Курсовой проект

Оценка токсичности сурьмы при использовании удобрений и мелиорантов в агроценозе

**Содержание**

Введение

1. Распределение сурьмы в системе почва-растение в естественных природных условиях и при антропогенном загрязнении

* 1. Химические свойства сурьмы
  2. Фоновое содержание сурьмы в разных типах почв. Кларк в литосфере
  3. Источники поступления сурьмы в почву в условиях антропогенного загрязнения окружающей природной
  4. Факторы, оказывающие влияние на поступление сурьмы из почвы в растения
     1. Почвенные факторы
     2. Свойства растений

1.5 Нормирование содержания сурьмы в почве, продукции растениеводства и связанных с ней продуктах питания

1.6 Биохимическая роль сурьмы в организме животных и человека. Фоновые и пороговые концентрации сурьмы в организме человека

2. Токсичность сурьмы для организма человека при применении комплекса удобрений и мелиорантов в агроценозе

2.1 Изменение концентрации сурьмы после единовременного применения средств химизации

2.2 Динамика концентрации сурьмы в почве в результате длительного применения средств химизации

2.3 Накопление сурьмы в звеньях трофической цепи почва-растение-человек

Заключение

**Введение**

Активная хозяйственная деятельность человека постоянно наносит определенный вред окружающей среде. Отходами хозяйственной деятельности загрязняются воздушный бассейн, водные источники и почвенный покров. Все это создает экологические проблемы.

Среди множества проблем, стоящих в настоящее время перед человечеством, охрана окружающей среды занимает, пожалуй, одно из первых мест. Интенсивная антропогенная нагрузка на природные ресурсы вызывает изменение направлений и темпов миграции микроэлементов, входящих в фоновый состав почв и поступающих дополнительно из различных источников загрязнении.

Устойчивость любой экосистемы определяется устойчивостью почв, т.е. способностью почвы выполнять свои экологические функции, которые определяются степенью выдерживаемости все возрастающему техногенному воздействию.

Основными источниками загрязнения почв и растений являются крупные города, населенные пункты с выбросами их промышленных предприятий и отходов производства, ненормированное применение в сельскохозяйственном производстве различного рода агрохимикатов, а также и все современные транспортные средства (воздушный, железнодорожный, морской и автомобильный). Среди многочисленных загрязнителей природной среды тяжелые металлы считаются самыми опасными - к ним условно относят химические элементы с атомной массой свыше 50, обладающие свойствами металлов или металлоидов.

В данной курсовой работе оценивается токсичность такого тяжелого металла как сурьмы, при использовании удобрений и мелиорантов в агроценозе.

1. **Распределение сурьмы в системе почва-растение в**

**естественных условиях и при антропогенном загрязнении**

Сурьма известна с глубокой древности. В странах Востока она употреблялась примерно за 3000 лет до н.э. для изготовления сосудов. В Древнем Египте уже в 19в до н.э. порошок сурьмяного блеска (Sb2S3) под названием mesten или stem применялся для чернения бровей. В Древней Греции он был известен как stimi и stibi, отсюда латинский stibium. Около 12-14 вв. н.э. появилось название antimonium. В 1789г А. Лувазье включил сурьму в список химических элементов под названием antimoine (современный английский antimony, испанский и итальянский antimonio, немецкий antimon). Русская “сурьма” произошла от турецкого surme; им обозначался порошок свинцового блеска PbS, также служивший для чернения бровей (по другим данным, «сурьма» - от персидского сурме – металл).

**1.1 Химические свойства сурьмы**

Сурьма принадлежит к пятой группе периодической системы Д.И.Менделеева и входит в подгруппу мышьяка. Атомная масса сурьмы равна 121,75, атомный номер 51. Строение электронной оболочки 1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p6, 3d10, 4s2, 4p6, 4d10, 5s2, 5p3. Природная сурьма состоит из двух природных изотопов 121Sb (57,25%) и 123Sb (42,75 %).

Сурьма — металл блестящего серовато-белого цвета. Из жидкого состояния застывает в кристаллическом виде. Кроме кристаллической формы, известны три аморфные формы — желтая, черная и взрывчатая сурьма. В обычных условиях устойчива только кристаллическая сурьма, она серебристо-белого цвета с синеватым оттенком. Чистый металл при медленном охлаждении под слоем шлака образует на поверхности игольчатые кристаллы, напоминающую форму звезд.

