

**Джукич Д.А., Емцев В.Т., Семенов Л.М., Путинская Г.А., Селицкая О.В.
Экологическая биотехнология. Сербия: Изд-во “SAJNOS” ДОО, Нови Сад;
Крагуевацкий ун-т Сербии, фак-т агрономии в Чачаке; Калканский НЦ РАЕН,
2018. ISBN 978-86-87611-65-8 (АФС). Т. 1. 844 с.; Т. 2. 754 с.**

DOI: 10.31857/S0002188120020155

В конце 2018 г. в Сербии была издана двухтомная монография “Экологическая биотехнология”. Труд по своей актуальности, детальности, объему очень впечатляющий. Однако это событие в России могло остаться и незамеченным, если бы не необычный авторский коллектив. Из пяти соавторов три автора являются известными российскими учеными: Емцев Всеволод Тихонович, Семенов Александр Михайлович и Селицкая Ольга Валентиновна. Четвертый соавтор — Иутинская Галина Александровна, тоже по существу является соотечественницей, как выходец из бывшего Советского Союза. К сожалению, Всеволод Тихонович Емцев уже не смог порадоваться этому замечательному событию: он ушел из жизни за год до выхода двухтомника в свет.

Как справедливо подтверждают соавторы, главная заслуга издания этого фундаментального труда принадлежит первому автору — профессору Драгутину А. Джукичу, который является не только известным ученым в Сербии, но и убежденным русофилом. Именно благодаря Д.А. Джукичу, его энергии, настойчивости, организационному таланту и фантастическому трудолюбию этот актуальный труд увидел свет. Монография издана на сербском языке. В Сербии, как известно, используется славянский язык и кириллический алфавит, что существенно приближает содержание для русскоязычного читателя, к тому же есть и уверенность, что в недалеком будущем этот очень нужный труд будет переиздан и на русском языке.

В настоящее время экология микроорганизмов вместе с биотехнологией занимают ведущие направления в микробиологии, потеснив такие традиционные направления в изучении микробного мира, как биохимия и физиология микроорганизмов. Смена приоритетов в микробиологии связана, во-первых, с развитием методов определения активности и разнообразия микроорганизмов в природе, во-вторых, с практической необходимостью использовать активность микроорганизмов в природных и антропогенных экосистемах. Эти технологии включают удаление различных загрязнителей, ксенобиотиков, сохранение здоровых почвен-

ных и водных систем, как жизненно определяющих экосистем, служащих источником и стоком биоразнообразия, включая человека.

В монографии “Экологическая биотехнология” в предисловии авторы отмечают, что экологическая биотехнология является одним из важнейших современных направлений в теоретической разработке и практическом применении технологии. Экологическая биотехнология ориентирована на решение природоохранных задач специфическими биотехнологическими методами, объединяющих обширный круг методов из разных наук. При этом включаются не только инженерные решения, но и разработка экологических нормативов, вопросы законодательства, оценки рисков, работа с геоинформацией в системах инженерных сооружений и экономические обоснования. В монографии упоминаются, встречаются и даже описаны такие подходы и методы, которые кому-то могут показаться несколько архаичными, но которые с точки зрения эффективности, дешевизны и простоты применения являются не только вполне приемлемыми, но и просто незаменимыми, что важно отметить.

Первый том монографии, содержит 4 раздела, в свою очередь каждый раздел содержит несколько глав с многочисленными подглавами разного уровня, т.е. содержание и изложение материала хорошо структурировано.

Во введении кратко, но познавательно изложены те исторические факты, которые можно расценивать как прообразы биотехнологических решений от древнего Рима до средневековой западной Европы, включая Москву. Рассмотрены проблемы снабжения городов водой и удаления сточных вод, значимые решения проблем и отмечен персональный вклад некоторых ученых и государственных деятелей.

Изложение материала первого раздела начато с рассмотрения проблемы сточных вод и их очистки. При этом описание проблемы начато с анализа экологических нормативов и вопросов законодательства, в первую очередь международного.

В последующих главах первого раздела (гл. 2, 3), рассмотрены принципы формальной классификации загрязнений и методов очистки. Подробно описаны способы сначала аэробной (гл. 4), а потом анаэробной очистки загрязненных вод (гл. 5). Отметим, что анализ способов аэробной и анаэробной очистки проделан очень детально, с описанием не только широко распространенных методов, но и эксклюзивных, например, очистки в аэрозолях, мембранных методов, биофильтров. Дополнительно описаны в отдельных главах методы и приемы удаления биофильных элементов — азота, фосфора, серы (гл. 7).

