменогорск, 2000- С.63-64.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА.....	7
Социально-экологические проблемы загрязнения.....	9
Влияние фтора на почву.....	10
Влияние фтора на виноград.....	12
Механизмы поступления фтора и тяжелых металлов в виноградное растение.....	13
Способы мелиорации загрязненных почв.....	15
Современные методы снижения токсичности тяжелых металлов на винограде.....	18
ИСТОЧНИКИ, ПУТИ МИГРАЦИИ И НАКОПЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В САДОВЫХ БИОЦЕНОЗАХ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ КАЗАХСТАНА.....	23
Основные загрязнители почв и растений.....	23
Пути миграции загрязнителей в системе почва – растение.....	32
Ряды биологического накопления и частные предельно-допустимые концентрации элементов в почве.....	34
Зональное деление техногенно-загрязненных территорий плодовых насаждений юга Казахстана.....	42
ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПОЧВ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА.....	44
Выявление элементов-антагонистов тяжелых металлов.....	45
Эффективность химических мелиорантов на землянике.....	47
Применение фитомелиорантов на землянике.....	57
Применение антиоксидантов на землянике.....	62
Влияние бентонита на мелиорацию почв.....	67
ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ НА ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ.....	76
Биологическая активность загрязненной почвы в лизиметрическом опыте на яблоне.....	76
Рост молодых деревьев яблони при внесении мелиорантов.....	78
Влияние мелиорантов и антиоксидантов на физиологические показатели яблони.....	81
РОЛЬ МЕЛИОРАНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ВИНОГРАДА НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВАХ.....	86
Продуктивность винограда на загрязненных почвах при внесении мелиорантов.....	87
Качество виноградной продукции на мелиорированных землях.....	93
МЕЛИОРАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ С ИЗБЫТОЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БОРА И ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ.....	95
Влияние мелиорации на урожай винограда в условиях засоленных почв.....	96

Физиологические показатели винограда на почвах с избытком солей.....	103
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИЕМОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ ГОРОДА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА.....	108
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЛИОРАЦИИ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	114

Д.С. Избасаров, З.К. Султанова, В.Д. Зеленухин

**МЕЛИОРАЦИЯ ТЕХНОГЕННО - ЗАГРЯЗНЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ ПОД ПЛОДОВО-ЯГОДНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И
ВИНОГРАДОМ**

Подписано в печать 12.06.2012г. Формат 60x84 ^{1/16}.

Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 14,25. Тираж 500 экз. Заказ № 00166.



г. Алматы, ул. Шевченко 110, (угол ул. Масанчи)
раб.8 (727) 327-41-95, сот. +7 (777) 214-02-50, +7 (707) 214-02-50
almaprintmaster@gmail.com