

ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПОДСТИЛКИ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ



Ika Djukic

Email: ika.djukic@umweltbundesamt.at

2016/08/02

Перевод

Евгений Александрович Давыдов

Email: eadavydov@yandex.ru

Разложение подстилки создает один из крупнейших потоков в глобальном наземном цикле углерода и разнообразные широкомасштабные эксперименты, сосредоточенные на этом фундаментальном почвенном процессе, уже проводились. Хотя чаще всего они были организованы на примере подстилки, специфичной для определенной местности, и разработка методологии сравнения сходных данных полученных в разных экспериментах до сих пор представляет большие трудности из-за отсутствия общей методики и стандартных матриц данных. Метод чайного пакетика (Keuskamp et al., 2013) простой, стандартизированный, дешевый и экономичный по времени, предполагающий использование двух типов чая: ройбуша, характеризующегося низкой скоростью разложения и зеленого чая, разлагающегося быстрее. Преимущество заключается в том, что эти, продающиеся повсеместно виды чая, представляют собой готовые пакетики с "подстилкой" с ничтожными различиями по сравнению с пакетиками, изготовленными разными исследователями для изучения разложения подстилки. В ходе «чайной» инициативы мы хотим изучить скорость разложения подстилки на долговременной основе, и, следовательно, **долговременную динамику углерода** (как потерю, так и связывание углерода подстилкой) и **главные движущие силы этого процесса в существующем климате и предполагаемых климатических изменениях** в мировом масштабе. Метод чайного пакетика – модифицированный метод, предложенный Keuskamp et al. 2013; изменения затрагивают следующие аспекты:

- Период инкубации: наша задача запустить инкубацию на период 3 года с несколькими моментами взятия образцов, чтобы получить данные средне- и долгосрочной скорости разложения подстилки. Запуском эксперимента на годы, а не на месяцы мы решаем проблемы сезонности и расчета времени, которые встают во время краткосрочной инкубации, и мы надеемся, что таким образом мы получим более достоверные результаты для соответствующих местообитаний / экосистем.
- Глубина инкубации: чай инкубируется в определенном почвенном слое, а не на определенной глубине, поскольку «необходимая глубина» может значительно различаться от места к месту и от экосистемы к экосистеме.

Определение начала исследований: мы стремимся начать исследования в одно и то же время в году (начало исследований будет установлено отдельно в Северном и Южном полушариях).

Поставка чая: UNILEVER, компания, которая производит чай Lipton, спонсирует "Чайную" инициативу, таким образом все участники получают чай из одной партии, что гарантирует соответствие первичному требованию однородности материала для всех мест.

Сетевой подход: "Чайная" инициатива – инициатива, которая пытается использовать существующие инфраструктуры глобальных сетей мониторинга и их данные, релевантные для понимания и исследования процессов разложения подстилки, и, таким образом, видится как эффективное по затратам дополнительное исследование.

Финансирование и ресурсы: «чайная» инициатива не имеет средств для оплаты затрат, возникающих в ходе выполнения проекта на местах. Инициатива - это своего рода предложение глобального сотрудничества, координирования и сравнения, которую уже приняли несколько сотен территорий. Имеется множество значимых преимуществ, предоставляемых участникам инициативы (описаны ниже) и мы верим, что запрашиваем относительно небольшие человеческие усилия, чтобы получить данные для регионов, в которых они в любом случае нуждаются сами, и попытка глобального объединения имеет большую ценность. Но следует помнить, что на это требуются некоторые ресурсы и особенно заинтересованность на местах.

Выгоды:

1) Метод дает простую меру для изучения разложения подстилки, динамики и запаса углерода. Эта простая мера – мощный инструмент для сравнительного анализа как внутри сети исследований, так и с данными других глобальных сетей.

2) Имея данные об одном из основных почвенных процессов, мы будем способны получить общие представления о влиянии климата и других факторов на разложение подстилки и, следовательно, на эмиссию парниковых газов и отклик наземных экосистем, а также о запасах углерода в различных экосистемах по всему миру.

3) В сети общие данные, имеющие отношение к разложению и циклу углерода, могут быть использованы для синтеза и анализа, а также для сравнения при изучении других факторов.

4) Результаты работы должны потенциально принести данные, которые можно использовать в высокорейтинговых журналах и для построения и верификации моделей.

