РОЛЬ БИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

«Сейчас, когда человечество из бессмертного

стало смертным, миру понадобится

новое мышление»

Альберт Эйнштейн

В конце 20 века невиданными ранее темпами стала развиваться биологическая наука и ее самая передовая отрасль – биотехнология. Наряду с микроэлектроникой, робототехникой и компьютеризацией биотехнология в настоящее время играет определяющую роль в научно-техническом прогрессе. Как только не называли 20 столетие! И "век атома", и "столетие компьтеров", и "космическая эра"... А вот 21 век, очевидно, будет назван веком "биотехнологий".

Человек издавна и широко применяет биотехнологические процессы в производстве различных веществ и пищевых продуктов, однако сам термин «биотехнология» (от греч. биос - жизнь, технос - искусство, мастерство и логос - учение) был предложен только в 70-е годы ХХ столетия.

Современная биотехнология оказывает огромное влияние на все сферы практической деятельности человека. С ее помощью в настоящее время получают большое количество биологически активных веществ. Это гормоны, ферменты, витамины, антибиотики, такие лекарства как человеческий инсулин и интерферон. Кроме того, активно развиваются такие отрасли биотехнологии как белковая инженерия, биофизика, биоэлектроника.

В работе показано, как можно использовать биотехнологии для решения таких глобальных проблем человечества как рациональное использование природных ресурсов и энергетическая проблема.

На протяжении столетий человечество добывало металлы из богатых и простых по химическому составу руд. При традиционных способах добычи металлов, используемых в настоящее время, извлекается только один элемент, а сопутствующие накапливаются в отвалах.

На сегодняшний день более 5% металлов в мире добывается биотехнологическим путем, т.е. путем выщелачивания металлов. При этом происходит окисление сульфидных минералов тионовыми бактериями. Метод можно использовать как в пласте руды, так и в заброшенных карьерах и отвалах.

Тионовые бактерии также можно использовать, чтобы понизить содержание серы в руде. При этом уменьшается образование сернистого газа, вызывающего загрязнение атмосферы. Попутно при этом, кроме основного продукта, выделяются германий, вольфрам, никель, бериллий, ванадий, золото, медь, кадмий, свинец, цинк.

Причиной взрывов и смертельных случаев на шахтах при добыче каменного угля является метан. Для борьбы с метаном в шахтах применяется биотехнологический процесс поглощения метана метаноокисляющими бактериями. Содержание метана в этом случае снижается более чем в 2 раза и в 1,5 раза повышается отдача угольного пласта.

Биотехнологии используются и для повышения добычи нефти. При добыче нефти извлекается только половина ее запасов в пласте, потому что нефть прочно связана с породой. Чтобы освободить нефть, необходимо сделать ее более жидкой. Микробное разрушение нефти и образование газов приводит к разжижению ее, увеличению текучести и повышению газового давления в пласте, что сопровождается увеличением нефтедобычи (в отдельных случаях до 30%), при этом снижается отрицательное воздействие на окружающую среду.

Хочется подчеркнуть, что и в нефтяной, и в угольной, и в рудной промышленности производится биотехнологическая очистка сточных вод (рис.1).

Сточные воды промышленных предприятий часто содержат трудноразлагаемые вещества и яды, например синильную кислоту и соединения ртути. В природе пока не созданы микроорганизмы, способные разлагать эти вещества. Такие соединения даже убивают многих микробов. Поэтому идут поиски новых штаммов микроорганизмов, которые могли бы перерабатывать и эти ядовитые примеси. Английский биотехнолог профессор Ананда Чакрабарти получил «супербактерии», способные расщеплять высокотоксичное средство 2,4,5-Т. Это вещество применяли Соединенные Штаты Америки во время войны во Вьетнаме для того, чтобы вызвать «листопад» в джунглях. В случае катастроф с нефтяными танкерами, когда огромные площади моря находятся под угрозой загрязнения также можно использовать бактерии, выделенные профессором Чакрабарти. Это бактерии – «пожиратели» нефти, которые быстро разлагают ядовитые нефтяные остатки.

В Лейпциге в институте биотехнологии были выделены штаммы бактерий, поглощающие и откладывающие в своих клетках ртуть. Если этих «собирателей ртути» осадить на фильтре, то таким образом можно выделить ртуть из сточных вод. Водоросли также имеют способность накапливать в своих клетках свинец, ртуть и серебро и, благодаря этому, очищать сточные воды.

Наиболее эффективным и перспективным методом очистки вод является генноинженеринговый. Это использование молекул рекомбинантной ДНК: соединений определенных последовательностей специфических генов, которые отвечают за разрушение какого-либо участка молекулы ксенобиотика (чужеродного для живых организмов химического вещества), обеспечивающего его устойчивость. Введение в гены быстрорастущих штаммов позволяет получить эффективные культуры, которые приводят к обезвреживанию воды в биореакторах.

