

Руководство по использованию продуктов Ecosan в качестве удобрений в сельском хозяйстве в Республике Молдова

Временное руководство

10.02.2015



Введение

Проект Швейцарии в Молдове AraSan «Вода и Здоровье» оказал поддержку ряду школ и домашних хозяйств из сельской местности Республики Молдова в строительстве туалетов типа Ecosan. Туалеты Ecosan предлагают гигиеничное и удобное решение, превращая мочу и фекалии в продукты, которые могут быть использованы в качестве удобрений для сельскохозяйственных и декоративных культур. Данное руководство было разработано для администраций школьных учреждений и местных сообществ, непосредственно вовлеченных в использование Туалетов и продукции Ecosan. Руководство предлагает практические советы, касающиеся использования продуктов Ecosan в качестве удобрений, и предоставляет рекомендации касательно исключения каких-либо рисков для здоровья.

Руководство акцентирует преимущественно использование продуктов Ecosan от туалетов учреждений/школ; однако рекомендации могут быть также применены и для использования продуктов Ecosan от индивидуальных туалетов.

Это практическое руководство, а не научный документ. При всем этом, все рекомендации, включенные в данном руководстве, основываются на научном опыте, как на международном экстенсивном опыте, так и на результатах исследований, проведенных в Молдове партнерами проекта AraSan (WISDOM, ECOTOX / Академия Наук, AGROinform). Научные документы, оправдывающие данные рекомендации, перечислены в главе “Ссылки”.

Данное руководство является временным, и будет обновляться на основании результатов постоянных исследований и накопленного опыта со стороны партнеров проекта AraSan. Руководство будет также обсуждаться и постоянно усовершенствоваться в сотрудничестве с соответствующими национальными органами управления.

Предложения по усовершенствованию данного руководства приветствуются! Просим Вас отправлять Ваши комментарии по адресу info@apasan.md.

Содержание:

Часть I: Краткие рекомендации

- 1 Рекомендации для администрации школы
- 2 Рекомендации для фермеров касательно порядка безопасного использования мочи в выращивании культур
- 3 Рекомендации для фермеров и заведующих хозяйством касательно порядка использования или безопасной эвакуации компоста
- 4 Таблицы
- 5 Пример

Часть II: Подробное руководство и обоснования

- 1 Роль и задачи администрации школы
- 2 Правовые аспекты, касающиеся использования мочи и фекальных масс для выращивания культур
- 3 Использование мочевых удобрений
- 4 Использование или эвакуация компоста из фекальных масс
- 5 Ссылки

Часть 1: Краткие рекомендации

1 Рекомендации для администрации школьных учреждений

Администрация школы является собственником туалета Ecosan и, следовательно, несет ответственность за эвакуацию/транспортировку продуктов Ecosan и организацию их использования в качестве удобрений.

Организация эвакуации, транспортировки и безопасного использования продуктов Ecosan:

- Проверяйте регулярно уровень заполнения камер для сбора фекалий (не реже одного раза в полгода) и цистерн/резервуаров сбора мочи (ежемесячно). На основании наблюдений, оцените время, за которое наполнится вторая камера фекалий или резервуар мочи, и когда первая камера / первый резервуар должна/должен быть опорожнена/опорожнен.
- Как только первый резервуар с мочой будет заполнен и запечатан, но не позже чем за полгода раньше, чем вторая цистерна мочи будет заполнена, идентифицируйте одного или двух фермеров из села, которые будут использовать мочу в качестве минерального удобрения.
- Обсудите и договоритесь с фермером о способах опорожнения резервуаров с мочой и использования мочи. Рекомендуется разрешить фермеру использовать мочу бесплатно, а фермер, в свою очередь, покроет все расходы по опорожнению и транспортировке.
- Попробуйте заключить с фермером долгосрочный договор, который бы предусматривал опорожнение резервуаров и использование мочи каждый год.
- В качестве альтернативы использования мочи в сельском хозяйстве со стороны фермеров, моча может быть также использована в качестве удобрения в садах школы, для деревьев и цветов на территории школ или из местных парков, городских садов.
- Как только первая камера с фекалиями будет заполнена и закрыта, но не позже, чем за полгода до момента, когда предполагается, что будет заполнена и вторая камера, обсудите и решите порядок использования и эвакуации компоста. Это может сделать тот же фермер, который использует мочу, или заведующий хозяйством школы (количество компоста небольшое).

Обеспечьте безопасность:

- Проинструктируйте детей и преподавателей, которые пользуются туалетами Ecosan таким образом, чтобы фекальные массы не попадали в отсек для сбора мочи. Убедитесь в том, что туалеты убираются часто.
- Храните мочу в цистерне для сбора не менее 6 месяцев после заполнения и опечатывания цистерны. Храните фекальные массы в камере сбора в течение не менее одного года после заполнения и опечатывания отсека. Никогда не используйте свежую мочу или свежие фекальные массы.
- Проинструктируйте фермеров и заведующих хозяйств школы касательно мер безопасности во избежание рисков для общественного здоровья, во время манипуляций с мочой и фекалиями, а также во время их использования в качестве удобрений.
- Собственник туалета несет ответственность за осуществление надзора за процессом опорожнения цистерн, в которых хранится моча, и отсеков для сбора фекалий, а также за правильное применение удобрений. Убедитесь в том, что соблюдены все меры безопасности.