Взрывчатая сурьма (плотность 5,64-5,97 г/см3) взрывается при любом соприкосновении: образуется при электролизе раствора SbCl3; чёрная (плотность 5,3 г/см3) - при быстром охлаждении паров сурьмы; жёлтая - при пропускании кислорода в сжиженный SbH3. Жёлтая и чёрная неустойчивы, при пониженных температурах переходят в обыкновенную. Наиболее устойчивая кристаллическая сурьма, кристаллизуется в тригональной системе, плотность 6,61-6,73 г/см3 (жидкой - 6,55 г/см3); tпл630,5 °C; tкип1635-1645 °C. Температурный коэффициент линейного расширения для поликристаллической сурьмы 11,5 ×106 при 0-100 °C; удельное электросопротивление (20 °C) (43,045×106 ом×см); диамагнитна, удельная магнитная восприимчивость -0,66×10-6. В отличие от большинства металлов, сурьма хрупка, легко раскалывается по плоскостям спайности, истирается в порошок и не поддаётся ковке (иногда её относят к полуметаллам). Механические свойства зависят от чистоты металла. Твёрдость по Бринеллю для литого металла 325-340Мн/м2 ; модуль упругости 285-300; предел прочности 86,0Мн/м2. В соединениях проявляет степени окисления главным образом +5, +3 и -3.

В химическом отношении сурьма малоактивна. На воздухе не окисляется вплоть до температуры плавления. С азотом и водородом не реагирует. Углерод незначительно растворяется в расплавленной сурьме. Металл активно взаимодействует с хлором и другими галогенами, образуя сурьмы галогениды. С кислородом взаимодействует при температуре выше 630 °C с образованием Sb2O3. При сплавлении с серой получаются сурьмы сульфиды, так же взаимодействует с фосфором и мышьяком. Устойчива по отношению к воде и разбавленным кислотам. Концентрированные соляная и серная кислоты медленно растворяют сурьму с образованием хлорида SbCl3 и сульфата Sb2(SO4)3; концентрированная азотная кислота окисляет сурьму до высшего окисла, образующегося в виде гидратированного соединения xSb2O5×уН2О. Практический интерес представляют труднорастворимые соли сурьмяной кислоты – антимонаты (МеSbO3×3H2O, где Me - Na, К) и соли не выделенной метасурьмянистой кислоты - метаантимониты (MeSbO2×ЗН2О), обладающие восстановительными свойствами. Сурьма соединяется с металлами, образуя антимониды.

**1.2 Фоновое содержание сурьмы в разных типах почв. Кларк в**

**литосфере**

Среднее содержание сурьмы в земной коре невелико (не превышает 1 мг/кг) или 5 ×10-5 % по массе. Исключение составляют глины, в которых концентрация Sb достигает 2 мг/кг. В геохимическом отношении сурьма имеет черты сходства с мышьяком, в меньшей степени – с висмутом. В природных условиях обычно имеет валентность +3, реже +5. Для неё характерно амфотерное поведение.

Поведение сурьмы в процессе выветривания изучено недостаточно. Тем не менее, характер распределения в водах, концентрации в углях и связь с гидроксидами железа указывают на относительно высокую её подвижность в окружающей среде. В верхних слоях почв содержание сурьмы колеблется от 0,05 до 4,0 мг/кг, т.е. сравнимо с уровнями в горных породах. По данным Ведеполя, среднее содержание сурьмы в почвах составляет 1 мг/кг, а общее среднее, рассчитанное на основе данных таблицы 1, равно 0,9 мг/кг.

Как и мышьяк, сурьма может быть связана с месторождениями цветных металлов, а в промышленных районах она, вероятно, является загрязняющим окружающую среду веществом. Например, в почвах вблизи завода по выплавке меди отмечены высокие содержания этого элемента, достигающие 200 мг/кг. Имеются данные о повышенных ее концентрациях в воздухе около различных плавильных заводов и в городских районах. Характер изменения сурьмы в верхнем слое почв Норвегии ясно свидетельствует о техногенном загрязнении, связанном с влиянием дальнего атмосферного переноса.

