

УДК: 631.4: 631.61; 531.46

ЗДОРОВАЯ ПОЧВА АГРОЦЕНОЗА — НЕОТЪЕМЛЕМОЕ УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

М.С. Соколов, Российская биологическая корпорация,

А.И. Марченко, НИЦ токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов

В XXI столетии чрезвычайно актуальна «...неизбежность смены парадигмы в почвоведении – перехода от традиционного изучения влияния факторов почвообразования на происхождение, распространение, строение и свойств почв (генетический подход) к исследованию «жизни» почвы как неотъемлемого компонента наземных экосистем».

Добровольский, 2002

Международная Концепция устойчивого развития применительно к агросфере предполагает устойчивое воспроизводство природных ресурсов, создание в агроэкосистемах оптимальных условий для обеспечения агроценологической регуляции структуры и численности вредных и полезных организмов. Реализация ее обществом в масштабе страны — это обеспечение его здоровья, благополучия, экологической и продовольственной безопасности. Концепция предполагает гармонизацию взаимоотношений человека с природой и оформлению на ее основе национальных программ по поддержанию здоровья среды. Здоровье среды (или экосферы) — «...это ее состояние (качество), необходимое для обеспечения здоровья человека и других живых существ» [Захаров, 2000]. В подобных программах почве должно принадлежать ведущее место, поскольку она — неотъемлемый компонент и экосферы, и всей земной биосферы. Напомним, что поскольку «...почва — это естественноисторическое, органо-минеральное биокосное тело, возникшее на поверхности Земли в результате изменения горных пород под влиянием климата, биоты, деятельности человека, характеризующееся экологическими и производительными функциями в определенных биогеоценозах (наземных экосистемах) и агроценозах», то достижение гармонии между производительными и экологическими функциями почвы — это определяющий фактор экологизации земледелия [Кирюшин, 2006].

Функции здоровой почвы (продукционные, барьерные, трансформационные, антибиотические и самоочищающие) определяют качество жизни самого человека, уровень продуктивности и качество биопродукции наземных экосистем. Триада роль почв в сохранении биосферы Земли предопределяет их потенциальную продуктивность, экологическую устойчивость, непрерывное функционирование в качестве глобального источника и резервуара биофильных элементов. Если экологическая емкость определяет меру плодородия почвы наземной экосистемы (ее продукционную составляющую), то экологическая устойчивость — степень здоровья почвы (ее экологическую составляющую). Здоровая почва определяет здоровье человека, почвенной и наземной биоты, незагрязненность поллютантами биопродукции, водной и воздушной сред, а также сохранение урожая (от инфицирования патогенами и расхищения конкурентами). Здоровая почва агроценоза — это нормативно чистая почва, т.е. содержащая техногенные радионуклиды, ксенобиотические и природные поллютанты, вредные биоагенты в пределах допустимых нормативов — санитарно-гигиенических, экологических и фитосанитарных. Здоровье почвы — это важнейший фактор получения программируемого и экологичного (т.е. нормативно чистого) урожая [Соколов, Дородных, Марченко, в печати]. В конечном счете, здоровье почвы

— это ее способность (как педоценоза) неопределенно долго функционировать в качестве компонента наземной экосистемы, обеспечивая ее биопродуктивность и поддерживая качество воды и воздуха, а также здоровье растений, животных и человека [Doran, Sarrantonio, Liebig, 1996; Соколов, Дородных, Марченко, в печати].

Экологическая устойчивость педоценоза реализуется посредством непрерывного функционирования почвенной биоты, характеризующейся оптимумом структуры и численности. Особая роль при этом принадлежит микробиостазису — длительному анабиотическому поддержанию микроорганизмов в жизнеспособном, но не культивируемом состоянии. Благодаря ему в экстремальных условиях обеспечивается сохранение генофонда почвенной микробиоты. Доминирующий пул почвенных микроорганизмов из-за их огромной численности, необычайной скорости роста, всепроникающей способности («всюдности») и разнообразия метаболических процессов сам для себя создает среду, максимально благоприятствующую его жизнедеятельности. Почва выступает также и как уникальная природная среда, благоприятствующая горизонтальному переносу (от донора к реципиенту) кластеров генов прокариотов — трансмиссивных плазмид. Этот феномен, по-видимому, является важным фактором адаптации, эволюции, а возможно, и видообразования, причем не только микробиоты, но и высших эукариот. Все вышеизложенное позволяет констатировать, что, как справедливо полагают ведущие почвенные микробиологи [Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005], по разнообразию микробного генофонда почва — самый богатый субстрат на Земле.