2 Рекомендации для фермеров касательно порядка использования мочи в сельском хозяйстве

Транспортировка мочи из резервуаров туалета в поле:

- Откачайте мочу из резервуаров хранения в мобильный контейнер (большие контейнеры, монтированные на рельсах или каретке, или в небольшие контейнеры, которые можно нести вручную). В качестве насосов, могут быть использованы простые вакуумные насосы, подобные тем, которые установлены на многих тракторах.
- Примените мочу на поле. Для нанесения удобрений до посадки культур, они могут быть распределены более равномерно на поле с помощью устройства, подключенного к клапану контейнера. Самым лучшим способом применения удобрений для овощей или цветов в период роста является ручной, с помощью лейки, применяя мочу непосредственно в почву, рядом с растениями.
- Не рекомендуется разводить мочу для получения больших объемов мочи, так как это увеличивает объем, который необходимо переработать. Для небольших количеств мочи разведение не является необходимым, но оно может быть сделано, по желанию.

Убедитесь в том, что использование мочи в качестве удобрения, осуществляется в безопасных условиях:

- Используйте только мочу, которая хранилась в закрытом контейнере в течение не менее 6 месяцев. Никогда не используйте свежую мочу.
- Используйте защитную одежду (перчатки, сапоги, одежду), когда работаете с мочой. Избегайте разливания и пульверизации мочи во время ее использования.
- Для культур, которые будут использоваться в сыром виде, нанесите мочу близко к почве, избегая попадания мочи на съедобные части растений, и прекратите удобрение почвы за 4 недели до сбора урожая; эти меры предосторожности не являются необходимыми в случае культур, которые проходят термическую обработку перед употреблением, или в случае декоративных цветов/растений и деревьев.

В каком количестве и когда необходимо нанести мочу на поля: смотри таблицы.

3 Рекомендации для фермеров и заведующих хозяйством касательно порядка использования или эвакуации компоста.

Удаление и использование компоста Ecosan

- Храните фекальные массы внутри отсеков для сбора туалета как можно дольше и опорожняйте камеру сбора незадолго до того, как вторая камера сбора будет заполнена.
- Удалите компост вручную, с помощью лопат и граблей. Компост может быть транспортирован ручными тележками, ведрами или пакетами. Избегайте прямого контакта с материалом, используйте защитную одежду и осуществите тщательную очистку инструментов после завершения работ.

Опция 1: Хранение/компостирование фекальных масс за пределами туалета и их использование в выращивании культур

- Поместите компост на более высоком участке земли, в местах недоступных для других людей. В качестве опции, компост из фекальных масс может быть смешан с материалом из растений и навоза для дальнейшего компостирования. Куча компоста должна быть покрыта слоем земли толщиной не менее 20 см. Храните компост в куче достаточно долгое время для того, чтобы обеспечить общий срок хранения не менее 2 лет, который включает время предыдущего хранения внутри камеры сбора фекальных масс.
- После 2-х лет хранения, компост может быть использован в качестве удобрения и материала для мелиорации/взрыхления почвы, используя его, как и любой другой компост. В качестве дополнительной меры предосторожности, компост может быть покрыт слоем почвы, и, как правило, не должен использоваться для растений, съедобные части которых соприкасаются с почвой, такие как клубника или огурцы.

Опция 2: Захоронение компоста

- Выкопайте достаточно глубокую яму для всего количества компоста, затем покройте яму слоем почвы не менее 30 см, яма должна находиться в месте, не посещаемом людьми.

По выбору, над ямой можно посадить дерево или кустарник, и компост поддержит рост дерева в течение нескольких лет.

4 Таблицы

Таблица 1: Площадь, занятая культурами, которую можно удобрить определенным количеством мочи

Культуры	10 л	20 л	50 л	1 м ³	4,6 м ³	8 м ³
Кукуруза, пшеница	3 м ²	7 м ²	17 м ²	330 м ²	0,2 га	0,3 га
Картофель	3 м ²	6 м ²	15 м ²	300 м ²	0,1 га	0,2 га
Помидоры	2 м ²	5 м ²	12 м ²	240 м ²	0,1 га	0,2 га
Огурцы	6 м ²	12 м ²	30 м ²	600 м ²	0,3 га	0,5 га
Перец	2 м ²	4 м ²	10 м ²	200 м ²	0,1 га	0,2 га
Виноград (урожай < 10 т/га)	15 м ²	30 м ²	75 м ²	1500 м ²	0,7 га	1,2 га
Виноград (высокая урожайность)	5 м ²	10 м ²	25 м ²	500 м ²	0,2 га	0,4 га