Таблица 1. Содержание сурьмы в поверхностном слое почв различных

стран (мг/кг сухой массы)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Почвы | Страна | Пределы колебаний | Среднее |
| Подзолы и песчаные почвы | Канада | 0,05-1,33 | 0,19 |
| Великобритания | 0,34-0,44 | - |
| Суглинистые и глинистые почвы | Канада | 0,05-2,00 | 0,76 |
| Почвы на основных породах | Великобритания | 0,29-0,62 | - |
| Флювиосоли | Болгария | - | 0,82 |
| Черноземы | Болгария | - | 0,99 |
| Гистосоли | Канада | 0,08-0,61 | 0,28 |
| Лесные почвы | Болгария | 1,25-2,32 | 1,77 |
| Разные типы почв | Нигерия | 1,00-2,00 | - |
| Канада | 0,29-4,00 | 1,67 |
| Великобритания | 0,56-1,30 | 0,81 |
| Норвегия | 0,17-2,20 | 0,61 |
| США | 0,25-0,60 | - |

Фоновое содержание сурьмы в верхнем слое почв СНГ в мг/кг составляет: дерново-подзолистые – 0,76, черноземы – 0,99, торфяные – 0,28.

Сурьма – один из доступных металлов вследствие наличия ее руд и металлов, кроме того, она содержится в виде примесей в рудах многих других металлов, при переработке которых её выделяют в качестве побочного продукта.

В природе наиболее часто встречаются соединения трехвалентной положительно заряженной сурьмы (сульфиды, тиосоли, антимониты, триоксид), затем трехвалентной отрицательно заряженной (антимониды). Соединения пятивалентной сурьмы в природе встречаются очень редко.

Из минералов содержащих сурьму, наиболее распространенным является сурьмяный блеск (стибит, антимонит) Sb2S3. находится он в гидротермальных месторождениях в виде жил сурьмяных руд и пластообразных тел.

**1.3 Источники поступления сурьмы в почву в условиях**

**антропогенного загрязнения окружающей природной среды**

Почва – весьма специфический компонент биосферы, поскольку она не только геохимически аккумулирует компоненты загрязнений, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество. Микроэлементы, поступающие из различных источников, попадают в конечном итоге на поверхность почвы, и их дальнейшая судьба зависит от ее химических и физических свойств.

В условиях антропогенного загрязнения окружающее природной среды основными источниками поступления сурьмы в почву являются:

- чёрная и цветная металлургия – выработка сплавов, переработка вторцветмета;

- приборостроение – электротехническое производство;

- химическая промышленность – производство лакокрасок.

Среди источников возможного техногенного загрязнения почв сельскохозяйственных угодий и растений в научной и особенно популярной литературе называются минеральные и известковые удобрения. Конкретных экспериментальных и производственных данных о фактическом действии удобрений на загрязнение почвенной среды и растительной продукции совершенно недостаточно. Отсутствуют также систематизированные данные о химическом составе минеральных и известковых удобрений.

Следует отметить, что сурьма, может образовывать летучие соединения, и таким образом возможен воздушный перенос её на большие расстояния от промышленных районов.

**1.4 Факторы, оказывающие влияние на поступление химического**

**элемента из почвы в растение**

В настоящее время мало известно о механизмах накопления растениями тяжелых металлов, потому что до сих пор основное внимание уделялось усвоению соединений азота, фосфора и других элементов питания из почвы.

Кроме того, сравнение полевых и модельных исследований показало, что загрязнение почвы и окружающей среды (смачивание листовых пластинок солями тяжелых металлов) в полевых условиях оказывает менее значительное изменение в росте и развитии растений, чем в лабораторных модельных опытах. В некоторых опытах высокое содержание металлов в почве стимулировало рост и развитие растений. Это связано с тем, что более низкая влажность почвы в полевых условиях снижает мобильность металлов, и это не позволяет их токсическому эффекту проявиться в полной мере. С другой стороны, это может быть связано с уменьшением токсичности почвы, обусловленной деятельностью почвенных микроорганизмов в результате снижения их численности при загрязнении почвы металлами. Кроме того, это явление можно объяснить косвенным влиянием тяжелых металлов, например, через воздействие их на некоторые биохимические процессы в почве, в результате чего возможно улучшение питательного режима растений.

Таким образом, действие металлов на растительный организм зависит от природы элемента, содержания его в окружающей среде, характера почвы, формы химического соединения, срока от момента загрязнения. Формирование химического состава растительного организма определяется биохимическими особенностями различных видов организмов, их возрастом и биохимическими закономерностями связи между элементами в организме. Содержание одних и тех же химических элементов в различных частях растений может изменяться в широких пределах.

**1.4.1 Почвенные факторы**

Концентрация сурьмы в почве в среднем составляет 1 мг/кг. При выветривании в восстановительных условиях среды с переменным потенциалом показывает среднюю степень подвижности. Значение рH при котором сурьма наиболее подвижна в литературных источниках не указано.