Необходимые человеческие и прочие ресурсы:

Региональная группа должна обеспечить человеческий труд и ресурсы, необходимые для:

- Закладки чайных пакетиков и их сбора после инкубации.
- Очистки и взвешивания пакетиков после инкубации.
- Предоставления стандартной информации о месте (стандартные и общедоступные данные, известные для большинства мест).
- По возможности: параллельный запуск исследования с местной подстилкой.
- По возможности: химический анализ чая и почвы (мы не можем предоставить свои ресурсы, но можем подать заявку на проект, чтобы привлечь дополнительные средства).

Метод включает измерения веса чайного пакета до и после инкубации в поле, а разница в весе используется как мерилло разложения органического вещества. Это означает, что критически важно очень точно следовать методике. Например, **взвешивание** как до, так и после установки, **выемка и очистка** пакетов должны производиться максимально аккуратно, чтобы не потерять часть чая, что будет затем ошибочно интерпретировано как его разложение или не оставить частичек почвы или прочего "не-чая" на пакете после выемки, что будет ошибочно принято за неразложившийся чай. Более того, **необходимо неукоснительно соблюдать все условия опыта** (например, начало инкубации, экспозиция, глубина погружения в почву, время выемки, тип чая), то есть любое отклонение от методики должно предлагаться и обсуждаться до опыта.



Л и т е р а т у р а

Keuskamp J, Dingemans BJJ, Lehtinen T, Sarneel JM, Hefting MM. 2013. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 1070–1075.

МЕТОДИКА ЧАЙНОГО ПАКЕТИКА

Метод чайного пакетика с использованием 2-х типов пакетированого чая Lipton:

- **Green Tea (EAN no.: 8 722700 055525)** состав: чай 89%, ароматизатор 9.3%, лепестки розы 1%
- **Rooibos Tea (EAN no.: 8 722700 188438)** состав: ройбуш южноафриканский 93%, аромат гибискуса 1%

Компания UNILEVER спонсирует «чайную» инициативу. После заполнения формы, которую можно найти пройдя по разосланной ссылке, чай будет отправлен по Вашему адресу.

Расчет закладки и выбор мест/площадок/участков

Для того чтобы рассчитать сколько чайных пакетов Вам нужно, Вы должны спланировать и спроектировать работу, в первую очередь в отношении числа мест, площадок и участков, необходимых для исследования. Каждая закладка требует выбора ОДНОЙ площадки для инкубации 16-ти чайных пакетиков каждого типа (всего 32 пакетика) на двух участках (см. рис. 1). Например, если у Вас есть одна пробная площадь, Вам нужно заложить 2 участка и на каждом участке иметь 2 пакетика зеленого чая и 2 пакетика ройбуша для каждого момента взятия образцов, то есть: $1 \cdot (2 \text{ зелёный} + 2 \text{ ройбуш}) \cdot 2 \text{ участка} \cdot 4 \text{ взятия образцов}$, то есть всего 16 пакетов зеленого чая и 16 пакетов чая ройбуш. Аналогично, если Вы закладываете эксперимент с 4-мя экспериментальными и 4-мя контрольными площадками и Вы хотите на каждой из этих пробных площадей инкубировать чай, Вам понадобится $8 \cdot (2 \text{ пакета зеленого чая} + 2 \text{ пакета ройбуша}) \cdot 2 \text{ участка} \cdot 4 \text{ взятия образцов}$, то есть всего 128 пакетов зеленого чая и 128 пакетов ройбуша. Для пустынных территорий общее время инкубации может быть увеличено еще на 4 года, поскольку ожидается более медленная скорость разложения: то есть $1 \cdot (2 \text{ зелёный} + 2 \text{ ройбуш}) \cdot 2 \text{ участка} \cdot 8 \text{ взятий образцов}$,