Таблица 2: Количество мочи, необходимое для удобрения определенной площади культур

Культуры	м ³ мочи / 1 га	Литр мочи / 1 м ²
Кукуруза, пшеница	30	3
Картофель	(30)	3
Помидоры	(40)	4
Огурцы	(20)	2
Перец / Цветы	50	5
Виноград (урожай < 10 т/га)	(10)	1
Виноград (высокая урожайность)	20	2

Таблица 3: Период применения мочи как удобрения

В общем, мочу как удобрение следует применять одновременно с азотистыми минеральными удобрениями. В таблице представлены порции удобрения, которые следует применять в различные периоды в пропорции от общего количества.

Культуры	Период применения
Кукуруза, пшеница	100% до посадки
Картофель	100% до посадки
Помидоры	20% до посадки, а оставшееся количество следует разделить на 3 применения в период роста
Огурцы	Один раз, через неделю после появления молодых растений
Перец	Треть применяется перед посадкой, остальное делится на 3-5 применений до завязывания плодов
Виноград	100% в конце зимы или весной

Таблица 4: Удобрение декоративных растений

Культуры	Количество мочи как удобрения и период применения
Цветы	Если нет конкретных рекомендаций для имеющегося вида цветов, 20% до посадки, и остальное следует разделить на 3 применения в период роста
Деревья	Если нет конкретных рекомендаций для имеющегося вида деревьев, применяется 100% в конце зимы или весной

5 Пример

Туалет типа Ecosan в школе А был введен в эксплуатацию в мае 2009 года. Туалет оснащен двумя резервуарами для мочи объемом $4,6 \text{ м}^3$ каждый. Первая цистерна была заполнена в августе 2010 года, а процесс заполнения продлился немного больше одного школьного года.

Цистерна была запечатана, а крышка была перенесена, чтобы заполнить вторую цистерну. Затем, уровень мочи в резервуарах проверялся ежемесячно. В декабре 2010 года, вторая цистерна была заполнена на 20%, а январе – на 30%, и было рассчитано, что она будет почти полной к концу школьного года, летом.

Весной 2011 года, администрация школы, при поддержке инженеров проекта AraSan, нашла в селе фермера, заинтересовавшегося использованием мочи осенью, на поле, на котором он планировал посеять озимую пшеницу.

Администратор школы и фермер оценили площадь пшеничных посевов, которую можно было удобрить при помощи собранных $4,6 \text{ м}^3$ мочи по таблице 1: 0,2 га или 2000 м^2 . Таблица 3 показывает, что пшеницу необходимо удобрять один раз, перед посевом.

Фермер одолжил прицеп с цистерной объемом 2 м^3 и трактор у другого фермера из села, с боковым клапаном для вакуумного качания, присоединенным к сливному насосу. Фермер закачал мочу из резервуара, перевез ее за три хода на поле и распределил ее равномерно на площади 0,2 га.

Часть 2: Детальное руководство и обоснование

1 Роль и задачи администрации школьного учреждения Ответственность

Школьные туалеты Ecosan принадлежат школе и находятся в ее управлении.

Периодическая эвакуация содержимого из туалетов Ecosan – мочи и компоста – и забота о его использовании в сельском хозяйстве и/или эвакуации в соответствии с нормами безопасности являются одной из важнейших задач по обслуживанию туалетов Ecosan.

Администрация школы несет ответственность за эвакуацию и использование продуктов Ecosan.

Задачи извлечения, транспортировки и использования продуктов Ecosan можно возложить на какого-либо жителя населенного пункта, фермера или поставщика услуг. Тем не менее, администрация школы обязана инициировать их извлечение и применение, согласовывать процесс с фермерами или поставщиками услуг и контролировать соответствующие мероприятия, чтобы убедиться в том, что окружающей среде и общественному здоровью не будет нанесен вред.

Задачи

Действия, которые необходимо предпринять администрации школы, описаны ниже:

Мониторинг уровня заполнения резервуара для мочи и камер для сбора фекалий

Уровень заполнения отсеки для сбора фекалий и резервуаров для сбора мочи необходимо проверять постоянно (ежемесячно), чтобы заранее определить момент наполнения и необходимости освобождения второй отсеки для сбора фекалий или резервуара для мочи и чтобы подготовиться к необходимым мероприятиям.

Организация извлечения и применения мочи

Как минимум за полгода до заполнения второго резервуара для мочи, необходимо найти одного или нескольких местных фермеров, которые согласились бы использовать мочу в качестве удобрения на своих полях.