Содержание гумуса в почвах напрямую связано с их способностью адсорбировать тяжелые металлы, поскольку последние хорошо поглощаются органическим веществом почвы. Тяжелые металлы способны образовывать сложные комплексные соединения с органическим веществом почвы, поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны для поглощения растениями.

Гласкотером и др. был рассчитан индекс сродства микроэлементов к органическим соединениям в разнообразных образцах угля, согласно которому сурьма относится к элементам с малым сродством, но присутствующим во всех органических фракциях.

Катионообменная способность обусловлена содержанием и минералогическим составом илистой фракции, а также содержанием органического вещества. Чем выше емкость катионного обмена, тем больше удерживающая способность почв по отношению к тяжелым металлам, что снижает их доступность растениям и живым организмам.

Избыток влаги в почве способствует появлению тяжелых металлов в низкой степени окисления и в более растворимых формах. Анаэробные условия повышают доступность тяжелых металлов растениям.

Поведение сурьмы в зависимости от минералогического состава почвы изучено недостаточно, в литературных источниках, данных по этому вопросу не предоставлено.

**1.4.2 Свойства растений**

Главный путь поступления металлов в растения - это абсорбция корнями. Поэтому почвенная среда - основной источник элементов для растений, корневая система которых может поглощать тяжелые металлы активно (метаболически) и пассивно (неметаболически). В большинстве случаев скорость поглощения элементов положительно коррелирует с содержанием их доступных форм. На эту главную закономерность оказывают влияние ряд факторов:

- реакция среды,

- концентрация кальция, магния и других ионов,

- такие свойства почвенной среды как температура, аэрация, окислительно-восстановительный потенциал,

- вид растений и стадия его развития.

Поэтому зависимость между степенью загрязнения почвы тяжелыми металлами и интенсивностью их поступления в растения является сложной и не носит функционального характера. Объясняется это тем, что не все растения обладают одинаковой способностью накапливать тяжелые металлы. Это свойство связано с наличием у растений в разной степени выраженности различных физиолого-биохимических защитных механизмов, препятствующих поступлению токсичных элементов.

Несмотря на существенную изменчивость в способности различных растений к накоплению тяжелых металлов, биоаккумуляция элементов имеет определенную тенденцию.

В настоящее время накоплено, к сожалению недостаточно экспериментальных данных по содержанию тяжелых металлов в растениях.

Сурьма не считается жизненно необходимым металлом, но известно, что ее растворимые формы активно извлекаются растениями из почв. Так по данным Шаклетта и др., содержание сурьмы в тканях деревьев и кустарников, произрастающих в районах рудной минерализации, составляет 7-50 мг/кг сухой массы, при этом ее среднее содержание в наземных растениях оценивается в 0,06 мг/кг сухой массы. В съедобных растениях концентрация сурьмы колеблется в пределах 0,02-4,30 мкг/кг важной массы, причем более высокие уровни характерны для капусты, а самые низкие для яблок. По данным Лаула и др., содержание сурьмы в зерне кукурузы и клубнях картофеля не превышало 2 мкг/кг сухой массы, а в травах достигало 29 мкг/кг. Получены данные, согласно которым концентрация этого элемента в корневой системе ячменя и льна равны 122 и 167 мкг/кг сухой массы соответственно, что значительно выше содержаний в листьях, где они составляют 10 и 27 мкг/кг сухой массы.

По мере увеличения содержания тяжелых металлов в почве до очень высокого уровня концентрация их в различных органах увеличивается. Но при этом сохраняется соотношение между содержанием тяжелых металлов в корнях, стеблях, листьях и репродуктивных органах.

Видовые особенности культур определяют распределение металлов по органам. Корни растений до определенного предела обеспечивают защиту надземных органов. Если, несмотря на защитную функцию корней, токсикант проникает в стебель и листья, то растение способно ограничить его поступление в репродуктивные органы.

При прогнозировании поступления тяжелых металлов в растения следует принимать во внимание различие в содержании металлов в культурах, выращенных на разных типах почв.

В корневой системе некоторых растений, произрастающих на торфяных почвах, содержание сурьмы в несколько раз ниже, тогда как в листьях они были близки к приведенным выше.

Данные о фитотоксичности сурьмы отсутствуют; тем не менее, в растениях на почвах, загрязненных промышленными выбросами или в результате применения осадка сточных вод, содержания сурьмы могут быть высокими. Коэффициенты накопления не представлены.