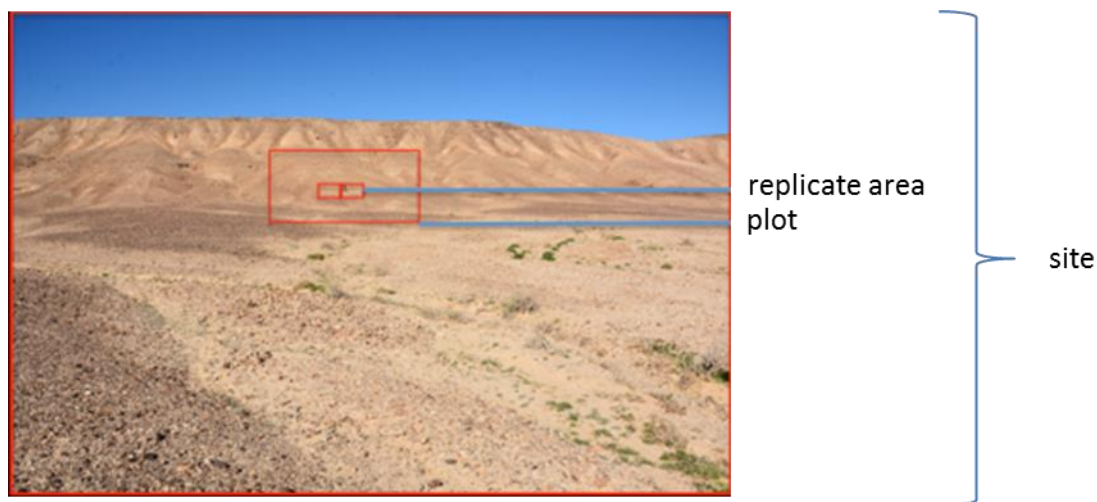


Рисунок 1: Термины место (site)/площадка (plot)/участок (replicate area)

1. Подготовка чайных пакетиков в лаборатории

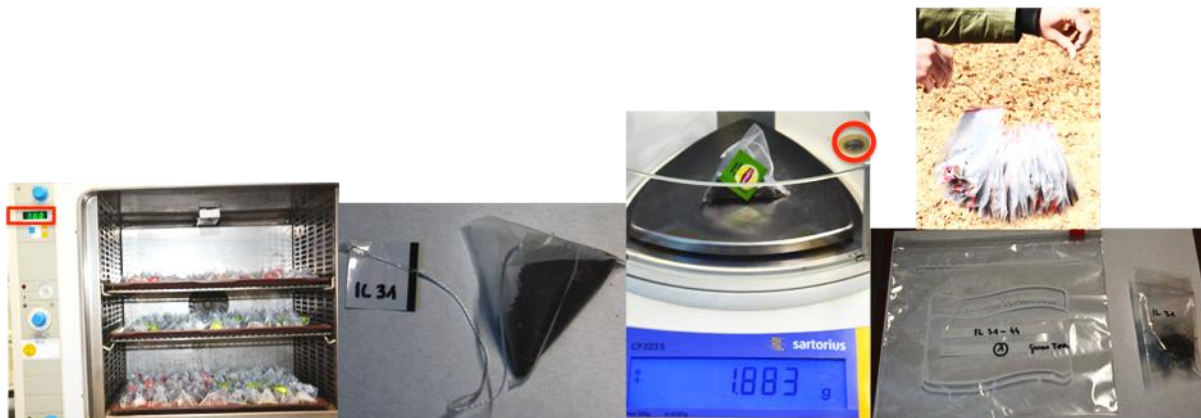


Рисунок 2: Этапы работы 1.1. -1.4

- 1.1. Для одной площадки (см. рис.1 для уточнения терминов место / площадка / участок в этой методике) необходимо высушить 16 пакетов зеленого чая и 16 пакетов чая ройбуш при 70°C в течение 48 часов. Для пустынных территорий Вам понадобится 32 пакета зеленого чая и 32 пакета чая ройбуш.
- 1.2. Промаркировать их на белой стороне ярлычка (Рис. 2.2) перманентным маркером, используя уникальный идентификатор (например, IL31, где IL=Израиль, 31 - 31-й образец, можно добавить G = зеленый чай или R = ройбуш). При необходимости может быть использована дополнительная маркировка.
- 1.3. Перед взвешиванием убедитесь, что весы стоят горизонтально (Рис. 2.3., расположение уровня на данной модели помечено красным кружком). Взвесьте пакеты, желателен с точностью до тысячной грамма (0,000) и запишите данные.
- 1.4. До закапывания храните взвешенные чайные пакетики в закрытых пластиковых пакетах (рис. 2.4). Вы можете упаковать и хранить все чайные пакетики для одного места/площадки в больших пакетах (отдельно для каждого типа чая), с пометкой, сколько чайных пакетов внутри (например, см. последнее фото на рис. 2), так, если Вы будете проводить работы в нескольких местах, у Вас будет один пакет с зеленым чаем и один с чаем ройбуш для каждого места (то есть 2 пластиковых пакета для каждого места). В случае если существует риск потери чая в ходе транспортировки, Вам необходимо запаковать каждый чайный пакетик в индивидуальный пластиковый герметичный пакет и поместить все индивидуальные пакеты в большой маркированный пакет, как рекомендовано выше, или нанизав их на шнур (рис. 2.5). Убедитесь, что в период транспортировки пакеты не повредятся, и Вы не потеряете чай по пути. Если это произошло, Вы должны скорректировать начальный вес оставшегося чая путем повторного взвешивания перед закапыванием.