При оптимуме экоресурсов в здоровой почве успешно реализуются, по меньшей мере, две ее уникальные биотические функции — биодеструкция (катаболизм) загрязняющих веществ и подавление (элиминирование) патогенной микробиоты супрессорами-антагонистами. В отличие от деградированной — *инфицированной* (больной, кондуктивной) и (или) *загрязненной* почвы, свойственной большинству «монокультурных» агроценозов и агроэкосистем с нарушенными севооборотами и (или) интенсивным применением агрохимикатов и пестицидов — почва естественных экосистем и здоровых агроценозов (размещаемых по фитосанитарным предшественникам) характеризуется супрессивным действием в отношении фитопатогенной биоты. Супрессивность почвы — это показатель почвенного здоровья, характеризующий подавление и (или) элиминирование из педоценоза отдельных видов патогенов (фитопатогенов, патогенов теплокровных животных и человека), обусловленный совокупным действием биологических, физико-химических и агрохимических его свойств [Соколов, 2009].

В соответствии с утвержденными Президентом РФ «Основами государственной политики в области обеспечения

химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», ежегодные оценки состояния качества почвы ряда регионов России позволяют характеризовать его как критическое [Соколов, Дородных, Марченко, в печати]. Наибольший ущерб почвам наносят: техногенное нарушение их сложения, эрозия, локальное переувлажнение, засоление, потери гумуса, захламление отходами производства и потребления, заселение токсигенными фитопатогенами, а также загрязнение суперэкотоксикантами, канцерогенными нефтепродуктами, стойкими пестицидами, техногенными радионуклидами и тяжелыми металлами. Отмеченные процессы вызывают деградацию почвы — негативные изменения (под действием физических, химических и/или биологических факторов), проявляющиеся в снижении или утрате ее способности выполнять функции воспроизводства ресурсов, среды и социально-экономические. Иными словами, деградация почвы — это устойчивое ухудшение ее свойств и связанное с этим сокращение и (или) утрата ее функций: экологических (здоровье) и производительных (плодородие).

Предлагаемая (для обсуждения) программа «Радикальное улучшение качества почв России» (Раздел I. «Оздоровление загрязненных и инфицированных почв») базируется на многолетних разработках российских и зарубежных исследователей, касающихся фундаментальных закономерностей формирования здоровья почвы, методов его идентификации, а также практических приемов санации (ремедиации) больной почвы. Для землепользователей важна детальная инвентаризация и картирование деградированных почв, региональные мероприятия по их оздоровлению, профилактике их загрязнения и заселения вредными агентами. Реализация предлагаемых задач позволит оздоровить больные земли — загрязненные и инфицированные фитопатогенами, повысить их удитет, базисную стоимость и экологическую значимость. Указанная программа включает следующие направления:

1. Диагностика почвенного здоровья как составляющая экологического мониторинга, функциональные почвенные процессы и аборигенные тест-организмы как маркеры (индикаторы) здоровой почвы.

2. Феномен самоочищающей способности почвы как фундаментальная основа для разработки ее ремедиационных (оздоровительных) мероприятий.

3. Геохимическая роль гетеротрофной микрофлоры (свободноживущей, ассоциативной, ризобияльной, арбускулярной и др.) в самоочищении почвы от загрязняющих веществ.

4. Научно обоснованные экологические (в т.ч. фитосанитарные) и гигиенические (санитарные) нормативы вредных веществ (и биоагентов) для почвы; нормативные показатели и экономические пороги вредоносности почвообитающих фитопатогенов.

