

Биология

УДК 631.8.661

Г. М. КАРАКЕШИШЯН, И. А. НАВАСАРДЯН, Г. З. ЭЛБАКЯН, К. К. ГРИГОРЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СПОСОБА БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ

Обосновывается целесообразность использования сине-зеленых водорослей (нитчатых цианобактерий) в борьбе с эрозией почвы и за восстановление нарушенных земель на территории РА. В этих же целях предлагается использование клубеньковых бактерий.

Обсуждаются некоторые результаты лабораторных исследований и намечаемые мероприятия по реализации экспериментального проекта.

К числу экологических проблем, требующих безотлагательного решения, относится эрозия почвы. Площади эродированных земель в республике неуклонно увеличиваются, однако действенных мер по их защите от эрозии практически не предпринимается. Не внедряются в производство в широких масштабах рекомендации НИИ почвоведения и агрохимии из-за больших капитальных затрат. В настоящее время затруднились работы по контролю и охране природы в сельскохозяйственной отрасли в связи с приватизацией земель. Вместе с тем природоохранный вопрос для сельскохозяйственного сектора является второстепенным. Поэтому практическая борьба с эрозией почвы существующими способами и методами весьма затруднена.

Исследования по эрозии почвы ведутся традиционно в нескольких направлениях. Оцениваются генетические признаки почв. Рассматриваются прямое и косвенное влияния отдельных факторов и комплекса условий природной среды на эрозию почвы. Оцениваются противозерозионная способность почвы и фактическая эродированность, обусловленная в значительной степени антропогенным фактором. Предпринимаются попытки математического описания протекания эрозии почвы.

В исследованиях определенное место занимают микробиологические объекты, заселяющие почву, в частности низшие растения – водоросли. Противозерозионная роль водорослей заключается в механическом скреплении и склеивании частиц почвы, что предотвращает распыление земли [1].

Сине-зеленые водоросли (цианобактерии) представляют определенный интерес в вопросе структурообразования почв. Вместе с тем известна и роль

водорослей как источников органического вещества и азотфиксаторов на участках, пострадавших от промышленной деятельности. Участие водорослей в естественном биологическом восстановлении нарушенных и вновь осваиваемых территорий указывает на возможность их искусственного использования. Водоросли в процессе жизнедеятельности выделяют различные минеральные и органические вещества: кислоты, полисахариды, аминокислоты, разнообразные биохимические активные вещества и даже могут участвовать в процессе рассоления земель. В исследованиях [2] показана также клеящая способность внеклеточных полисахаридов клубеньковых бактерий.

Известна положительная роль водорослей в повышении микробиологической активности почвы. Ослабленные клетки водорослей служат объектами ассимиляции микроскопических грибов, а главная масса их органического вещества поедается разнообразными почвенными беспозвоночными.

В сравнении с другими микроорганизмами значение водорослей в почвообразовании сравнительно ограниченное из-за их небольшой биомассы. Однако она обновляется в различных биогеоценозах в течение максимум одной недели. В целом жизнедеятельность водорослей обуславливает изменения среды, ведущие к формированию почвы и ее плодородия. Такие процессы, как накопление органического вещества и азота, действуют на минеральную часть почвы и ее физические свойства, прямо или косвенно связаны с жизнедеятельностью водорослей.

Вышесказанное свидетельствует о роли водорослей в уменьшении эрозии почв, поэтому их изучение в этом аспекте особенно важно в такой малоземельной республике, как Армения.

Для осуществления земельных мелиораций применяется комплекс агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических, технических, организационно-хозяйственных мероприятий с учетом природных и хозяйственных условий. В этом ряду отсутствует предлагаемый в данной работе подход применительно к эрозии почвы и рекультивации земель, который предполагает интенсификацию естественного почвообразовательного процесса с помощью сине-зеленых водорослей.

