

Вермикомпостирование: технологии и перспективы

Александр Иванович Попов



*Санкт-Петербургский государственный
университет
Биолого-почвенный факультет
Кафедра почвоведения и экологии почв
Российская академия естественных наук*



Одной из основных проблем крупных городов России является проблема утилизации отходов производства.

Эту проблему можно решить путём строительства биофабрик по его переработке и получению ценного сырья для промышленности, что приведёт также к сокращению и ликвидации полигонов для их захоронения.

Одним из путей решения данного вопроса может служить ***вермикультивирование***.

Вермикультивирование (от лат. *vermis* – червь + *культивирование* – выращивание, разведение) – это искусственное разведение червей, так называемых «дождевых», используя в качестве трофического субстрата различные органические отходы естественного происхождения.

Вермикультивирование состоит из двух самостоятельных чаще всего пространственно совмещенных (т. е. происходящих в одном месте) процессов:

- из собственно ***вермикультивирования***;
- ***вермикомпостирования***.


Вермикультивирование



Конечный продукт вермикультивирования –
биомасса червей, а вермикомпостирования –
вермикомпост.



Технологические линии вермикультивирования отличаются только биотехнологическими параметрами основных процессов и могут осуществляться на одних и тех же производственных площадях, при этом набор необходимого технологического оборудования не меняется.



Основные отличия вермихозяйств разных стран сводятся к следующим различиям:

техническому оснащению, условиям содержания червей, способам их выгонки, интенсивностью подготовки отходов (например, пропарка и брикетирование отходов, пассивная или принудительная ферментация, внесение инертных органических или минеральных наполнителей) и так далее.

Общим же для всех вермихозяйств является совмещённость процессов переработки отходов (***вермикомпостирование***) и репродукции червей (***вермикультивирование***).

Биологическая сторона вопроса, в частности физиолого-поведенческая, обычно не принимается в расчёт.


Вермикультивирование (от верми... +
культивирование) – искусственное разведение
малощетинковых («дождевых») червей и
сопутствующих им представителей
микроскопических беспозвоночных и сообщества
грибов и микроорганизмов.

Вермикультура – малощетинковые («дождевые») черви, участвующие в вермикомпостировании.



Земляные или дождевые черви

(лат. *Lumbricina*) — подотряд малощетинковых червей из отряда *Harlotaxida* — одна из нетаксономических (несистематических) групп почвенных беспозвоночных животных, включающая преимущественно крупные почвенные виды червей.



Под названием «дождевые черви», объединены виды нескольких семейств класса олигохет (*Oligocheta*) – малощетинковых червей.

Насчитывается около 1500 видов малощетинковых червей, в основном в тропиках; в России – около 100 видов.

Земляные или **дождевые черви** обитают на всех континентах кроме Антарктиды, однако лишь немногие виды изначально имели широкий ареал: распространение ряда представителей произошло за счёт интродукции человеком. Наиболее известные европейские земляные черви относятся к семейству *Lumbricidae*.

Малощетинковые черви



Слева направо: обыкновенный дождевой червь, апорректода длинная, эйсения, трубочник

Число сегментов у малощетинковых червей изменчиво: от 80 до 450.

При передвижении дождевые черви опираются на короткие щетинки, расположенные на каждом сегменте кроме переднего.

Число щетинок изменяется от 8 до нескольких десятков (у некоторых тропических видов).

Длина тела представителей разных видов варьирует от 2 см (род *Dichogaster*) до 3 м (*Megascolides australis*).



Виды дождевых червей, используемые в вермикультивировании:

Виды умеренного климата

- *Eisenia fetida*; *E. f. fetida*; *E. f. andrei*
- *Eisenia andrei*
- *Dendrobena veneta*
- *Lumbricus rubellus*
- *Lumbricus terrestris*

Тропические виды

- *Perionix excavatus*
- *Eudrilus eugeniae*
- *Lampito mauritii*

На территории России почти исключительно в вермикультивировании используется навозный червь – *Eisenia fetida* и его подвиды *E. f. fetida* и *E. f. andrei*.