5. Гармонизация показателей качества и здоровья почвы с современными международными критериями и стандартами.

6. Нормативно-методическая и классификационная база для картирования почв по их супрессивной активности и самоочищающей способности, научно обоснованный выбор эталонов-заказников со здоровой почвой.

7. Биогеоэкологические, биогеохимические и почвенно-агрохимические механизмы почвенной супрессивности.

8. Супрессивное и фитотоксическое действие экссудатов культурных и сорных растений;

9. Теоретические предпосылки и пути совершенствования углесорбционной нейтрализации загрязненных почв.

10. Здоровая почва как генетический банк нуклеиновых кислот и среда для реализации трансгенеза.

11. Математические модели и экологические прогнозы эффективности и рентабельности региональных систем оздоровления почвы.

12. Детальная региональная инвентаризация и картирование почв по состоянию их здоровья.

13. Полифункциональные биопрепараты для защиты растений, эффективные на загрязненных почвах.

14. Технологии и регламенты конверсии сельскохозяйственных и бытовых отходов в экологичные продукты — почвоудобрительные препараты, регуляторы роста растений, биогумус и др.

15. Токсикологическая оценка и санитарно-эпидемиологическая экспертиза новых экологичных биопрепаратов, регуляторов роста растений и агрохимикатов.

16. Технологии масштабирования и наработки в условиях регионального производства высокоэффективных полифункциональных биопрепаратов для биоремедиации деградированных почв.

17. Индуцирование почвенной супрессивности как радикальный прием оздоровления почв, инфицированных возбудителями корневых гнилей экономически значимых сельскохозяйственных культур.

18. Технологии возделывания на почвах ксеноценозов культур-гипераккумуляторов поллютантов и хозяйственно-полезных культур-исключателей.

19. Технологии реабилитации и оздоровления почв, освобожденных от отходов — муниципальных, промышленных, рудных месторождений, лесо- и сельскохозяйственных.

20. Регламенты комплексного оздоровления почвы от поллютантов, обеспечивающие получение экологичной (нормативно чистой) агро- и лесопродукции.

21. Научно обоснованные региональные руководства-рекомендации «Технологии и приемы оздоровления загрязненных и инфицированных (фитопатогенами) почв России».

В 1980—1990-х гг. циркуляры-рекомендации Минсельхоза России и НИУ РАСХН, посвященные так называемым «интенсивным технологиям» возделывания различных сельскохозяйственных культур, в большинстве своем даже не упоминали о биологической составляющей почвы, о роли ее биоты в получении рентабельного и экологичного урожая. Повышение продуктивности почв агроценозов авторы подобных рекомендаций связывали исключительно с обязательным набором стандартных технологических операций и техногенных приемов, таких как обработка почвы, интенсивное применение агрохимикатов и др.

Несомненно, что именно микробным системам принадлежит первостепенная роль в обеспечении здоровья, плодородия и продуктивности почвы. Почвенные микроорганизмы, активно участвуя в круговороте веществ и потоках энергии педоценоза, определяют его гомеостаз. В природе известны экосистемы, состоящие из одних микроорганизмов, но нет экосистем, включающих только высшие организмы — растения и животные [Звягинцев, Бабьева, Зенова, 2005]. Чтобы понять и оценить, как организованы в пространстве и времени почвенные микробные сообщества, необходимы системный подход и современные динамические методы оценки качества почвы, в первую очередь, характеризующие состояние ее микробиоты. Эти микробиологические, биохимические и молекулярные методы включают несколько групп параметров и учитывают: микробную биомассу, численность и активность микроорганизмов, микробное разнообразие и структуру сообщества, показатели растительно-микробного взаимодействия [Benedetti, Dilly, 2006]. Обязателен, на наш взгляд, учет также биотических и санитарно-бактериологических показателей интенсивности биологического пресса на почву, ее эпидемиологической опасности и последствий техногенной нагрузки [«Методы микробиологического контроля почвы», 2004].