* 1. **Нормирование содержания сурьмы в почве, продукции**

**растениеводства и связанных с ней продуктах питания**

Нормирование содержания тяжелых металлов в почве и растениях является чрезвычайно сложным из-за невозможности полного учета всех факторов природной среды. Так, изменение только агрохимических свойств почвы (реакции среды, содержания гумуса, степени насыщенности основаниями, гранулометрического состава) может в несколько раз уменьшить или увеличить содержание тяжелых металлов в растениях. Имеются противоречивые данные даже о фоновом содержании некоторых металлов. Приводимые исследователями результаты различаются иногда в 5-10 раз.

Валовое содержание является фактором емкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность загрязнения растительной продукции, инфильтрационных и поверхностных вод. Характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степени доступности элементов для растения. Для сурьмы ПДК в валовой форме составляет с учетом фона 4,5 мг/кг почвы.

Подвижные формы определяют, используя различные экстрагенты. Общее количество подвижной формы металла - применяя кислотную вытяжку (например, 1н HCL). В ацетатно-аммонийный буфер переходит наиболее мобильная часть подвижных запасов тяжелых металлов в почве. Концентрация металлов в водной вытяжке показывает степень подвижности элементов в почве, являясь самой опасной и "агрессивной" фракцией. Предельно допустимое содержание подвижной формы сурьмы в почве равно 15 мг/кг, экстрагент 1н. HCl (Х. Чулджиян и др., 1988).

Класс опасности сурьмы - II.

Предельно допустимые концентрации в продуктах питания (мг/кг) (институт питания РАН, 1986 г.): зерно, крупа, мука, крахмал – 0,1, овощи, фрукты, ягоды – 0,3.

* 1. **Биохимическая роль сурьмы в организме животных и**

**человека. Фоновые и пороговые концентрации сурьмы в**

**организме человека**

Биохимическая роль сурьмы для организма человека и животных до настоящего времени не установлена. Отдельные исследования показывают, что сурьма содержится не только в целостной клетке, но и входит в состав всех клеточных образований: цитоплазмы, ядра, митохондрий, микросом в количестве, соответственно 0,8 мкг, 1,3 мкг, 0,1 и 0,2 мкг. Из приведенных данных можно предположить, что сурьма является постоянным компонентом живых организмов, однако играет ли она какую- либо биологическую роль пока неизвестно.

Содержание сурьмы (на 100 г сухого вещества) составляет в морских животных 0,02 мг, в наземных животных 0,0006 мг. В организм животных и человека поступает через органы дыхания или желудочно-кишечный тракт. Выделяется главным образом с фекалиями, в незначительном количестве - с мочой. Она избирательно концентрируется в щитовидной железе, печени, селезёнке. В эритроцитах накапливается преимущественно в степени окисления +3, в плазме крови - в степени окисления +5. Предельно допустимая концентрация сурьмы 10-5 – 10-7 г на 100 г сухой ткани. При более высокой концентрации этот элемент инактивирует ряд ферментов липидного, углеводного и белкового обмена (возможно в результате блокирования сульфгидрильных групп).

В медицинской практике препараты сурьмы (солюсурьмин и др.) используют в основном для лечения лейшманиоза и некоторых гельминтозов.

Сурьма и её соединения ядовиты. Отравления возможны при выплавке концентрата сурьмяных руд и в производстве сплавов. При острых отравлениях - раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, глаз, а также кожи. Могут развиться дерматит, конъюнктивит. Лечение: антидоты, мочегонные и потогонные средства. Профилактика - механизация производственных процессов, эффективная вентиляция.

**2. Токсичность сурьмы для организма человека при применении**

**комплекса удобрений и мелиорантов в агроценозе**

**2.1 Изменение концентрации сурьмы в почве после**

**единовременного применения средств химизации**

Для определения изменения концентрации сурьмы в почве, приводится пример использования под картофель комплекса удобрений. Комплекс удобрений представлен аммиачной селитрой, сульфатом калия и простым суперфосфатом, который содержит в своем составе сурьму в количестве 20,0 мг/кг сухой массы. Почва в опыте дерново-подзолистая, её агрохимическая характеристика представлена далее.

Таблица 2. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой

почвы (пахотный горизонт)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Глубина пах.слоя (см) | Плотность почвы г/см | Гумус % | pH kcl | Hг | S | Подвижные соединения макроэлементов мг/100 г почвы | | Концентрация экотоксиканта (Со), мг/кг почвы | |
| мг-экв/100г | | Р2О5 | К2О | Валовая форма | Подвижная форма (вытяжка ААБ или 1н HNO3) |
| 20 | 1,25 | 2 | 4,5 | 5 | 4 | 5 | 10 | 3 | - |

Представленную почву можно отнести к слабоокультуренной. Для неё характерно низкое содержание гумуса, общего азота и фосфора. По степени обменной кислотности она относится к сильнокислым почвам. В составе поглощенных катионов преобладают ионы H+ и Al3+. Гранулометрический состав – легкий суглинок. На данной почве необходимо применение комплекса минеральных удобрений, а также проведение известкования.