Коммерческое название этого червя – красный калифорнийский червь, считается, что он выведен селекционным путём из высокопродуктивной линии навозного червя (подвид – *E. f. andrei*).

Важная особенность этого адаптанта – утрата инстинкта покидать своё местообитание при неблагоприятных условиях среды.

Навозный червь (*Eisenia fetida*) характеризуется быстрым ростом, нетребовательностью к пище и широким распространением в естественных условиях. Этот вид червей хорошо вырабатывают липазу – фермент, который способствует разложению жиров. Напомним, что наличие жиров в пищевом субстрате способствует развитию гнилостных бактерий, среди которых отмечается большое количество патогенных форм.

Требования червей к условиям среды:

- температура,
- влажность,
- величина водородного показателя (pH) – кислотность субстрата,
- кислородный режим,
- биохимический состав пищевого субстрата,
- наличие электролитов

Температура субстрата, пригодная для жизнедеятельности навозных червей, находится в интервале 15...27° С, а оптимальная температура составляет 20...25° С.

Как более низкие, так и более высокие температуры действуют на жизнедеятельность червей угнетающе, хотя дождевые черви и неприхотливы к температурным условиям.

Влажность субстрата, в котором разводят червей, должна приближаться к состоянию полного насыщения (60...80 % от полной влагоёмкости).

Непродолжительное время черви выдерживают снижение влажности до 50 % от полной влагоёмкости.


Кислотность субстрата рекомендуется поддерживать на уровне pH ~ 5...8.

Дыхание у дождевых червей – кожное.

Кровь – красная, содержит гемоглобин.

Кровеносная система – замкнутая.

Дождевые черви являются типичными аэробами, т. е. организмами, которым для дыхания необходим кислород, поэтому в естественных условиях дождевые черви, обитают в поверхностном слое почвы.



При вермикомпостировании для обеспечения червей необходимым им количеством кислорода пищевой субстрат следует раскладывать относительно тонким слоем.

Важный фактор, влияющий на жизнедеятельность червей, – биохимический состав отходов, служащих им пищевым субстратом.

В составе органической составляющей пищевого субстрата должны присутствовать **белки** (не менее 15 %), **углеводы** (гемицеллюлозы и клетчатка – не ниже 20...25 %), **лигнин** (более 25 %), разнообразные минеральные вещества.

Черви нуждаются в веществах, богатых азотом. Поэтому отношение C:N в органических соединениях, входящих в состав пищевого субстрата, должно находиться в интервале от 10 до 20.

Оптимальное соотношение C:N – 15...20.

Так, если отношение C:N в отходах составляет 15, то в этом случае черви набирают наибольшую биомассу и могут эффективно выполнять роль организмов, которые преобразуют отходы в компост.

Количество электролитов в виде легкорастворимых солей не должно превышать 0,5 мг/г сухого вещества.

Более высокие концентрации указанных соединений действуют на червей губительно.

Вермикомпостирование — переработка органического материала (как правило, органических отходов различного происхождения) с помощью искусственно воссозданного природного комплекса гетеротрофных организмов, включающих в себя мезофауну, в частности дождевых червей, и сопутствующих им представителей микроскопических беспозвоночных и сообщества микроорганизмов.

Вермикомпост (биогумус) — компост, в образовании которого принимали участие дождевые черви; представляет собой тёмноокрашенную (от бурого до черного цвета), естественно гранулированную и дезодорированную (без запаха) органоминеральную массу, неслеживающуюся при хранении

Структурные отдельности **вермикомпоста** — *копролиты* дождевых червей.


Минеральная составляющая этого продукта включает в себя *автохтонный* и *аллохтонный* материал. Первый образован из зольных элементов, входивших в состав исходного органического материала. Второй представлен различными неорганическими частицами природного происхождения, привнесенными червями из минерального субстрата, контактирующего с компостом

Органическая составляющая состоит из хорошо гумифицированного материала (большой частью из новообразованных гуминовых веществ) и из неразложившихся остатков исходного органического материала.

