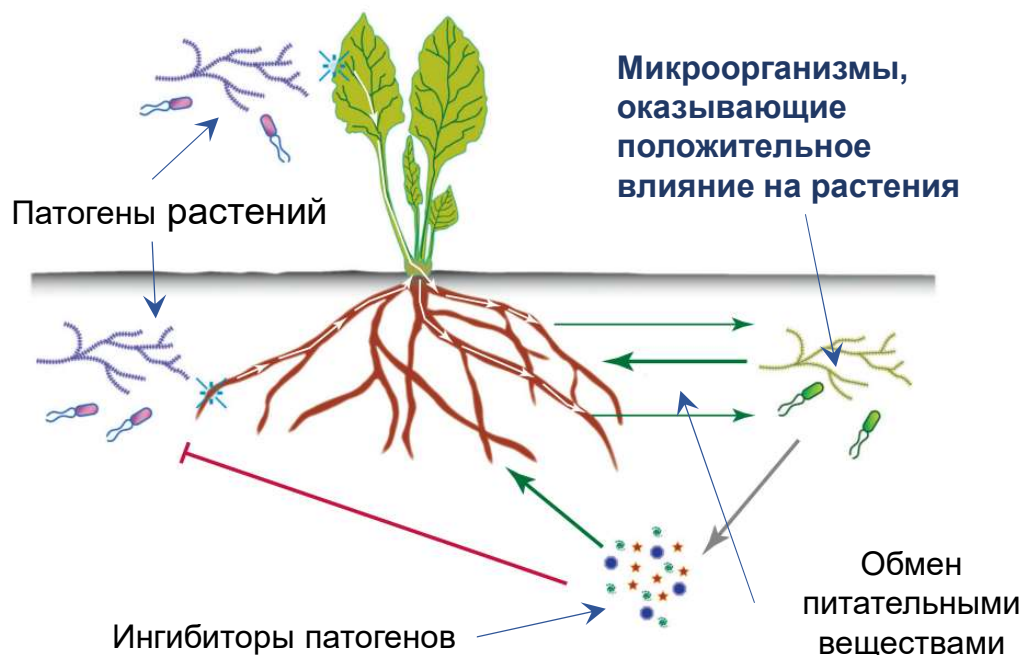


A low-angle photograph of a modern glass skyscraper with a curved facade. The building's windows reflect the blue sky and white clouds. The text "Биоремедиация почв" is overlaid on a semi-transparent white banner across the middle of the image.

Биоремедиация почв

Ризосфера – элемент роста и развития растений



- *Микробы улучшают усвоение влаги, подавляют развитие болезней растений*
- *Сокращение применения химических удобрений и пестицидов*
- *Возможность восстановить почвы после химических загрязнений, включая последствия военных действий*
- *Возможность использовать микроорганизмы (включая природные в нужных пропорциях) для нанесения ущерба в сельском хозяйстве*

Применение микробных рецептов – увеличение урожайности на 30% (с/х, лес, карбоновые полигоны)

Работает также и в обратную сторону

Анализ микробных загрязнений

Анализ микробных загрязнений почв, сточных вод

- скрининг методом нанопорового секвенирования (ЦКП «Прикладная генетика» МФТИ)
- подтверждение методом ПЦР (при необходимости)
- **низкая себестоимость исследования (<7000 руб./ образец) при исследовании всех микроорганизмов, содержащихся в образце**

**Возможность оперативно проводить
оценку экологической обстановки
методом скрининга**



Микробиота почвы, ризосфера

Густонаселённая и очень разнообразная экосистема

- Количество клеток микроорганизмов в 1 г почвы – около 1.4×10^9 (Kang S., et. al., 2006, 10.1016/j.mimet.2005.11.013)
- Разнообразие - >100 тыс. видов микроорганизмов
- Потенциально опасная среда для оказания негативного влияния на сельское хозяйство

Бактерии

(в основном Firmicutes и Bacteroidetes)

Вирусы

(в основном бактериофаги)

Археи

(преобладают *Methanobrevibacter*)

Грибы

(*Candida*, *Malassezia*, и *Saccharomyces*)

Простейшие

(у здоровых *Blastocystis*)

Функции микробиоты

Контроль патогенов и вредителей

Метаболизм внешних ксенобиотиков

Метаболизм собственных токсичных метаболитов растений

Фиксация азота

Ассимиляция почвенных источников азота, фосфора и железа

Трансформация и перераспределение метаболитов между частями растения (пищеварение)