Используемая в опыте культура – картофель.

Картофель — многолетнее травянистое клубненосное растение, но в культуре используется как однолетнее, потому что весь жизненный цикл его, начиная от прорастания клубня и кончая образованием и формированием зрелых клубней, происходит за один вегетационный период.

Размножают картофель обычно вегетативным путем — клубнями. Его с успехом можно размножать и частями клубней, а также ростками и черенками.

Картофель относится к семейству Пасленовые (Solanaceae), роду Solanum, объединяющему десятки диких и культурных видов и среди них Solanum tuberosum L.— вид, получивший самое широкое распространение в культуре. Другие виды картофеля, отличающиеся многими ценными биологическими и хозяйственно-полезными признаками, часто используются в селекции при выведении новых сортов.

Стебли картофеля большей частью прямостоячие, реже — отклоняющиеся в сторону. Окраска стеблей зеленая. Стебли ребристые, трех- или четырехгранные, в различной степени опушенные. Куст чаще состоит из 4—8 облиственных стеблей. Листья, появляющиеся при прорастании клубней (или семян), простые, цельнокрайные. По мере роста растения образуются прерывистонепарноперисторассеченные листья. Цветки картофеля собраны в соцветия, представляющие собой расходящиеся завитки, расположенные на общем, различной длины цветоносе. Цветоножка сочленная. Цветки пятерного типа. Окраска венчика разнообразная: белая, синяя, темно-сине-фиолетовая, красно-фиолетовая с различными оттенками. Плод — двухгнездная многосемянная сочная зеленая ягода шаровидной или овальной формы. Корневая система картофеля, выращенного из клубня, мочковатая. Она представляет собой совокупность корневых систем отдельных стеблей. Имеет ростковые (глазковые), или первичные, корни, образующиеся в начале прорастания клубней, пристолонные корни, появляющиеся в течение всего периода вегетации и располагающиеся группами по 4—5 около каждого столона, и столонные корни, находящиеся на столонах. Корни проникают в почву сравнительно неглубоко. Около половины их расположено в пахотном слое, от 22 до 38% проникают глубже, отдельные корни уходят на глубину до 150 см.

Картофель – культура умеренного климата, плохо реагирует на температуру почвы ниже 7…80С, в то же время сильно угнетается уже при температурах более 25°С. К влажности почвы эта культура очень требовательная. Потребность в ней изменяется по фазам роста. Критический период — начало цветения. Транспирационный коэффициент картофеля равен 400—550, хотя иногда изменяется от 167 до 659. По современной фотопериодической классификации растений культурные сорта картофеля относят к короткодневным растениям, т. е. к таким, для развития которых короткий день не является строго обязательным, но в условиях средних широт ускоряет их развитие.

В составе сухого вещества картофеля обнаружено 26 различных химических элементов. Однако в условиях большинства почвенно-климатических зон страны картофель наиболее часто испытывает потребность в трех основных элементах питания — азоте, фосфоре и калии. А.Г. Лорх на основании многих опытов установил, что в 1 т урожая клубней картофеля с соответствующим количеством ботвы (0,4 т) и корневых остатков содержится: N — 4,8 кг; P2Os — 2,2 кг и К2О— 10,3 кг.

По данным опытов многих других ученых, в среднем можно считать, что картофель выносит из почвы на каждые 100 ц клубней и соответствующего количества ботвы 50 кг N, 20 Р2О5, 90 К2О, около 40 СаО и 20 кг MgO.Таким образом, из основных элементов питания он потребляет больше всего калия, затем азота и меньше фосфора, что необходимо учитывать при расчете норм удобрений.

Картофель — культура рыхлых почв. Интенсивность дыхания его корней составляет 7—12 мл кислорода за 1 ч на 1 г сухого вещества корней, что в 5 раз выше интенсивности дыхания корней подсолнечника и других культур. Этим объясняется высокая требовательность картофеля к пористости почвы. Корни у растений, выращиваемых в рыхлой почве (плотность 1,10 г/см3), хорошо ветвятся, пронизывают весь пахотный слой и уходят в подпахотный.