2. Установка в поле:

- 2.1. Выберите 2 однородных участка (минимальная площадь 1 м²) в каждом месте, где будут установлены пакетики с чаем. Если Вы работаете с пробными площадями, расположение и конфигурация участков должны соответствовать пространственным возможностям и отвечать целям исследования. Сделайте фотографию (в формате jpg) как всего местообитания, так и площадки. Фото должно иметь разрешение, как минимум 2000 x 1500 пикселей.
- 2.2. Площадка должна быть покрыта однородной растительностью с одними доминантными видами и тип растительности должен быть одинаковым на обоих участках.
- 2.3. Выберите ровное место или, если это невозможно, место с небольшим уклоном (избегайте крутых склонов или выровненных мест на склоне) и опишите его топографически (как пример, см. таблицу 1).
- 2.4. Укажите географические координаты (WGS), высоту над уровнем моря. Выбранные площадки должны иметь сходную экспозицию; в Северном полушарии экспозиция должна быть южная (юго-западная, юго-восточная), в Южном полушарии – северная (северо-западная, северо-восточная).

- 2.5. Опишите растительность на каждой территории, по крайней мере, на уровне биотопа (как пример см. таблицу 1). Сделайте фотографии.
- 2.6. Укажите тип почвы (например, подзолистая, чернозем), мощность почвы (от поверхности до материнской породы; см. таблицу 1) и материнскую породу (места должны иметь одинаковую подстилающую породу). Сфотографируйте почвенный профиль (Рис. 3а). Пожалуйста ознакомьтесь со следующей дополнительной информацией по ссылке: <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>.



Рисунок 3а: Пример почвенного профиля

2.7. Для сельскохозяйственных угодий:

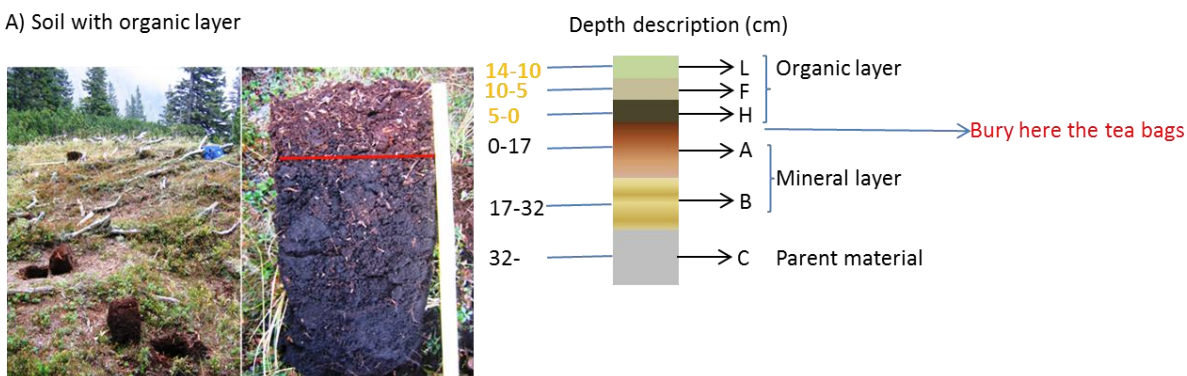
- Если почва не обрабатывается и покрыта постоянной растительностью, как например луга, изучение разложения подстилки может проводиться сходным образом. Если почва обрабатывается, может быть предложено как минимум 2 варианта площадок:
 - 1) Одна площадка в месте, где не производится кошение, выпас или внесение удобрений.
 - 2) Одна площадка с однократным или двукратным ручным кошением, без выпаса или внесения удобрений.
 - 3) Возможны и приветствуются и другие комбинации, но для согласованности данных каждое место должно иметь как минимум одну пробную площадку, организованную, как описано в п. 1 или 2.