Способы опорожнения цистерн и применения мочи необходимо обсудить и согласовать с фермерами. Возможны разные варианты, например, фермеры могут использовать мочу бесплатно, но покрыв все расходы на ее извлечение и транспортировку. В некоторых случаях, школьная администрация возможно должна будет заплатить небольшую сумму фермерам для покрытия части расходов. Однако в большинстве случаев, соответствующие расходы будут небольшими, поскольку необходимое оборудование обычно легко получить в своем селе или в близлежащих населенных пунктах.

Рекомендуется подписать долгосрочное соглашение с фермером, которое будет предусматривать ежегодное опорожнение резервуаров, транспортировку и применение мочи. Опорожнение резервуара для мочи можно впоследствии планировать в соответствии с потребностями выращивания культур, например, каждую весну можно опорожнять один резервуар.

Администрация школы должна проинструктировать фермеров о мерах безопасности, описанных в настоящем руководстве, и проследить за их соблюдением.

Как вариант, школа может также организовать применение продуктов Ecosan в школьном огороде или для удобрения деревьев и цветов на территории школы или в местных парках.

Организация извлечения и применения компоста

Как только первые отсеки для сбора фекалий наполнятся и будут закрыты/запечатаны, но не позднее полугода до момента, когда прогнозируется заполнение вторых камер, администрация школы должна принять решение о способе извлечения и применения компоста.

Извлечение и применение компоста могут быть выполнены местным фермером как часть соглашения об извлечении и применении мочи.

Поскольку количество компоста должно невелико по сравнению с количеством мочи, также возможно, чтобы школьный завхоз сам выполнил все необходимые этапы.

В связи с применением мочи, администрация школы должна проинструктировать фермеров или школьного завхоза о мерах безопасности, описанных в настоящем руководстве, и проследить за их соблюдением.

2 Правовые аспекты применения мочи и компоста в сельском хозяйстве

Применение мочи и компоста в качестве удобрения разрешено в Республике Молдова, поскольку в законодательстве нет положений, запрещающих его [8].

Продукты Ecosan используются бесплатно в соответствующих населенных пунктах, а их продажа не практикуется. Следовательно, нет необходимости в официальной регистрации в соответствии с законом об использовании продуктов для защиты растений и продуктов, используемых в качестве удобрения.

3 Применение мочи как удобрения

Содержание питательных веществ в моче

Моча содержит более 95% воды, а оставшуюся часть составляют неорганические и органические (питательные) соединения. Моча содержит значительное количество основных питательных макроэлементов, необходимых для растений, азот, фосфор и калий.

Азот содержится в большой концентрации (в основном в виде мочевины), а фосфаты и калий присутствуют в меньшем количестве, в растворенном виде. Следовательно, количество мочи, используемой для удобрения культур, как правило, рассчитывается на основании содержащегося в ней азота.

Концентрация азота в моче зависит от количества жидкости, выпиваемой человеком и выделяемой им в виде пота. Моча, собираемая в резервуарах туалетов Ecosan, может также разбавляться водой в результате мытья туалета или уборки помещений, или дождевой водой,

попадающей в резервуар. В таких случаях концентрация азота может быть ниже. На концентрацию азота в моче также влияет процесс хранения, так как часть осадка, в котором содержится значительная часть питательных веществ, собирается на дне цистерны, и часть азота потеряется в виде газов во время хранения.

Данные, полученные в разных странах мира, говорят о том, что можно ожидать 3-7 граммов азота (N) на литр мочи [2, 3].

Анализ мочи в школьных туалетах Ecosan в Молдове, проведенный ECOTOX (Лабораторией гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии при камере Академии наук), показал, что концентрация азота варьируется от 4 до 12 г/л [5, 6], а анализ, проведенный AGROinform (Испытательной лабораторией «Agrochim» Республиканского центра прикладного почвоведения), показал среднюю концентрацию азота 2 г/л [7]. Средний показатель всех известных проб, полученных из школьных туалетов типа Ecosan в Молдове, составляет 6 граммов N на литр.

Анализируя варьирование концентрации азота в моче, в идеальном варианте содержание азота следовало бы тестировать перед применением мочи в сельском хозяйстве, чтобы определить идеальные пропорции. Однако по причине стоимости и сложности анализа мочи, это, как правило, на практике невозможно. Следовательно, при расчете пропорций применения удобрения рекомендуется учитывать среднюю величину в 6 граммов азота на литр мочи.

Требования растений к питательным веществам

Растения нуждаются в свете, воде, структуре для развития корней и питательных веществах для роста. В общем, обогащение питательными веществами посредством удобрения увеличивает урожайность растений. Однако если остальные факторы, помимо питательных веществ (например, вода, свет, кислотность, минерализация или температура), ограничены, то добавление питательных веществ к увеличению урожая не приведет.

Количество питательных веществ, необходимых для удобрения культур, зависит от культуры и от содержания питательных веществ в почве. В идеальном варианте, содержание питательных веществ в почве анализируется для расчета необходимого количества удобрений. Однако в случае применения мочи их школьных туалетов Ecosan, анализ почвы, как правило, будет нецелесообразным, поскольку его стоимость не оправдывается в случае применения в малых масштабах. Следовательно, дозировать удобрения следует на основании средних значений необходимого содержания питательных веществ для культур.