Дозы питательных веществ для получения максимального урожая картофеля на представленной дерново-подзолистой слабоокультуренной почве определяем по данным СЗНИИСХ.

Таблица 3. Количество питательных веществ, необходимое для

получения максимального урожая картофеля.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | N | PO | KO |
| Питательные вещества, кг д.в./га | 90 | 80 | 80 |

Следующим важным этапом в проведении опыта является характеристика применяемых удобрений.

Аммиачная селитра NH4NO3 – кристаллическая соль белого цвета с серовато-жёлтым оттенком, гранулированная, хорошо растворяется в воде, 34% действующего вещества. Сочетаются две формы азота, одна из которых легко подвижна, а другая менее. Физиологически кислое удобрение.

Суперфосфат простой Ca(H2PO4)2 − представляет собой смесь тёмно-серых гранул с бурым оттенком, имеет много примесей, д.в. − 20%. Физиологически кислое удобрение.

Сернокислый калий Ka2SO4 – белый кристаллический порошок, д.в. -46%.

В таблице 4 представлен пересчет удобрений на физическую массу.

Таблица 4. Характеристика применяемых удобрений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование удобрения | Содержание действующего вещества | | Физическая масса удобрения (Муi), кг/га | Концентрация примесного вещества в удобрении (Су), мг/кг |
| % | мг/100 г |
| Na | 34 | 34000 | 264,7 | - |
| Pc | 20 | 20000 | 400 | 20 |
| Kc | 46 | 46000 | 173,9 | - |

Массу пахотного слоя рассчитываем исходя из агрохимической характеристики почвы: 10000 м2 \* 0,20 м \* 1,25 т/м3 = 2500 т/га.

Дозу извести определяем для полной нейтрализации гидролитической кислотности по формуле:

Д = Нг\*500\*Мп/1000 000 000, где

Д – доза СаСО3, т/га;

500 – количество СаСО3, необходимое для нейтрализации 1мг-экв Нг в 1 кг почвы;

Мп – масса пахотного слоя на 1 га, кг/га;

1000 000 000 – коэффициент для перевода мг СаСО3 в т.

Д = 5\*500\*2500 000/1000 000 000 = 6,25 т/га.

В качестве известкового удобрения используем известковую муку, состоящую на 100% из СаСО3. Содержание сурьмы составляет 0,10 мг/кг сухой массы.

Расчет изменения концентрации сурьмы в почве в результате единовременного внесения суммы удобрений и мелиорантов.

Определяем по формуле:

Сп = Со+ ∑ Муi ( Суi - Со)/Мп, где

Сп – концентрация химического элемента в почве после удобрения и мелиоранта, мг/кг;

Со – концентрация химического элемента в почве до внесения удобрений, мг/кг;

Муi – физическая масса удобрений, кг/га;

Суi – концентрация элемента в удобрении, мг/кг

Сп = 0,3 + 400 (20-3)/2500 000 + 6250 (0,1-0,3)/2500000 = 0,3 мг/100 г.

Таким образом, после применения простого суперфосфата и известняковой муки, содержащих в своем составе примесь сурьмы, на почве с концентрацией сурьмы 3мг/кг, концентрация сурьмы останется прежней.

**2.2 Динамика концентрации экотоксиканта в почве в результате**

**длительного применения средств химизации**

Концентрация примесного элемента в почве рассчитывается на момент насыщения почвы макроэлементом после длительного применения удобрений. В связи с этим предлагается расчет времени, за которое концентрация фосфора (как наименее мигрирующего макроэлемента) достигнет оптимального для растений уровня в почве. Для картофеля на легкосуглинистой почве он равен 18 мг/100г почвы Р2О5.

t = - 1/ λ\*ln(1- λ(Сп-Со)Мп/(Cу-Со)Му, где

t – время, за которое концентрация макроэлемента в почве достигнет заданной величины, года;

Со, Су – концентрация фосфора в почве до внесения удобрений и в удобрениях, мг/100г;

Сп – заданная оптимальная величина концентрации фосфора в почве, мг/100 г;

Мп, Му – масса почвы и физическая масса удобрений, кг/га;

λ – постоянная скорости выноса элемента из почвы, равная сумме λпв+ λфв+ λур, обозначающие постоянные скоростей выноса элемента поверхностными водами, фильтрующими водами и урожаем соответственно.

t = -1/0,14\*ln(1-0,14\*(18-10)\*2500 000/(20000-10)\*400=3 года

При помощи экспонициальной модели накопления элементов в почве можно оценить концентрацию примесного элемента в почве после длительной эксплуатации сельскохозяйственных угодий, результатом которой явилось достижение оптимальной концентрации фосфора в пахотном слое почвы.