Тип гумуса вермикомпоста — *мулль*

Обогащенность **вермикомпостов** гуминовыми веществами обуславливает их благоприятные физические свойства: содержание водопрочных агрегатов — 70–95 %, в том числе более половины – агрономически наиболее ценных (1–5 мм).

Всё это выгодно отличает вермикомпост от традиционных видов органических удобрений или мелиорантов



Кроме того, вермикомпосты характеризуются высокой биологической активностью, а рядом авторов установлено, что деятельность дождевых червей способствует развитию азотфиксирующих микроорганизмов

Вермикомпост: основа почвогрунтов для тепличных хозяйств

Использование вермикомпоста (15-20 %) в составе почво-грунта позволяет сократить сроки созревания урожая до 7-10 дней, продлить сроки плодоношения растений на 2-3 недели и повысить урожайность в 1,5-2 раза. При этом в сельскохозяйственных культурах повышается содержание сахаров, витаминов и сухого вещества и, вместе с тем, существенно снижается содержание нитратов и соединений тяжелых металлов.

Вермикомпост: основа почвогрунтов для тепличных хозяйств

Выращенные в теплицах овощи и фрукты с использованием вермикомпоста имеют практически такой же вкус и аромат, как полученные в естественных условиях в открытом грунте.

Время хранения плодов увеличивается почти в 2 раза.

Вермикомпост обладает пролонгированным действием в течение 3-4 лет после его однократного внесения.

Таким образом вермикультивирование позволяет:

- утилизировать органические отходы хозяйственной деятельности человека (посредством *вермикомпостирования*);
- поддерживать и повышать плодородие почв (за счёт внесения в них *вермикомпостов*).

Вермикомпостный «чай»

Это один из экологически безопасных и недорогих универсальных средств для оживления почвы, оздоровления растений, борьбы с некоторыми фитопатогенами и насекомыми-вредителями. Препарат представляет собой водную суспензию почвенных микроорганизмов и является, по своей сути, комплексным микробным биопрепаратом.

Фунгицидные свойства ему придают различные полезные для почвы и растений аэробные микроорганизмы (около 30 видов): азотфиксирующие симбиотические и несимбиотические бактерии, фосфат- и калийрастворяющие микробы, целлюлозолитики и микоризные грибы и др.

Жидкие комплексные препараты из вермикомпоста

В настоящее время многие фирмы из различных стран производят целый ряд гуминовых препаратов из вермикомпостов.

Эти препараты относятся к числу экологически чистых или безопасных.

Эти препараты содержат в себе все компоненты вермикомпоста в растворенном и физиологически активном состоянии: гуматы и фульваты натрия и калия, аминокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы и споры полезных для растений почвенных микроорганизмов.

Жидкие гуминовые препараты из вермикомпостов обладают следующими свойствами:

- повышают всхожесть и энергию прорастания семян;
- стимулируют корнеобразование у растений;
- способствуют быстрому укоренению черенков;
- стимулируют рост и ускоряет развитие растений;
- повышают иммунитет растений;
- уменьшают содержание нитратов в сельскохозяйственной продукции;
- препятствуют поступлению тяжелых металлов и радионуклидов в растение;
- увеличивают содержание сахаров, белков и витаминов в плодах и овощах;
- устраняют хлороз, стимулируют цветение и плодоношение.

Преимущества вермикомпостирования по сравнению с обычными способами компостирования:

- Заселенные червями отходы быстро перестают выделять неприятные запахи (любой гниющий органический материал после заселения червями существенно дезодорируется через 1...3 дня).
- Черви способствуют изменению состава микроорганизмов (при вермикомпостировании развиваются микроорганизмы, характерные для почв естественных экосистем).

Преимущества вермикомпостирования:

- При вермикомпостировании происходит ускорение процесса разложения и минерализации органического вещества отходов (в 2...5 раз в зависимости от свойств исходного сырья), которое обычно связано с улучшением аэрации отходов.
- Коэффициент гумификации может достигать 0,5 (т. е. около 50 % органического материала трансформируется в ГВ).
- Уменьшается объём органической составляющей отходов на 40...60 %.