Представленная ниже таблица представляет рекомендации по применению азота для растений, чаще всего выращиваемых в Молдове, а также рекомендуемые периоды применения. Данные взяты из Руководства по применению удобрений на мировом уровне (BASF World Fertilizer Use Manual) [9].

Таблица 5: Рекомендации по применению азота для культур, обычно выращиваемых в Молдове

Культуры	Максимальные требования по культурам (кг N/га)	Период применения
Кукуруза, пшеница	180	Один раз до посадки

Картофель	200	Один раз до посадки
Помидоры	250	50 кг до посадки, 3 раза по 66 кг в течение периода роста
Огурцы	100	Разделить и применять каждые 2 недели
Перец	300	100 кг до посадки, 200 кг разделить для 3-5 применений после завязывания плодов
Виноград	40 (для урожайности менее 10 т/га) 120 (для более высокой урожайности)	Один раз в конце зимы или весной

Авторы исследований о применении мочи в сельском хозяйстве в Молдове рекомендовали следующие дозы азота, которые по пропорции схожи с вышеуказанными показателями:

- от 100 до 170 кг N/га для пшеницы и подсолнечника, ECOTOX [5, 6]
- 180 кг N/га для пшеницы, AGROinform [7].

Пропорция мочи, применяемой на поле

Таблица 6: Максимальная пропорция применения на культурах, на основании рекомендаций по применению удобрений согласно Руководству по применению удобрений на мировом уровне и среднему содержанию азота в моче, измеренного в школьных туалетах Молдовы

Культуры	Максимальные требования по культурам	Средняя концентрация азота в моче	Пропорция мочи, применяемой по циклу культуры	
			м ³ /га	л/м ²
Кукуруза, пшеница	180	6	30	3
Картофель	200	6	33	3
Помидоры	250	6	42	4
Огурцы	100	6	17	2
Перец	300	6	50	5
Виноград (урожай < 10 т/га)	40	6	7	1
Виноград (высокая урожайность)	120	6	20	2

Пропорция мочи, которую следует применить на поле, рассчитывается на основании концентрации азота в моче и потребностей растений в азоте:

$$\text{Пропорция для применения} = \frac{\text{Потребности растения в азоте (кг/га)}}{\text{Концентрация азота в моче (г/л)} \times 10}$$

Таблица 6 обобщает максимальные пропорции применения мочи в отсутствии измерений концентрации мочи и питательных веществ в почве.

Следует учесть, что указаны общие пропорции применения на один цикл культуры. Если рекомендуется несколько применений на период цикла культуры, общую пропорцию необходимо разделить соответствующим образом.

Разбавление мочи

Мочу можно использовать без предварительного разбавления или после разбавления с водой. Разбавление подразумевает увеличение объема, который будет распределен и, соответственно, повышение эффективности рабочей силы, оборудования и энергии [2,3].

Преимущество разбавления заключается в сокращении риска применения слишком большого объема мочи, способного навредить растениям. Разбавление водой также способствует, в определенной мере, предотвращению неприятного запаха, поскольку моча быстро впитывается почвой.

Тем не менее, следует отметить, что по своим свойствам моча очень похожа на минеральные удобрения и не является более токсичной для растений или почвы, чем минеральные удобрения, используемые в обычном режиме. Если моча будет применяться в качестве удобрения в неразбавленном виде и в рекомендуемых пропорциях, риск повреждения растений исключается.

Для применения больших объемов мочи, например, из резервуаров мочи в рамках школьных туалетов, разбавление не рекомендуется, поскольку оно приведет к более дорогостоящему использованию мочи. Тем не менее, разбавление является необходимым в случае нанесения мочи на молодые растения, которые являются уязвимыми к большой разнице pH и солёности.

В случае небольших объемов мочи, например, из туалетов Ecosan/домашних хозяйств, мочу можно разбавлять по личному усмотрению.

Способ перевозки мочи из резервуара туалета на поле и способ ее применения/использования

В туалетах Ecosan, находящихся в рамках учебных заведений, моча собирается и хранится в больших резервуарах, расположенных в подвалах. Мочу необходимо выкачивать в контейнер для перевозки, который, как правило, является частью автомобиля или прицепа, не подлежащих перевозу трактором или лошадью. Лучшим средством для перевозки мочи и ее последующего применения на поле является оборудование, аналогичному тому, что используется для перевозки и применения отходов фермерской деятельности (навоза).

Выкачивание может осуществляться при помощи вакуумных насосов, подключенных к выхлопной трубе тракторов, оснащенных вакуумными насосами, установленными на контейнере, или отдельным мобильным оборудованием.