Cn = Co+1/λ(1-e-λt) ∑((Суi-Co)Myi/Mo) , где

Cn – концентрация примесного элемента в почве после эксплуатации сельскохозяйственных угодий в течение времени (t), мг/кг;

Со – концентрация примесного элемента до внесения удобрений, мг/100 г;

Суi – концентрация примесного элемента в каждом вносимом материале, мг/100 г;

λ – постоянная скорости выноса элемента из почвы;

t – период времени, в течение которого концентрация фосфора в почве достигла оптимального для растений значения, года.

Сп = 0,3+1/0,1(1-е-0,1\*3)\*(2-0,3)400/2500 000 =0,3 мг/100 г.

Вывод – после длительного применения минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях, при достижении оптимальной концентрации фосфора, концентрация сурьмы в почве не изменится.

**2.3 Накопление примесного элемента в звеньях трофической цепи**

**почва-растение-человек. Индекс риска**

Важным параметром миграции химического элемента в системе почва-растение является коэффициент накопления. Знание коэффициента накопления позволяет определить его вынос урожаем, концентрацию в продукции растениеводства, т.е. оценить качество урожая, прогнозировать поступление экотоксиканта в организм человека.

Ср = Сп\*КН, где

Ср – концентрация элемента в растении, мг/100 г;

Сп – концентрация элемента в почве, мг/100 г;

КН – коэффициент накопления, для картофеля равен 0,02.

Ср = 0,3 \* 0,02 = 0,006 мг/100 г.

Определим удельное поступление сурьмы в организм человека I (мг/кг\*день), усредненное к 70-летнему периоду жизни.

I = Ср\*bk\*mk\*fk\*E\*L/Mb\*70\*365, где

Ср – концентрация элемента в хозяйственной части растения;

bk – коэффициент, учитывающий изменение концентрации элемента в результате технологической или кулинарной обработки растительной продукции;

mk – масса продукта, потребляемого в течение дня;

fk – безразмерная характеристика, определяющая усвоение продукта организмом человека;

E – частота потребления продукта, дней/год;

L – продолжительность потребления, лет;

Mb – усредненная масса тела (70 кг);

70\*365 – средняя продолжительность жизни, дней.

I = 0,006\*0,5\*0,2\*0,9\*365\*70/70\*70\*365 = 0,0000077 мг/кг сутки.

Индекс риска (hazard index – HI) находим согласно следующему выражению: HI = I/RfD,

Где RfD – доза, определяющая «пороговый эффект» воздействия загрязнителя на организм человека, т.е. тот безопасный уровень его воздействия, к которому, как предполагается, организм оказывается нечувствительным. Для сурьмы эта доза равна 0,0004 мг/кг сутки.

HI = 0,0000077/0,0004 = 0,019

Индекс риска намного меньше единицы. При таком поступлении сурьмы с пищей, человек вреда не получит.

**Выводы**

При возделывании картофеля на почвах, с приведенной агрохимической характеристикой, при использовании приведенного количества удобрения, в течение года количество сурьмы в почве не изменится, продукция растениеводства безопасна для человека.

Кроме того, снизить воздействие тяжелых металлов на здоровье населения можно путем решения следующих задач:

1. организация точного и оперативного контроля выбросов тяжелых металлов в атмосферу и воду;

2. прослеживание цепей миграции тяжелых металлов от источников до человека;

3. налаживание широкого и действенного контроля (на различных уровнях, вплоть до бытового) содержания тяжелых металлов в продуктах питания, воде и напитках.

4. проведение выборочных, а затем и массовых обследований населения на содержание ТМ в организме.

Для получения продукции растениеводства, свободной от тяжелых металлов, на почвах с повышенным их содержанием необходимо:

\* провести агрохимическое обследование пашни, определить содержание тяжелых металлов в почве;

\* произвестковать кислые почвы;

\* исключить применение минеральных удобрений, содержащих тяжелые металлы;

\* подобрать культуры, минимально потребляющие эти элементы; на сильно загрязненных полях можно выращивать культуры для технической переработки;

\* периодически проводить контроль продукции на содержание тяжелых металлов.

**Список использованной литературы**

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Г. Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439 с.

2. Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н. и др. Почвоведение. М.: Агропромиздат, 1989. 719 с.

3. Растениеводство/Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова.М.:КолосС, 2006г. 612с.

4. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение. М.: Колос, 1997, 412 с.