Необходимо отметить, что сами микроорганизмы способны анализировать сточные воды на содержание разлагаемых токсичных примесей. Так, в течение последних 10 лет были сконструированы «биосенсоры» - биологические зонды, которые показывают степень загрязнения сточных вод. Процесс длится всего несколько минут. Что такое биосенсор? Это электрод, соединенный с электронным табло, на котором появляются данные о содержании кислорода в жидкости. На поверхность этого электрода наносится тонкий слой микробов, живущих в сточных водах. Если такой биосенсор погрузить в исследуемую жидкость, то можно непосредственно измерить дыхание микробов, по которому судят о степени загрязненности воды. Когда биосенсор находится в чистой воде, микробы почти не дышат, и биосенсор подает совсем слабый сигнал. Если же биосенсор погружен в сточную воду с большим содержанием питательных веществ, (т.е. сильно загрязненную), то микробы дышат более интенсивно, потребляют много кислорода, и биосенсор издает более сильный сигнал.

Нельзя не сказать о той роли, которую играют биоэнергетические технологии в энергетике. Энергетика является основой развития современной цивилизации. В настоящее время очень остро встал вопрос: что ждет человечество – энергетический голод или энергетическое изобилие? Запасы нефти, природного газа, каменного угля не являются бесконечными. Истощение природных ресурсов и возрастание требований к защите окружающей среды потребовали новых подходов к энергетике, привели к поиску новых видов топлива для замены нефти и газа. Еще Дмитрий Иванович Менделеев говорил: «Нефть – не топливо, топить можно и ассигнациями!» (это легко объяснимо, ведь нефть – ценнейший продукт для получения пластмасс, каучука, красителей, лекарств, синтетических тканей и т.п.). Но развитие цивилизации требует все больше и больше энергии. Поэтому ученые всего мира занимаются поиском эффективных способов использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. И здесь на помощь приходят биоэнергетические технологии. Биоэнергетика в последние 10-15 лет стала самостоятельной отраслью энергетики. Во многих странах мира ее вклад в энергобаланс стран превышает суммарный вклад остальных возобновляемых источников энергии.

Так, огромной проблемой в настоящее время является проблема накопления отходов. Это бытовые отходы, канализационные стоки городов, отходы производства сельскохозяйственной продукции и т.п. Они несут в себе потенциальную опасность для здоровья людей и для окружающей природной среды. Природа до определенного времени справлялась с переработкой отходов сама, но появились новые материалы, для которых пока не созданы микроорганизмы, способные их разлагать. Разложение этих материалов может длиться сотни лет. А ведь существуют технологии, которые позволяют получать из всей этой колоссальной массы органических остатков энергию.

Одно из решений - это сжигание органических отходов на специальных мусоросжигающих заводах, которое обеспечивает получение бытового тепла. Да, такое тепло оказывается дорогим, но ведь главное здесь - охрана окружающей среды. Удешевляют этот процесс, производя не только тепло, но и электроэнергию. У этих технологий есть недостаток – при сжигании мусора появляются новые отходы. Нужны специальные фильтры, а это еще больше удорожает процесс.

Но существует совсем другая возможность переработки органических отходов, которая имеет много преимуществ перед упомянутым способом — биотехнологический метод (рис.2) с использованием метанобактерий. Метанобактерии – это специфическая группа микроорганизмов, способная разлагать органические соединения до метана и углекислого газа. Смесь этих газов представляет собой так называемый биогаз. По своим показателям он приближается к традиционному виду топлива – природному газу. Отличается хорошей теплотворной способностью: 1 м3 этого газа образует столько же тепла, как 600—800 г антрацита. В настоящее время Китай обеспечивает 30% потребности страны в энергоносителях за счет биогаза.

Получают биогаз очень простым способом. В бетонные емкости или колодцы любого объема помещают навоз, мусор, солому и другие отходы. Вся эта масса начинает бродить, в процессе брожения образуется газ, который отводят в приемные устройства или непосредственно в газовую плиту. Этот метод является перспективным для фермерских хозяйств, в которых накапливается большое количество навоза. Можно оценить все преимущества использования альтернативного биотоплива: одна корова весом 500 кг производит в сутки примерно 35-40 кг навоза, этого количества хватит для получения 1, 5 м3 биогаза, из которого можно выработать 3кВт/ ч электроэнергии.

Для Донбасса такая технология является очень перспективной, в особенности для сельской местности.