Активации синтеза гормонов, витаминов и других биологически активных веществ


Ферментация высокомолекулярных органических соединений

Метагеномный анализ – Особенности

- Неравномерность размещения микроорганизмов в почвенных агрегатах
- Адсорбция клеток на почвенных частицах и гуминовых кислотах
- Физиологические состояния почвенных микроорганизмов:
 - активное (1–5% от всей биомассы),
 - потенциально активное (10–60%, состояние ожидания – могут переключаться на использование субстрата в течение нескольких минут – часов),
 - дормантное (покоящееся; не участвуют в процессах трансформации органического вещества почвы),
 - мертвое (до 40%, не участвуют в метаболизме, служат доступным субстратом)
- Качество и точность геномных и метагеномных исследований

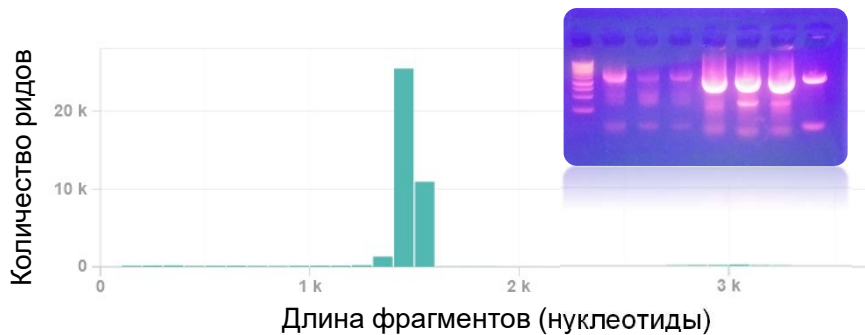
Подбор навески – 0.2-0.5 г. (Kang, 2006); до 10 г (Lombard et al., 2011)

Разработка условий выделения: гомогенизация (TLII, QIAGEN; диаметр частиц); коммерческие наборы реагентов; разработка набора реагентов; автоматизация выделения

- 
- Метагеномные (и 16S) исследования – для идентификации микроорганизмов (метаболизма) в общей массе;
 - Метатранскриптомные исследования – для выделения активных и потенциально активных состояний;
 - Метаболомные исследования – для уточнения метаболических путей в режиме скрининга.

Использование технологии секвенирования Oxford Nanopore (длинные риды)

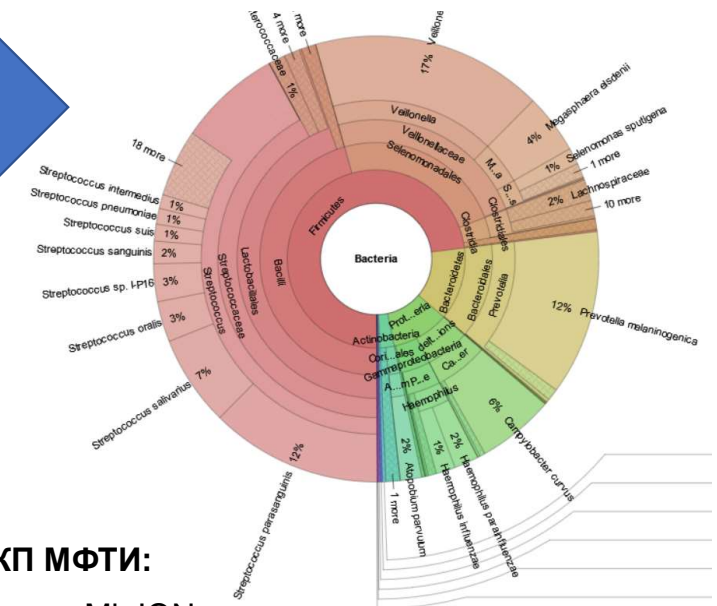
Метагеномный анализ – технология



Преимущества технологии Oxford Nanopore:

- Длина фрагментов – 1600-1800 килобаз (диапазон – от 200 до 1 млн. баз) (преимущество при сборке метагеномов);
- Простая подготовка библиотек, возможность масштабирования, автоматизации (Hamilton – наличие в ЦКП);
- Себестоимость секвенирования ампликонов – в 5 раз ниже Illumina; мРНК – до 10 раз;
- Точность секвенирования сравнима с точностью секвенаторов типа Illumina и MGI;
- Возможность считывания результатов on-line