Итак, из приведенной выше программы оздоровления больших почв вытекают следующие задачи исследования статуса почвенного здоровья.

Фундаментальная задача — всестороннее познание и осмысление этого феномена, методологическое обоснование и разработка эффективных систем диагностики и управления здоровьем почвы.

Практическая задача — изменение нашего отношения к эксплуатации почвы путем радикального повышения культуры земледелия и его интеллектуализации, неукоснительное соблюдение экологических императивов-запретов в отношении технологических приемов, индуцирующих «устомление» почвы и (или) ее загрязнение, наконец, применения строжайших административных санкций к злостным загрязнителям почвы — юридическим и физическим лицам.

Региональная задача предлагаемой комплексной программы — это разработка и апробация локальных

технологий и систем оздоровления деградированных, загрязненных и больных почв, адресованных конкретному земледельцу.

Эти задачи весьма актуальны для России, поскольку «...острота проблемы патологии почв заключается не только в снижении плодородия почв и в уменьшении урожаев продовольствия и сырья. Опаснее и страшнее другое: деградация и патология почв влечет за собой патологические явления в здоровье, развитии и физиологии человека, и даже в его умственной деятельности и психике» [Ковда, 1990].

ЗДОРОВАЯ ПОЧВА АГРОЦЕНОЗА – НЕОТЪЕМЛЕМОЕ УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОДУКЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ SOIL HEALTH OF AGROCECENOSIS AS AN ATTRIBUTE OF REALIZATION OF ITS ECOLOGICAL AND PRODUCING FUNCTIONS

М.С. СОКОЛОВ
M.S.SOKOLOV
А.И.МАРЧЕНКО
A.I.Marchenko

Резюме

Рассматриваются экологические и продукционные функции здоровой поч-вы. Обсуждается содержание важных экологических характеристик почвы («экологическая емкость», «экологическая устойчивость», «здоровье», «супрессивность», «предельная буферная емкость в отношении поллютантов» и др.). Изложены основные задачи программы оздоровления загрязненных и инфицированных (фитопатогенами) почв, по выполнению которых будут выявлены фундаментальные закономерности формирования и поддержания здоровья почв, разработаны технологии их оздоровления.

Summary

Ecological and producing functions of healthy soil are considered. Important characteristics of soil (“ecological capacity”, “ecological stability”, “health”, “sup-pressive ability”, “threshold buffer capacity towards pollutants”, etc.) are discussed. Key tasks of the program on recovery of contaminated and infected (by phytopathogens) soils, which will reveal basic regularities of formation (maintenance) of soil health and technologies for their restoration are described.

Литература

1. Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты / «Пространственно-временная организация и функционирование почв». Пушино. НЦБИ АН СССР. 1990. С. 8-43.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. М.: Центр экологической политики России (материал для обсуждения). 2000. 26 с.
3. Кирюшин В.И. В.В. Докучаев и современная парадигма природопользования // Почвоведение. 2006. № 11. С. 1285-1292.
4. Соколов М.С., Дородных Ю.Л., Марченко А.И. Актуальность радикального улучшения качества почв России // Вестник защиты растений. 2009. Вып. 2 (в печати)
5. Гигиеническая оценка качества почв населенных мест. Методические указания МУ 2.1.7.730-99. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 1999. – 38 с.
6. Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. Soil health and sustainability // Advances in Agronomy. Academic Press, San Diego, CA, USA 1996. V. 56. P. 1-54.
7. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.Л., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд-во МГУ. 2005. 455с.
8. Соколов М.С. и др. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам // Известия ТСХА. Вып. 1. 2009. С. 13-22.
9. Добровольский Г.В. Предисловие к кн. «Регуляторная роль почвы в функционировании таежных экосистем». М.: Наука. 2002. 364 с.
10. Benedetti A., Dilly O. Microbiological methods for assessing soil quality. Ed. J.Bloem, D.W. Hopkins, A. Benedetti. Cambridge. 2006. P.3-14.
11. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации.– М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. – 21 с.