Нами исследуется влияние отдельных факторов и комплекса условий окружающей среды на развитие сине-зеленых водорослей. Почвенная среда оценивается в пределах верхних двух горизонтов. Однако на этом пути возникли трудности, обусловленные описательным материалом, обобщение которого затруднено недостаточным знанием корреляции между условиями местообитания водорослей, их внутренним и внешним строением, частым видоизменением, а также изменением этих взаимосвязей в различных сообществах. Вышесказанное ведет к постановке многомерных задач, решение которых на сегодня практически осуществимо. Это касается в первую очередь количественного аспекта роста сине-зеленых водорослей, распространенных в различных климатических зонах, оценки их плотности и степени сходства. Ибо известно, что комплекс почвенно-климатических условий каждой из этих зон определяет соответствующую зональную растительность, что определенным образом распространяется и на низшую растительность.

В задачу исследования входило:

1. Изучение водорослево-бактериальной экосистемы в чистом виде, без помех со стороны высокоорганизованных существ.

2. Выделение интересующих нас в качестве восстановителей структуры почвы организмов, слагающих цианобактериальные сообщества в почве, выращивание их в культуре (раздельно и совместно) и моделирование этого процесса в строго контролируемых лабораторных условиях.

3. Определение требований, предъявляемых циановой водорослью к внешней среде, экологических условий проживания изучаемых микроорганизмов, выбор опытных и контрольных участков для посева культуры.

4. Определение скорости их размножения и накопления продуктов распада.

5. Определение методов и способов активных воздействий на почву с целью оптимизации экологических условий произрастания циановой водоросли.

На первом этапе нами использован географический подход при определении приспособления водорослей к воздействию внешних факторов, а далее экспериментальным путем выявлены нормы реакции сине-зеленых водорослей на то или иное внешнее воздействие. По ходу работы возникли некоторые затруднения, обусловленные изменчивостью формы самих сине-зеленых водорослей в зависимости от условий роста и стадии развития.

Объекты исследования, место и методика сбора материала. Изучены сине-зеленые водоросли, распространенные в некоторых климатических зонах Араратской котловины. В выборках фигурируют также их сообщества.

При отборе образцов почвы учитывались высота над уровнем моря, экспозиция участка, условия местообитания водорослей, тип растительной формации, к которому приурочены водоросли, их отношение к свету, воде, теплу, а также тип почвы, механический состав, кислотность, содержание перегноя.

Процесс учета почвенных водорослей состоял из следующих этапов:

- 1) отбор почвенного материала,
- 2) определение видового состава почвенных водорослей,
- 3) выявление количества водорослей в почве.

Использовались принципы методики, изложенные в работе [3].

Образцы для анализа отбирались с соблюдением требований для микробиологических исследований. На первом этапе ставилась задача определить наличие интересующих нас сине-зеленых водорослей. Отбор проб по двум верхним генетическим горизонтам преследовал цель изучения закономерностей вертикального распределения почвенных водорослей.

В отобранных образцах определяли рН, а влажность и температуру — расчетным путем по данным ближайшей метеорологической станции.

Значительная часть работы относится к изучению видового состава водорослей методом прямого микроскопирования.

Для выращивания культур использовалась в основном среда Данилова, приготовленная на вытяжке из исследуемых почв. Культуры рассматривались многократно за весь период их развития. В целом обработка почвы проводи-

лась по общепринятой методике. Все расчеты количества клеток водорослей проводились на абсолютно сухую почву с целью обеспечения сопоставимости результатов.

Способ защиты почв от эрозии с использованием почвенных водорослей. Развитие эрозионных процессов происходит в определенных физико-географических условиях и зависит от ряда природных и хозяйственных факторов: климата, рельефа, растительности и почвенного покрова, характера использования земель.

Эрозия почвы проявляется при разрушении почвенных структур с последующим переносом (сносом ветром или смывом поверхностным стоком).

Цель работы – повышение эффективности и надежности защиты почв от эрозии. Это достигается тем, что в качестве восстановителя структуры почвы используют циановую водоросль. Циановая водоросль является «пионером жизни», и ее культивирование на эродированных и эрозионноопасных землях направлено на обогащение почвы органическими веществами и улучшение ее структуры. Так, например, в горных районах Памира на 1 г почвы приходится больше 100 млн нитчатых цианобактерий. Это уже не почва, а войлок, и никакой ливень его не размочит. Нитчатые цианобактерии создают подобие сети, которая предохраняет почву от эрозии.