Другим примером применения биоэнергетических технологий являются опыты по использованию в качестве энергосырья рапсового масла (рис.3). Рапс - это повсеместно распространенное растение, масло которого является сырьем для изготовления маргарина, лаков и красок. Рапс более всего интересует специалистов тех стран, которые вынуждены покупать нефть, не имея собственных запасов. Во-первых, высокая урожайность рапса дает возможность с 1 гектара его посевов иметь 1000-15000 литров масла, а во-вторых, сырьевая база практически неисчерпаема. Рапсовым маслом можно заменять дизельное горючее для тракторов, автомобилей, морских судов и т.п. На Западе такое горючее известно как «голубой ангел», оно является дешевым и экологически чистым. Так, фирма «Фольксваген» провела исследования, в ходе которых было установлено, что при переходе с дизельного топлива на рапсовое масло снижаются выбросы оксида углерода, углеводородов, понижается и дымность отработанных газов. Уменьшаются также выбросы канцерогенов – ароматических углеводородов.

Важным является и тот факт, что рапс можно выращивать на землях, подвергшихся радиоактивному облучению. Таким образом, рапс можно использовать с двойной выгодой: для обезвреживания зараженных радионуклидами земель и получения энергетического сырья из масла.

Еще одним направление развития биоэнергетических технологий является использование микроскопических одноклеточных водорослей. В Австралии уже разработаны промышленные методы получения из водорослей горючего для двигателей внутреннего сгорания и дизелей — «зеленой нефти» (рис. 3). Горючее, добытое из «зеленой нефти», экологически более чистое и более дешевое, чем аналогичные продукты перегонки нефти. В 2015 году группа ученых из США во главе с Дугласом Эллиотом открыла новый способ получения «зеленой нефти». Группа Эллиота попробовали использовать естественный путь. Как природа за миллионы лет перерабатывает биомассу в черное золото, так и лабораторный реактор перерабатывает микроводоросли в нефть в течение часа! Ученые считают, что новый способ добычи нефти из водорослей поможет решить глобальную проблему энергоснабжения.

Нельзя не остановиться на принципиально новом экспериментальном подходе к решению проблемы экологически чистой энергии. Это получение фотоводорода. Если из хлоропластов растений выделить мембраны, то на свету происходит фотолиз воды - разложение на газообразные кислород и водород. Смоделировав процессы фотосинтеза, происходящие в хлоропластах, можно запасать энергию Солнца в ценном топливе - водороде. При таком способе получения энергии имеется, во-первых, избыток исходного сырья – воды, а, во-вторых, нелимитируемый источник энергии – Солнце. Кроме того, продукт (водород) можно хранить, не загрязняя атмосферу. Процесс получения фотоводорода идет при нормальной температуре, при этом не образуются токсичные продукты, процесс циклический, так как при потреблении водорода регенерируется субстрат - вода.

Использование биотехнологий для рационального использования природных ресурсов является особенно актуальным в свете толкования прогнозов будущего нашей планеты. Посмотрим на прогноз римского клуба, выполненный более 30 лет назад, который исходил из того, что в будущем не изменятся принципиально экономические факторы и будут использоваться существующие источники энергии (рис.4). В критический период обострения природной, экономической и политической ситуации (середина ХХI столетия) уменьшатся доступные ресурсы (кривая 1), резко уменьшится производство пищи на одного человека (кривая 3), это будет сопровождаться обострением проблем экологии: так, кривая 2 демонстрирует многократное увеличение загрязнения окружающей среды. При этом возрастет смертность (кривая 4) и уменьшится численности населения земли (кривая 5).

По современным оценкам все происходит точно в соответствии с этими «линиями будущего». Однако, есть современные более утешительные прогнозы. Один из них приведен на рис.5. Можно только мечтать о его осуществлении, так как он предусматривает непрерывное экспоненциальное развитие технологий, открытие все новых и новых ресурсов и источников энергии. Очевидно, рассмотренные нами процессы и должны стать этими новыми источниками энергии, технологиями обогащения ресурсов, технологиями охраны окружающей среды.

В заключение хотелось бы напомнить о происхождении слова биотехнология: "био" - жизнь, "технос" - умение, т.е. если перевести буквально, «наука об умении жить». Согласитесь, такое умение нужно всем!

**Литература.**

1.Э. А.Арустамов. Природопользование. Учебник. М., Издательский дом "Дашков и К". - 2001

2. Альбер Сассон. Биотехнология: свершения и надежды. М,. Мир., 2000

3. Д.А.Складнев. Что может биотехнология? "Знак вопроса" № 19, 1997

4. В.Вакула. Биотехнология: что это такое? М., Молодая гвардия, 20001

5. Г.О.Білявський, М.М.Падун, Р.С.Фурдуй. Основи загальної екології. Київ,Либідь, 1995

6. [www.ecologyside.ru/ecosid-428.html](http://www.ecologyside.ru/ecosid-428.html)

7. bibliofond.ru/view.aspx?id=485394

8. http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt4\_1.htm