Преимущества вермикомпостирования:

- Вермикомпост представляет собой агрегированный продукт (в основном состоящий из копролитов), неслёживающийся и невозгорающий при хранении.
- В присутствии червей создаются благоприятные условия для деятельности микроорганизмов, подавляющих развитие патогенных бактерий, например, сальмонелл, т.е. происходит обеззараживание компоста.
- В вермикомпостах (по сравнению с исходным субстратом) снижается содержание инвазионных яиц и личинок гельминтов.

Вермикультура – возобновляемый источник животного кормового белка

Черви могут быть отделены от субстрата механическим способом и затем переработаны в сухие вермикорма для животных, которые могут быть использованы как белково-витаминный премикс в количестве до 15% при кормлении:

- рыбы
- ПТИЦЫ
- свиной

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

CHEMICAL COMPOSITION OF EARTHWORMS

● Protein	60 - 70%
● Fat	7 - 10%
● Carbohydrate	8 - 20%
● Minerals	2 - 3%

Дождевые черви могут использоваться как
компонент замкнутой экологической системы
космического аппарата для рециклинга
органических отходов

Дождевые черви являются удобным объектом для **космических экспериментов**:

- небольшие размеры;
- короткий цикл индивидуального развития;
- высокая плодовитость;
- высокий уровень биоконверсии органических отходов в органическое удобрение и животный белок

Использование вермикомпостов и препаратов из вермикомпоста при **биоремедиации почв**, загрязненных :

- тяжелыми металлами
- органическими веществами, например, полихлорированными бифенилами, хлорированными соединениями, нефтепродуктами и их производными
- различными поллютантами

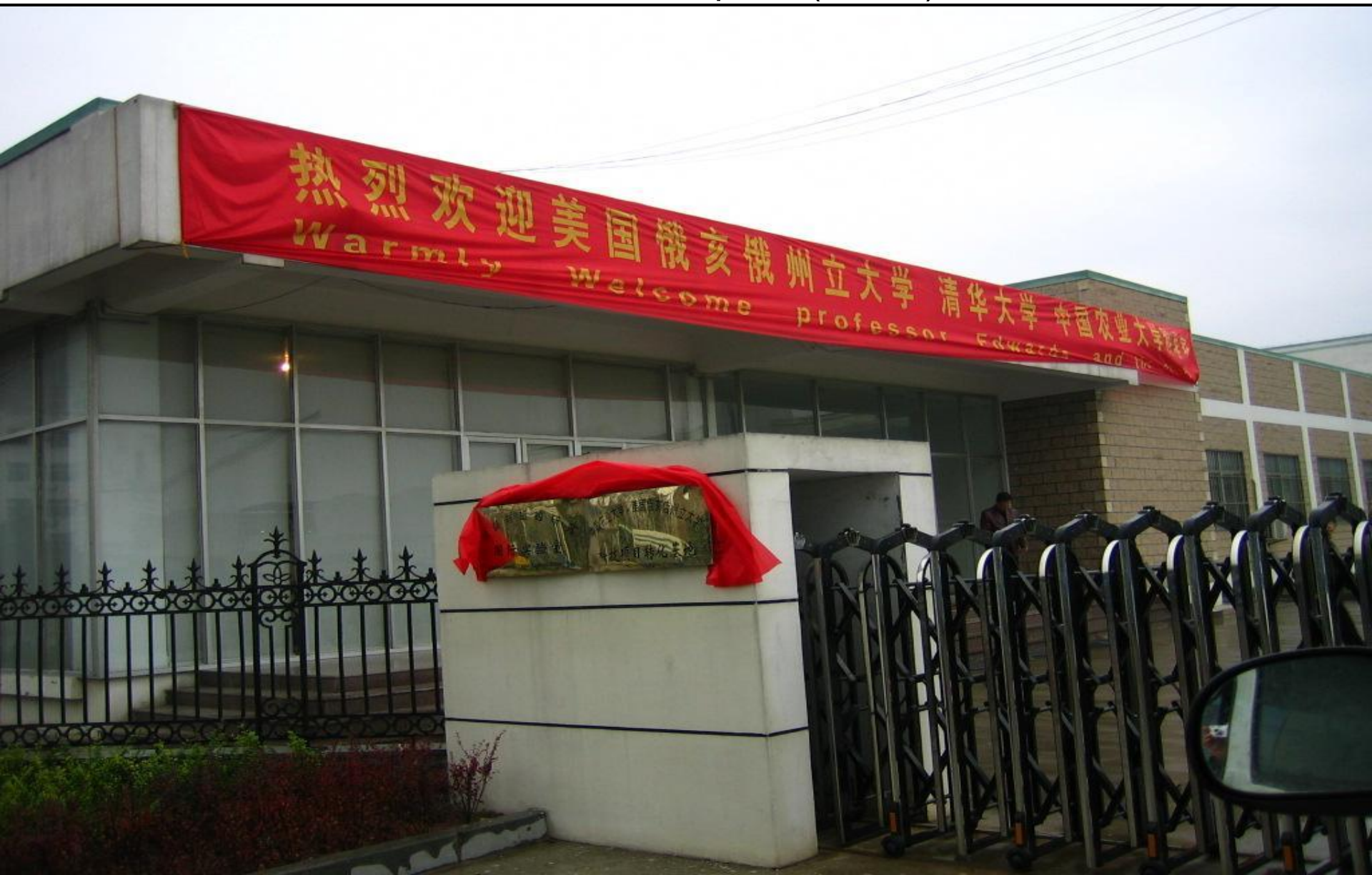
ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ КАК ФАРМАЦЕВТИКИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Имеется много сообщений о том, что дождевые черви и экстракты, полученные из них, используются для лечения ряда заболеваний человека в Китае и в других странах Азии.