Начало почвообразовательного процесса на Земле связывается с воздействием низших организмов на горные породы. Цианобактерии встречаются везде и являются первыми живыми организмами. Они заселяют продукты вулканического извержения на скалах вновь возникших островов. Они вездесущи, им не помеха ни холод, ни тепло, безводье, радиоактивность и др.

По морфологическим признакам цианобактерии проявляют огромное разнообразие, встречаются одноклеточные, колониальные и нитчатые. Циановые водоросли самые мелкие и больше всех других растений похожи на бактерии. Известно, что биогеохимическая роль организмов зависит от их размеров, скорости размножения и энергии взаимодействия с внешней средой. Чем меньше величина организмов, тем быстрее и в более массовом количестве они размножаются.

Сине-зеленые водоросли относятся к прокариотам – это организмы, не обладающие типичным клеточным ядром и хромосомным аппаратом. Вероятно, они были первыми автотрофными организмами, появившимися на Земле в процессе эволюции жизни. Известны около 2500 их видов, которые относятся к наиболее примитивным из всех существующих хлорофиллсодержащих растений. У водорослей, как и у бактерий, трудно различить ядро, и они размножаются, по-видимому, только бесполым путем. Многие ботаники [4] относят сине-зеленые водоросли и бактерии к общему типу дробянок (*Schizophyta*), однако они обладают хлорофиллом и чаще всего встречаются в виде многоклеточных нитей или колоний. Согласно макросистеме клеточных живых организмов и их функций в биосфере, представленной А.Л. Тахтаджяном, цианобактерии относятся к подцарству – безъядерные (прокариоты), к царству – дробянки [5].

Цианобактерии являются фитоавтотрофами (используют свет). Фитоавтотрофных бактерий на Земле около 50 видов. В отличие от всех других

организмов бактерии не выделяют при фотосинтезе кислород. Цианобактерии способны фиксировать атмосферный азот в своих телах и вовлекать его в биогеохимический круговорот. Размножаются они делением клетки, когда родительское тело просто расщепляется на две более или менее одинаковые части, которые становятся новыми особями. Процесс клеточного деления происходит путем типичного митоза, сходного с таковым у высших форм. Скорость размножения ограничивается недостатком пищи и накоплением продуктов распада. Цианобактерии весьма жизнестойки. Распространены там, где имеется известь, необходимая для нейтрализации образующейся кислоты. Для культивирования циановой водоросли необходимо регулировать влажность, температуру, рН, характер и количество питательных веществ, окислительно-восстановительный потенциал.

Посев культуры водорослей с учетом их климатической адаптации расширяет ареал распространения и направлен на интенсификацию естественного почвообразовательного процесса.

Этапы и технология выполнения работ.

1. Отбор естественных образцов почв с циановыми водорослями, получение чистой культуры.

2. Культивирование циановой водоросли с целью получения посевного материала.

3. Выбор территорий, подлежащих засеву циановой водорослью, с учетом требований к среде (соотношение тепла и влаги, содержание углекислоты в почве и т.д.) по аналогии с контрольной территорией, с которой были взяты образцы водоросли и получена сравнительно чистая культура.

4. Засев культур на отобранной территории и осуществление работ по активным воздействиям с целью оптимизации экологических условий произрастания циановой водоросли: а) управление режимом влажности с использованием полимерных материалов большой водопоглощающей способности; б) управление режимом температуры с использованием окрашенных водопоглощающих гранул; в) регулирование рН и качества питательных веществ внесением их в почву, подкормки минеральными веществами; г) использование полимерных гранул для регулирования газового режима.

Перенесение результатов лабораторного опыта в поле позволит (в случае положительного результата) распространить этот опыт на другие территории, что в значительной степени ускорит решение весьма актуальной проблемы – борьбы с эрозией почвы и восстановления нарушенных земель, и позволит с меньшими затратами охватить значительные площади. В целом работа направлена на повышение эффективности, надежности защиты почв от эрозии и рекультивации земель минимальными затратами. При этом предполагается осуществление работ по активным воздействиям с целью интенсификации естественного процесса образования почвы.