- В местах с ежегодной вспашкой и интенсивной обработкой почвы исследование может быть адаптировано и должно соответствовать следующим критериям:
 - 1) Закладка чайных пакетиков в поле с растущей на нем культурой (не в голую землю).
 - 2) Получение информации от фермеров о последовательности операций на поле, удобрениях и рыхлении и выбор полей с наиболее сходной последовательностью и режимом обработки.
 - 3) Инкубировать чай, как минимум 3 мес. и повторить закладку в течение следующих 3-х лет.

Таблица 1: Пример описания места

Высота	1920 м над ур. м.
Склон	26%
Экспозиция	200° / S-SW
Координаты (WGS)	N: 47°36`07,05" / E: 015°05`37,2"
Топография	Форма склона: линейный склон, несколько долин и выходов скал. Длина склона: 300 м. Положение: боковой склон.
Почва	Материнская порода: известняк; Тип почвы: Leptosol (IUSS Working Group WRB, 2006). Средняя мощность почвы 19 см. Подстилка развита слабо. 5-сантиметровый слой травянистого войлока покрывает почву.
Биотоп	Альпийский луг, горный сосновый стланик.
Древесный ярус	Отсутствует
Кустарниковый ярус	<i>Vaccinio myrtill-Pinetum montanae</i> Кустарничник с доминантом <i>Pinus mugo</i>
Травянистый ярус	<i>Carex firma</i> grassland / <i>Festuca pumila-Agrostis alpina</i> grassland (замкнутый)

A) Soil with organic layer



B) Soil without organic layer

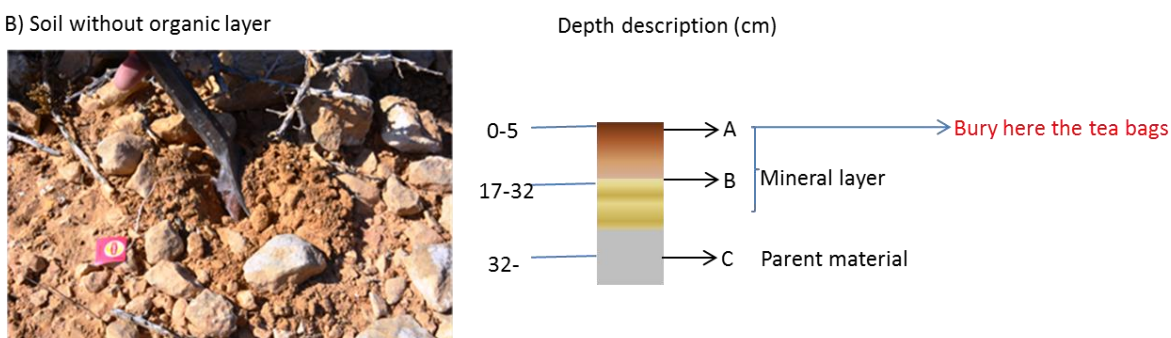


Рисунок 3b: Этапы работы 2.7. - 2.9. Органический горизонт (L – растительный опад, F – зона ферментации, где растительный материал начинает разлагаться, H - гумус), минеральный горизонт (A – верхний слой почвы – смесь органического и минерального материала, B - подпочва), материнская порода (C). Надпись красным - место закладки чайного пакетика.

- 2.8. Возьмите 3 почвенных образца (приблизительно по 100 г) из почвенного горизонта Ah (~5-0 см после удаления подстилки, см. рис. 3b) в каждом месте для анализа основных характеристик почвы – это необходимо, только если нет доступных данных о почве (см. п. 5). Собранная почва должна быть высушена на воздухе и просеяна через 2 мм сито для последующего анализа. Образцы почвы могут быть взяты в любой момент взятия образцов в течение 3-х лет эксперимента.
- 2.9. В Северном полушарии начинайте закладку в июне 2016 года, в Южном – в декабре 2016 года. В пустынных областях работы начинаются в октябре 2016.
- 2.10. Зафиксируйте дату начала инкубации. Это важно для планирования времени повторных наблюдений, которые Вы должны запланировать.
- 2.11. Поместите 8 пакетиков зеленого чая и 8 пакетиков чая ройбуш на каждом участке в минеральный Ah горизонт (0-5 см, рис. 3b). На каждой площадке закладываются два участка, что означает, что Вам потребуется по 16 пакетов чая каждого сорта на одну площадку (см. рис. 4). Укажите в Вашем бланке описания почвы (шаг 2.6) точную глубину установки. В пустынных территориях заложите по 32 пакета каждого сорта чая на каждом участке, то есть 64 пакета зеленого чая и 64 пакета ройбуша.
- 2.12. По 8 пакетиков каждого чая будут установлены на четырех парах "установочных линий" в каждой из которых 2 пакетика зеленого чая и 2 пакетика чая ройбуш. Каждая линия должна быть длиной 40 см, чтобы позволить разместить на ней 4 пакета чая с расстоянием около 10 см между соседними пакетиками (рис. 4). Вдоль каждой установочной линии проделайте 4 вертикальных щели 5 см глубиной, затем врежьте горизонтально, осторожно приподнимите слой почвы и поместите чайный пакетик в Ah минеральный почвенный горизонт (~0-5см, рис. 3b) так, чтобы только ярлычок остался снаружи. Помещайте каждый следующий пакетик на расстоянии около 10 см. Располагайте пакетики в линии по возрастанию номеров, так чтобы если ярлычок с номером потеряется, Вы могли восстановить потерянный номер по номеру