На неформальность, высокую ответственность подхода в обсуждении проблем экологической биотехнологии может указывать наличие раздела II о биологической очистке и дезодорации газовых отходов, что очень важно при любой форме очистки отходов, особенно при биоочистке. К сожалению, этот раздел слишком краток по сравнению со значимостью этой эколого-социальной проблемы.

Особенность монографии заключается в том, что она многогранна и всеобща по своему содержанию. Например, раздел III, посвященный переработке органических отходов, по своему содержанию превосходит название раздела. В этом разделе дается описание не только утилизации, избавления от органических отходов, но одновременно и производства полезных продуктов. В главе 1 раздела III дано описание основных природных органических отходов.

В главе 2 раздела III очень подробно даны методы и продукты микробиологической переработки органических отходов, начиная от производства кормовых продуктов, обогащенных микробным белком и производства “чисто” микробного — дрожжевого белка, до переработки молочной сыворотки, выжимок из отходов алкогольной продукции, компостирования и метаболитов. Отдельная 3-я глава посвящена вермикультурии и вермикомпостированию.

Последний раздел (IV) первого тома посвящен биологической очистке и регенерации загрязненных почв. Этот раздел, как и все разделы, разбит на главы и подглавы, т.е. очень хорошо структурирован. Настоящий раздел имеет свое введение, что может означать не только фундаментальную важность этого раздела, но и отличие рассматриваемого объекта биотехнологии от предыдущих. В этом разделе обсуждается применение биотехнологии к природному объекту — почвенной экосистеме, которая является самой важной, как и водная, для всего живого, и по существу не зависима и даже не подвластна человеку, но очень уязвима и климатически, и антропогенно. На уровне глав вынесены такие темы, как класси-

фикация методов биотехнологий очистки и регенерация загрязненных почв, что подчеркивает важность их содержания для последующих разделов. В следующей главе 3 раздела IV с множеством подглав сначала детально описаны небиологические методы и технологии очистки и восстановления почв, т.е. физико-химические способы. Первая подглава главы 3 — описание методов очистки загрязненных участков *ex situ* (гл. 3.1), потом — методов *in situ* (гл. 3.2). В главе 4, которая содержит 9 подглав, описаны биологические методы и комбинированные методы очистки почв. Исключительную важность представляют заключительные главы 5, 6 и 7. В гл. 5 представлены различные биопрепараты и методы их использования для ремедиации почв, в гл. 6 приведено сравнение методов биологической очистки почв с регенерацией, в гл. 7 даны практические мероприятия и затраты при биологической очистке и регенерации почв.

Первый том монографии хорошо иллюстрирован в целом. Нумерация рисунков и схем в томе I произведена для каждого раздела. Нумерация таблиц также проведена для каждого раздела. Литература приведена в конце второго и четвертого (последнего для первого тома) разделов, что определяется, с одной стороны, некоторой схожестью рассматриваемых в разделах проблем, с другой, — облегчает нахождение нужного источника и нужной ссылки, избегания повторения источников.

Второй том монографии содержит 8 разделов, которые также разбиты на главы и подглавы. Нумерация разделов во 2-м томе продолжена от окончания в первом томе, поэтому во втором томе содержание начинается с раздела V, заканчивается разделом XII. Это подчеркивает связь рассматриваемых проблем и стремление к всеобщности при детализации.

Начальный раздел (V) второго тома, включающий 4 главы со многими подглавами, открывается описанием применения микроводорослей для очистки загрязненных почв и вод, т.е. посвящен использованию фиторемедиации в широком понимании и значении этой технологии, что конечно является истиной биотехнологией. Однако первые главы раздела V посвящены по существу наиболее общим вопросам, предваряющим и подготавливающим изложения методов фиторемедиации, наподобие классификации фиторемедиации (см. рис. 1.1 и табл. 1.1). Приведены методы фитоэкстракции, фитостабилизации, фитодеградации, фитотрансформации, фитоиспарения, биоремедиации в ризосфере, использования растительного покрова для предотвращения миграции загрязнений из полигонов твердых отходов, ризофильтрации. Другими словами, перечислены и обсуждены множество методов, позволяющих решать проблемы очистки в первую

очередь водных экосистем. При этом обсуждены не только теоретические моменты и технологические схемы очистки, но и экономические вопросы, что указывает на всесторонность знаний авторов и ответственность подхода (гл. 4.11).