Затраты на проведение работ по защите земель от эрозии рекомендуемым способом в расчете на 1га составят на несколько порядков меньше по сравнению с существующими дорогостоящими способами.

Основные выводы, полученные в работе. Сине-зеленые водоросли занимают ведущее место как по числу обнаруженных видов, так и по интен-

сивности их развития в культурах.

▪ Распределение водорослей в профиле целинных почв под редкой травянистой растительностью подчиняется общей закономерности: с глубиной резко сокращаются и масса водорослей, и их разнообразие.

▪ Выяснение состава водорослей в почвенных образцах несколько затруднительно вследствие отсутствия некоторых определителей почвенных водорослей.

▪ Поиск нитчатых цианобактерий осуществлялся прямым микроскопированием почвенных образцов. Выявлен комплекс доминирующих видов.

▪ В стерильные почвенные образцы вносились споры цианобактерий; доказана их приживаемость, что указывает на возможность инокуляции почвы водорослями.

▪ Инокуляция почвы водорослями (суспензией водорослей) показала низкую их эффективность, обусловленную значительной гибелью водорослей. Опробированная норма внесения – 400г инокулянта на 1га – недостаточна. Необходимо увеличить норму, а также опробировать вариант повторного или многократного внесения водорослей.

Предлагается для опрыскивания эродированных и эрозивно опасных почв водная суспензия, содержащая 1 млрд. клеток в 1мл воды.

Наряду с этим, предлагается использование посевного материала в виде специально изготовленных гранул, обеспечивающих оптимальные условия для водорослей. Предусматривается засев проводить воздушным путем, с использованием, например, воздуходувок.

По аналогии с сине-зелеными водорослями для улучшения свойств почвы можно использовать и клубеньковые бактерии.

Кафедра экологии

Поступила 02.03.2004

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркова Г.И. Противозеронозная роль *Microcoleus vaginatus* (vauch) Gom. – В кн.: Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны. Киров, 1977, с. 61–62.
2. Courtois B. et al. – Ann. Microbiol., 1975, v. 126, № 1, p. 3.
3. Домрачева Л.И. Опыт изучения биомассы и сезонной продукции почвенных водорослей. – В кн.: Методы изучения и практического использования почвенных водорослей. Киров, 1972, с. 46–53.
4. Голлербах М.М., Штина З.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969, с. 143.
5. Тахтаджян А.Л. Флора Армении. Т.2. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1956.

Հ. Ա. ԿԱՐԱԶԵՐԻՇՅԱՆ, Ի. Ա. ՆԱՉԱՍԱՐԴՅԱՆ, Գ. Զ. ԷԼԱՎՅԱՆ, Կ. Կ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՈՐՈՇ ՀԱՐՅԵՐ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ ՀՈՂԻ ԷՐՈՋԻԱՅԻ ԴԵՍ
ՄԻԿՐՈԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊԱՅԶԱՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ամփոփում

Հիմնավորվում է հողի էրոզիայի դեմ պայքարի և ՀՀ քայքայված հողերի վերականգնման համար կապտականաչավուն ջրիմուռների (ցիանո-

բակտերիաներ) օգտագործման նպատակահարմարությունը:

Քննարկվում են լաբորատոր հետազոտությունների որոշ արդյունքներ և մշակվում դրանց իրականացման միջոցառումներ:

G. M. KARAKESHISHYAN, I. A. NAVASARDYAN, G. Z. ELBAKYAN, K. K. GRIGORYAN

SOME QUESTIONS AND RESULTS ABOUT MICROBIOLOGICAL WAY OF STRUGGLE WITH SOIL EROSION

Summary

The article is based on expediency of using the cyanic bacterium in struggle against the soil erosion and reducing the degraded soils in RA .

Some results of laboratorial researches and arrangements for realization the experimental project are discussed.