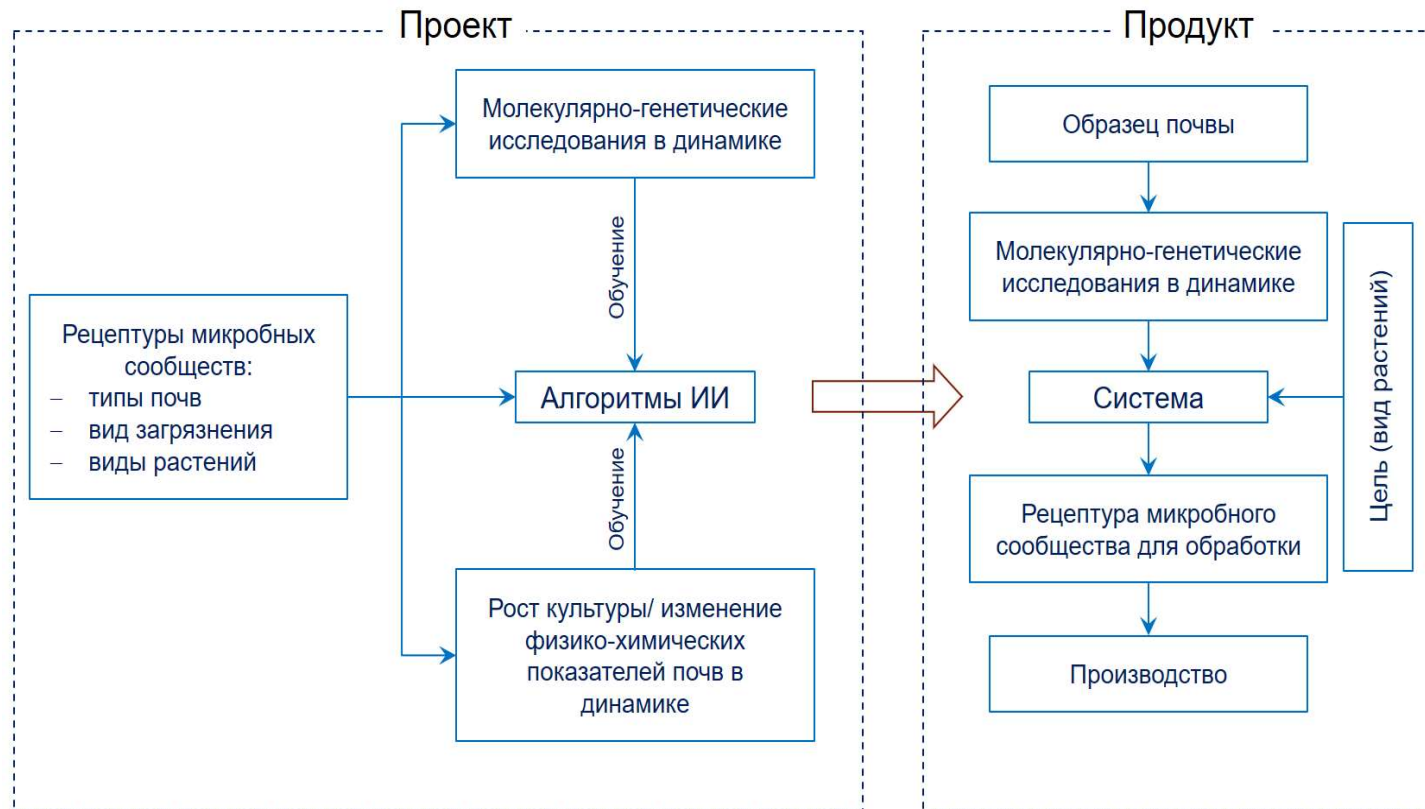
Состав образца, %, КОЕ



Оснащение ЦКП МФТИ:

- Oxford Nanopore MinION
- Oxford Nanopore PromethION
- MiSeq (Illumina)
- Hamilton Starlet (выделение нуклеиновых кислот, автоматизация пробоподготовки)
- Амплификаторы

Проект разработки системы





Спасибо за внимание

ООО «Омнином»

МФТИ, 2023

Исполнительный директор ЦВГТ,

Гудков Денис, к.х.н.

+7 (985) 663 5138

gudkovdenis@gmail.com