Необходимо позаботиться о том, чтобы не только жидкость была извлечена из цистерны для хранения, но и осадок, обогащенный питательными веществами, который находится на дне цистерны. Для этого может понадобиться смешивание/ взбалтывание содержимого до выкачивания.

При отсутствии больших контейнеров, установленных на прицепе или автомобиле, мочу также можно перелить в контейнеры меньшей емкости, которые можно перенести вручную или при помощи тянущих тележек, перемещаемых вручную.

Моча применяется на полях до посадки растений или в течение вегетационного периода.

Более эффективное нанесение мочи на поля до посадки возможно прямо из контейнера, расположенного на прицепе/автомобиле. Затем моча распределяется максимально однородно

согласно подсчитанной пропорции. Это проще всего сделать путем установления трубы с обычным вентиляем для открытия контейнера.



Рисунок 1: Вверху: Выкачивание мочи из школьных туалетов в мобильную цистерну. Посередине: вакуумный насос, подключенный к выхлопной трубе трактора. Внизу: использование импровизированного механизма для распределения мочи перед посевом озимой пшеницы.

Мочу следует наносить на растения в течение вегетационного периода близко к земле, рядом с растением, избегая распыления мочи на растение. Лучше это сделать вручную, при помощи шланга, подсоединенного к контейнеру, или распылителя.

При наличии больших объемов мочи, наиболее эффективно использовать мочу следует для таких культур, как кукуруза, картофель, поскольку она может быть применена в виде разовой дозы до посадки. В этом случае, моча может быть нанесена полностью при помощи механического оборудования.

Небольшие объемы мочи можно легко нанести вручную. В этом случае, моча также может быть применена к овощам, которые требуют несколько доз в течение всего вегетационного периода.

В случае если мочу необходимо применить на школьных огородах или для удобрения парковых деревьев или цветов, далее ее следует извлечь из цистерн для хранения в нескольких емкостях в течение вегетационного периода.

Здравоохранение и управление рисками

Моча, как правило, является стерильной при выведении из организма и не содержит каких-либо бактерий, которые провоцируют заболевания (бактерии, вирусы, простейшие, яйца червей). Но в туалете могут иметь место некоторые перекрестные заражения с фекалиями, содержащими микробы. Таким образом, существует определенный потенциальный риск для здоровья в процессе манипуляций и использования мочи в сельском хозяйстве. Риск можно свести к минимуму посредством различных мер безопасности.

Меры безопасности, которые помогут свести к минимуму риски для здоровья от использования мочи [1, 2, 3, 4]:

Сбор мочи – моча, как правило, является стерильной; основные результаты риска перекрестного загрязнения туалетной дефекации. Сокращение риска загрязнения мочи и фекалий значительно снизит содержание микробов в моче. Перекрестное загрязнение происходит в основном, когда фекалии проникают в унитаз, в котором собирается моча. Надлежащее обучение пользователей правильному пользованию туалетом и частой чистке туалетов – эффективные меры по сокращению риска перекрестного загрязнения фекалиями.

Хранение мочи – После того, как микробы, провоцирующие заболевания, выводятся из организма спустя некоторое время, они погибают. Хранение мочи в течение длительного времени способствует окончательной гибели микробов. Благодаря хранению мочи, повышается уровень pH, который в дальнейшем способствует гибели микробов. В целом, мочу необходимо хранить в течение 6 месяцев в общественных учреждениях (для мочи из индивидуальных туалетов достаточно месяца), что способствует окончательной гибели содержащихся в ней микробов. Согласно результатам анализов мочи, хранимой в школьных туалетах Молдовы, микробы, провоцирующие заболевания, в ней отсутствуют [5,6,7]. Небольшие объемы мочи в рамках домашних хозяйств могут быть применены прямо, без хранения.

Предотвращение использования свежей мочи – туалеты Ecosan оснащены двумя резервуарами. Это способствует заполнению резервуара, в первую очередь, и хранению мочи, по крайней мере, в течение 6-ти месяцев после заполнения и закрытия резервуара. После этого, второй резервуар

может наполняться по мере хранения мочи в первом резервуаре. Данная система исключает переработку, и использование свежей мочи, которая может содержать активные микробы.

Сокращение непосредственного воздействия мочи на человека – Риски для здоровья, вызванные потенциальными микробами, содержащимися в моче, появляются только в случае, если люди находятся в непосредственном контакте с мочой. Таким образом, исключение непосредственного контакта с мочой людей позволит сократить риск инфекции. Для того, чтобы исключить непосредственный контакт с мочой на всех этапах манипуляций мочи и во время ее применения в качестве удобрения, всегда используйте защитную одежду (перчатки, сапоги, одежду) и избегайте разлива или ненужного разбрызгивания мочи во время ее манипуляций.

Сокращение воздействия мочи на сельскохозяйственную продукцию – для сокращения рисков для здоровья потребителей продукции, удобренной мочой, следует избегать применения мочи на съедобные части, а мочу следует применять близко к земле и прекратить ее применение за 4 недели до сбора урожая.