предыдущего или последующего пакета. На всякий случай помечайте начало и конец линии из 4-х пакетов металлическим колышком с номером, с тем, чтобы в случае потери ярлычков, номера могли быть восстановлены по возрастанию (см. рис. 4). Металлические колышки также удобны для поиска с помощью металлодетектора, если участок будет покрыт толстым слоем подстилки. Если веревочка с ярлычком отвалится от пакетика, возьмите с собой степлер, чтобы прикрепить его обратно.

2.13. Пометьте участки, чтобы Вы смогли их легче найти. Зарисуйте схему установки пакетиков (рис.4).

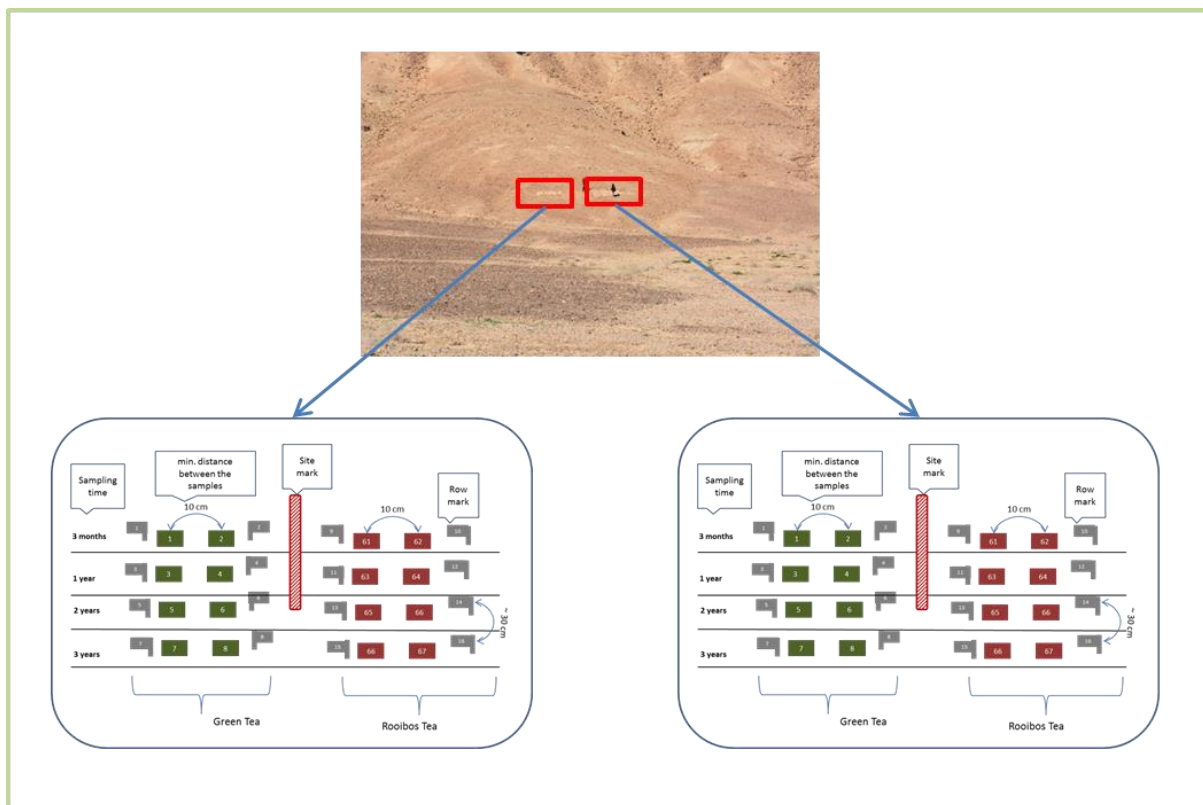


Рисунок 4: Схема постановки исследования (см. дополнения для пустынных территорий)