Это такие заболевания человека как артриты, мужское бесплодие, сердечно-сосудистые болезни, тромбозы, бронхиальная астма, язвы ног, экземы и воспаления тканей.

Некоторые биоактивные компоненты, обладающие фармацевтическими свойствами, были выделены и исследованы из дождевых червей.

Биофабрика по производству фармацевтических препаратов из дождевых червей (Китай)



Экстракция и ферментация ВЕРМИБАВ'ов



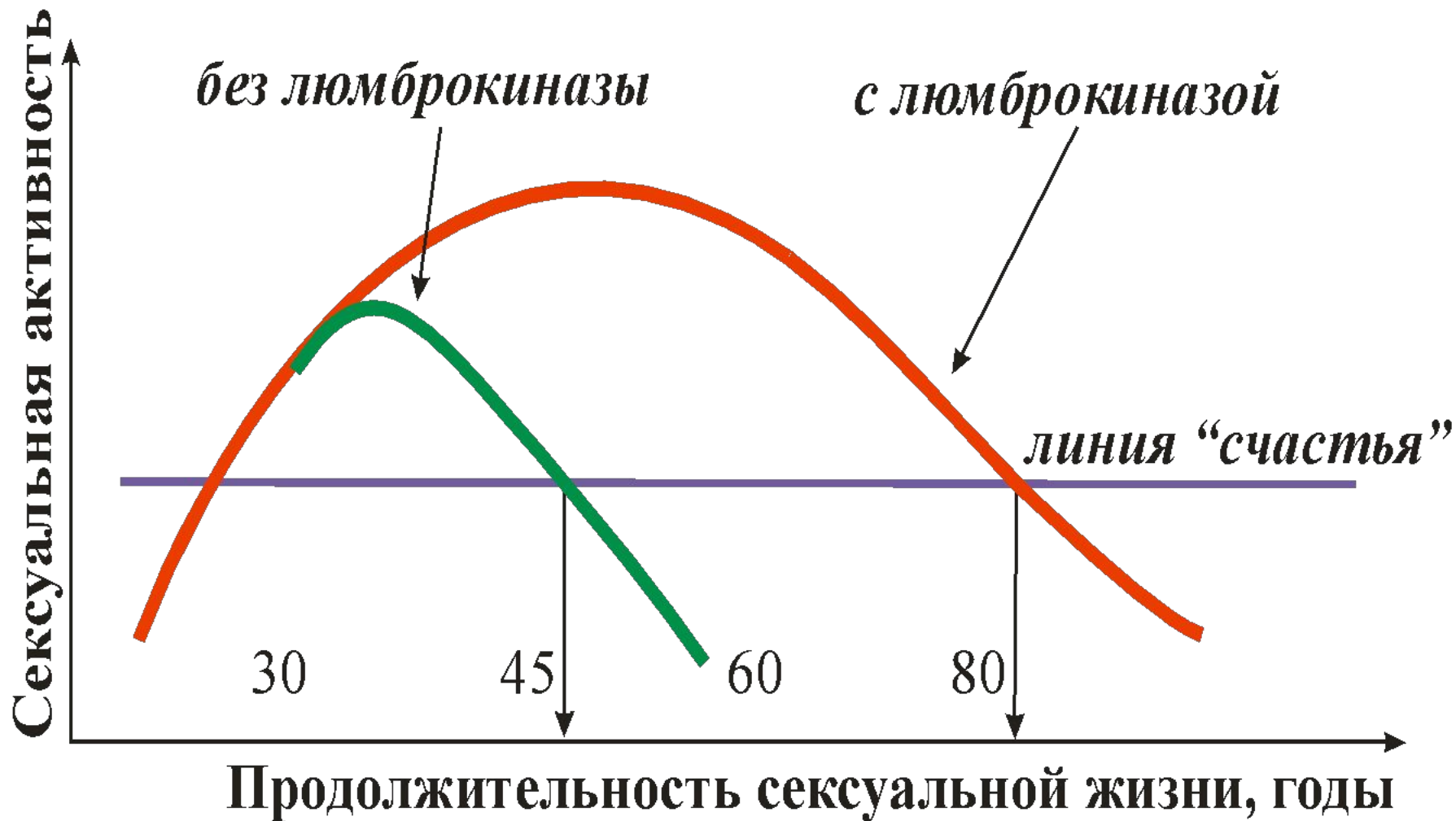
Упаковка вермифармацевтических препаратов



Фармацевтические препараты из дождевых червей для здоровья человека



ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СЕКСУАЛЬНОЙ ЖИЗНИ У МУЖЧИН



Вермикомпостеры непрерывного действия



ВЕРМИКОМПОСТЕР *WORM WORLD*



ОБЩИЙ ВИД ВЕРМИКОПОСТЕРА *WORM WORLD*



ВЕРМИКОМПОСТЕР *WORM WORLD* (Ю.КОРЕЯ)



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, технология вермикультивирования является практически безотходной. Возможности и перспективы этой современной биотехнологии могут сыграть ключевую роль в трех важнейших областях жизнедеятельности человека на Земле: экологической, сельскохозяйственной и здравоохранительной.


Во-первых, решаются некоторые экологические проблемы – утилизация и рециклинг органических отходов различных производств при одновременном освобождении территорий от завалов такими отходами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во-вторых, производство высокогумусных органических удобрений и гуминовых препаратов и их использование в сельском хозяйстве поможет перейти на органическое земледелие, а также решить ряд проблем в биотехнологии, растениеводстве, животноводстве, пушном звероводстве и рыбоводстве. Эти препараты могут найти самое широкое применение не только как биостимуляторы роста и развития растений, но и как адаптогены, а также как средства защиты растений от фитозаболеваний и насекомых-вредителей, как средства снятия почвоутомления и повышения плодородия почв, как иммунопротекторы в ветеринарии и как биологически активные добавки к кормовым смесям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В-третьих, препараты биологически активных веществ из тканей дождевых червей должны масштабнo производиться в нашей стране из этого возобновляемого ресурса животного происхождения и успешно применяться в медицине и косметике на благо человека.



**Благодарю
за внимание!**