Ограничения в отношении растений – технические культуры обрабатываются перед потреблением (например, пшеница, кукуруза), а цветы и деревья не вызывают какого-либо риска для потребителей. Таким образом, необходимо принять вышеописанные меры безопасности в случае удобрения посевов мочой.

Многочисленные барьеры: принятие нескольких из вышеперечисленных мер обеспечивает дополнительную безопасность.

4 Использование или эвакуация компоста

Свойства компоста Ecosan

В туалетах Ecosan, фекалии собираются при помощи дренажного и дезинфицирующего агента (опилки, зола, известь или почва), затем подвергаются процессу разложения, в определенной степени. Продукт, полученный в результате этого процесса, называется компостом.

Несмотря на то, что общее количество питательных веществ, выводимых из организма с фекалиями, ниже, чем в случае мочи, концентрация питательных веществ, особенно фосфора и калия, выше в фекалиях. А при использовании в качестве удобрения, компост, полученный из фекалий, может способствовать значительному увеличению урожайности растений. Кроме того, компост содержит органические вещества, которые повышают способность почвы удерживать воду и тампонировать ионы, а также улучшают структуру почвы

Свежие фекалии могут содержать высокие концентрации патогенных микроорганизмов таких, как бактерии, вирусы, яйца червей. Хранение в отсеках для сбора снизит в значительной степени содержание патогенных микроорганизмов в компосте. Гибель патогенных микроорганизмов ускоряется в жестких условиях в отсеках для сбора, в частности при высоких температурах, низкой влажности и высоком уровне pH золы или извести. Но некоторые патогенные микроорганизмы, в частности яйца червей, достаточно устойчивы и могут быть активными / заразными в течение длительного времени. Поэтому для окончательной гибели патогенных микроорганизмов компост необходимо хранить в течение минимум 2-х лет – мера, обеспечивающая безопасное использование компоста [1,4].

Обработка, повторное использование или эвакуация компоста

Отсеки для сбора в рамках туалетов Ecosan проектируются с целью хранения фекалий в течение года или более длительного времени с момента наполнения и запечатывания отсека и до его очистки. Данная система позволяет избежать обработки свежих фекалий, которые являются потенциально заразными. Рекомендуется использовать емкость для хранения, доступную в отсеках для сбора в рамках туалетов, в течение продолжительного времени и извлекать компост из отсека только после полного заполнения параллельного отсека.

Компост следует извлечь вручную, используя лопаты и грабли. Затем его можно перевезти при помощи ручных тележек, ковшей или мешков. Необходимо избегать прямого контакта с компостом, для этого абсолютно необходимо использовать защитную одежду. Кроме того, во избежание вдыхания пыли при манипуляциях с сухим компостом, можно использовать дыхательную маску. Инструменты, используемые для извлечения компоста, должны быть тщательно очищены после окончания работы.

В случае школьных и индивидуальных туалетов типа Ecosan, имеются следующие два варианта по использованию или извлечению компоста в сельском хозяйстве:

1-й вариант: Хранение компоста и его применение в растениеводстве

Компост следует хранить, по крайней мере, один год в отсеке для сбора туалета после его запечатывания.

Через год, компост может быть извлечен из отсека для сбора и помещен на кучу, к которой у людей нет доступа, где его следует хранить еще в течение одного года. Фекалии также могут быть смешаны с растительным материалом и навозом в целях производства компоста. Куча должна быть покрыта толстым слоем почвы (>20 см).

Если компост хранится, по меньшей мере, два года в отсеке для сбора туалета, нет необходимости хранить его в течение дополнительного периода времени за пределами туалета. После 2-х лет хранения (2 года в отсеке для сбора или 1 год в отсеке для сбора и 1 год за пределами туалета, на куче), компост может быть использован в качестве удобрения и материала для удобрения почвы, путем применения компоста, полученного аналогично обычному компосту.

В качестве необходимой меры предосторожности, компост должен быть покрыт слоем почвы и не может быть использован для растений, съедобные части которых находятся в контакте с почвой (например, клубника или огурцы, сахарная свекла, редис).

2-й вариант: Захоронение компоста

После года хранения внутри туалета, компост также можно закопать в яме, вырытой в безопасном безлюдном месте. Яма должна быть достаточно глубокой для вмещения всего объема компоста, а также покрыта 30 см слоем почвы позже.

Над ямой можно высадить дерево или кустарник. Компост будет способствовать росту дерева в течение многих лет.

5 Библиография

[1] WHO, 2006: Ghid pentru utilizarea sigură a apelor uzate, excrementelor și apei murdare, Organizația Mondială a Sănătății, Geneva, ISBN 92-4-154686-7. / ВОЗ, 2006 г.: Руководство по безопасному использованию сточных вод, экскрементов и грязной воды, Всемирная организация здравоохранения, Женева, ISBN 92-4-154686-7.