3. Retrieval of tea bags

- 3.1. Запланируйте даты извлечения пакетов в Вашем рабочем графике. Чайные пакеты должны извлекаться после 3, 12, 24 и 36 месяцев инкубации (в пустынях также после 48, 60, 72, 84 месяцев) следующим образом. На каждом участке выньте 2 пакета зеленого чая и 2 чая ройбуш (не тяните за шнур, а приподнимите слой почвы, чтобы достать пакетик) – то есть одну установочную линию, по 4 пакета с каждого участка на площадке.
- 3.2. Если пакетик поврежден или Вы нашли его на поверхности, пожалуйста, зафиксируйте это в протоколе, информация может быть важной при обработке данных.
- 3.3. Поместите каждый чайный пакетик в индивидуальный пластиковый пакетик и проверьте информацию на ярлычке. Если информация трудно читаема или утеряна, восстановите номер по предыдущему или последующему в ряду и снова напишите его на ярлычке.
- 3.4. Повторите процедуру по извлечению пакетов после 12, 24, and 36 месяцев (и после 48, 60, 72, 84 месяцев в пустынях).

4. Обработка чая в лаборатории



Рисунок 5: Шаги 4.1. – 4.6 – Обработка инкубированного в почве чая.

- 4.1. Начинайте обработку как можно быстрее (предпочтительно в течение недели после взятия образцов).
- 4.2. Вручную очистите чайные пакетики от корней, почвы и т.п. (будьте осторожны, чтобы не потерять чай, и убедитесь, что вся почва и растительные остатки удалены, чтобы избежать ошибок взвешивания).
- 4.3. Высушите пакеты при 70°C в течение 48 часов. При необходимости удалите оставшуюся почву.
- 4.4. Перед взвешиванием убедитесь, что весы горизонтально выровнены по уровню (рис.2.3). Эtiquетируйте пакетик из кальки (страна / место / код образца / тип чая, время инкубации, дата) и взвесьте его. Откройте чайный пакетик и переместите чай в пакетик из кальки. Взвесьте каждый пакетик желательнее до тысячной грамма (0,000) и запишите вес. Закройте пакетик из кальки полоской скотча.
- 4.5. Сделайте пометку, если пакетик был поврежден или найден на поверхности земли.
- 4.6. Используйте средний вес нового пакетика (0.283 г), чтобы оценить вес чая перед инкубацией.
- 4.7. Если почва попала в пакетик и не может быть легко удалена очищением извне, и вес инкубированного чая превышает вес чая до инкубации, образец должен быть сожжен в муфельной печи (550°C) и полученная масса вычтена из массы инкубированного чая.

5. Необходимые дополнительные данные:

Для того, чтобы была возможность интерпретировать данные об изменениях массы подстилки и связать их с возможными движущими силами разложения подстилки, должны быть собраны дополнительные данные. Ниже перечислен минимум необходимой информации, которая должна быть представлена за период инкубации (июнь 2016-июнь 2019):

- Среднегодовая температура воздуха (°C).
- Среднегодовое количество осадков (мм).
- Среднегодовая амплитуда температур (средняя температура самого теплого месяца – средняя температура самого холодного месяца / 2).
- По возможности – температура почвы (на глубине 5 см; ежедневный замер).
- По возможности – влажность почвы (на глубине 5 см; ежедневный замер).
- По возможности – основные почвенные параметры (pH, ОС, Нобщ.), почвенные элементы (P, S, K, Ca, Mg, Mn) тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd). Ah минеральный горизонт; один раз за время инкубации (3 года).

- По возможности – во время каждого взятия образцов, по крайней мере, один образец с экспериментальной и контрольной площадки должен быть проанализирован на элементы: ОС-подстилки, N-общий, P, S, K, Ca, Mg, Mn, танины, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd). Если позволят ресурсы, будет исследован один образец из каждой выборки.