Следующий раздел (VI) второго тома посвящен реабилитации водных экосистем, где в 3-х главах обсуждаются и предлагаются решения проблем реабилитации озерных экосистем и других водоемов.

Значительное внимание уделено углеводородным загрязнениям, которым посвящен довольно объемный раздел VII. В начале этого раздела в нескольких главах (гл. 1–5) даны фундаментальные описания состава углеводородов, воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду, утилизация и трансформация нефти и ее производных в почвенных и водных экосистемах, способы очистки от загрязнения, вызванных нефтью и нефтепродуктами и др. Конечно, значительное внимание уделено способам микробиологической очистки экосистем от загрязнений нефтью и продуктами ее переработки. При этом гл. 6, посвященная проведению восстановительных и мелиоративных мероприятий (табл. 5) в загрязненных углеводородами водных и почвенных экосистемах, разбита на детальное, поэтапное описание действий при очистке.

Разобрана проблема биологического удаления (очистки экосистем) тяжелых металлов и радионуклидов из загрязненных почв и вод (раздел VIII). В этом разделе затрагиваются проблемы индикации состояния экосистем и проблемы выбора и применения индикаторов, разнообразие показателей при оценке состояния почвенных и водных экосистем, проводимыми с разными целями, разными методами. Разобраны подходы оценки санитарного состояния и микробного загрязнения почвы на основе микробиологических показателей. При этом описаны примеры оценки загрязнения почвы не только по составу патогенных микроорганизмов, но и сапротрофов.

Интересный, важный и эффективный подход для оценки состояния водных экосистем представлен в разделе IX. В этом разделе приведены международные протоколы для оценки экологического обследования среды обитания рек (*river habitat survey (RHS)*).

В настоящей монографии представлены не только методы, технологии и протоколы для оценки или защиты природных процессов, окружающей среды, т.е., *ex situ*, но и методы и пути защиты от биологических повреждений, а также биооценка ущерба от биоповреждений разных материалов, что дано в разделе X. Биологическое повреждение материалов (биоповреждения) — это любое нежелательное изменение свойств материалов, вызванное жизнедеятельностью каких-

либо организмов. Главное внимание сосредоточено на микробиологических повреждениях и способах защиты разных материалов.

Предпоследний раздел XI посвящен проблеме мониторинга окружающей среды, что связано и с биологической индикацией, и с биологическим тестированием. Проблемы состояния экосистем и их индикации затрагивались в разделе VIII, но в разделе XI эта тема раскрыта достаточно основательно. Содержание раздела XI имеет и значимые особенности. В главе 4 раздела XI приведены лабораторные упражнения для применения основных методов биоиндикации и биотестирования окружающей среды. При этом отмечено, что лабораторные упражнения преследуют несколько целей: это и мобилизация знаний пользователя из многих разделов биологии и даже химии, и обучение наиболее востребованным и перспективным методам биоиндикации и биотестирования. Значимость раздела лабораторных упражнений можно оценить и количественно, т.к. этот раздел занимает около 300 страниц.

В последнем разделе XII пользователь найдет нужную и достаточно подробную информацию об экологическо-токсикологическом нормировании, включающую санитарно-гигиенические требования и нормы, т.е. методологию санитарно-гигиенического нормирования, специфику нормативного загрязнения природных сред, определение предельно допустимых выбросов “загрязнителей”. В гл. 6 разбирается биобезопасность, особенности получения лицензий на использование и стандартизацию воздействия компонентов биотехнологических продуктов и биопрепаратов.

В целом второй том монографии, так же как и первый, достаточно хорошо иллюстрирован. Нумерация рисунков, схем и таблиц в томе 2 произведена также для каждого раздела. Литература в томе 2, так же как и в т. 1, приведена не для каждого раздела, а совместно для разделов V–IX после раздела IX и в конце т. 2 после последнего раздела. В целом монография является образцом последовательности и детальности.

Традиционно в рецензии отмечают и какие-то недостатки, погрешности, которые, наверное, имеются и в этой 1598-страничной, высоко содержательной монографии. Однако подводя итог обзору этого колоссального труда, содержание которого представляет не только научно-познавательную ценность, но и обучение экологическим методам с основами микробиологии, биохимии, гидробиологии и др., можно только выразить благодарность авторам, университету и издательству за выпуск в свет одной из первых книг об экологической биотехнологии.

Ю. Я. Спиридонов