[2] Anne Richert, Robert Gensch, Hakan Jönsson, Thor-Axel Stenström și Linus Dakerskog, 2010: Recomandări practice privind utilizarea urinei în producerea culturilor agricole, Institutul de Mediu din Stockholm, ISBN 978-91-86125-21-9/ Анна Ричерт, Роберт Дженш, Хакан Йонссон, Тор Аксель Штенстрём и Линус Дакерског, 2010 г.: Практические рекомендации по использованию мочи в выращивании сельскохозяйственных культур, Институт экологии г. Стокгольм, ISBN 978-91-86125-21-9

[3] Хакан Джонсон, Анна Ричерт Штинтзинг, Бьёрн Виннерас, Ева Саломон, 2004 г.: Руководство по утилизации урины и фекалий в производстве сельскохозяйственных культур, Шведский институт по борьбе с инфекционными заболеваниями / Håkan Jönsson, Anna Richert Stinzing, Björn Vinnerås, Eva Salomon, 2004: Ghid de utilizare a urinei și fecalelor în producerea culturilor agricole, Stockholm Environment Institute. Stockholm, ISBN 91-88714-94-2.

[4] Каролин Шённинг и Тор Аксел Штенстрём, 2004: Руководство по безопасной утилизации урины и фекалий в экологических санитарных системах, Шведский институт по борьбе с инфекционными заболеваниями / Caroline Schönning and Thor Axel Stenström, 2004 г.: Ghid pentru utilizarea sigură a urinei și fecalelor din sistemele de sanitație ecologică, Stockholm Environment Institute, Stockholm, ISBN 91 -88714-93-4.

[5] Plămădeală Vasile, Rusu Alexandru, Elena Zubcov, Lucia Bilețchi, Ludmila Bulat, Natalia Bîstrova, Palamarciuc Nicolae, Șubernețkii Igor, Nina Bagrin, 2011: Recomandări provizorii pentru utilizarea urinei umane ca fertilizant în agricultură în zona centrală a Moldovei, Laboratorul Îngrășăminte Organice și Fertilitatea Solului al Institutului de Pedologie, Agrochimie și Protecție a Solului „N.Dimo”, Laboratorul de Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie, ECOTOX, Chisinau, ISBN 978-9975-106-62-7/Плэмэдялэ Василий, Руссу Александр, Зубков Елена, Лучия Билецки, Людмила Булат, Паламарчук Николай, Шубернецкий Игорь. Нина Багрин, 2011 г.: Промежуточные рекомендации по использованию мочи человека в качестве удобрения в сельском хозяйстве в центральной части Молдовы, Лаборатория органических удобрений и плодородия почвы при Институте почвоведения, агрохимии и защиты почв им. Н. Димо, Лаборатория гидробиологии и экотоксикологии при Институте зоологии, ECOTOX, Кишинев, ISBN 978-9975-106-62-7.

[6] Thierry Umbehr, 2011: Recomandări provizorii pentru utilizarea urinei umane în calitate de fertilizant în agricultură – traducere sumară și vizualizare din lucrarea:: Elena Zubkova et al., 2011 Recomandări provizorii pentru utilizarea urinei umane ca fertilizant în agricultură în zona centrală a Moldovei, Chișinău/ Тьерри Умбер, 2011 г.: Промежуточные рекомендации по использованию мочи человека в качестве удобрения в сельском хозяйстве – перевод краткого содержания и введения работы:: Елена Зубкова и др. 2011 г., Промежуточные рекомендации по использованию мочи человека в качестве удобрения в сельском хозяйстве в центральной части Молдовы, Кишинев.

[7] Federația Națională a Agricultorilor din Moldova AGROinform, 2011: Raport nr.2 privind evoluția Proiectului Împrăștiere Urinei Umane ApaSan/AGROinform (“ApaSan/AGROinform Urine Spreading Project”) în perioada Iunie 2011 -August 2011, Chișinău / Национальная федерация фермеров Молдовы AGROinform, 2011 г.: Отчет № 2 о ходе реализации проекта ApaSan по распространению

мочи / AGROinform (“AraSan/AGROinform Urine Spreading Project”) в период с июня 2011 г. по август 2011 г., Кишинев.

[8] WISDOM, 2010: Evaluarea potențialului socio-economic privind utilizarea excrementelor umane din veștile ecosan în agricultură, Raport prezentat proiectului ApăSan, Chișinău/ WISDOM, 2010 г.: Оценка социально-экономического потенциала по использованию человеческих экскрементов из туалетов типа Ecosan в сельском хозяйстве, Отчет, представленный в рамках проекта «AraSan», Кишинев

[9] W. Wichmann, 1992: Manual pentru utilizarea îngrășămintelor la nivel mondial, BASF AG, Germania / У. Уичмэн, 1992 г.: Руководство по использованию удобрений на мировом уровне, BASF AG, Германия [<http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/World-Fertilizer-UseManual>]