Я разрабатываю электронный он-лайн шаблон, который должен быть заполнен необходимыми данными. В любом случае, собранная информация может быть направлена по электронной или обычной почте:

Ika Djukic
Environment Agency Austria
Brigittenauer Lände 50-54 (3th floor)
1203 Vienna, Austria
E-mail: ika.djukic@umweltbundesamt.at

6. Результаты, выгоды, данные и права на интеллектуальную собственность

Данные будут собраны в общую базу данных с ограниченным доступом, открытую для всех вкладчиков данных. Эта база данных позволит обобщить данные и оценить скорости разложения подстилки в пределах сети (Задача 1) и запустить анализ влияния ключевых факторов изменений (климат, почва, менеджмент территории, виды деревьев, разнообразие растений и т.д.; Задача 1 и Задача 3) на ключевые процессы динамики разложения чая и (потенциально) природной подстилки (Задача 2). В дополнение, база данных будет сопоставлена со сходными базами данных из других сетей экосистемных наблюдений, для глобального анализа и моделирования (Задача 4). Данные будут доступны для всех партнеров в сети, которые внесли свой вклад, и могут быть использованы, при условии открытости процесса, когда о желании использования данных их владелец будет запрошен с возможностью взаимодействовать по этому вопросу. Предполагается, что на основе этой деятельности будет подготовлена одна статья с широкими обобщениями и всем участникам, внесшим свой вклад, будет предложено соавторство. Для дальнейших работ, мы примем те же правила использования данных, как и в других глобальных сетях (ILTER, NutNet, Drought-Net etc.) и будем следовать Ванкуверской методике. Это означает, что локальные данные могут быть использованы, что не дает автоматического права соавторства, поскольку признается, что соавторство требует академического и научного вклада, а не самого по себе внесения данных. Дальнейшее право на соавторство, таким образом, требует более значительного вклада, чем просто внесение данных.

В итоге, на выходе мы будем иметь:

- Общую базу данных с доступом всех вкладчиков.
- Увязку базы данных с другими глобальными базами данных.
- Одну высокорейтинговую публикацию, включающую всех участников. Срок опубликования результатов краткосрочного эксперимента по разложению подстилки (3 месяца) около года после сбора данных.
- Будущие возможности для локального, регионального и масштабного анализа краткосрочной (3 месяца) и долгосрочной (до 3-х лет) динамики подстилки и углерода, в связи с ключевыми факторами изменений.
- Будущие возможности для развития моделей на основе динамики разложения чая и природной подстилки.

ДОПОЛНЕНИЯ (по возможности)

Этот метод не дает действительного значения потери углерода и скорости разложения подстилки, поскольку чай не эквивалентен настоящей местной подстилке, но скорость разложения чая может быть соотнесена со скоростью разложения подстилки, например при одновременной инкубации чая, и настоящей подстилки и последующем моделировании. Таким образом, было бы перспективно закладывать в почву чайные пакеты вместе с пакетами с местной подстилкой или использовать для исследования места с уже имеющимися данными о скорости разложения растительной подстилки.

7. Пакетики с природной подстилкой

7.1. Соберите интактные (цельные) опавшие листья двух доминантных видов (с различным качеством подстилки) и высушите их при 70°C до постоянной массы.

7.2. Сделайте треугольный пакет для подстилки из полиэтиленовой сетки (10x10 см, с ячейкой 0.25мм)

7.3. Поместите в каждый пакетик примерно 2 г (измельченного) одного типа листвы. Запишите вес и присвойте пакету уникальный номер.

7.4. Далее проделайте то же что и с чайными пакетиками. (п. 2, 3, 4, 5).

7.5. По возможности во время каждого отбора образцов, возьмите, по крайней мере, один смешанный образец из контрольной и экспериментальной площадки для следующего анализа: ОС подстилки, Нобщ., P, S, K, Ca, Mg, Mn, танины, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, тяжелые металлы (Cu, Zn, Pb, Cd). При наличии больших ресурсов проанализируйте один образец с каждого участка.



Рисунок 6: Пакетик с подстилкой

7.6. По возможности определить для каждого типа подстилки химические фракции (AWEN): (1) растворимые в кислотах, 2) растворимые в воде, 3) растворимые в этиловом спирте (4) не растворимые, если они не указаны на сайте Yasso07 (<http://www.syke.fi/projects/yasso>).

7.7. Отдельно будут предложены методы для рекомендуемых анализов, и будут обсуждаться возможности проведения анализов в одной лаборатории.